

SBORNÍK

**prací účastníků vědeckého semináře doktorského studia
Fakulta informatiky a statistiky
Vysoké školy ekonomické**



**Vědecký seminář se uskutečnil dne 17. února 2011
pod záštitou děkana FIS doc. RNDr. Luboše Marka, CSc.**

**Sestavení sborníku
prof. Ing. Petr Doucek, CSc.
proděkan pro vědu a výzkum**

OBSAH

Předmluva.....	5
Přínosy nasazení metodiky Scrum pro vývoj IS.....	7
<i>Jakub Balada (obor Informatika)</i>	
Generic service interface	12
<i>Lukáš Burkoň (obor Informatika)</i>	
The Effect of IT Governance Methods on IT/Business Alignment in Industry and Financial Organizations	18
<i>Arne Günter (obor Informatika)</i>	
Metodiky vytvárania IS v architektúre orientovanej na služby (SOA).....	23
<i>Roman Hauptvogel (obor Informatika)</i>	
Dopad komplexity IS na jejich přidanou hodnotu	30
<i>Ilja Holub (obor Informatika)</i>	
Řízení a kontrola bezpečnosti koncových stanic a serverů v kontextu informační bezpečnosti	37
<i>Vladimír Jech (obor Informatika)</i>	
Aspekty kvality informačních systémů a vazba na podnikové procesy	43
<i>Jaroslav Kalina (obor Informatika)</i>	
Metodika výuky multimédií	48
<i>Libor Krsek (obor Informatika)</i>	
Mapování týmové práce ve vybraných předmětech KIT	51
<i>Libor Měsíček (obor Informatika)</i>	
Vztah řízení dat k ostatním oblastem řízení informatiky	56
<i>David Pejčoch (obor Informatika)</i>	
IT Governance.....	61
<i>Miloš Sonták (obor Informatika)</i>	
Projektové metodiky z pohledu týmové práce.....	64
<i>Jiří Svoboda (obor Informatika)</i>	
Kontinuální řízení shody v servisně orientovaných systémech	69
<i>Ivana Šabatová (obor Informatika)</i>	
Enterprise architektura procesně řízené územní samosprávy ČR	74
<i>Markéta Zimmermannová (obor Informatika)</i>	
Chování investora na pražské burze s využitím vícekritériálního rozhodování.....	82
<i>Adam Borovička (obor Ekonometrie a operační výzkum)</i>	
Analýza burzovních indexů.....	88
<i>Marika Křepelová (obor Ekonometrie a operační výzkum)</i>	
Vícekritériální investiční rozhodování	94
<i>Petr Mynařík (obor Ekonometrie a operační výzkum)</i>	
Modelování v demografii.....	99
<i>Dalibor Nečas (obor Ekonometrie a operační výzkum)</i>	
Cílové programování a jeho praktické aplikace.....	104
<i>Veronika Skočdoplová (obor Ekonometrie a operační výzkum)</i>	
Optimalizace modelu živočišné výroby	109
<i>Tereza Suchánková (obor Ekonometrie a operační výzkum)</i>	
Dynamické modely oligopolu	114
<i>Václav Školuda (obor Ekonometrie a operační výzkum)</i>	
Aplikace modelu EGARCH na burzovní index FTSE 100	121
<i>Zdeněk Štolc (obor Ekonometrie a operační výzkum)</i>	

Stanovení skupin zemí v panelových datech – gravitační model mezinárodního obchodu	126
<i>Filip Tichý (obor Ekonometrie a operační výzkum)</i>	
Optimalizace růstu řasové biomasy pomocí markovských procesů	131
<i>Martina Zouharová (obor Ekonometrie a operační výzkum)</i>	
Modelování příjmových rozdělení pomocí čtyřparametrického logaritnicko-normálního rozdělení	136
<i>Adam Čabla (obor Statistika)</i>	
Reject inference	141
<i>Josef Ditrich (obor Statistika)</i>	
Využití Informačního systému o průměrném výděлку pro kvantifikaci systému ukazatelů trhu práce...	147
<i>Kateřina Duspivová (obor Statistika)</i>	
Statistické aspekty oceňování objemové flexibility energetických kontraktů.....	152
<i>Jiří Hron (obor Statistika)</i>	
Evropa 2020: Výběr metody určení vah pro sestavení kompozitního ukazatele.....	158
<i>Lenka Hudrlíková (obor Statistika)</i>	
Předpovědi v FMCG firmách	163
<i>Jana Kolářová (obor Statistika)</i>	
Vícestavová analýza nezaměstnanosti a další statistické metody pro modelování nezaměstnanosti	167
<i>Martina Miskolczi (obor Statistika)</i>	
Issues in deflation of non-financial national accounts	174
<i>Lenka V. Půlpánová (obor Statistika)</i>	
Forecasting Volatility Based on the Relevance Vector Machine.....	179
<i>David Žižka (obor Statistika)</i>	

Předmluva

Mezi dlouhodobé tradiční akce spojené s vědeckou činností Fakulty informatiky a statistiky VŠE v Praze, patří tradiční seminář „Den doktorandů“, který se pořádá každoročně pod gescí děkana fakulty na počátku letního semestru. Na tomto semináři prezentují studenti všech oborů doktorského studia Fakulty informatiky a statistiky výsledky své vědecké práce.

Referáty, přihlášené do letošního Dne doktorandů, byly rozděleny do tří samostatných sekcí podle studijních oborů. Na šestnáctý Den doktorandů bylo přihlášeno 33 příspěvků. Z toho na obor Informatika 14 příspěvků, na obor Ekonometrie a operační výzkum 10 příspěvků a na obor Statistika 9 příspěvků. Semináře se zúčastnili studenti presenční i kombinované formy studia. Kromě českých studentů předvedl svoji prezentaci i Ing. Arne Günther ze Spolkové republiky Německa, který studuje v doktorském anglickém studijním programu oboru Informatika.

Úroveň vystoupení doktorandů po stránce vědecké i prezentační, hodnotily odborné komise pod vedením doc. Ing. Norberta Žida, CSc. (obor Informatika), prof. Ing. Romana Huška, CSc. (obor Ekonometrie a operační výzkum) a prof. Ing. Hany Řezankové, CSc. (obor Statistika).

Hlavními kritérii pro nelehké rozhodování jednotlivých komisí byly zejména náročnost a aktuálnost zpracovaného tématu, přístup k řešení vybraného problému, způsob použití metodiky, úroveň práce s reálnými daty a v neposlední řadě i schopnost prezentovat a argumentačně obhájit výsledky své vědecké práce v diskusi jak se svými vrstevníky, tak i se staršími kolegy. Ti nejlepší z nich získávají prestižní „Cenu děkana FIS“, s níž je spojena i symbolická finanční odměna.

V letošním roce se dostalo odměny za nejlepší příspěvky v jednotlivých kategoriích následujícím studentům:

Studijní program – Aplikovaná informatika

obor Informatika

1. místo: **Ing. Ilja Holub:** Dopad komplexity IS na jejich přidanou hodnotu
2. místo: **Ing. Libor Měsíček:** Mapování týmové práce ve vybraných předmětech KIT
3. místo: **Ing. David Pejčoch, DiS.:** Vztah řízení k ostatním oblastem řízení informatiky

Studijní program – Kvantitativní metody v ekonomice

obor Ekonometrie a operační výzkum

1. místo: **Ing. Filip Tichý:** Gravitační model mezinárodního obchodu – stanovení skupin zemí v panelových datech
2. místo: **Ing. Václav Školuda:** Dynamické modely oligopolu
Ing. et Ing. Zdeněk Štolc: Aplikace modelu EGARCH na burzovní index FTSE 100
3. místo: **Ing. Marika Křepelová:** Analýza burzovních indexů
Ing. Adam Borovička: Chování investora na pražské burze s využitím vícekritériálního rozhodování

obor Statistika

1. místo: **Mgr. Ing. Martina Miskolczi:** Statistická analýza nezaměstnanosti – různé přístupy
Ing. Jiří Hron: Statistické aspekty oceňování objemové flexibility energetických kontaktů
2. místo: **neuděleno**
3. místo: **Ing. Josef Ditrich:** Reject inference
Ing. David Žížka: Forecasting Volatility

Oceněným studentům upřímně blahopřejeme.

Uznání také patří všem vědeckým pracovníkům FIS, kteří svými diskusními příspěvky vytvořili atmosféru semináře. Poděkování a uznání náleží rovněž školitelům, členům hodnotících komisí a dalším kolegům, kteří se na úspěchu šestnáctého Dne doktorandů podíleli. Zvláštní poděkování pak patří studijní referentce doktorského studia paní Jitce Krajíčkové, díky níž byl seminář perfektně organizačně zajištěn, a Mgr. Lee Nedomové za obětavou práci při editaci a sestavení tohoto sborníku.

Aktivní účastí na Dni doktorandů FIS se rozloučil se svou funkcí dlouholetý garant doktorského studia oboru Informatika Doc. Ing. Norbert Žid, CSc. Za jeho dlouhodobou a obětavou práci v této funkci mu všichni upřímně děkujeme.

Prof. Ing. Petr Doucek, CSc,
Proděkan pro vědu a výzkum

Přínosy nasazení metodiky Scrum pro vývoj IS

Jakub Balada

Doktorand oboru Informatika

Abstrakt. Vývoj informačních systémů se stále potýká s nízkou úspěšností, zejména u velkých komplexních systémů. Agilní metodiky zavádí nové principy v řízení vývoje informačních systémů, které tento problém eliminují. Hlavním cílem článku je prokázání přínosů agilní metodiky Scrum oproti rigorózním metodikám při vývoji velkých komplexních systémů, kde se tyto metodiky zatím příliš nevyužívají. Přínosy jsou prokázány na reálném komplexním projektu nasazení Identity and Access managementu ve společnosti Telefonica O2 Czech Republic.

Klíčová slova: agilní vývoj, metodika vývoje, Scrum, Case study

1 Úvod

Agilní principy jsou moderní cestou vývoje informačních systémů, která přináší efektivnější proces dodávky nových ICT služeb. Základem agilního přístupu k vývoji IS je maximální snaha o splnění požadavků zadavatele, které se zpravidla v průběhu projektu mění. Jinými slovy se jedná o neustálou snahu pomoci zadavateli zvýšit jeho konkurenceschopnost pomocí včasné dodávky služby, kterou potřebuje v daném čase.

Agilní metodiky se již prosazují u vývoje menších projektů s krátkou dobou trvání. Nejpoužívanější z nich je podle světového průzkumu [6] Scrum. Využívá ho 50% respondentů, dalších 24% využívá hybrid Scrumu a XP. Obecně je agilní vývoj využit přibližně u poloviny všech projektů. Bohužel v České republice je situace odlišná. Podle posledního a pravděpodobně jediného průzkumu využití agilních metodik v ČR [3] využívá agilní metodiky méně než 10% respondentů. Podobně dopadl průzkum znalosti agilních metodik – v ČR uvedlo pokročilou či základní znalost 43% respondentů [3] oproti 93% v celosvětovém průzkumu [6]. Jedním z cílů tohoto článku je právě větší osvěta a prokázání výhod agilního vývoje a potažmo Scrumu v České republice.

Obecně jsou agilní metodiky považovány za alternativu ke standardním rigorózním metodikám, které jsou nadále doporučovány pro vývoj komplexních systémů. V knize [2] je navržen systém hodnocení a výběru metodik pro různé typy projektů. Agilní metodiky autorka obecně považuje za alternativu k rigorózním, a proto se v systému hodnocení vyskytuje například i metodika RUP. Ve srovnání metodik doporučuje použití rigorózních na standardní a velké projekty, naopak agilní doporučuje pro výzkumné projekty, time-to-market či malé týmy. Autorka vychází z článku Limitations of agile software processes [5], ve kterém jsou popsány podmínky a omezení pro nasazení agilních metodik. V závěru je shrnuto, že společnosti, které vyvíjejí dlouhotrvající velké komplexní projekty, nemusí být schopné využít agilní principy v jejich aktuální podobě.

2 Cíle článku a metody jeho dosažení

Hlavním cílem článku je prokázání přínosů agilní metodiky Scrum oproti rigorózním metodikám při vývoji komplexních informačních systémů. Výhody této metodiky pro jisté typy projektů jsou dostatečně známé, cílem tohoto článku je prokázání přínosů i pro komplexní projekty vývoje IS.

K dosažení cíle bude dále v článku stručně popsána metodika Scrum a především bude prokázán přínos nasazení této metodiky při vývoji informačního systému, který vyznačuje většinu omezení udávaných v [5]. K tomuto účelu bude sloužit případová studie nasazení metodiky Scrum v průběhu vývoje komplexního systému. Jedná se o projekt nasazení Identity a Access managementu pro společnost Telefónica O2 Czech Republic, který řídí přístupy pro více jak 18.000 zaměstnanců společnosti do desítek různých systémů. Projekt byl rozdělen do dvou hlavních fází, přičemž první byla řízena rigorózně a druhá pomocí metodiky Scrum. Článek tedy bude moci porovnat hlavní ukazatele projektu v jednotlivých fázích a prokázat úspěšnost nasazení metodiky Scrum.

3 Metodika Scrum

Za zakladatele metodiky Scrum [4] jsou považováni K. Schwaber a J. Sutherland, kteří nezávisle na sobě využili principy této metodiky již v devadesátých letech minulého století. Současně jsou jedni z autorů agilního manifestu [1], ve kterém jsou definovány 4 základní hodnoty a 12 principů agilního vývoje. Manifest zní (přeloženo dle [2]):

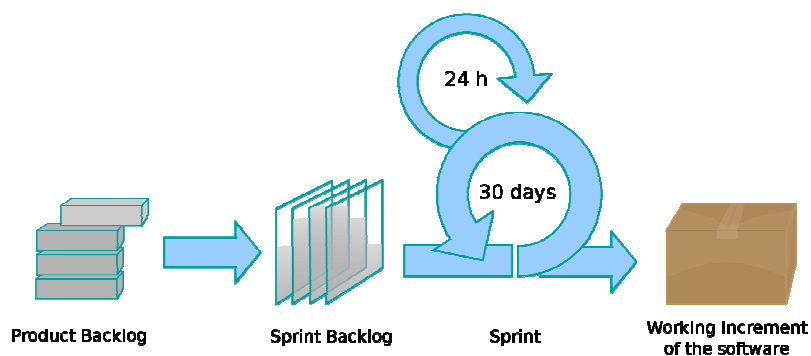
„Odhalili jsme lepší způsob vývoje softwaru, sami jej používáme a chceme pomoci i ostatním, aby jej používali. Z toho pohledu dáváme přednost:

- o individualitám a komunikaci před procesy a nástroji,
- o fungujícímu softwaru před podrobnou dokumentací,
- o spolupráci se zákazníkem před sjednáváním kontraktu,
- o reakci na změnu před plněním plánu.“

Na základě těchto hodnot vyvinuli Scrum, který je typickou agilní metodikou. Definuje pouze pár základních artefaktů a procesů, předává kompetence samotným členům vývojového týmu a neklade takový důraz na úplnou dokumentaci. Fungující software dodávaný v pravidelných krátkých intervalech, který je připravený k nasazení u zadavatele, je hlavním cílem této metodiky, což přesně naplňuje podstatu efektivního propojení ICT se strategií podniku. Spolupráce se zadavatelem je klíčová - Scrum je založen na win-win modelu, kdy změnové požadavky nejsou problémem, ale vítanou skutečností, která pomůže zadavateli v jeho konkurenčním prostředí.

3.1 Proces vývoje podle metodiky Scrum

Samotný proces vývoje je založený na iterativním modelu životního cyklu (viz obrázek 1). Jednotlivé iterace se nazývají sprinty a mají vždy stejně dlouhou dobu trvání, typicky jeden měsíc. Výsledkem každého sprintu je otestovaný a hlavně nasaditelný přírůstek. V rámci každého sprintu se vyvíjejí požadavky (user stories), které jsou vydefinovány na začátku sprintu v tzv. sprint backlogu. Ten je podmnožinou product backlogu, což je kompletní soupis všech požadavků na vyvíjený software. Důležitá je prioritizace položek na product backlogu, podle které se vybírají úlohy do nejbližšího sprintu, čímž je zajištěna včasná dodávka služeb, které zadavatel nejvíce potřebuje.



Obrázek 1. Scrum proces (zdroj: wikipedia.org)

Pro podrobný popis jednotlivých rolí a artefaktů v rámci metodiky Scrum není v tomto článku prostor. Nicméně v další části článku budou zmíněny v rámci případové studie.

4 Základní parametry případové studie

Nejprve je potřeba uvést základní parametry projektu, na kterém bude prezentován přínos této metodiky. Jedná se o projekt implementace Identity a Access Managementu pro společnost Telefónica O2 Czech Republic vyvíjený společností Siemens IT Solutions and Services (SIS). Autor tohoto článku zastával na projektu funkci solution architekta a ve druhé fázi taktéž scrum mastera zodpovědného za adaptaci metodiky Scrum.

Projekt spočíval v nasazení a customizaci řady produktů DirX, které jsou vyvíjeny mateřskou společností v Německu. Cílem řešení je správa všech zaměstnanců společnosti (cca 18.000) a jejich účtů do většiny informačních systémů ve společnosti. Hlavní výhody výsledného řešení jsou zkrácená doba zřizování přístupů pro zaměstnance, úspora práce administrátorů automatickým vytvářením a rušením účtů v nejdůležitějších IS, centralizovaná správa uživatelů a jejich práv a v neposlední řadě zvýšení bezpečnosti včetně úspěšného splnění SOX auditu.

Na straně dodavatele se na projektu podílely tři strany. SIS jako hlavní dodavatel, SIS Německo jako dodavatel základních produktů a Orchitech Solutions jako sub-dodavatel zodpovědný za uživatelskou aplikaci integrovanou do intranetu zadavatele.

Sponzorem projektu na straně zadavatele bylo oddělení IT bezpečnosti. Nicméně velká část požadavků vzešla z oddělení IT provozu, které je hlavním uživatelem systému a v neposlední řadě z oddělení businessu. Jak se během projektu ukázalo, požadavky od těchto tří stran byly dosti odlišné, někdy dokonce protichůdné. Detailní specifikace požadavků, která byla přílohou smlouvy, obsahovala na 130 různých požadavků.

Projekt byl rozdělen do dvou hlavních fází. První z nich začala v září 2008 a měla trvat 12 měsíců. Jejím cílem byla první verze řešení, která se měla nasadit do produkčního prostředí. Následná druhá fáze měla trvat 5 měsíců, jejím cílem bylo připojení dalších IS společnosti, jak bylo požadováno ve specifikaci. Projekt měl být tedy ukončen v únoru 2010 úspěšným nasazením druhé fáze.

Od začátku projektu byla první fáze řízena standardní rigorózní metodikou, tedy během prvních 3 měsíců byly prováděny analytické schůzky s výsledným obsáhlým dokumentem popisujícím detailní design první části a stručnější design části druhé. Následovala implementace s několika kontrolními termíny pro ukázkou klíčových částí řešení. Přesně podle plánu - měsíc před ukončením první fáze - bylo řešení předáno k akceptačním testům. Nicméně tyto testy odhalily velkou řadu nepochopení ve specifikaci, přestože byl předem schválen detailní design. Tyto problémy vedly k prodloužení akceptačních testů a následnému stabilizačnímu provozu. Fáze 1 byla oficiálně akceptována na konci roku 2009 se čtyřměsíčním zpožděním následována dvěma sadami změnových požadavků.

Po těchto zkušenostech zadal řídicí výbor projektového týmu úkol analyzovat příčiny nesplnění termínů a nutnosti navýšení nákladů na změnové požadavky a navrhnout taková opatření, která povedou k úspěšné realizaci druhé fáze projektu. Na základě doporučení dodavatele byla za tímto účelem schválena změna metodiky vývoje a pro druhou fázi projektu byla vybrána metodika Scrum. Tento krok vedl k úspěšné implementaci druhé části řešení ve čtyřech měsíčních sprintech, které probíhaly od června do září roku 2010. Tato fáze byla nakonec akceptována v říjnu 2010 s osmidenáctým zpožděním. Postup adaptace Scrumu a její výhody budou popsány v následující části.

5 Proces zavedení a přínosy nasazení Scrumu

Případová studie popsaná výše vykazuje většinu omezení v nasazení Scrumu popsaných v [5]. Na tomto místě bude popsán proces přechodu z rigorózního způsobu řízení první fáze projektu na metodiku Scrum využitou v druhé fázi a důsledky tohoto kroku.

Mezi hlavní argumenty dodavatele, díky kterým řídicí výbor schválil nasazení metodiky Scrum pro vývoj druhé fáze projektu, patřilo velké množství změnových požadavků během vývoje, neplnění termínů v první fázi, lepší viditelnost do stavu projektu, možnost nasazovat nové funkčnosti po jednotlivých měsících a především prokazatelné nevyužívání některých funkcností, které byly implementované v první fázi. Tento poslední bod je obecný problém, který Scrum pomáhá eliminovat. Podle Chaos Reportu 2009, který vydává The Standish Group, 50% implementovaných funkcností není nikdy použito. Je to dáno tradičním přístupem, kdy zadavatel musí na začátku projektu vyspecifikovat veškeré požadavky včetně tzv. nice to have.

První fáze projektu byla definitivně ukončena v dubnu roku 2010 akceptací dvou sad změnových požadavků, nasazením řešení do produkčního prostředí zadavatele a zkušebním provozem. Tedy celých 7 měsíců po plánovaném termínu. Následovat měla druhá fáze projektu, jejíž požadavky byly podmnožinou původní detailní specifikace projektu. Jelikož projekt byl do této doby vyvíjen pomocí rigorózní metodiky, byl již vypracován hrubý design řešení, které se mělo implementovat ve druhé etapě projektu. Projekt byl od začátku smluvně dojednan jako tzv. fix-time, fix-prize, tudíž veškeré úlohy pro druhou fázi již byly v rámci nabídky a pozdější analýzy a designu ohodnoceny v člověkodnech. Řídicí výbor souhlasil s dohodou, díky které se mohl obsah řešení druhé fáze projektu měnit podle aktuální potřeby zadavatele. Termín a cena zůstaly zachovány.

Prvním krokem přechodu z rigorózní metodiky na Scrum je úvodní naplnění product backlogu. V našem případě se jednalo o sadu požadavků z původní specifikace druhé fáze, které byly upraveny do formy user stories. Současně již měly uvedenu časovou náročnost v člověkodnech, která ovšem byla definována na začátku projektu a v některých případech již neodpovídala získaným zkušenostem během první fáze. Nicméně vydělením pracnosti celé fáze projektu čtyřmi měsíčními sprinty nám vyšla úvodní velocity jednoho sprintu. Dále bylo nutné prioritizovat úvodní backlog pro výběr úloh pro první sprint. Tento krok byl velmi komplikovaný, jelikož byl problém definovat product ownera na straně zadavatele. Autor tohoto textu zastávající roli Scrum mastera striktně požadoval nominování jedné osoby ze strany dodavatele. Nakonec se tuto pozici podařilo obsadit externím zaměstnancem zadavatele, který do této doby zastával funkci projektového vedoucího se zkušenostmi s vývojem tohoto typu IS. Product owner sestavil funkci vypočítávající prioritu jednotlivých user stories na základě jejich přínosu pro podnikové cíle podle jednotlivých zainteresovaných oddělení (business, bezpečnost, provoz). Pomocí této funkce prioritizoval všechny nově přicházející požadavky během celé fáze vývoje.

Jednotlivé sprinty trvaly kalendářní měsíc s tím, že v posledním týdnu probíhaly akceptační testy zadavatele. Tudíž pro samotný vývoj zbývalo průměrně 16 dní. Během akceptačních testů již tým připravoval další sprint. Zejména se jednalo o kvotaci nových požadavků a analytické schůzky za účelem přípravy designu řešení nových úloh. První dva dny sprintu probíhaly verifikační schůzky nad úlohami pro daný sprint, po kterých již byl uzavřen design celého sprintu. Po této verifikaci již zadavatel striktně nesměl měnit zadání úloh v daném sprintu.

Pokud takováto situace nastala, přidala se požadovaná změna na product backlog a pokud měla dostatečnou prioritu, byla zahrnuta do následujícího sprintu. První den týdne akceptačních testů byla provedena prezentace nových funkcí (sprint review) a oficiálně zahájeny testy podle testovacích scénářů definovaných na začátku sprintu po verifikačních schůzkách.

Pouze jednou za všechny 4 sprinty nedošlo k nasazení přírůstku v první pravidelné odstavce systému po týdnu akceptačních testů. Důvodem byl nadměrný počet reportovaných chyb, který vedl k týdennímu zpoždění nasazení nové verze. Nicméně další sprint probíhal paralelně v definovaných termínech. Jelikož současně s vývojem druhé fáze již byl systém využíván v produkčním prostředí, případné malé množství drobných chyb z testů bylo řešeno standardním problem managementem na projektu a nebránilo nasazení nové verze do produkčního prostředí.

Poslední čtvrtý sprint byl akceptován v říjnu roku 2010 s osmidenním zpožděním a po zkušebním a ověřovacím provozu kompletní druhé fáze byl projekt oficiálně akceptován a ukončen v listopadu téhož roku. Projekt byl i přes neplnění termínů v jeho první fázi označen jako úspěšný a nyní probíhá jeho další rozvoj.

Největším přínosem nasazení Scrumu na tomto projektu byla jednoznačně možnost definovat obsah měsíčních sprintů před jejich zahájením. Z původní specifikace druhé fáze bylo po čtyřech sprintech implementováno méně než 40% požadavků. Zbývajících 60% nahradily nově vzniklé požadavky během vývoje. Na začátku druhé fáze byl domluven postup výměny úloh na product backlogu v případě nového požadavku, kdy byl vypuštěn jiný požadavek stejné pracnosti s nejnižší prioritou. Postupem času již zadavatel uznal možnost neprázdného product backlogu na konci posledního sprintu a již pouze přidával nově požadované funkčnosti. Základem byla domluvená velocity jednotlivých sprintů vypočítaná podle původní smlouvy. Neoficiálně tedy došlo ke změně smluvního vztahu z fix-time, fix-prize smlouvy o dílo na smlouvu o dodávce jednotlivých přírůstků za fixní cenu s obsahem definovaným na jejich začátku. Nezanedbatelný je na tomto principu i přínos pro dodavatele ve smyslu fakturací po jednotlivých měsících, což má kladný vliv na cashflow. Nutnou podmínkou tohoto režimu je vzájemná důvěra mezi zadavatelem a dodavatelem přinejmenším kvůli akceptaci odhadnutých kvotací nových úloh.

Dalším již zmiňovaným přínosem je splnění termínu druhé fáze projektu, čemuž nejvíce napomohlo průběžné akceptování a nasazování jednotlivých sprintů do produkčního prostředí ihned po jejich implementaci. Nikdy nebyl posunut termín prezentace nových funkcí v rámci sprintu, pouze jednou se nestihly implementovat veškeré úlohy na sprint backlogu a 2 s nejmenší prioritou byly přesunuty do dalšího sprintu, kde byly implementovány bez fakturace.

Kvalita dodaného IS je těžko porovnatelná mezi oběma fázemi, množství reportovaných chyb z akceptačních testů je srovnatelné. Nicméně Scrum napomohl k jejich identifikaci daleko dříve než při klasickém vývoji a oprava chyby tak nebyla natolik náročná vzhledem k integraci s dalšími částmi řešení.

6 Závěr

Projekty vývoje informačních systémů stále vykazují nízkou úspěšnost. Agilní metodiky přispěly k vyšší úspěšnosti vývoje menších systémů v malých týmech, nicméně převážná část IT společností nadále odmítá jejich zavedení u velkých komplexních projektů. Tento článek dokazuje přínosy nasazení metodiky Scrum na reálném komplexním projektu systémové integrace, což je v rozporu s dosud uváděnými omezeními této metodiky. Projekt byl vyhodnocen jako úspěšný právě díky nasazení Scrumu během jeho vývoje. Tento krok přispěl k plnění jednotlivých termínů projektu, rychlejší opravám reportovaných chyb a zejména k implementaci funkcí, které zadavateli přinesly větší přidanou hodnotu.

Literatura

- [1] Beck, K. et al.: *Manifesto for Agile Software Development* [online]. 2001. [cit. 2010-12-31]. Dostupný z WWW: <<http://agilemanifesto.org/>>.
- [2] Buchalcevoá, A.: *Metodiky budování informačních systémů*. Oeconomica, Praha 2009.
- [3] Buchalcevoá, A., Leitl, M.: *Průzkum používání agilních metodik v ČR*. Objekty 2006, Praha.
- [4] Schwaber, K., Beedle, M.: *Agile Software Development with SCRUM*. Prentice Hall, 2001.
- [5] Turk, D., France, R., Rumpel B.: *Limitations of agile software processes*. In Proc. of the 3th International Conference on eXtreme Programming and Agile Processes in Software Engineering. 2002.
- [6] VersionOne: *The State of Agile Development Survey* [online]. 2009 [cit. 2010-10-31]. Dostupný z WWW: <http://www.versionone.com/pdf/2009_state_of_agile_development_survey_results.pdf>.

Summary

Benefits of a Scrum Adoption for Information System Development

Information system projects still fail in a large number. Agile methodologies reached higher level of success at specific projects developed by small teams. However most of IT companies still refuse this approach at large-scale projects, which often deliver low value software to business.

Goal of this paper is to proof a benefit of Scrum adoption at large-scale projects. For this purpose project case study of Identity and Access implementation is described. This project is characterized by limitations discussed above which should avoid Scrum adoption. Nevertheless project was marked as a successful primary due to change of methodology from plan-driven to Scrum during its development. This change help to meet all dates at a project, accelerate bug-fixing and mainly to deliver functionalities which brings higher value to business.

Generic Service Interface

Lukáš Burkoň

Doktorand oboru Informatika

Abstract. Even though emerging scientific branch, so called Services Science, takes in account increasing importance of services in most industry sectors, there is a weak effort to prepare unified model for describing any type of service. There are more perspectives, how to describe a service, in IT branch is usually used SLAs as a formalized interface of concrete service. But other business industries are not used to formalize their services, which could help them and their customers to better recognize and standardize their offer. Therefore this article is trying to develop and practically introduce generic model of service's interface which could be used as a basis for creation of a formal description of any service in any business industry.

Keywords: service interface, SLA, service-oriented architecture.

1 Introduction

The concept of service, is widely used in IT particular in SOA [1], Cloud Computing [2] etc., has been adopted from the general marketplace, but in IT sector has been deeply formalized and redefined also in the technical context of Web Services [3], APIs etc. Nevertheless, general business did not perform proper research concerning the roots and deep background of service concept itself until today in the form of new research branch called Services Science [4].

High-level IT services usually use SLA (Service Level Agreements) for defining interface of the service and also to cover the mutual relationship between service's customer and provider. There are several efforts to standardize formal and structural attributes of SLA [5, 6], but they are usually focused primarily on IT industry, which influences the specific form and structure of these SLAs, but a general fine-grained solution defining SLA for any business service is still missing. This situation implicates that common business services usually do not have any SLA or have some ad-hoc form of SLA that changing from one company to another, but any standard solution is not widely used, especially across the SMEs.

Therefore this article is trying to fill this gap and focus on the general service interface itself. The main goal of this article is to design generic form of the service interface consisting of several most general attributes covering all possible aspects of the relationship between service's customer and its provider. From these highest-level attributes could be then derived hierarchical tree of subattributes according to the needs of each service type and business industry, but the united set of generic attributes will guarantee desirable level of services' interfaces standardization.

For better understanding of the whole topic we will illustrate each step using a practical example of the IaaS service Linode (<http://www.linode.com>). Linode is a simple infrastructure service providing customer with virtual instances of servers from the stable cloud pool in the several pricing plans at very reasonable prices.

2 Related Work

The trend of service-based orientation has reached business as a whole, but it is best noticeable in IT branch in different forms like SOA, Web Services, Cloud Computing, IT management methodologies and frameworks etc.

Web Services use service concept of encapsulation for enabling of automatic and transparent integration of different software systems. The standard Web Service interface is represented by WSDL document which only describes service's functional attributes, but non-functional attributes are covered by other WS-* standards [7]. There are many research directions touching Web Services, but they are in many cases trying to find the Holy Grail of complete automation of Web Services environment starting at automatic discovery [8] of suitable services solving the problem and finished at the automatic services adoption to the demanding software system. Therefore the resulted service interface descriptions are very strict, detailed and "overformalized", so that they could be used by application in automatic fashion, but from my point of view are these efforts hardly applicable in practice, especially with nowadays technologies. This situation is similar to the concept of Semantic Web, where initial idea was to construct strictly formalized and automated network of knowledge, which has not been realized in the original form, because Internet users are not willing to create strictly formalized content and it has been necessary to find different way, as for example Web 2.0 in the online environment.

Based on the Web Services concept was introduced SOA as a comprehensive solution of enterprise application integration [9]. SOA is meaningful and affordable usually only for large corporations, but not for SME's, because of its scale and complexity. SOA could be seen from the two main perspectives – technical and business.

From the technical point of view SOA solves the spaghetti problem of complicated large-scaled application integration based on Web Services, APIs and automated business processes. Therefore technical perspective usually consider service as a Web Service and then the service interface is usually WSDL supported by other WS-* standards describing its non-functional attributes [10].

On the other hand the business perspective redefines the role of IT and offers each IT component encapsulated by the IT service usually described with the SLA and SLS [13]. This level of service is much closer to the business services, which significantly facilitates the business understanding of IT and the particularly business-aligned support by IT services. There are several efforts to prepare unified SLA model [14, 15, 16, 17], but because these efforts come from IT, they are often very strict, technical and Web Services-concerned, which means that they are not quite useful for business-level SLAs, because of their poor readability and understandability to common business people.

Large corporations implementing SOA usually use some methodologies or frameworks like ITIL or CoBIT covering also services concept and management [11, 12], but as we have already mentioned, SOA environment is quite complex, so that these frameworks, their solutions and tools are not so simple and also not prepared for usage in SMEs environment.

Finally we would like to mention Cloud computing services [2], which is much more familiar and available than building own SOA to almost every company because of its simplicity and availability. Cloud Computing is based on offering of IT infrastructure or application services based on giant pool of virtualized resources. Although Cloud Computing services are quite new and belong to the IT branch, they usually lack of formalized business interface, but on the other hand they often offer technical interface for their manipulation in the form of API [18].

3 Service interface generic attributes

SLS (Service Level Specification) covers the description of service interface used for definition of SLA [13]. The explicit specification of service interface facilitates the quality of relationship between service provider and service customers. Service's provider better recognizes nature and all aspects of his service and on the other hand service's customer better understands what he's paying for, what are the terms of their relationship etc.

Literature concerning SLAs usually focuses only on IT or Web Services [13, 17, 20, 21, 22], therefore their service attributes are often more technical and fine-grained according to the character of IT branch. But my goal is to design generic set of service attributes which could be used for definition of custom selected services not affected by certain business domain. So we've generalized found attributes to the high-level form (see Table 1) which should fit a service from any business domain [24].

4 Service interface templates

Designed service attributes represent the highest level, therefore in many cases they should be specified in higher detail, so that the service could be described with desirable precision. Therefore presented generic attributes are not final but in its most general form. Practical use of this set of attributes rather assumes customization of generic attributes to the more precise desirable form.

Mentioned customization consists of drill down of generic attributes to a more detailed subset of attributes widely describing selected generic attribute in the structural and transparent way. For instance if we consider generic attribute *price*, this could be its final form, e.g. with value \$125 per *quantity* 1 user/month for Sales Cloud service by Salesforce.com, but *price* could also be described as a set of subattributes like *base price*, *discount* and *tax rate* etc. Any other generic attribute could be then drilled down in the same way, e.g. *rules* could be specified with subattributes like *office hours* (e.g. Mon-Fri 8AM-18PM), *legal constraints* (e.g. minimum age of 18) etc.

In each business domain or company have service interface attributes usually similar structure, so that this structure could be reused in the form of template. Then service interface template defines the structure of hierarchical tree of service interface attributes according to the particular domain needs. Prepared templates could be applied to describe concrete services across the companies in the each business domain. So these templates could define needful domain standards.

The process of template's creation will be described in the separate article in higher detail, but briefly consists of the following steps:

1. **revise each generic attribute** – take in account each generic attribute and decide if the generic form is sufficient or if it should be drilled down to the specific subset of attributes.
2. **drill down selected attributes** – for each generic attribute which you selected for a revision, design a subset or subtree of attributes appropriately describing the high-level generic attribute in desirable detail.
3. **define value types and ranges** – for each leaf attribute of the resulted hierarchical tree define types and ranges of possible values if necessary (e.g. *price* will be in US dollars per 1 user per 1 month and the value ranges will come from \$20 to \$200 etc.).

Table 1. Service interface generic attributes

Service Attribute	Attribute Description
<i>Identifier</i>	Attribute, or a set of attributes that uniquely identifies the service
<i>Description</i>	Full description of the service that includes objective of the service, its added value, etc.
<i>Provider</i>	Service provider organization
<i>Consumer</i>	Service consumer organization
<i>Price</i>	Cost of the service, discount policy, etc. – can take the form of a subscription payment or per transaction payment. In some cases the service is free of charge
<i>Quantity</i>	Volume of the service – can be expressed as the number of users of the service per unit of time, volume of data stored, etc.
<i>Quality</i>	Quality of Service (QoS) parameters include service availability, response time, service guarantees, but also other metrics such as customer satisfaction, etc.
<i>Rules</i>	Conditions and constraints concerning service provisioning, e.g. temporal and spatial availability, legislative options and constraints, security restrictions, etc.
<i>Provisioning</i>	Runtime dialog that controls the service behavior, i.e. service process model that defines responsibilities of the service provider and service consumer.

5 Service specification

Based on the specified service interface template we could now describe a concrete service. The output description specifies concrete service in general, i.e. it is not focused on the relationship between concrete provider and concrete consumer, but it is rather independent on the concrete consumer and describes the provider's service offer in general.

There are often situations, when one service has multiple variants, so that it would not be possible to describe the whole service with the one final value per each service attribute, but it is clearer to specify the united base form of the service interface and then specify the differences between each service variants.

For better understanding of mentioned terms it would be easier to illustrate them on the practical example (see Table 2) of IaaS service Linode offering VPS hosting (virtual private server) in the huge cloud solution.

Table 2. Service interface of IaaS service Linode (<http://www.linode.com>)

Service Attribute	Attribute Value
<i>Identifier</i>	Linode
<i>Description</i>	The hosting of virtual private servers from the cloud datacenter.
<i>Provider</i>	Linode, LLC
<i>Consumer</i>	Every company in the need of server hosting, for which standard shared webhosting is not enough and dedicated server is too expensive or problematically scalable.
<i>Price</i>	\$19.95 - \$799.95 / month
<i>Quantity</i>	1 server instance consisting of:
- RAM	512MB - 20GB
- storage	16 - 640GB
- transfer	200 - 2000GB

Service Attribute	Attribute Value
Quality	Features – full SSH and root access, guaranteed resources, 4 processor Xen instances, out of band console shell, dedicated IP address, HA and clustering support, bandwidth pooling, managed DNS with API, manager support ticket system
Rules	5 available datacenters – London (UK), Fremont (CA), Newark (NJ), Dallas (TX), Atlanta (GA)
Provisioning	Consumer signs up service through the service website (http://www.linode.com/), fills in company data and pays for the service with signed-up credit card on the regular monthly basis. Consumer completely administrates rented server through administration interface and SSH. Provider takes care of the availability, performance and extensions of the cloud environment. In the case of any problem, consumer could contact provider through the support ticket system and provider should appropriately respond and solve the problem.

As is evident some of the attributes have final values, but identifier, price and quantity have just ranges of possible values. These attributes vary on the concrete service variants, so that they should be concretized by the service variant interfaces (see Tables 3 and 4).

Table 3. Service interface variant of IaaS service Linode 512 (<http://www.linode.com/>)

Service Attribute	Attribute Value
Identifier	Linode 512
Price	\$19.95 / month
Quantity	1 server instance consisting of:
- RAM	512MB
- storage	16GB
- transfer	200GB

Table 4. Service interface variant of IaaS service Linode 1024 (<http://www.linode.com/>)

Service Attribute	Attribute Value
Identifier	Linode 1024
Price	\$39.95 / month
Quantity	1 server instance consisting of:
- RAM	1024MB
- storage	32GB
- transfer	400GB

The output set of service interfaces function as a base template for definition of SLA between service provider and concrete consumer.

6 Service contract

Once we have defined service interface and its variants in general, we reach the last step and based on this interface specify concrete SLA. Because it models relationship between service provider and concrete service consumer, we will call it service contract [23].

Service contract de-facto accepts service interface specification and fills it with missing values. Using our Linode example, we can model a concrete service contract as follows (see Table 5).

Table 5. Example service contract of IaaS service Linode 512 (<http://www.linode.com/>)

Service Attribute	Attribute Value
Identifier	Linode 512
Description	The hosting of virtual private servers from the cloud datacenter.
Provider	Linode, LLC
Consumer	ACME Ltd.
Price	\$19.95 / month

Service Attribute	Attribute Value
Quantity	1 server instance consisting of:
- RAM	512MB
- storage	16GB
- transfer	200GB
Quality	Features – full SSH and root access, guaranteed resources, 4 processor Xen instances, out of band console shell, dedicated IP address, HA and clustering support, bandwidth pooling, managed DNS with API, manager support ticket system
Rules	chosen datacenter – London (UK)
Provisioning	Consumer signs up service through the service website (http://www.linode.com/), fills in company data and pays for the service with signed-up credit card on the regular monthly basis. Consumer completely administrates rented server through administration interface and SSH. Provider takes care of the availability, performance and extensions of the cloud environment. In the case of any problem, consumer could contact provider through the support ticket system and provider should appropriately respond and solve the problem.

Highly standardized and automated services like IaaS or SaaS usually offer precise service variants and the possible values of service attributes are given and cannot be individually changed, because it is not profitable for service provider.

But more custom services like marketing, construction, etc. work with wide ranges of service attribute values and it is usually very specific from one consumer to another. Therefore in these cases there is very important phase negotiation, which could force change of predefined attribute values in the particular situation according to the needs of concrete service contract.

The form of negotiation phase could vary based on the business domain. In the highly standardized and process-driven domains like Telco, the negotiation has usually precise possibilities and limitations premodeled by particular analysts, e.g. at Telco companies it is widely seen in the form of retention department. On the other hand, in the poorly standardized domains, where the service contracts highly vary from one to another, the negotiation outputs are usually based just on the salesman's decision.

7 Conclusions and further work

Generic service interface constitutes a basic building block for definition of explicit service description and guarantees the consistency and unification of service descriptions based on it. Generic service interface consists of generic attributes which can be further expanded according to the needs of actual situation while creating standard service interface templates for particular business domain. Using of service interface templates makes description of concrete services easier and more consistent. And finally concrete service description serves as a template for each service contract (SLA).

Although generic service interface is a useful cornerstone for describing services, it is very conceptual and high-level. Therefore my further work will concentrate on the clear process of its customization for the concrete service situation. Afterwards we'll focus on the service background, i.e. service interface describes only the relationship between service provider and consumer, but does not say anything about the service internal logic covering resources, processes, integrated services etc.

References

- [1] Vorisek, J., Feuerlicht G. (2006), *Trends in the Delivery and Utilization of Enterprise ICT*. in the Proceedings of 17th Annual IRMA International Conference. Washington DC, USA, May 21-24, 2006
- [2] Armbrust M., et al., (2010) *A view of cloud computing*. *Commun. ACM*, Vol 53 (4): p. 50-58, ISSN 0001-0782
- [3] Haas, H. and A. Brown, (2004), *Web Services Glossary*, W3C Working Group Note. World Wide Web Consortium (W3C)
- [4] Hefley, B. and W. Murphy, (2008), *Service science, management and engineering: education for the 21st century*. Springer Verlag. ISBN 978-0-387-76577-8
- [5] Berberova, D. and B. Bontchev, (2009), *Design of Service Level Agreements for Software Services*. International Conference on Computer Systems and Technologies - CompSys-Tech'09

- [6] Green, L., (2007), *Service Level Agreements: An Ontological Approach*, ICEC '06 Proceedings of the 8th international conference on Electronic commerce: The new e-commerce: innovations for conquering current barriers, obstacles and limitations to conducting successful business on the internet
- [7] *Web Services Activities*. [cited 11 January 2011]; Available from: <http://www.w3.org/2002/ws/>
- [8] Chukmol, U., (2008), *A framework for web service discovery: service's reuse, quality, evolution and user's data handling*. IDAR '08 Proceedings of the 2nd SIGMOD PhD workshop on Innovative database research
- [9] Papazoglou, M. P. and W.J. Heuvel, (2007), *Service oriented architectures: approaches, technologies and research issues*. The VLDB Journal — The International Journal on Very Large Data Bases archive, Volume 16 Issue 3, July 2007
- [10] Bieberstein, N., Fiammante, M., Jones, K., Shah, R., (2006), *Service-oriented architecture (SOA) compass: business value, planning, and enterprise roadmap*. Upper Saddle River : IBM Press : Pearson, 2006, ISBN 0131870025, 9780131870024
- [11] OGC, (2007), *The Introduction to the ITIL Service Lifecycle: Office of Government Commerce (Official Introduction)*, London: The Stationery Office. 238. ISBN 978-0-11-331061-6
- [12] Brand, K. and H. Boonen, (2008), *IT Governance based on CobiT 4.1-A Management Guide*. Centraal Boekhuis. ISBN 9087531168, 9789087531164
- [13] Marilly, E., Martinot, O., Betgé-Brezetz, S., Delègue, G., (2002), *Requirements for Service Level Agreement Management*. IP Operations and Management, 2002 IEEE Workshop, ISBN 0-7803-7658-7
- [14] Trienekens, J. J.M., Bouman, J.J., Van Der Zwan, M., (2004), *Specification of Service Level Agreements: Problems, Principles and Practices*. Software Quality Journal, 12, 43–57, 2004
- [15] Lamanna, D.D., Skene, J., Emmerich, W., (2003), *SLAng: A Language for Defining Service Level Agreements*. FTDCS '03 Proceedings of the The Ninth IEEE Workshop on Future Trends of Distributed Computing Systems, ISBN:0-7695-1910-5
- [16] Sahai, A., Durante, A., Machiraju, V., (2002), *Towards Automated SLA Management for Web Services*. Software Technology Laboratory, HP Laboratories Palo Alto
- [17] Sawyer, P., Hutchinson, J., Walkerdine, J., (2005), *Faceted service specification*. <http://eprints.comp.lancs.ac.uk/1167/1/SOCCER.pdf>
- [18] Daughtry, J.M., Farooq, U., Myers, B.A., Stylos, J., (2009), *API usability: report on special interest group at CHI*. ACM SIGSOFT Software Engineering Notes, Volume 34 Issue 4, July 2009
- [19] Vorisek, J., *Principles and models for the management of enterprise ICT*. 2008: Oeconomica. ISBN 978-80-245-1440-6
- [20] Blake, M. B., (2007), *Decomposing Composition: Service-Oriented Software Engineers*. IEEE Software, 2007
- [21] O'Sullivan, J., Edmond, D. and A. H. M. ter Hofstede, (2003), *Service Description: A survey of the general nature of services*. Queensland University of Technology, 2002
- [22] Jones, S., (2005), *Toward an Acceptable Definition of Service*. IEEE Software, 2005
- [23] Zou, J., Wang, Y., Lin, K.-J., (2010), *A Formal Service Contract Model for Accountable SaaS and Cloud Services*. SCC '10 Proceedings of the 2010 IEEE International Conference on Services Computing, ISBN: 978-0-7695-4126-6
- [24] Feuerlicht G., Burkon, L., *Towards a Unified Service Definition*, to be published in the proceedings of the International Conference on Information Systems Development (ISD 2010), Prague, Czech Republic, 25-27 August, 2010.

Shrnutí

Přestože čerstvě vznikající výzkumná oblast, zvaná Services Science, bere v potaz vzrůstající významnost služeb ve většině současných oborů, stále zde chybí důraz na tvorbu unifikovaného modelu, který by byl schopen standardně popsat v podstatě libovolnou službu na trhu. Existuje více pohledů na to, jak službu popsat, v IT sféře se pro tyto účely zpravidla používají SLA dokumenty představující formalizované rozhraní jedné konkrétní služby. Bohužel v ostatních oborech stále není zvykem formalizovaně popisovat své služby, což by firmám pomohlo standardizovat nabídku svých služeb a jejich zákazníkům pak ulehčit orientaci ve službách na trhu. Z výše popsaných důvodů se tento článek snaží vytvořit a prakticky představit generický model rozhraní služby, který bude moci být použit jako základní stavební kámen pro tvorbu formalizovaného popisu v podstatě libovolné služby v kterémkoliv tržním odvětví.

The Effect of IT Governance Methods on IT/Business Alignment in Industry and Financial Organizations

Arne Günter

PhD student of the study branch Informatics

Abstract: More and more organizations are entirely dependent on information technology (IT). For example, if the IT systems in a bank fail, this has an immediate and significant impact on the customers (for example no e-banking services) and the bank itself (for example, it is no longer possible to conduct financial transactions), with enormous losses of income and costs as a consequence. IT does, however, offer a wealth of opportunities to transform organizations and give them a competitive advantage (for example, by being able to offer new services via the internet, through the automation of value chains and so forth). Nevertheless there exists, on the other hand, the phenomenon of the “IT Black Hole”, the perception prevalent among the business community that while a lot of money is spent on IT, it is by no means clear how much value is actually created for the organization.

Key words: Governance, implementation, alignment, process, structure

1 Introduction

The concept of IT governance has become a very important issue, in the academic world as well as in the business community. IT governance can be defined as: “IT governance is the responsibility of the board of directors and executive management. It is an integral part of enterprise governance and consists of the leadership and organisational structures and processes that ensure that the organisation’s IT sustains and extends the organisation’s strategies and objectives.” [5].

We do not know exactly when this concept was developed or who first defined this term, but what is certain is that it is currently a hot topic within organizations. A significant number of businesses and government institutions have begun IT governance projects, in order to achieve greater synergy between IT and the organization and to attain the necessary involvement of senior management. Surveys have also established that chief information officers (CIO’s) regard IT governance as a management priority. As an example of this, one only has to look at the Gartner PPM & IT Governance Summit [5], which in 2010 marked ‘the improvement of IT governance’ as a top target for the board of directors and the management.

This paper is not intended to provide an exhaustive summary about the topic, but the elements quoted here should be sufficient to provide a reasonable insight into the domain of the research, the questions underlying the research and the approach to it and its results.

2 Research domain

The intended dissertation will offer a contribution to this knowledge domain by examining how organizations implement effective IT governance and to what extent this implementation has an impact on the synergy between IT and the organization (business/IT alignment).

An important aim is that the research should be conducted on scientific foundations into a domain that is highly oriented towards practicality. Considering that this is a relatively new knowledge domain and that there are few scientific models onto which I can build, the primary line of approach for this research is explorative and qualitative. By building on new models and theories in this domain, a solid foundation can be laid for quantitative research in the future.

3 Wider research questions

The wider research question is how organizations can implement practical IT governance and to what extent such implementation has a positive effect on business/IT alignment. This question can be broken down into two more detailed lines of enquiry.

3.1 How do organizations implement IT Governance?

IT governance is high on the agenda in many organizations, but the challenge of how to make this concept concrete in terms of the day-to-day work routines of an organization is a considerable one. We can deduce from existing written studies that IT governance can be effected by making use of a mix of assorted structures, processes and relational mechanisms as suggested in Figure 1.

Structures deal with the existence of responsible positions and entities such as IT directors and a chain of committees and advisory boards. Processes refer to strategic decision-making and subsequent activities, such as the continuous measurement and evaluation of IT performance. Relational mechanisms are about issues such as partnerships between IT and the organization, the active participation of all the parties concerned, strategic dialogue and collective learning. The basic idea behind this last aspect is that an organization may have implemented “hard” IT governance processes and structures, but they do not work well as a whole because IT staff simply do not understand business people or because both of these parties do not (want to) co-operate with each other. In order to allow the organization to function as a whole, it is of great importance to exercise proper control over this “soft” relational aspect.

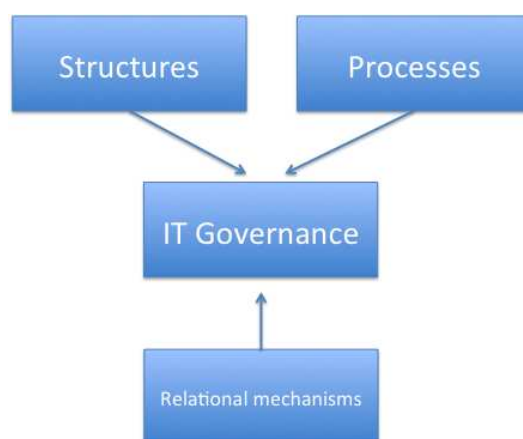


Figure 1. IT governance structures, processes and relational mechanisms.

Finding the most appropriate combination of structures, processes and relational mechanisms depends of course on a chain of external and internal factors like sector, business strategy the extent to which the company is depending on IT. It therefore goes without saying that what works for one organization does not necessarily work for others. Different organizations, therefore, require different mixes of structures, processes and relational mechanisms.

3.2 What is the relationship between IT GOVERNANCE and business/IT alignment?

As suggested in the definition, the ultimate goal of IT governance is the achievement of a satisfactory level of business/IT alignment. A good combination of IT governance structures, processes and relational mechanisms should, therefore, make this possible. An important point is that we in this research paper regard the IT governance approach as a holistic whole. We are therefore not researching the impact of individual structures or processes on business/IT alignment, but are looking first at whether an entirety of best practices together makes a better level of alignment possible.

4 From wider research questions to more specific ones

For the purposes of internal validity the scope of the general and more detailed research questions shall be narrowed down further. In the first place it should be noted that IT governance should always be placed in the specific context of a particular organization. It may play a more important role in one organization than in another. The importance of IT in a banking organization, for example, is probably greater than it is in a cement factory. In order to control the impact of this on the research, we have chosen to focus on the production and the financial services sector. The culture and size of organizations can also play a role in determining the best approach to IT governance. The scope of this research shall therefore be further limited to several middle to large-scale industry and financial organizations. One last refinement of the scope of this research deals with the organizational level of IT governance practices in a practical environment. IT governance practices can be approached from a strategic, management or operational level (see figure 2). We can deduce from existing

written studies that practices at an operational level can be better categorized as "IT management" and that the challenge of IT governance occurs principally at the two higher levels. We shall therefore in this research take no further interest in the practices at operational level. Another refinement of the ITG scope could be the legal aspects (SOX, Basel..).



Figure 2. IT governance at different levels.

All this means that we must refine the research questions. The more precisely worded general research question is as follows: how do organizations implement IT governance with respect to creating better synergy between the organization and IT? The associated detailed research questions are set out in the figure below.

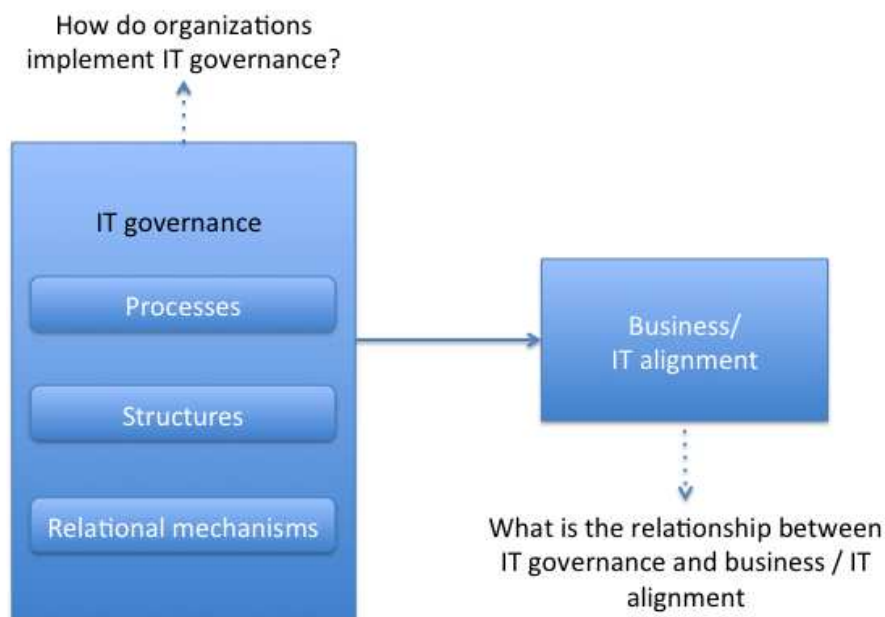


Figure 3. Specific research questions

5 Research methods

The dissertation will combine different methods in order to be able to capture a fuller picture of a complex reality. A number of research phases will take place in parallel or sequentially as set out visually and further explained below.

The nature of the planned dissertation is primarily explorative with the aim of contributing new theories and models in the research domain.

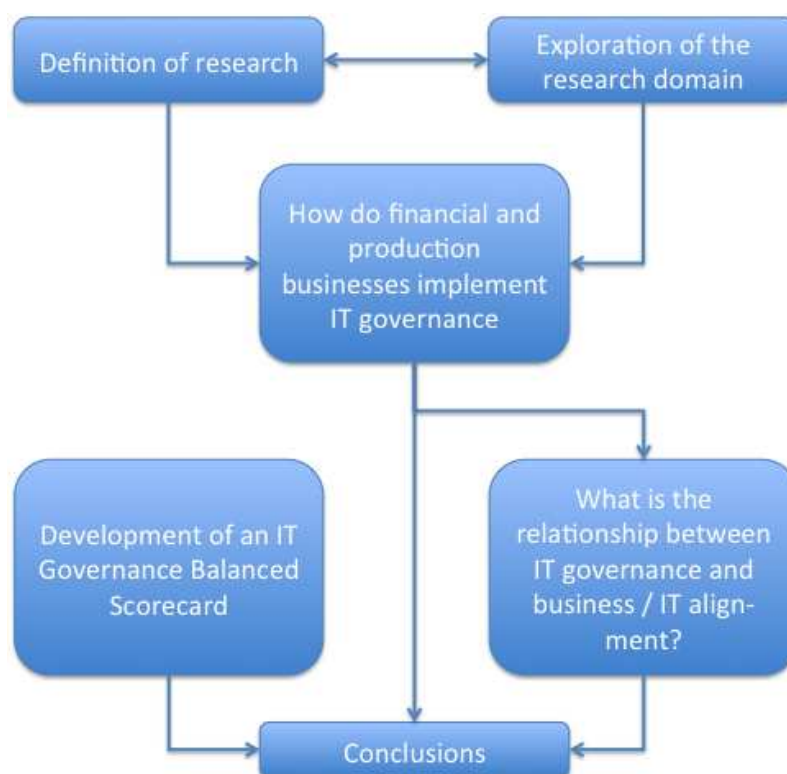


Figure 4. Planned research methods

The starting point will be an exploration of the research domain using a wide range of research articles in professional and academic periodicals and books in order to make as complete a definition of IT governance as possible. This will lead to the determination of general and more detailed research questions. In parallel to this, pilot case studies will be set out.

The aim of these case studies is to gather as much information as possible with an open mind about IT governance in a practical environment. At this stage the research will not yet be limited to the production or financial sector, but from the articles and the pilot cases a preliminary list of possible IT governance structures, processes and relational mechanisms will be compiled. The aim of the following step is then to explore in more detail how specific production or financial organizations implement IT governance. This will be based on a systematic, interactive forecasting method technique, in which a group of experts from the production and financial sector will be asked to complement and improve the initial list of practices.

Consequently, the research will start to examine further the relationship between IT governance and business/IT alignment.

All of the foregoing will be used as input in order to carry out detailed comparative research between the various case studies with the intention of finding factors to explain why some organizations are better aligned than others. The results of all this will be finally brought together in the final conclusions.

6 Summary

This practice-oriented research focus is relatively unexplored in the academic literature at present. Many research projects focused on the impact of specific contingencies on e.g. centralised versus decentralised governance structures [2][4] and on how strategic alignment impacts business performance[3]

However, less research can be found on how organisations are effectively implementing IT governance in day-to-day practice and what the impact is of the IT governance implementation on business/IT alignment.

Via this research, I want to contribute to new theory building in the IT governance domain of knowledge and assist practitioners by providing more guidance on how IT governance can be effectively implemented.

References

- [1] IT Governance Institute: 2003, *Board Briefing on IT Governance*, 2nd Edition, p. 10
- [2] Ahituv N., Neumann S., Zviran M., 1989, Factors affecting the policy for distributing computing resources, *MIS Quarterly*, vol.13, no.4
- [3] Bergeron, F., Raymond, L., and Rivard, S., 2003, Ideal Patterns of Strategic Alignment and Business Performance. *Information & Management*, Elsevier, vol. 41, no. 8, pp. 1003-1020
- [4] Earl, J.M., 1993, Experiences in Strategic Information Systems Planning. *MIS Quarterly*, vol. 17, no. 1, pp. 1-24
- [5] Gartner PPM & IT Governance Summit, 7 – 9 June 2010, Orlando, FL, USA

Shrnutí

Vliv metod IT governance na integraci mezi IT a business procesy ve finančních institucích

Stále více organizací je zcela závislých na informačních technologiích (IT). Například, pokud selže nějaký IT systém v bance, má to bezprostřední a velmi silný dopad jak na zákazníky (např. při elektronické bankovníctví), tak i na banku samotnou (přerušení bankovních transakcí). Výsledkem jsou ztráty příjmů banky a současně její poškozená pověst. Naproti tomu IT představuje současně nástroj, pomocí kterého je možné získat konkurenční výhodu (například poskytnout novou bankovní službu prostřednictvím internetu nebo automatizovat hodnotový řetězec). V této souvislosti se často hovoří o tzv. IT paradoxu, který spočívá v tom, že přes stále rostoucí investice do IT produktivita práce v organizacích stagnuje nebo dokonce klesá. Příspěvek se proto zabývá problematikou IT Governance a možnostmi aplikace jejích principů, především principu propojení business strategie se strategií IT. Formuluje základní vědecké otázky, metody a postupy, na které se v budoucnu zaměří disertační práce autora.

Metodiky vytvárania IS v architektúre orientovanej na služby (SOA)

Roman Hauptvogel

Doktorand oboru Informatika

Abstrakt. Architektúra orientovaná na služby (SOA – Service Oriented Architecture) je považovaná v súčasnosti za najlepší spôsob zlepšenia komunikácie medzi zástupcami biznisu a IT oddelením, výsledkom ktorého by mala byť zvýšená efektivita dodávania IT projektov v podniku. V poslednom období to bolo jedno z najčastejšie skloňovaných slov v podnikoch vôbec. Časom si ale podniky začali uvedomovať, že výsledky projektov zameraných na rozvoj SOA v podniku nie sú také, aké očakávali. V tomto článku sú predstavené a zanalyzované vybrané metodiky, ktorých úlohou je pomôcť pri zavádzaní SOA do podnikov. Takýchto metodík a dokumentov zaoberajúcich sa danou problematikou začalo vznikať také veľké množstvo, až bolo neprehľadné sa vo vzniknutom bludisku vyznať. Je to jeden z dôvodov prečo začali štandardizačné organizácie postupne vydávať ďalšie štandardy a metodiky ako správne zavádzať SOA do podnikov. Na záver článku naznačím možnosti porovnania metodík.

Kľúčové slová: architektúra orientovaná na služby, SOA, služba, referenčný model, metodika

1 Úvod

Architektúra orientovaná na služby (SOA – Service Oriented Architecture) sa v súčasnosti stala spolu s podnikovou architektúrou (Enterprise Architecture) kľúčovým faktorom v narovnaní komunikácie medzi zástupcami biznisu a IT. Najväčšou jej nevýhodou je, že ju niektorí ľudia začali vnímať ako komoditu. Navyše aj niektoré dodávateľské spoločnosti softvérových riešení to týmto spôsobom prezentovali, že SOA je niečo, čo je možné si kúpiť. Takéto vnímanie malo za následok neúspech viacerých projektov, v ktorých sa nenaplnili vstupné očakávania. Toto nepochopenie malo za následok vznik nedôvery zo zavádzania SOA do podnikov.

Preto je hneď na úvod potrebné si uvedomiť, že SOA nie je o produktoch ako sú Enterprise Service Bus, Enterprise Repository a nie je to ani o technológiách ako sú Webové Služby, REST a podobne. Na SOA je potrebné sa dívať ako na architektonický princíp, v ktorom sa kladie dôraz na služby. Obecnou problematikou SOA sa zaoberá napríklad článok [4], kde je zdôraznené, že hlavným dôvodom prečo SOA prežila je vďaka jej odvodeným architektonickým prístupom založených na koncepte služieb ako sú: mashup (zmiešaný obsah), Business Process Management (BPM), Software as a Service (SaaS), Cloud Computing a podobne. Ďalšie zaujímavé vysvetlenie prečo má SOA význam je uvedený v [3]: Architektúra orientovaná na služby funguje preto, lebo služby reprezentujú vo svete skutočné činnosti.

Okolo roku 2005 začalo vznikať veľa nových štandardov týkajúcich sa problematikou SOA. Tieto štandardy boli reprezentované vo forme referenčných modelov, referenčných architektúr, ontológií, modelov zrelosti, modelovacích jazykov a podobne. Dalo by sa povedať, že to bolo obdobie najväčšieho rozmachu SOA. Výsledkom bolo veľké množstvo dokumentácie, v ktorom nebolo jednoduché sa vyznať. Preto štandardizačné organizácie OASIS, The Open Group, OMG vytvorili návod na používanie jednotlivých štandardov a popísali väzby medzi nimi v dokumente „Navigating the SOA Open Standards Landscape Around Architecture“ [12]. Experti združujúci sa okolo Thomasa Erla tiež trpeli nedostatkom zrozumiteľnosti a preto vytvorili skupinu „SOA Manifesto Working Group“, ktorá v roku 2009 publikovala SOA Manifesto [14]. SOA Manifesto poskytuje vodiace princípy na realizovanie kľúčových hodnôt orientácie na služby.

Cieľom tohto článku je predstavenie základných SOA štandardov, analýza rôznych SOA metodík a určenie spôsobu ich porovnávania.

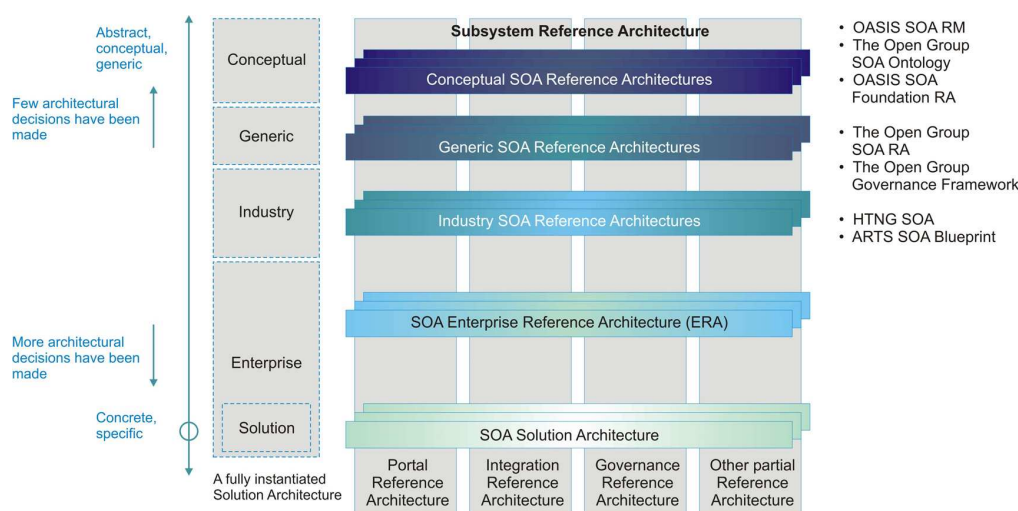
2 SOA štandardy

Dokument „Navigating the SOA Open Standards Landscape Around Architecture“ [12] bol vytvorený štandardizačnými organizáciami aby poskytol návod na použitie a vzťahy medzi rôznymi SOA štandardami a technickými špecifikáciami. Štandardy rozdeľuje do nasledujúcich skupín:

- *Hlavné SOA Koncepty (Core SOA Concepts)* – cieľom štandardov v tejto skupine je predstavenie hlavného konceptu, poskytnutie slovníku a slúžia na jednotné chápanie SOA. K týmto štandardom patria SOA Referenčný Model od OASIS [8] a SOA Ontológia od The Open Group [9].

- *Zrelosť SOA (SOA Maturity)* – tieto štandardy poskytujú organizáciám dôležité informácie o stupni rozvinutosti v rámci celého procesu prechodu na SOA. Vo svete IT je jedným z najznámejších modelov zrelosti Capability Maturity Model (CMM). V oblasti SOA vznikla modifikácia tohto štandardu The Open Group Service Integration Maturity Model (OSIMM) [10].
- *Architektúra* – tieto štandardy sú reprezentované referenčnými architektúrami, ktoré slúžia ako návody pre ostatné vznikajúce architektúry (napríklad: blueprint podnikovej architektúry). Nachádzajú sa tu štandardy Reference Architecture for SOA Foundation od OASIS [7] a SOA Reference Architecture od The Open Group [11].
- *Modelovacie jazyky* – základ pre modelovacie jazyky vytvoril OMG prostredníctvom Model Driven Architecture (MDA). Patrí sem špecifikácia SOA Modeling Language (SoaML) [13], ktorá poskytuje návody a meta-model pre vytváranie systémov založených na SOA. Poskytuje aj rozšírenie pre modelovanie služieb v UML.

Na obrázku **Obrázok 1** sú znázornené rozličné referenčné architektúry v SOA tak ako sú vnímané štandardizačnými organizáciami.



Obrázok 1. Referenčné architektúry v SOA

Tento článok sa zameriava na úroveň kľúčových konceptov SOA. Táto úroveň sa na obrázku **Obrázok 1** nachádza na Konceptnej vrstve a mala by byť základom všetkých SOA metodík.

2.1 Kľúčové SOA koncepty

Tak ako je uvedené v [8], pretože je SOA široko rozšírená v rámci softvérového dizajnu a v rámci vývojárskych komunit, vzniklo veľké množstvo definícií a rôzne SOA modely. Účelom referenčného modelu je poskytnúť spoločné rysy definícii, ktoré by mohla byť aplikovateľná na rôzne druhy modelu SOA.

OASIS definuje [8] referenčný model ako *abstraktný rámec pre pochopenie podstatných vzťahov medzi entitami určitého prostredia*. Umožňuje to vývoj konkrétnych architektúr za použitia konzistentných štandardov alebo špecifikácií podporujúcim dané prostredie. Referenčný model pozostáva z minimálnej sady jednotných konceptov, axiómou a vzťahov v rámci konkrétnej domény, a je nezávislý na špecifických štandardoch, technológiách, implementáciách a ďalších konkrétnych detailov. Všetky materiály (štandardy, technológie, metodológie, a podobne), ktoré hlásia o sebe, že sú orientované na služby, by mali podliehať práve referenčnému modelu pre SOA. Referenčný model od OASIS je jedným z prvých štandardov, ktorý sa pozerá na problémy a záležitosti SOA aj z pohľadu biznis užívateľa.

Úlohou referenčného modelu je definovanie kľúčových konceptov. SOA je definovaná ako paradigma na organizovanie a využívanie distribuovaných schopností, ktoré môžu byť pod kontrolou odlišných domén. Hlavným konceptom SOA paradigma je popis viditeľnosti, interakcie a výsledného efektu:

- *Viditeľnosť (Visibility)* je vzájomné povedomie medzi subjektmi s potrebami a subjektmi so schopnosťami. Je to zabezpečené pomocou poskytnutia popisu aspektov a mechanizmu na získanie odpovedí.
- *Interakcia (interaction)* je aktivita využitia požadovanej schopnosti. Proces interakcie je zabezpečený sériou výmeny informácií. Umožňuje to poskytovateľom a konzumentom služieb vzájomne na seba pôsobiť.

- Účelom použitia schopností je realizovať jeden alebo viac *výsledných efektov (effect)*. Tento efekt môže byť aj napríklad vrátenie informácie, alebo zmena stavu entity, ktorá je zahrnutá v interakcii.

3 Analýza SOA metódik

Tak ako je uvedené v [5] softvérová metodika je systematický prístup a metóda kontrolovaného vývoja softvéru. Softvérová metodika adresuje „ako“ sa má softvér vyvíjať a procesy modelov zrelosti (Capability Maturity Model – CMM) adresujú kvalitu danej metodiky. V tejto kapitole sú predstavené a zanalyzované nasledujúce tri od dodávateľa softvéru nezávislé metodiky: Metodika umožňujúca architektúru orientovanú na služby (Methodology for Enabling Service-Oriented Architecture – MESOA), SOA metodika hlavného prúdu (Mainstream SOA methodology – MESOA), meta model CBDI-SAE pre SOA (CBDI-SAE Meta model for SOA).

3.1 Methodology for Enabling Service-Oriented Architecture (MESOA)

MESOA je komplexná metodika, ktorej základom je stav podniku orientovaného na služby (Service Oriented Enterprise – SOE). SOE je definovaný ako stav podnikovej zrelosti kde biznis a IT spolupracujú navzájom na podnikovom biznis modeli služieb, tak aby efektívne dosiahli biznis ciele.

MESOA obsahuje sadu plne upravovateľných rámcov (dozor, komunikácia, realizácia produktu, projektový manažment, architektúra, riadenie dát, riadenie služieb a riadenie ľudských zdrojov). Prostredníctvom týchto rámcov je možné zaviesť do podniku metodiku, ktorá je schopná vyvíjať sa v čase počas dodávania projektov. S cieľom podporiť tieto rámce, metodika pripája kľúčové faktory (celkom je ich 57) a sú rozdelené do nasledujúcich skupín:

- *Biznis faktory* – agilita, flexibilita, orientácia na služby, znovupoužitelnosť, finančné benefity
- *Procedurálne faktory* – konvencie pomenovania, riadenie servisného katalógu, riadenie bezpečnosti
- *Technické faktory* – dátové nástroje, XML štandardy, štandardy spracovania správ

Tieto faktory sú podporené sadou rolí (ako sú napríklad výkonný sponzor, SOA stratég, knihovník služieb) a ich zodpovedností. Realizácia softvérového produktu je uskutočnená prostredníctvom hybridného prístupu, v ktorom je stratégia zhora-nadol použitá pre návrh modelov riadenia biznisu a prístup zdola-nahor je použitý pri technologickom a operačnom návrhu. Metodika rozoznáva nasledujúce fázy realizácie životného cyklu softvéru: analýza a návrh, vývoj, integrácia a testovanie, nasadenie.

Metodika vyhodnocuje projekty v organizácii a na základe toho ich rozdeľuje do nasledujúcich kategórií:

- stupeň (nízka zrelosť SOA): biznis služby sú rozširované prostredníctvom webových služieb
- stupeň: integrácia procesov a vytvorenie architektúry služieb
- stupeň (vysoký stupeň zrelosti SOE): nasadzovanie a využívanie podnikových služieb

3.2 Mainstream SOA methodology (MSOAM)

SOA metodika hlavného prúdu je vytvorená SOA expertmi združenými okolo Thomasa Erla. Informácie o tejto metodike boli publikované v sérii SOA knížiek: Koncepty, technológie a návrh [15] a SOA princípy návrhu služieb [16]. Niektoré základné informácie o tejto metodike sú umiestnené aj online na nasledujúcej webovej stránke [6]. Metodika je navrhnutá tak aby docielila strategické výhody zo SOA prostredníctvom stratégie dodávky zhora-nadol na rozdiel od opačnej taktickej stratégie zdola-nahor. Narozdiel od predošlej metodiky sa MSOAM zameriava iba na analýzu a návrh služieb a to prostredníctvom nasledujúcich fáz životného cyklu:

- *Návrh katalógu služieb (Service Inventory Blueprint)*: pred skutočným vytvorením ľubovoľnej služby je potrebné vytvoriť koncepčný návrh všetkých plánovaných služieb (blueprint).
- *Analýza orientovaná na služby (Service-Oriented Analysis)*: prostredníctvom modelovania služieb sú vytvorené koncepčné definície služieb tzv. *kandidáti na službu*.
- *Návrh orientovaný na služby (Service-Oriented Design)*: prostredníctvom využitia preddefinovaných kandidátov na služby z katalógu služieb sa vytvárajú fyzické kontrakty služieb.

Metodika jednotlivé služby rozdeľuje do klasifikácie, ktoré reprezentujú hlavné modely služieb používané v SOA projektoch:

- *Služby reprezentujúce entity (Entity service)*: reprezentujú biznisovo orientované služby, ktorých funkčným ohraničením je jedna alebo viac súvisiacich biznis entít. Takáto služba je považovaná za službu s veľkou mierou znovu použitia a tým môže byť využívaná v rámci viacerých biznis procesov.

- *Služby reprezentujúce úlohy (Task service)*: tiež sú známe pod menom služby reprezentujúce biznis procesy, alebo služby reprezentujúce biznis úlohy. Základným rozdielom je funkčné vymedzenie oblasti schopnosti.
- *Pomocné služby (Utility service)*: reprezentujú služby, ktoré poskytujú doplnkovú funkcionálnu skrz podnikové systémy a zdroje. Pod takýmito službami si môžeme predstaviť napríklad poskytovanie logovania udalostí, notifikácie ošetrovania výnimiek.

3.3 CBDI-SAE SOA referenčný rámec

Tak ako je uvedené v [1], CBDI-SAE (Service Architecture & Engineering) SOA referenčný rámec je navrhnutý tak, aby poskytol komponenty potrebné na poskytovanie opakovateľného postupu na poskytovanie služieb a doceliť tak agilnú orientáciu na služby v podniku.

Metodika narozdiel od predchádzajúcich metodík namiesto fáz životného cyklu IS usporadúva charakteristiky systémov do piatich pohľadov: biznis, špecifikácia, implementácia, nasadenie a technológia. Tieto pohľady sú doplnené najlepšimi praktikami, ktoré slúžia ako podporné nástroje použité na zachytenie rôznych aspektov daných pohľadov. Toto rozdelenie pomáha architektom v oddelení záležitostí a sústreďení sa na záujmy danej oblasti. Umožňuje to sústrediť sa na jednu oblasť bez toho aby bolo potrebné mať na pamäti všetky ostatné oblasti. Tým pádom, ale vzniká komplikácia prechodu medzi susednými pohľadmi. Najväčší rozdiel je znateľný medzi pohľadom biznisu a špecifikácie.

Účelom biznisového pohľadu je analýza biznis potrieb a zistenie predstavy biznisu o cieľoch, procesoch, informáciách a podobne. Na to je potrebné aby biznis architekt zozbieral potrebné informácie a zachytil tieto požiadavky vo forme modelov a artefaktov ako sú napríklad biznis ciele, biznis pravidlá, organizačná štruktúra, prípady použitia a podobne. Tieto artefakty pomôžu následne architektom pochopiť biznis požiadavky.

Špecifikačný pohľad špecifikuje funkčné a nefunkčné požiadavky softvérových architektov (vrátane služieb) a vzťahov medzi nimi. Na tejto vrstve architekti služieb a softvéroví návrhári špecifikujú logickú úroveň služieb, ktoré sú následne realizované v nasledujúcich fázach.

4 Porovnanie metodík

V tejto kapitole sú definované aspekty porovnania metodík. Podľa SOA referenčného modelu by mal systém adoptovať nasledujúce SOA prístupy:

- Obsahuje entity, ktoré sú definované ako služby podľa referenčného modelu
- Je schopný identifikovať ako je dosiahnutá viditeľnosť medzi poskytovateľmi a konzumentmi služieb
- Je schopný identifikovať ako je dosiahnutá vzájomná interakcia
- Je schopný identifikovať ako je vnímaný efekt použitia služby
- Obsahuje popis asociovaný k službám
- Identifikuje kontext vykonania potrebný na podporu interakcii
- Je schopný identifikovať akým spôsobom sú ovládané politiky a ako môžu byť modelované kontrakty

V tabuľke **Tabuľka 1** sú popísané jednotlivé kľúčové koncepty, tak ako sú definované v jednotlivých metodikách.

Tabuľka 1. Kľúčové koncepty v porovnávaných metodikách

	MESOA	MSOAM	CBDI-SAE SOA
Service	Application component deployed on a network, described in a Web services description, and capable of responding to requests for services.	Services exist as physically independent software programs with distinct design characteristics that support the attainment of the strategic goals associated with service-oriented computing.	Service is a capability offered by a provider to a consumer according to a contract.

	MESOA	MSOAM	CBDI-SAE SOA
Contract	Agreement between a consumer and a provider of services.	Service contracts are a focal point of service design because they are central to just about everything services do.	Service Level Agreement defines a contract that a service provider and a consumer agree to, which defines the provider's and the consumer's obligations with respect to one or more Services.
Policy		Whether the service capability have adequate control over its execution at runtime (Service Autonomy) are published within an SLA or policy.	Policy is a strategy or directive defined independently from how it is carried out
Execution context		Each service is assigned its own distinct functional context and is comprised of a set of capabilities related to this context.	

Zo sumárných záznamov v tabuľke je zrejmé, že by bolo omnoho jednoduchšie keby metodiky nedefinovali jednotlivé koncepty SOA zvlášť, ale skôr referencovali definície z nejakého dobre známeho štandardu, ako je napríklad referenčný model od OASISu. V ďalšej časti sú popísané kritéria porovnania metodík a v tabuľke sú tieto kritéria zhrnuté:

- *Business/IT driven* – dané kritérium špecifikuje, či je metodika hnaná zo strany biznisu alebo zo strany IT
- *Life-cycle scope* – niektoré metodiky sa zameriavajú na podporu pokrytia všetkých fáz životného cyklu (plánovanie, analýza, návrh, implementácia, testovanie, nasadenie a správa), iné sa sústreďujú iba na časť z celej sady
- *Delivery process* – špecifikuje procesnú stratégiu využívanú na dodávku služieb. Poznáme nasledujúce stratégie:
 - Top-down prístup je zameraný na pozorovaní systému ako celku a jeho následné rozdelenie, ktoré slúži na získanie pohľadu na jeho kompozitné komponenty.
 - Bottom-up prístup začína formuláciou a špecifikáciou základných prvkov systému, z ktorých je následne systém samotný vytvorený
 - Hybrid je kombináciou oboch predchádzajúcich
- *Technology neutral* – špecifikuje, či je daná metodika nezávislá od špecifického dodávateľa systému (napríklad IBM, Microsoft, Oracle)
- *Availability* – špecifikuje dostupnosť študijných materiálov. Obyčajne otvorené metodiky, ktoré sú nezávislé od dodávateľa, majú omnoho viac dostupných zdrojov voľne šírených na internete
- *Service layers* – špecifikuje vrstvenie služieb, ktoré je použité v danej metodike
- *Views* – špecifikuje možné hľadiská používané v danej metodike

Tabuľka 2 Sumár charakteristík analyzovaných metodík

	MESOA	MSOAM	CBDI-SAE
Business/IT driven	Business	IT	IT
Life-cycle scope	Full	Analysis and Design	Full
Delivery process	Hybrid	Top-down	Hybrid
Technology-neutral	Yes	Yes	Yes

	MESOA	MSOAM	CBDI-SAE
Availability	Low-level	High-level	High-level
Service layers	N/A	Entity Service, Task Service, Utility Service	Core Business Service, Process Service, Utility Service
Views	Corporate, Business, Governance, Technology	N/A	Business, Specification, Implementation, Deployment, Technology

5 Záver

V tomto článku sú popísané otvorené štandardy architektúry orientovanej na služby (SOA) a v detaile sú analyzované kľúčové SOA koncepty definované v SOA referenčnom modeli od OASISu. V prostrednej sekcii sú analyzované tri technologicky neutrálne metodiky a v záverečnej časti sú medzi sebou porovnané.

Z článku je zrejmé, že sa SOA metodiky stále vyvíjajú a že sú stále veľké nedostatky využitia štandardizácie v metodikách. Využitie štandardov ako je napríklad referenčný model nám môže pomôcť pri návrhu modelu založeného na kľúčových SOA princípoch jednotným spôsobom. S využitím poznatkov získaných v článku je ešte skoro rozhodnúť, ktorá z metodík je vhodnejšie pre organizáciu, prípadne projekt. Preto je potrebné analyzovať metodiky vo väčšom detaile a nájsť vyhodnocovacie kritéria, ktoré by mohli slúžiť organizáciám vybratie vhodnej SOA metodiky.

Podakovanie

Príspevok je spracovaný ako súčasť výskumného projektu GAČR 403/10/0303 **Enterprise Architecture as Management Principle for SMEs**

Literatura

- [6] Butler, J.: *The Architecture Component of the SAE™ Reference Framework for SOA* [online]; CBDI Report; 2007; <<http://everware-cbdi.com/index.php?cID=34&cType=document>>; [downloaded 4.8.2010]
- [7] Pomares, W. M.: *The Top-Down vs Bottom-Up SOA Debate Revisited* [online]; InfoQ Article; Jul 2010; <<http://www.infoq.com/news/2010/07/top-down-bottom-up-soa>>; [downloaded 1.8.2010]
- [8] Jones, S.: *A Methodology for Service Architectures* [online]; OASIS Draft; October 2005; <<http://www.oasis-open.org/committees/download.php/15071/>>; [downloaded 21.6.2009]
- [9] Manes, A. T.: *SOA is Dead; Long Live Services* [online]; Burton Group; January 2009; <<http://apsblog.burtongroup.com/2009/01/soa-is-dead-long-live-services.html>>; [downloaded 21.6.2009]
- [10] Mittal K.: *Build your SOA, Part 1: Maturity and methodology* [online]; May 2005; <<http://www.ibm.com/developerworks/webservices/library/ws-soa-method1.html>>
- [11] Erl, T.: *Mainstream SOA Methodology* [online]; <<http://www.soamethodology.com/>>
- [12] OASIS: *OASIS Reference Architecture for SOA Foundation, Version 1.0* [online]; OASIS Public Review Draft 1; April 2008; <<http://docs.oasis-open.org/soa-rm/soa-ra/v1.0/soa-ra-pr-01.pdf>>
- [13] OASIS: *Reference Model for Service Oriented Architecture 1.0* [online]; OASIS Committee Specification; August 2006; <http://www.oasis-open.org/committees/tc_home.php?wg_abbrev=soa-rm>
- [14] The Open Group: *Service-Oriented Architecture Ontology* [online]; The Open Group; 2010; <https://www.opengroup.org/projects/soa-ontology/uploads/40/22324/SOA_ontology_public_draft_3_1.pdf>
- [15] The Open Group: *The Open Group Service Integration Maturity Model* [online]; The Open Group; August 2009; <<http://www.opengroup.org/bookstore/catalog/c092.htm>>
- [16] The Open Group: *The Open Group SOA Reference Architecture, Draft Technical Standard* [online]; The Open Group; April 2009; <<https://www.opengroup.org/projects/soa-ref-arch/uploads/40/19713/soa-ra-public-050609.pdf>>

- [17]The Open Group: *Navigating the SOA Open Standards Landscape Around Architecture* [online]; The Open Group; July 2009; <<http://www.opengroup.org/pubs/catalog/w096.htm>>
- [18]OMG: *SOA Modeling Language Specification for the UML Profile and Metamodel for Services (UPMS), Revised Submission* [online]; OMG Doc. No.: ad/2008-11-01, Object Management Group (OMG); November 2008: <www.omg.org/cgi-bin/doc?ad/08-11-01>
- [19]SOA Manifesto Working Group: *SOA Manifesto* [online]; 2009; <<http://www.soa-manifesto.org/>>
- [20]Erl, T.: *Service-Oriented Architecture (SOA): Concepts, Technology, and Design*; Prentice Hall; 2005; ISBN 978-0131858589
- [21]Erl, T.: *SOA Principles of Service Design*; Prentice Hall; 2007; ISBN 978-0132344821
- [22]Lawler, J. P. - Howell-Barber, H.: *Service-Oriented Architecture: SOA Strategy, Methodology, and Technology*; Auerbach Publications; 2008; ISBN 978-1-4200-4500-0

Summary

Methodologies of IS Development in SOA

Service Oriented Architecture (SOA) has become the best way to improve the alignment between business and IT representatives. In the last decade it has been the number one used word in many companies. However most of them soon find out that SOA, as sold by vendors, does not bring them the expected results. This is why standardization parties have published SOA standards and a lot of SOA methodologies have been unveiled. But unfortunately other problems have appeared such as orientation in this huge labyrinth of methodologies, materials, standards, etc. In this paper open SOA standards are described, three specific SOA methodologies are analyzed and finally there is a comparison of these methodologies.

Dopad komplexity IS na jejich přidanou hodnotu

Ilja Holub

Doktorand oboru Informatika

Abstrakt. Tento článek se zabývá otázkou, jaký je dopad dnešní neustále rostoucí složitosti informačních systémů na jejich přínos pro podnik. Hlavním cílem je definovat pojem *složitost*, prokázat její negativní dopady na podnik a navrhnout metodu pro analýzu jejího vzniku. Analyzuje výsledky výzkumu o dopadech složitosti IS na podnik a na základě metodiky MMDIS navrhuje metodu pro popis a analýzu chování složitosti IS. V závěru nastíním návod jak se přílišné složitosti bránit. Vedlejším cílem článku je vymezit oblasti pro další vědecké zkoumání.

Klíčová slova: Složitost, komplexita, podniková architektura, informační systémy

1 Úvod

Současná literatura se zabývá složitostí (komplexitou) v různých vědních oborech od biologie a sociologie, přes fyziku a architekturu až po informatiku.[12][15][11] V oblasti informatiky se však publikace zajímají zejména o algoritmickou informační teorii vycházející z teorie Kolmogorovy komplexity [13] a výpočetní složitost. [1] [10].

Nenalezl jsem ale dosud publikaci, která by se komplexitou IS nebo dokonce ERP systémů zabývala *komplexněji*. Nejbližší se tématu komplexity ERP systémů dotýkají příspěvky autorů Bansal a Negi „A Metric for ERP Complexity“ [2], články „Managing complexity in ICT systems development,”[19], „Complexity metrics for manufacturing control architectures based on software and information flow“ [24], „Complexity is the Enemy“[8] a „Measuring Architectural Complexity“ [3].

Z hlediska obecných metrik a jejich dopadů na přínosy informačních systémů a aplikací metrik na jednotlivé modely se zabývají příspěvky „No-redundant metrics for uml class diagram structural complexity”[17] , „Measuring method complexity: UML versus BPMN” [28] a „A Hybrid Set of Complexity Metrics for Large-scale Object-oriented Software Systems” [16] a „Complexity metrics for Workflow nets”[14]. Z českých autorů potom nelze opomenout práce pánů Molnára [21], Novotného [22], Učně [30] a Maryšky [18].

Dobrý teoretický základ pro popis a zkoumání komplexity poskytuje matematická teorie grafů [7][6], kterou lze aplikovat na některé modely IS a umožnit tak jejich kvantifikaci a následné porovnání, v některých případech i jejich zjednodušení.

2 Použité metody

Pro zasazení celé problematiky do metodického rámce lze vyjít z popisů jednotlivých metodik pro řízení informatiky (MMDIS[31] [32], COBIT [26], ITIL[27]) a informatických projektů (PMBOK[25], Prince2 [9], ASAP[23][20]). Jako vhodný rámec pro analýzu a i jako báze pro další potencionální rozšíření se díky své flexibilitě a multidimenzionálnímu přístupu jeví MMDIS.

Pro ověření hypotézy, že komplexita IS je nežádoucí a že vzniká i z jiných důvodů, než jsou potřeby podniku byl použit dotazníkový průzkum.

Pro analýzu vývoje komplexity nejprve tuto definuji jako soubor metrik a následně odvodím kauzální vztahy mezi těmito metrikami. A to jak mezi nimi navzájem v rámci jedné fáze životního cyklu IS, tak v čase.

2.1 Nastavení metodiky MMDIS

Použijeme obsahové dimenze (tabulka 1) MMDIS, kterým přiřadíme UML modely běžně používané pro modelování podnikových procesů a informačních systémů.[29]. Pro ty dimenze, nebo ty části dimenzí, pro které nenalezneme vhodný model (např. sociální, etické, legislativní aspekty) vyčleňme do samostatných dimenzí, které nebudeme kvantifikovat, ale bude nás u nich pouze zajímat, zda jejich vliv na růst komplexity může být kladný nebo záporný a také jakým způsobem na ně komplexita dopadá.

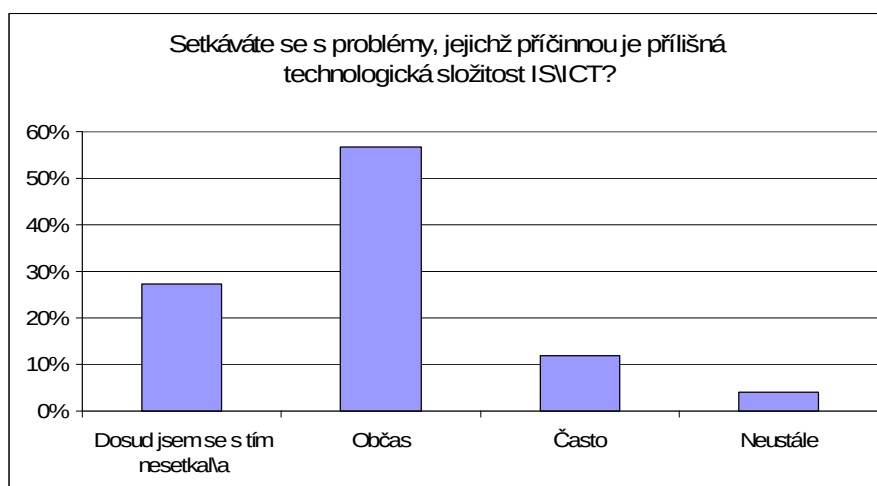
Tabulka 3. Vybrané obsahové dimenze podle MMDIS

Název	Zkratka	Model
Funkce/procesy	PRO	Activity diagram/BPMN
Data/informace	INF	Class Diagram
Organizační a legislativní aspekty	ORG	Org Chart Diagram
Pracovní, sociální a etické aspekty - aspekty lidských zdroje	PRA	Stakeholder matrix
Software	SW	Component diagram
Hardware	HW	Deployment diagram
uživatelské rozhraní	UR	GUI model
Bezpečnost	BE	Risk management plan
ekonomické a finanční aspekty	EKO	Activity Based Costing

Pro dynamický popis systémové složitosti použijeme časovou dimenzi dle MMDIS: GST-Globální podniková strategie, IST-Informační strategie, UST-Úvodní studie, GAN-Globální analýza a návrh, DAN-Detailní analýza a návrh, IM-Implementace, ZA-Zavádění systému, PU-Provoz a údržba, VY-Vyřazení systému.

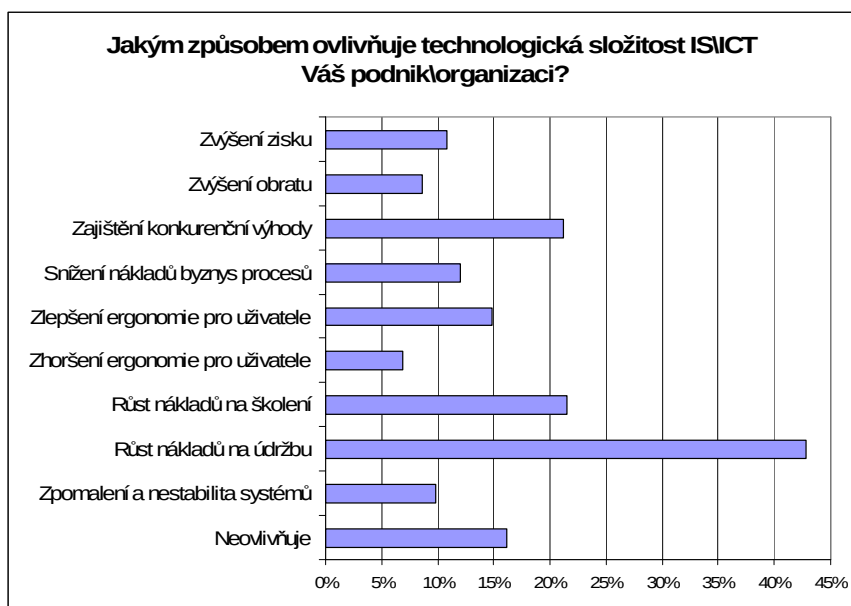
2.2 Dotazníkový průzkum

Průzkumu, který byl připraven KIT VŠE v roce 2010, se zúčastnilo šest set českých společností. Kromě jiných témat [5], jsme se zaměřili i na problematiku komplexity IS. Průzkum ukázal některé důležité aspekty problematiky komplexnosti a podpořil hypotézy hovořící o negativních dopadech komplexity.

**Obrázek 1.** Setkáváte se s problémy, jejichž příčinou je přílišná složitost IS/ICT?

Je zřejmé, že podniky si jsou vědomy problémů, které jim komplexita způsobuje. Celkem 73% respondentů se občas nebo často setkává s problémy, jejichž příčinou je přílišná složitost IS/ICT, viz obrázek 1.

Nejčastěji označovali respondenti jako dopad složitosti IS/ICT růst nákladů na údržbu. Pětkrát tolik respondentů odpovědělo, že komplexita přináší růst nákladů na školení, než že zvyšuje zisk. Více odpovědí také například potvrzuje dopad komplexity na zhoršení než na zlepšení ergonomie pro uživatele. Viz obrázek 2.

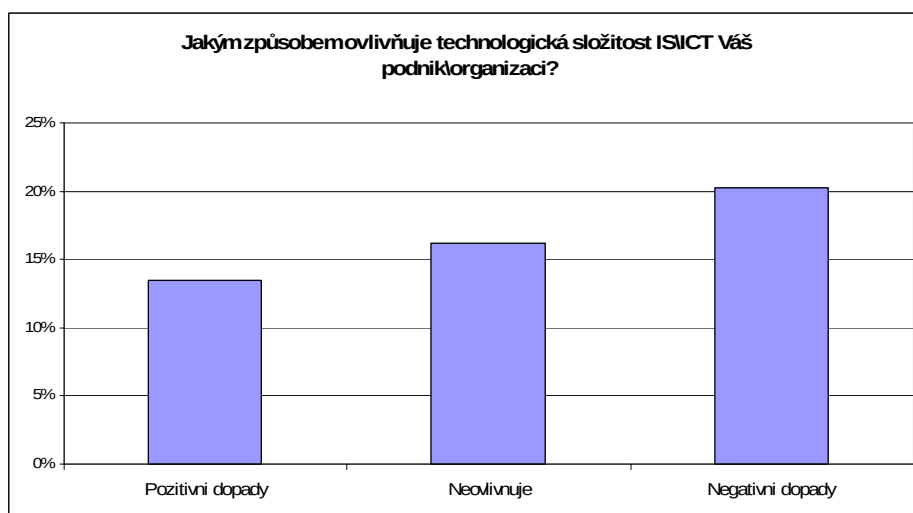


Obrázek 2. Jakým způsobem ovlivňuje složitost IS/ICT Váš podnik/organizaci?

Převážná většina respondentů přiznala negativní dopady komplexity: tedy růst nákladů na školení, růst nákladů na údržbu, zhoršení ergonomie pro uživatele a zpomalení a nestabilitu systémů. Daleko méně odpovědí přisoudilo složitosti pozitivní efekty: snížení nákladů byznys procesů, zajištění konkurenční výhody, zlepšení ergonomie pro uživatele, zvýšení obrátu nebo zvýšení zisku. Viz obrázek 3.

V oblasti řízení informatiky přinášejí složité systémy na jedné straně výhodu tehdy, když dokáží vhodně podporovat všechny procesní varianty a uspokojovat i náročné požadavky zákazníků nebo uživatelů.

Na druhé straně je to vykoupeno vyššími pořizovacími náklady, vyššími náklady na údržbu, změny a rozhraní s jinými systémy.



Obrázek 3. Jakým způsobem ovlivňuje složitost IS/ICT Váš podnik/organizaci?

3 Co je to složitost?

Intuitivně si pod pojmem komplexita představujeme velikost IS, množství funkcí a nemalé náklady na jeho pořízení, obsluhu a údržbu. Z různých pohledů poznáváme jednotlivé aspekty složitosti IS: Množství dat a informací, komplikované procesy, rozvětvená organizační struktura podniku, nepřehledné uživatelské rozhraní, sofistikovaný SW a HW mají jistě dopady na celou organizaci, její pracovníky, ekonomické výsledky ale i na sebe navzájem.

Pro potřeby tohoto článku definujeme složitost C systému S jako počet prvků a vazeb jednotlivých obsahových dimenzí MMDIS (D) a písmenem d označme celkový počet uvažovaných dimenzí.

$$C(S) = \sum_{i=1}^d C(D_i), \quad (1)$$

Současně zavedme pojmy *zbytečná* (nežádoucí) a *nezbytná* (nutná, oprávněná, optimální) složitost (accidental and essential complexity)[4]. Systém je zbytečně složitý, pokud obsahuje prvky nebo vazby, které nejsou nutné pro zajištění požadované funkčnosti. Naopak nezbytná složitost je minimální možná konfigurace systému, která zajistí jeho požadované vlastnosti.

4 Jak vzniká složitost IS?

Složitost podnikové architektury se v čase mění. Rovněž se mění složitost IS během jeho životního cyklu. Otázkou je, zda roste na základě požadavků podnikové strategie a tedy se jedná o komplexitu nutnou, nebo roste rychleji a vzniká komplexita nežádoucí.

Každé rozhodnutí na cestě pořízení IS a každá jeho změna během provozu mohou jeho komplexitu zvýšit, snížit nebo zachovat nezměněnou. Během pořizování a provozu IS dochází na základě nových požadavků k přidávání dalších funkcí nebo jiných prvků do systému.

4.1 Kauzální vztahy komplexity mezi obsahovými dimenzemi

Přidáním každého dalšího prvku do systému vzroste komplexita systému o více než pouze tento prvek. Tedy počet entit v systému vzroste více, než pouze o počet přidaných prvků. Každý přidaný prvek je totiž nutno propojit s alespoň jedním dalším prvkem, vznikne tedy minimálně jedna nová vazba. Pravděpodobně i více vazeb, nebo i nové druhy vazeb.

Z podmínky vzájemné konzistence modelů jednotlivých dimenzí vyplývá, že zvýšení komplexity některých dimenzí implikuje zvýšení komplexity některých dalších dimenzí, jak znázorňuje obrázek 4. Komplexitu systému po přidání prvku do dimenze j vyjádříme jako

$$C(S_{j+1}) = C(S) + \sum_{i=1}^{d-1} K_{ji}, \quad (2)$$

kde d je počet uvažovaných dimenzí a K_{ji} je počet prvků dimenze i které v ní vzniknou na základě přidání jednoho prvku v dimenzi j .

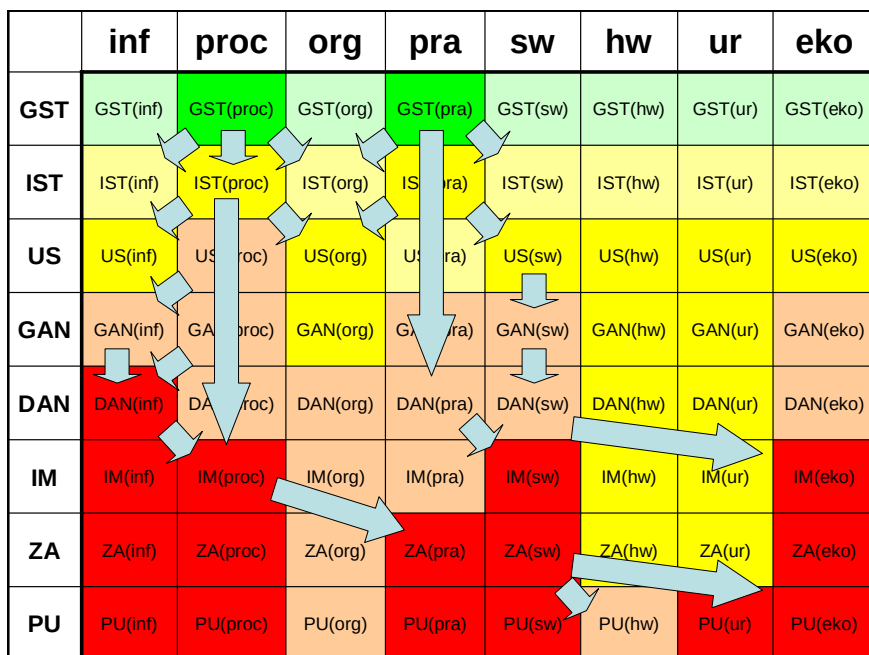
Například přidáním dalšího procesu nebo procesního kroku do dimenze IST-PROC způsobí minimálně nárůst komplexity dimenzí IST-INF, IST-ORG a IST-SW.

Je zřejmé, že pokud přidáme nezávisle na sobě prvky do více dimenzí, například rozšíříme současně proces a organizační strukturu podniku, dojde k multiplikacím, které složitost dále zvednou. Přidáním n prvků do systému, tedy n_j prvků do každé dimenze j navýší tedy celkovou složitost následovně:

$$C(S + n) = C(S) + \sum_{i=1}^d \sum_{j=1}^{d-1} K_{ji} \times n_j, \text{ platí } n = \sum_{j=1}^d n_j \quad (3)$$

Obrázek 6 znázorňuje matici dimenzí a možné kauzální vztahy v čase.

Přesný popis těchto kauzalit je tématem pro rozsáhlejší práci, zde si ukažme pouze princip na příkladu kauzalit dvou dimenzí v čase: informační/datové a organizační.



Obrázek 4. Časová a obsahové dimenze

Na následujícím příkladu ukážeme vliv změny v jedné dimenzi j na více dimenzí, nyní bez ohledu na časovou dimenzi. Přidáním jednoho nového atributu nějakého objektu způsobí následující změny v ostatních dimenzích, jak ukazují tabulka 2.

Tabulka 4. Příklad kauzality dimenzí

Dimenze(i)	Změna	K_{ij}
PRO	Vzniknou nové (dílčí) procesy pro údržbu hodnot kontrolní tabulky (číselníku hodnot), zadávání hodnot tohoto pole, zobrazení a změnu tohoto pole a vyhodnocení tohoto pole.	> 5
INF	Přidání nového pole do databázové tabulky a vytvoření nové databázové (číselníku hodnot).	> 3
ORG	Bude nutno definovat a nastavit oprávnění pro příslušné organizační složky pro změny, zpracování a zobrazení tohoto pole a polí kontrolní tabulky.	$> 5n$
PRA	Bude nutno zajistit údržbu tohoto pole a kvalitu dat při startu nového systému, během provozu a po ukončení provozu (migrace) Zvýší se počet testovacích případů Bude nuno zaškolit pracovníky pro práci s tímto polem.	> 5
SW	Pro každý nově přidaný process bude vytvořeno minimálně několik řádek kódu (SLOC).	> 10
UR	Bude nutná úprava (rozšíření) stávajícího UR.	> 1
EKO	Všechny uvedené změny zvyšují pořizovací a/nebo provozní náklady IS. Nárůst počtu SLOC zvýší riziko chybovosti.	

4.2 Komplexita sama roste

Vytvoření nového procesu, založení dalšího záznamu v číselníku kontrolní tabulky, vytvoření nového pole v tabulce databáze nebo rozšíření uživatelského rozhraní o nový prvek. To všechno jsou běžné operace, ke kterým dochází během provozu IS. Každá z nich je mírným zvýšením složitosti dané dimenze a má současně za následek zvýšení složitosti ostatních závislých dimenzí jak je popsáno v předešlé kapitole 4.1.

K opačným akcím, tedy vypreparování a odstranění procesu z IS, nebo smazání záznamů nebo dokonce polí v tabulce dochází daleko méně často a někdy je ani nelze provést (například existují již záznamy v závislých tabulkách atd.). V každém případě se jedná o nákladné a rizikové operace.

Z výše uvedeného se nabízí hypotéza, že komplexita v informačním systému, který není cíleně zjednodušován, během jeho životního cyklu automaticky roste. Její ověření bude vyžadovat definování souboru metrik a sledování více IS s jejich pomocí ideálně v rámci jejich celého životního cyklu.

4.3 Nedokonalá firemní strategie a špatné vedení projektů

K neplánovanému navýšení komplexity však může vést špatná nebo neúplná podniková nebo informační strategie. Pracovníci v projektu potom IST pouze odhadují a budují systém nikoliv pro podnik, ale implementují funkce, o kterých se domnívají, že je snad někdy bude někdo potřebovat. Každý má jinou představu o GST a IST a přichází s jinými návrhy. Pro vedoucího projektu často bývá jediným východiskem vyhovět všem zainteresovaným stranám a implementovat vše.

4.4 Je možné zajistit optimální komplexitu?

Optimální cestou zůstává striktní dodržení minimalistické IST a to ve všech klíčových fázích pořízení nebo vývoje IS. Vhodným opatřením by mohl být systematický audit komplexity nejen GST a IST a jednotlivých modelů ve všech fázích životního cyklu IS. Stejně jako i audit projektových záměrů a zadávacích dokumentací pro výběrová řízení. Každý z těchto dokumentů nebo modelů by měl být podroben cílenému zjednodušení a měly by z něj být odstraněny všechny nepotřebné prvky dříve, než se stane vstupem pro další zpracování.

5 Závěr

Na základě předchozích kapitol jsou zřejmé následující závěry:

Během vývoje a řízení informačních systémů dochází k růstu složitosti jednotlivých obsahových dimenzí nejen z důvodů potřeb podniku, ale i z důvodů, které nejsou podloženy GST/IST. Tato komplexita má negativní dopad na růst komplexity ostatních dimenzí, nejen v dané fázi vývoje IS, ale i ve fázích následujících. Dochází tak k nekontrolovanému růstu těchto nežádoucích komplexit jejichž výsledkem je informační systém s takovou mírou složitosti, že její negativní dopady na podnik mohou převážet pozitivní přínosy daného IS.

Pokud návrh a vývoj systému probíhá přesně podle potřeb globální podnikové strategie a informační strategie, nemělo by během životního cyklu IS dojít ke vzniku nežádoucí komplexity jednotlivých dimenzí. Pro potřeby rozhodování není nezbytně nutné změřit komplexitu exaktně, postačí mít nástroj na porovnání komplexity dvou (nebo více) řešení a následně vybrat vždy to nejjednodušší.

Podrobná analýza jednotlivých metrik a kvantifikace jejich dopadu na metriky podnikové výkonnosti již přesahuje rámec tohoto článku, ale zasloužila by si samostatné zkoumání. Stejně tak analýza a kvantifikace kauzalit mezi jednotlivými obsahovými dimenzemi MMDIS je námětem pro další vědeckou práci.

Další výzvou pro informatiky je návrh nové nebo rozšíření některé ze stávajících rámců nebo metodik se zaměřením na sledování složitosti vyvíjených, spravovaných nebo auditovaných systémů.

Poděkování

Dotazníkový průzkum byl součástí výzkumného projektu GAČR č. GAP403/10/0303.

Literatura

- [1] Arora, S. and Barak, B.: *Computational Complexity: A Modern Approach*. Cambridge University Press, Cambridge 2009.
- [2] Bansal, V. and Negi, T.: A Metric for ERP Complexity. *Business Information Systems*, 2008, 369-379.
- [3] Booch, G.: Measuring Architectural Complexity. *Software, IEEE*, Vol. 25 (2008) 14-15.
- [4] Brooks, F. P.: No Silver Bullet Essence and Accidents of Software Engineering. *Computer Magazine*, 1987.
- [5] Bruckner, T.: Kdo odpovídá za definici požadavků na ICT služby a jaká SLA jsou definována v podnicích v ČR (Výsledky průzkumu) Česká společnost pro systémovou integraci. *Systémová integrace 4/2010*, Vol. 4 (2010).
- [6] Dehmer, M.: *Structural Analysis of Complex Networks*. Birkhäuser, Boston 2010.
- [7] Diestel, R.: *Graph Theory*. Springer-Verlag 2010.
- [8] Geer, D. E.: Complexity Is the Enemy. *Security & Privacy, IEEE*, Vol. 6 (2009) 88.
- [9] Hedeman, B. S. R.: *PRINCE2 Edition 2009: A Pocket Guide*. Van Haren Publishing, Zaltbommel 2007.
- [10] Homer, S. and Selman, A. L.: *Computability and Complexity Theory*. Springer-Verlag 2010.
- [11] Johnson, N.: *Simply Complexity: A Clear Guide to Complexity Theory*. Oneworld Publications, Oxford 2009.
- [12] Kauffman, S. A.: *The Origins of Order: Self-Organization and Selection in Evolution*. Oxford University Press, Oxford 1993.

- [13] Kolmogorov, A. N. and Fomin, S. V.: *Elements of the Theory of Functions and Functional Analysis*. Dover Publications, Minoela 1999.
- [14] Lassen, K. B. and van der Aalst, W. M.: Complexity metrics for Workflow nets. *Information and Software Technology*, Vol. 51 (2009) 610-626.
- [15] Laszlo, E.: *The systems view of the world: a holastic vision for our time*. Cresskill NJ: Hampton 1996.
- [16] Ma, Y., He, K., Li, B., Liu, J. and Zhou, X.: A Hybrid Set of Complexity Metrics for Large-scale Object-oriented Software Systems. *J. Comput. Sci. Technol*, Vol. 25 (2010).
- [17] Manso, M., Genero, M., Piattini, M.: No-redundant metrics for uml class diagram structural complexity. *Advanced Information Systems Engineering*, 2010, 1029-1029.
- [18] Maryška, M.: *Metriky v informatice*. Diplomová práce. VŠE, Praha 2006.
- [19] Mason, P. and Cosh, K.: Managing complexity in ICT systems development. *International Journal of Information Technology and Management*, Vol. 7 (2008) 264-282.
- [20] Mendling, H. M. W. Verbeek, van Dongen, B. F., van der Aalst, W. M. and Neumann, G.: Detection and prediction of errors in EPCs of the SAP reference model. *Data & Knowledge Engineering*, Vol. 64 (2008) 312-329.
- [21] Molnár, Z.: *Efektivnost informačních systémů*. Grada, Praha 2001.
- [22] Novotný, O.: Měření výkonnosti podnikové informatiky - teorie a praxe. *CIO Business World*, 2007.
- [23] Oswald, G.: *SAP Enterprise Support - ASAP to Run SAP*. SAP Press, Boston 2010.
- [24] Phukan, A., Kalava, M. and Prabhu, V.: Complexity metrics for manufacturing control architectures based on software and information flow. *Computers & Industrial Engineering*, Vol. 49 (2005) 1-20.
- [25] Project Management Institute: *A guide to the project management body of knowledge (PMBOK® Guide)*. Newtown Square Pa.: Project Management Institute Inc., Pennsylvania 2008.
- [26] V. H. Publishing: *IT Governance based on Cobit 4.1 - A Management Guide*. Van Haren Publishing, Zaltbommel 2007.
- [27] V. H. Publishing: *ITIL ® V3: A Pocket Guide*. Van Haren Publishing, Zaltbommel 2007.
- [28] Recker, J. C., Zur Muehlen, M., Siau, K., Erickson, J., Indulska, M.: *Measuring method complexity: UML versus BPMN*. Association for Information Systems, Toronto 2010.
- [29] Řepa, V. and Česká společnost pro systémovou integraci: *Podnikové procesy: procesní řízení a modelování*. Grada, Praha 2006.
- [30] Učeň, P.: *Metriky v informatice: jak objektivně zjistit přínosy informačního systému*. Grada, Praha 2001.
- [31] Voříšek, J.: *Strategické řízení informačního systému a systémová integrace*. Management Press, Praha 1997.
- [32] Voříšek, J. and Vysoká škola ekonomická v Praze: *Principy a modely řízení podnikové informatiky*. Oeconomica, Praha 2008.

Summary

Impact of Complexity ICT on Its Added Value

Previous chapters clearly indicate the following conclusions:

During the development and management of information systems the complexity of solved dimensions grows not only to fulfill the needs of business, but also for reasons that are not requested by the GST / IST. This complexity has a negative impact on its growth in other dimensions of complexity not only in the actual stage of IS development, but particularly in the following stages. This leads to the uncontrolled multiplication of undesirable complexity resulting in an information system with such complexity, that its negative impacts on business may outweigh the positive benefits of this IS.

It turns out that under certain policies we can reduce complexity during information projects and in processes in IT management.

Detailed analysis of metrics and to quantify their impact on corporate performance metrics already exceeds the scope of this article, but they deserve to be investigated separately.

Another challenge for IT science is a proposal for a new or expanding an existing frameworks and methodologies with a focus on monitoring complexity of developed, managed or audited systems.

Řízení a kontrola bezpečnosti koncových stanic a serverů v kontextu informační bezpečnosti

Vladimír Jech

Doktorandka oboru Informatika

Abstrakt. V procesu hodnocení bezpečnosti koncových uživatelských stanic a serverů je důležitý komplexní přístup, jehož součástí je nejen samotná konfigurace zařízení, ale mnoho dalších faktorů z prostředí organizace. Cílem tohoto článku je představit návrh na vytvoření normy zaměřené na řízení a kontrolu bezpečnosti koncových uživatelských stanic a serverů v kontextu informační bezpečnosti. Přístup autora vychází ze snahy o vytvoření systematického přístupu k problematice zabezpečení a kontroly koncových uživatelských stanic a serverů. Uvedené poznatky jsou čerpány z praktických zkušeností a navržený model tvoří rámec pro další vědeckou práci.

Klíčová slova: bezpečnost, audit, norma, cobit, informační bezpečnost

1 Úvod

V posledních letech je kladen velký důraz na bezpečnost informací, což v praxi znamená, že kromě zavádění procesních principů a kontrolních mechanismů do řízení organizací se také zvyšují požadavky na samotné zabezpečení koncových uživatelských stanic a serverů. Pokud dojde k úniku informací, velmi často se tak stane vlivem selhání lidského faktoru a únik informací je nezhodnotitelně spojen se značnou finanční újmou společnosti. Studie [1] uvádí, že celosvětově průměrné náklady ztráty jednoho záznamu jsou 142 USD. V USA jsou náklady na ztrátu jednoho záznamu až 204 USD. V nedávné době například pojišťovna Zurich byla potrestána pokutou ve výši 2,3 mil liber za ztrátu dat svých klientů [7], Banka HSBC pokutou ve výši 3 mil liber [8] nebo společnost Nationwide Building Society pokutou 1 mil liber [15]. Na vině je prostředí, které selhání lidského faktoru umožňuje. Některé studie uvádí, že až 85% počítačových podvodů ve společnosti mají na svědomí interní zaměstnanci [5]. Jedna studie dokonce uvádí, že ve vzorku 49 vnitřních útoků za 59% z nich stojí bývalí zaměstnanci [2]. Na straně uživatele se jedná především o koncové stanice a s nimi související zařízení. Na straně organizace a správy systémů se jedná o servery a síť.

Pomoc pro obecné řízení bezpečnosti informací je možné hledat v mnoha standardech, normách, příručkách i odborné literatuře. Často se jedná o návody, na jaké oblasti se zaměřit a často jsou to návody v oblasti zavádění procesů a kontrol. Pokud jde o bezpečnost informací vztaženou na koncové stanice a servery, tam už mnoho obecných norem selhává.

V následující kapitole bude nejprve charakterizován možný koncept přístupu k řešení bezpečnosti. Poté, v další kapitole budou shrnuty výsledky dosavadního průzkumu a nakonec bude představen navrhovaný model řízení a kontroly bezpečnosti.

2 Co tvoří bezpečnost

Je-li auditorovi zadán úkol provést audit bezpečnosti koncových stanic a serverů ve společnosti, s ohledem na bezpečnost informací, jinými slovy, jestli z onoho PC či serveru může někdy uniknout informace do nepovolených rukou, navíc, aby to nebylo možné zpětně dohledat a vyvodit odpovědnost, v takovém případě jsou možnosti auditora v tom podle čeho při auditu postupovat a jakou metodiku zvolit značně omezené. Při tomto úkolu je totiž nutné vzít v úvahu nejen technické zabezpečení konkrétní stanice, ale hodnocení provedené v kontextu prostředí společnosti a dalších opatření i nad rámec konkrétní stanice (některá opatření mají na bezpečnost nepřímý, zprostředkovaný vliv) a dále navíc v kontextu určení rizikového profilu nebo úrovně potřebné bezpečnosti (různé stanice vyžadují různou úroveň zabezpečení).

Pro ilustraci, zjednodušeně řečeno, z obecného standardu, který se zabývá informační/IT bezpečností, se sice dozvíme například, že počítač má být zabezpečen heslem a že při jeho vyřazení máme vymazat obsah pevného disku. Toto jsou obecné věci, které běžného auditora napadnou, ale je i mnoho těch věcí, které ho bez předchozí zkušenosti nemají šanci napadnout nebo je musí při plánování auditu a vymýšlení auditních testů pracně dohledávat z mnoha nezávislých zdrojů. Pro ilustraci, například, jestli je možné získat přístup k informacím tím, že obejdeme heslo do OS naboťováním z jiného média, jaké jsou slabé stránky a co při auditu chytit vidět při hodnocení systému šifrování pevného disku nebo jaké jsou možnosti a aspekty hodné pozornosti auditora při

zabezpečení USB portů, takovéto věci na jednom místě nenajdeme. Kromě toho, jinou úroveň zabezpečení bude vyžadovat PC vrátného a jinou úroveň PC vedoucího pracovníka pojišťovny.

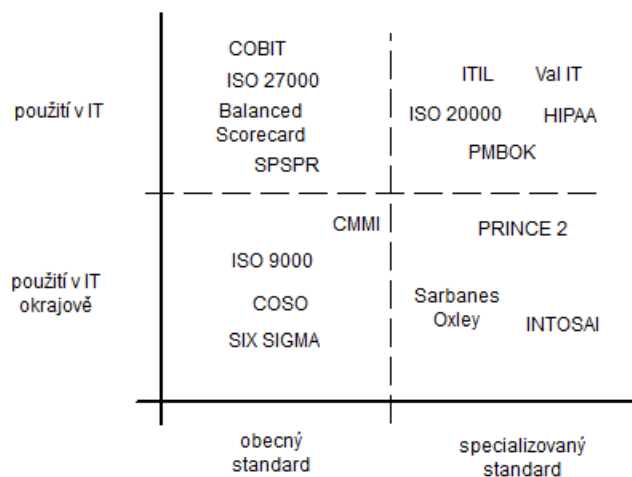
Bezpečnost koncových stanic a serverů netvoří pouze konfigurace operačního systému a politik, což je možné zkontrolovat automatizovaně nějakým nástrojem typu „skener zranitelností“, ale skládá se z mozaiky a kombinace mnoha domén typu šifrování, Data Loss Prevention (DLP), Patch Management, Disaster Recovery, Asset Management, Life Cycle Management, systém autentizace, monitoring, mix preventivních, detektivních a následných opatření, dokumentace, nebo vůbec definice úrovně bezpečnosti ve vztahu k uživatelskému pohodlí, nákladům a zpracovávaným datům a mnoho dalšího. Tato práce se zabývá tvorbou metodiky nebo normy, která přistoupí k mozaice zmíněných oblastí jako ke komplexnímu celku.

3 Normy pro řízení a kontrolu bezpečnosti

Průzkumem bylo zjištěno, že různé přístupy k bezpečnosti koncových stanic a serverů v kontextu informační bezpečnosti můžeme hledat jak v uznávaných normách, tak v literatuře zabývající se touto oblastí.

Mezi nejznámější standardy, normy, procesní rámce a metodiky (dále jen „norma“) pro řízení různých aspektů IT patří COBIT, ITIL, ISO/IEC 20000 a ISO/IEC 27000 [10]. Kromě těchto hlavních standardů se používají i méně známé, často úžeji specializované, jako například Val IT, INTOSAI, PRINCE 2 nebo PMBOK. Některé dnes používané standardy jako například Sarbanes-Oxley (SOX), Six Sigma, COSO, Balanced Scorecard, CMMI a další určené pro řízení a měření výkonnosti, rizik nebo procesů organizace nebyly svými autory originálně určeny přímo pro řízení IT, bývají obvykle přijaty na obecné podnikové úrovni, ale díky dnešní provázanosti IT a businessu velmi často do IT zasahují. Důležité je nezapomenout, že do IT zasahují i různé právní normy. V České republice to jsou například zákon o ochraně osobních údajů, o elektronickém podpisu, některé paragrafy trestního zákoníku, atd. V mezinárodním prostředí, respektive u amerických společností stojí za zmínku například Patriot Act a HIPAA.

Jak je vidět, norem určených pro řízení IT nebo do řízení IT zasahujících existuje mnoho. Normy se liší zejména ve svém rozsahu, tedy jestli se jedná spíše o obecnou normu pro obecné řízení nebo takovou, která se věnuje IT detailům. Dále se normy liší v tom, jestli jsou primárně zavedeny v IT nebo se do IT promítají z obecného podnikového řízení. Rozdělení norem podle tohoto měřítka je patrné z obrázku 1.



Obrázek 1. Kategorizace standardů podle míry jejich obecnosti a využití pro IT. Zdroj: Zpracováno na základě analýzy autora.

Z těch nejrozšířenějších standardů využívaných v oblasti IT, ISO/IEC 27000 se používá všude tam, kde je třeba zavést systém pro řízení bezpečnosti informací. Tento standard je často používán společnostmi, které potřebují mít jistotu nebo potřebují někomu prokázat (partnerům, regulačním orgánům, atd.), že jimi zpracovávané informace a data jsou zpracovávány a uchovávány bezpečně. Pro řešení našeho problému je ale tato norma příliš obecná.

Další známou normou v řízení IT je ITIL. ITIL se zaměřuje na služby. Potřebujeme-li řídit vybranou oblast v IT jako například dodávky software, řízení projektů, klientské centrum, Help Desk, a další, pak je vhodné se poohlédnout po specializované normě, která se dané oblasti přímo věnuje, jako například právě ITIL nebo ISO/IEC 20000. Představme si řízení sofistikovaného klientského centra (Call Center) zahrnujícího systémy pro Incident Management a Problem Management – bez použití jednoho z těchto standardů by to bylo obtížné.

Bezpečnost koncových stanic a serverů ale ani jedna z těchto norem v potřebném detailu a úhlu pohledu neřeší, přestože se zabývají něčím, co by bez počítačů a serverů nemohlo existovat.

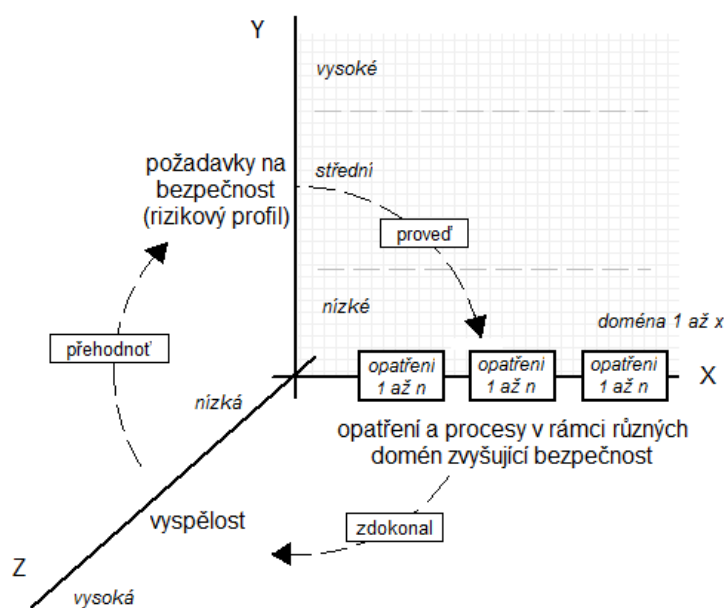
Další normy jako Balanced Scorecard, COSO, INTOSAI, SPSPR, HIPAA, PMBOK, PRINCE se sice v IT často používají, ale zaměřují na jiné oblasti a jsou rovněž příliš obecné. Normy typu SEA, GLBA, Basel, SOX a další sice bezpečnost informací nepřímou vyžadují (například hrozí astronomickými sankcemi za problémy plynoucí z nedostatečných kontrol v oblasti dat mající podstatně negativní vliv na finanční zdraví podniku), ale v kontextu koncových stanic a serverů, kde k úniku nebo změně informace může dojít, ji samy neřeší. Vhodným kandidátem v této oblasti je například COBIT [4]. Bohužel ale ani ten není dokonalý.

COBIT je procesní standard, který dává do souvislosti procesy v oblasti IT, zdroje a informační kritéria napříč různými doménami. COBIT je dnes jedním z nejrozšířenějších standardů v této oblasti [10] a zjednodušeně řečeno, jeho komplexnost spočívá v tom, že se snaží zabývat vším, co ve společnosti nějakým způsobem s IT souvisí. V COBITu se tedy setkáme jak například s definicí rizik internetového bankovníctví, popisem kontrol v rámci změnového řízení, tak i například s kontrolami týkajícími se zabezpečení chodu IT po personální stránce. Je to rámec, který se používá k řízení IS/ICT infrastruktury, procesů a procedur pomocí měřitelných kontrol. Přestože se jedná o jakýsi „slabikář“ IT auditora, jednoduchý „návod“ pro zmíněnou a často auditovanou oblast bezpečnost informací v souvislosti s uživatelskými koncovými zařízeními a servery neposkytuje. V některých oblastech jako například bezpečnost desktopů, notebooků, serverů, což jsou spíše technické záležitosti než procesy, tedy není moc dobře použitelný. Navíc COBIT vyžaduje hluboké znalosti a roky praxe, komplexní znalost COBITu vyžaduje navíc i znalost „IT Assurance Guide“ [9] a „IS Standards, Guidelines and Procedures for Auditing and Control Professionals“ [11], dokumenty rozvíjející obsah COBITu, což je cca 900 stran odborného a provázaného textu, tedy zřejmě nic pro běžného, obecného auditora.

V oblasti literatury můžeme snahu o komplexnější přístup k bezpečnosti najít například v článku [14], ve kterém autoři vyjmenovávají řadu prvků vystupujících v celkovém obrazu bezpečnosti, ale popis je pouze v obecné rovině. V článku [13] se autor zabývá tím, co vůbec bezpečnost je a dívá se na ni především z pohledu řízení přístupu. Autor článku [3] kritizuje klasický pohled na bezpečnost a zabývá se požadavky na bezpečnost koncových stanic v souvislosti s konceptem SOA.

4 Bezpečnost v dynamickém 3D modelu

Jak už bylo zmíněno, řízení a kontrola bezpečnosti uživatelských koncových stanic a serverů by se neměla zaměřovat pouze na samotnou konfiguraci operačního systému a nainstalovaných aplikací nebo nejen na samotné procesy obsluhující IT, ale měla by vzít v úvahu širší okolí. Navrhovaný model zobrazený v obrázku 2 se na bezpečnost dívá ze tří úhlů.



Obrázek 2. Dynamický model 3D bezpečnosti

4.1 Osa Y

V první řadě je potřebné určit požadavky na bezpečnost nebo rizikový profil posuzované stanice (osa Y). Požadavky na bezpečnost jsou různé mezi společnostmi, odvětvími, ale i v rámci jedné firmy. Finanční průmysl a zdravotnictví jsou charakteristické vysokými požadavky na bezpečnost. Naproti tomu, firma zabývající se vývozem komunálního odpadu zřejmě nebude mít požadavky tak vysoké. Notebook finančního ředitele má pro chod firmy jistě větší význam než stolní počítač skladníka a potřebuje tak být lépe zabezpečený.

Otázkou je, jak vytvořit metodiku pro určení požadavku na bezpečnost, tj. jestli posuzované PC nebo server potřebují být zabezpečené velmi nebo jen minimálně. Ke kategorizaci požadavků na bezpečnost můžeme přistoupit z několika pohledů. Odvětví působnosti firmy (banka versus pekařství) nebo důležitost stanice z hlediska provozu firmy (server řídící výrobní linku versus PC oddělení průzkumu trhu) jsou jedny z pohledů, další jsou například důležitost uložených informací (server, na kterém jsou data business intelligence versus server provozu jídelny), charakter uložených informací s ohledem na jejich publicitu (osobní informace versus archiv veřejného denního tisku), charakter uložených informací s ohledem na finance podniku (data účetnictví a platebního styku versus veřejná data webového serveru) a mnoho dalších přístupů. Některé z faktorů ovlivňujících požadavky na bezpečnost mají oporu přímo v zákoně. Nedodržení povinností daných zákonem ve vztahu k datům, kterých se zákon týká, má pro podnik horší následky než u dat, která oporu v zákoně nemají. Těmi faktory jsou například podpora ochrany osobních údajů v ČR zákoně o ochraně osobních údajů [18], v USA podpora ochrany finančních a účetních dat v zákoně Sarbanes-Oxley [21], ochrana osobních údajů v zákoně Gramm-Leach-Bliley Act (GLBA) [17] nebo ochrana zdravotních údajů v zákoně Health Insurance Portability and Accountability Act (HIPAA) [20], v ČR podpora ochrany účetních údajů v zákoně o účetnictví [19], atd. Při stanovování požadavků na bezpečnost je nutné si uvědomit, že díky globalizaci se na nás může vztahovat i zahraniční legislativa [12].

V obecné rovině je vhodné zaměřit se na základní parametry informační bezpečnosti, jak jsou definovány například v InfoSec Triangle [16], kterými je důvěrnost, dostupnost, integrita. Autoři [6] k těmto základním vlastnostem informací přidávají ještě přístup a autentizace, soukromí, vlastnictví, uchování dat a auditovatelnost. Dalším vodítkem pro stanovení požadavků na bezpečnost může být Cobit Cube [4, strana 25], která požadavky dělí na účinnost, hospodárnost, důvěrnost, integritu, dostupnost, shodu (compliance) a spolehlivost.

V okamžiku, kdy máme nadefinovanou úroveň požadované bezpečnosti, můžeme se přesunout na osu X, která zobrazuje opatření v mnoha různých doménách.

4.2 Osa X

Abychom zabezpečili požadovanou úroveň bezpečnosti, je potřebné nebo žádoucí přijmout různá opatření z různých domén, jejichž znázornění je v našem modelu na ose X.

Příkladem domén jsou šifrování, systém Data Loss Prevention (DLP), ochrana před napadením, Patch Management, Disaster Recovery, Asset Management, Life Cycle Management, systém autentizace, monitoring, mix preventivních, detektivních a následných opatření, dokumentace, atd.

Tento koncept si můžeme ukázat na praktickém příkladu. Například PC vrátného zřejmě nebude nutné zabezpečovat šifrováním pevného disku, protože na něm nejspíš nebudou žádné důležité informace a jeho PC ani nebude kriticky důležité. PC vrátného jsme totiž v předchozím kroku ohodnotili nízkými požadavky na bezpečnost a těm odpovídají jen základní bezpečnostní požadavky jako například aktualizovaný operační systém zabezpečený heslem, zapnuté logování událostí pokusů o přihlášení a jeho PC umístěné do oddělené virtuální LAN. PC pracovníka provozního oddělení bychom ale už mohli chtít zabezpečit šifrováním, protože se na něm mohou vyskytovat důležité informace. Notebook finančního ředitele budeme chtít nejen zabezpečit šifrováním, ale v rámci šifrování budeme požadovat například šifrování celého disku, pre-boot autentizaci a navíc centrální správu šifrovaného klienta a analogicky přísnější mix opatření i z dalších domén jako DLP, životní cyklus aktiva a další. Počítač pracovníka vstupujícího do majetkového registru osob nebo počítač pojistného matematika budeme patrně chtít kromě již uvedeného navíc vybavit systémem DLP, který rovněž může mít několik úrovní komplexnosti. Tento princip je zobrazen na následující tabulce.

Literatura

- [1] *2009 Annual Study: Global Cost of a Data Breach* [online]. Ponemon Institute, duben 2010 [cit. 2010-11-22], s. 2. Dostupný z [www: http://www.encryptionreports.com/download/Ponemon_COB_2009_GL.pdf](http://www.encryptionreports.com/download/Ponemon_COB_2009_GL.pdf)
- [2] Cappelli D. a kol.: *Management and Education of the Risk of Insider Threat (MERIT): Mitigating the Risk of Sabotage to Employers' Information, Systems, or Networks*. Technical note CMU/SEI-2006-TN-041, CERT, Software Engineering Institute, Carnegie Mellon University, 3/2007, s.6.
- [3] Carrow, E.: *InfoSec Technology Management of User Space and Services Through Security Threat Gateways*. Information Security Curriculum Development Conference, Kennesaw State University, Kennesaw, Georgia, USA, 28.9.2007.
- [4] *COBIT 4.1*, IT Governance Institute, USA, ISBN 1-933284-72-2.
- [5] *Ernst & Young Global Fraud Survey*, Ernst & Young, 8. vydání, 2003, s. 11.
- [6] Etges, R., McNeil, K.: *Understanding Data Classification Based on Business and Security Requirements* [online]. Information Systems Control Journal, č. 5, ISACA, 2006 [cit. 2010-11-20], s. 3. Dostupný z [www: http://www.isaca.org/Journal/Past-Issues/2006/Volume-5/Documents/jopdf0605-understanding-data.pdf](http://www.isaca.org/Journal/Past-Issues/2006/Volume-5/Documents/jopdf0605-understanding-data.pdf).
- [7] Fortado L., Bandel C.: *Zurich fined £2.3m over loss of 46,000 clients' details* [online]. Independent, 25. 8. 2010 [cit. 2010-11-22]. Dostupný z [www: http://www.independent.ie/business/european/zurich-fined-pound23m-over-loss-of-46000-clients-details-2310185.html](http://www.independent.ie/business/european/zurich-fined-pound23m-over-loss-of-46000-clients-details-2310185.html).
- [8] *HSBC fined for personal data loss* [online]. BBC, 22. 7. 2009 [cit. 2010-11-20]. Dostupný z [www: http://news.bbc.co.uk/2/hi/business/8162787.stm](http://news.bbc.co.uk/2/hi/business/8162787.stm).
- [9] *IT Assurance Guide*, IT Governance Institute, USA, ISBN 1-933284-74-9.
- [10] *IT Governance Global Status Report* [online]. ITGI, 2008 [cit. 2010-11-20], s. 36. Dostupný z [www: http://www.isaca.org/Knowledge-Center/Research/Documents/Global-Status-Report---2008.pdf](http://www.isaca.org/Knowledge-Center/Research/Documents/Global-Status-Report---2008.pdf).
- [11] *IT Standards, Guidelines, and Tools and Techniques for Audit and Assurance and Control Professionals*, ISACA, USA, 3/2009.
- [12] Jech V.: *Působnost zákona Sarbanes-Oxley za hranicemi USA*. Komora auditorů České republiky, Auditor, č. 7/2005.
- [13] Lampson, B.: *Computer Security in the Real World*. Computer, 6/2004, str. 37-46.
- [14] Liu S., Sullivan, J., Ormaner, J.: *A Practical Approach to Enterprise IT Security*. IT Professional, 9/2001, str. 35-42.
- [15] *Nationwide fine for stolen laptop* [online]. BBC, 14. únor 2007 [cit. 2010-11-22]. Dostupný z [www: http://news.bbc.co.uk/2/hi/business/6360715.stm](http://news.bbc.co.uk/2/hi/business/6360715.stm).
- [16] Singleton T.: *What Every IT Auditor Should Know About Auditing Information Security* [online]. Information Systems Control Journal, č. 2, ISACA, 2007 [cit. 2010-11-22]. Dostupný z [www: http://www.isaca.org/Journal/Past-Issues/2007/Volume-2/Documents/jpdf0702-what-every-it-auditor.pdf](http://www.isaca.org/Journal/Past-Issues/2007/Volume-2/Documents/jpdf0702-what-every-it-auditor.pdf).
- [17] *Zákon Gramm-Leach-Bliley Act of 1999*, část V, hlava 501 (Protection of nonpublic personal information).
- [18] *Zákon 101/2002 Sb., o ochraně osobních údajů*, § 5 (práva a povinnosti při zpracování osobních údajů).
- [19] *Zákon 563/1991 Sb., o účetnictví*, část VII, § 33, odstavec (8) (ochrana účetních záznamů).
- [20] *Zákon Health Insurance Portability and Accountability Act of 1996*, část I, hlava II, sekce 2713 (Disclosure of information) a 1177 (Wrongful disclosure of individually identifiable health information).
- [21] *Zákon Sarbanes-Oxley Act of 2002*, část III, hlava 302, odstavec (a) (5) (A) (Corporate responsibility for financial reports); část VIII, hlava 802, (a) §1519 – 1520 (Criminal penalties for altering documents).

Summary

Management and Audit of Security of Workstations and Servers in the Context of Information Security

When evaluating security of end-user workstations and servers, it is important to choose a comprehensive approach that includes an assessment of not only the device configuration itself, but also many other factors of the environment of an organization. The aim of this paper is to present a new model for management and audit of security of end-user workstations and servers in the context of information security. This approach is based on the author's efforts to develop a systematic approach to security and audit of end-user workstations and servers. These findings are drawn from practical experience and the proposed model provides a framework for further scientific work.

Aspekty kvality informačních systémů a vazba na podnikové procesy

Jaroslav Kalina

Doktorand oboru Informatika

Abstrakt. Článek představuje hrubý ontologický model řízení kvality. Taxativně vymezuje jednotlivé základní konstituenty tvořící prvky systému řízení kvality a popisuje charakter vzájemných vztahů/asociací mezi těmito prvky. Takto identifikovaná základní množina vztahů mezi určujícími prvky systému řízení kvality je dále použita pro určení hlavních předpokladů, na kterých je systém řízení kvality postaven. Jako speciální případ entity, jejíž kvalitou se zabýváme, je zde brán informační systém organizace.

Klíčová slova: Informační systém, business proces, kvalita, best practices, standardy

1 Úvod

Systémy řízení kvality se ukazují jako jedna z paralelních vývojových větví spojená s rozvojem moderního pojetí řízení v ekonomických organizacích. Popularitu vnímání kvality a jejího řízení jako podstatného prvku celkového řízení organizací je doprovázen v posledních několika dekáдах i rozvoj metodik a obecně souborů best-practices. Toto podtrhuje i rozmach a široké přijetí de-facto standardů, jako je ISO 9001:2000 [9], jednotlivé odnože CMMI [1] či v neposlední řadě PEMA [5], tj. standardů či rámců zaměřených na zlepšení kvality různých aspektů činnosti organizací.

Oproti těmto standardům je zaměření tohoto článku mířeno na užší problematiku řízení kvality podnikových informačních systémů (konkrétněji IS/ICT), jako významné součásti dnešních podniků. Stěžejnost podnikových IS/ICT podtrhuje řada metodických a standardizačních materiálů věnovaných přímo této oblasti, jako COBIT [2] a ITIL ([10], [11], [12], [13] a [14]).

Jak uvádí Kuhn [16] každá rozvíjející se disciplína musí vyřešit základní otázku jednotného výkladu definic základních pojmů a vybudovat obecně přijímané klasifikační schéma pro okruh jevů, které jsou předmětem zájmu této disciplíny. Aby bylo možné blíže rozebrat problematiku systémů řízení kvality informačních systémů je nezbytné určit základní termíny a specifikovat jejich význam, tak jak bude chápán v tomto textu. Proto předkládá autor vlastní ontologický model vztahující se obecně k systémům řízení kvality.

V kombinaci s ontologickým modelem nám toto poskytne prostor pro diskusi základních předpokladů a aktuálně panujících názorů na povahu vztahů mezi jednotlivými prvky obou systémů a umožní identifikovat místa, která z hlediska praktických pokusů o řízení kvality v informačních systémech představují potenciální kritická místa.

2 Kvalita a ontologie systému řízení kvality

Kvalita je pojem, který v různých disciplínách a v závislosti na různých autorech nabývá proměnlivých významů, ačkoliv při bližším studiu se ukazuje, že jednotlivá pojetí nejsou spolu většinou konfliktní, a pouze zdůrazňují jiné stránky širokého významu tohoto pojmu. Z hlediska tohoto článku převezmeme jako vhodnou definici tu, která je použita ve standardech ISO řady 9000: "...a degree to which a set of inherent characteristics fulfills requirements." [9] (Míra s jakou množina inherentních charakteristik splňuje požadavky.)

Standard IDEF5 – Ontology Description Capture Method popisuje ontologii jako pojem zahrnující „a catalog of terms used in a domain, the rules governing how those terms can be combined to make valid statements about situations in that domain.“ [8]. Následně prezentované schéma tyto základní pojmy objasňuje a ukazuje na základní vztahy mezi nimi (tyto jsou dále popsány v navazující tabulce). Schéma bylo vytvořeno v notaci pro diagram tříd z UML.

Následující výčet základních tříd oblasti kvality byl získán z rámce COBIT 4.1. a to vyhledáním výskytů a kontextů použití termínu kvalita. Dále byly další dodatečné třídy a vazby přidány na základě toho co obecná ekonomická teorie tvrdí k tématu hodnoty a užítu [17]. Následující výčet obsahuje třídy/pojmy použité ve schématu:

Entita – představuje jev nebo objekt, jehož existence je z hlediska definice daného problému podstatná a jehož kvalita je zájmem jednotlivých aktérů systému.

Entita – Charakteristika: Entita je nositelem množiny charakteristik, které ji blíže specifikují a také odlišují od jiných instancí entit stejné třídy, případně od jiných entitních tříd jako takových.

Charakteristika – Požadavek: Požadavky, které vyplývají z formy využívání dané entity, se vztahují k podmnožině charakteristik dané entity a rámcově také řeší vhodné rozsahy či v hrubé míře optima hodnot těchto charakteristik.

Charakteristika – Metrika: Metrika slouží jako jednoznačný nástroj pro vyhodnocování charakteristik dané entity a jejich přípustných hodnot. Konkrétní metrika vychází z, či může kombinovat jednu nebo více charakteristik dané entity, resp. jejich hodnoty.

Charakteristika – Proces ověření kvality: V rámci procesu ověření kvality, jsou posouzeny jednotlivé charakteristiky entity a jejich skutečné hodnoty na shodu s požadavky.

Požadavek – Uživatel: Jako zodpovědná role, je uživatel primárně zodpovědný za formulaci požadavků na vlastnosti entity, kterou hodlá využívat pro dosažení svých cílů.

Požadavek – Metrika: Metrika je konkretizací požadavku. Určuje metodu svého výpočtu/zjištění a zároveň je v jejím rámci určeno, jakou konkrétní hodnotu metriky je možné považovat za splnění požadavku, ze kterého vycházela.

Požadavek – Proces ověření kvality: Obecné požadavky formulované uživateli jsou jedním z podkladů, využívaných v rámci procesu posouzení kvality. Obecné požadavky bývají většinou přímo součástí výchozího zadání (zadávacího dokumentu) při iniciaci tohoto procesu.

Požadavek – Použití: Použití udává jakým způsobem, či k jakému okruhu činností, je daná entita využívána. Tento způsob využívání determinuje jaké požadavky na složení a hodnoty charakteristik bude uživatel požadovat.

Použití – Uživatel: Okruh úkolů, na který bude daná entita použita, tj. její použití je určeno záměry a následným rozhodovacím procesem uživatele.

Použití – Cíl: Způsob jakým je daná entita používána souvisí se záměrem dosáhnout tímto typem použitá nějakého cíle, který daný uživatel sleduje.

Cíl – Uživatel: Uživatel sleduje dané cíle na základě své motivace, která je z praxeologického pohledu vždy pokusem o maximalizaci užítku (ať už je tímto užítkem cokoli - tj. ne nutně hmotný užitek).

Metrika – Proces ověření kvality: Metrika jako nástroj určený pro porovnávání a vyhodnocování jevů v rámci organizace (či obecně v daném prostředí).

Posuzovatel – Proces ověření kvality: Proces posouzení kvality je realizován konkrétním aktérem v roli posuzovatele za účelem posouzení kvality dané entity v zájmu uživatele.

Hodnocení – Proces ověření kvality: Hodnocení, které konstatuje stav z pohledu kvality dané entity, je výsledkem realizace procesu jejího posouzení

Uživatel – Posuzovatel: Uživatel kontraktem úkoluje posuzovatele, aby vykonal proces posouzení shody charakteristik dané entity ve vztahu k definovaným požadavkům.

Uživatel – Hodnocení: Uživatel je finálním konzumentem výsledků procesu hodnocení kvality, tj. vlastního hodnotícího výstupu. Tento výstup je následně používán jako vstup pro další chování uživatele, zejména pak jeho dalších rozhodovacích procesů.

3 Kvalita IS a procesní přístupy

Z pohledu definice v úvodu tohoto článku bychom tedy mohli definovat kvalitu IS jako: „Míru, se kterou inherentní charakteristiky informačního systému odpovídají požadavkům na ně kladeným“. Z širšího pohledu (viz obr. 1) vychází tyto požadavky z vyšších cílů, které podnik sleduje. Otázkou zde zůstává, nakolik jsou tyto požadavky na IS v souladu s celopodnikovými cíli, protože pokud tomu tak není, pak je IS kvalitní pouze formálně, ale o vlastním přínosu pro podnik jako celek to nevypovídá nic.

Informačním systémem podniku budeme rozumět socio-technický systém, který „pořizuje, uchovává, transformuje a prezentuje informace (capta, data)“ [7]. Takto obecně vymezený systém není a priori spojen s ICT (informačními a komunikačními technologiemi) založenými na využití současné počítačové výpočetní techniky a možností elektronické výměny dat. Následuje výčet možných problémových faktorů při realizaci provozu IS/CIT v podnicích.

Nerespektování procesních přístupů

Podnikové procesy jako „množina na sebe navazujících aktivit realizující transformaci vstupů na výstupy přinášející hodnotu pro zákazníka“ [4] jsou protipólem podnikové organizace na bázi funkční oddělení, která sdružují pracovníky vykonávající relativně koherentní množinu aktivit. Základní nevýhodou funkčního řízení organizace je problém s realizací činností (procesů), která přesahují hranice definovaných funkčních útvarů [4]. Tyto průřezové procesy jsou ovšem také jediný nástroj jakým podniková organizace realizuje svoji základní ziskotvornou činnost vycházející z jejího business modelu [4]. Jakékoliv požadavky na funkce a vlastnosti IS, které by vycházely z jiného než procesního uspořádání organizace (nebo alespoň z procesního modelu organizace) jsou a priori rizikové z hlediska možného upřednostnění lokálního přínosu nad možným přínosem celooorganizačním, který je zpravidla větší. Ve zdokumentovaných případech dokonce lokální zlepšení vedlo ke globálnímu zhoršení fungování podniku [4].

Nízká zralost business procesů

Zralostí modely CMMI nebo PEMM definují několik úrovní zralosti podnikových procesů. Zralé procesy jsou standardizované, pro jejich řízení jsou využívány sady kvantitativních a kvalitativních metrik a jsou subjektem průběžného zlepšování přes standardní řídicí smyčku využívající tři základní fáze: plánování, realizace a vyhodnocení.

Z hlediska podpory málo zralých procesů, se jeví možné problémy ve dvou oblastech. Pokud daný proces není popsán, jeho realizátoři nejsou adekvátně vyškoleni, má ad hoc charakter a data o jeho fungování nejsou k dispozici, pak je otázkou zda je vhodné v takovémto stavu vůbec nějaké požadavky na informační systém vznášet neboť je potenciálně diskutabilní k jakému výsledku povedou. Informační systém je obrazem systému, o němž tento informace zpracovává [7] a jako takový by tedy byl i obrazem neuspořádanosti panující na úrovni podnikového procesu, který by měl podporovat.

Druhým problematickým bodem je otázka, zda je možné dostatečně fundovaně vyhodnotit přínosy zavedení IS/ICT do podniku, či změn ve stávajícího IS/ICT, pokud proces sám nebyl doposud subjektem podrobného zkoumání a chybí historická data o jeho fungování [3].

V těchto případech nejen, že potenciál přínosu IS/ICT může být značně pokřiven vadným výchozím stavem, ale zároveň zavedení IS/ICT vede ke konzervaci současného stavu, vzhledem k dodatečným nákladům na jeho změny, které by muselo být nutné vynaložit, při každé změně podnikového procesu svázaného s IS/ICT. Vztah podnikového procesu a jeho IS je tedy vztah vzájemné závislosti [15].

Nevhodné použití – nekompatibilní charakter procesů

S širokým zaváděním IS/ICT do mnoha částí aktivit v rámci podnikových organizací, se ukazuje, že vlastní přínos zavádění informačních technologií do podniků, je odlišný v závislosti na charakteru procesů, které v daném podniku převládají. Jednotlivé typy procesů jsou různě vhodné pro svoji podporu informačními technologiemi, resp. jejichmi konkrétními formami. Širokou diskuzi faktorů a příčin těchto jevů je možné nalézt na [15] a také [19]. Formálně kvalitní IS/CIT může být tedy používán na podporu nevhodné sady aktivit.

Procesy, které jsou svojí povahou vhodné na podporu IS/ICT a zejména za pomoci aplikací typu ERP mají tyto společné charakteristiky [15]: veliký počet instancí daného procesu, nutnost řízení velkého množství subjektů, standardizovaný vstup, zvýšená nutnost kontroly, stabilní podmínky provozu, rutinní charakter.

4 Závěr

Článek vymezil základní termíny a vztahy, které tvoří ontologický model systému řízení kvality. Na základě takto vymezeného rámce a v kontextu soudobých poznatků z odborné literatury jsme určili tři obecné roviny problému spojených s procesními přístupy. Zaprvé, podpora požadavků vycházejících pouze z parciálního pohledu na podnik, dále podpora procesů na nízké úrovni zralosti a s tím související vzájemná degradace možností informačního systému, tak i možností zlepšení podnikového procesu jako takového, a v neposlední řadě, Extenzivní využívání IS/ICT v oblastech, které k tomuto nejsou z principu vůbec vhodné.

Literatura

- [1] *Capability Maturity Model Integration (CMMISM), Version 1.1: CMMISM for Systems Engineering, Software Engineering, Integrated Product and Process Development, and Supplier Sourcing (CMMI-SE/SW/IPPD/SS, V1.1)* [online]. Software Engineering Institute, 2002 [cit. 24-1-2011], Dostupný z WWW: <<http://www.sei.cmu.edu/reports/02tr004.pdf>>.
- [2] *Cobit 4.1*. IT Governance Institute, Rolling Meadows 2007.
- [3] Darnton, G., Darnton, M. *Business process analysis*. International Thomson Business Press, Boston 1997.
- [4] Hammer, M., Champy, J.: *Reengineering the corporation: A manifesto for business revolution*. Harper Business, New York 1993.
- [5] Hammer, M.: The process audit. *Harvard Business Review*, Vol. 85 (2007) 111-123.
- [6] Checkland, P. Holwell, S.: *Information, Systems and Information Systems*. John Wiley & Sons, Chichester 1998.
- [7] *Information Integration for Concurrent Engineering (IICE) IDEF5 Ontology Description Capture Method Report*. Knowledge Based Systems Incorporated (KBSI), 1995, [cit. 25-1-2011], Dostupný z WWW: <http://www.idef.com/pdf/Idef3_fn.pdf>
- [8] *ISO 9001:2008: Quality management systems requirement*. International organization for standardization, 2008 [25-1-2011], Dostupný z WWW: <http://www.iso.org/iso/iso_catalogue/catalogue_ics/catalogue_detail_ics.htm?csnumber=46486>
- [9] *ITIL: continual service improvement*. Stationery Office, London 2007.
- [10] *ITIL: service transition*. Stationery Office, London 2007.
- [11] *ITIL: service design*. Stationery Office, London 2007.
- [12] *ITIL: service operation*. Stationery Office, London 2007.
- [13] *ITIL: service strategy*. Stationery Office, London 2007.
- [14] Kalina, J.: *Relevant factors for implementation of operational-level IS/ICT processes in small IT organizations*. Journal of Systems Integration, 2010, Vol. 1 (2010), 13–26.
- [15] Kuhn, T., S.: *The Structure of scientific revolutions*. University of Chicago Press, Chicago 1962.
- [16] Mises, L.: *Human Action: A Treatise on Economics*. Ludwig von Mises Institute, Auburn 1998.
- [17] Voříšek, J.: *Nová dimenze systémové integrace – integrace podnikových procesů a znalostí*. In: Pour, J., Voříšek, J., (eds.): *Proceedings of the 8th International Conference on Systems Integration*. Praha 2000, 195–206.

Summary

Quality Aspects of Information Systems

Paper introduces a rough ontological model of quality management. It depicts basic constituents representing elements of quality management system and describes the character of their mutual associations/relationships. This identified set of basic relationships among constituting elements of quality management system is used as a basis for describing assumptions on which quality management systems are built. These hypotheses are the basic questions and beliefs embodied in variety of quality standards. However due to the given complexity of economical organizations and their environment these need to continually validated against the developing body of knowledge amassing in the related fields. As a special case of entity which's quality is of our interest, we take the information system of an economical organization.

Metodika výuky multimédií

Libor Krsek

Doktorand oboru Informatika

Abstrakt. Článek se zabývá multimédií jako důležitým prostředkem pro komunikaci informací. Popisuje pozitiva využití multimédií a jejich vlastnosti. V závěrečné části je představen koncept metodiky pro rozvoj multimediální gramotnosti.

Klíčová slova: multimédia, prezentace, informace, výukový objekt, metodika

1 Úvod

Informace jsou prezentovány v rozličných formách. Stále více je užíváno několika kanálů současně a klasické pouhé textové podání informací je odsunováno do pozadí. Informace jsou prezentovány nejen vizuálně ale i zvukově. Do popředí se dře prezentace pomocí multimédií.

Multimédia v dnešní době není potřeba dlouze představovat. Multimédia by neexistovala bez ICT. ICT jsou perfektním nástrojem, nejen pro komunikaci multimédií, ale i výrobním nástrojem. Každý se s nimi setkávána několikrát za den. Je ovšem otázkou, jakým způsobem jsou multimédia využívána? Jsou možnosti multimédií využívány k maximalizaci transferu informací, což by měl být jejich hlavní cíl?

Výzkum [1] potvrdil následující hypotézy:

1. Textově a multimediálně prezentované informace ve srovnání s prezentací graficko-textovou vedou k většímu užití neustálé pozornosti a mentálnímu úsilí.
2. Jak informační obsah roste v komplexitě, u subjektu klesá pozornost a mentální úsilí.
3. Jak informační obsah roste v komplexitě, textové a multimediální prezentace vedou k vyšší pozornosti a mentálnímu úsilí na rozdíl od graficko-textových prezentací.
4. Jak formát prezentací zvyšuje svoji modalitu (např. od pouze textových ke graficko-textovým k multimédiím), subjekt lépe zpracovává informace.
5. Růst pozornosti a mentálního úsilí vede k lepšímu zpracování informací.
6. Jak roste informační komplexita, subjekt hůře zpracovává informace.
7. Jak se zlepšuje zpracování informací, subjektu se zvyšuje schopnost chápání.
8. Jak formát prezentací zvyšuje svoji modalitu (např. od pouze textových ke graficko-textovým k multimédiím), subjektu se zvyšuje schopnost chápání.
9. Jak se zlepšuje zpracování informací, subjektu se zvyšuje uspokojení z učení.
10. Jak formát prezentací zvyšuje svoji modalitu (např. od pouze textových ke graficko-textovým k multimédiím), subjektu se zvyšuje uspokojení z učení.

Z výše uvedeného tedy vyplývá, že multimediálně prezentovaný obsah může přenést maximum objemu informací, které jsou zpracovány efektivněji než statické obrázky a text. Je jasné, že multimédia mohou být použita v takovém případě, kde je cílem redukce kognitivní zátěže skrz užití grafiky, obraznosti a animace.

V minulosti provedené výzkumy užívání multimédií prokázaly, že se mohou vyskytnout i negativní výstupy jako je například efekt rozdělené pozornosti (problém integrace dvou/více zdrojů informací). Tyto možné negativní důsledky využívání medií ovšem nesnižují v globálu jednoznačné přínosy využití multimédií v procesu výměny informací.

2 Terminologie

2.1 Multimédia

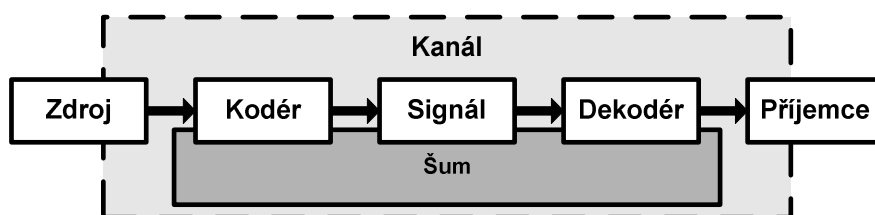
Slovo multimédia se skládá z „multi“ – mít víc než jednu formu – a „media“ – prostředí, kde je informace předávána. Jednoduše řečeno tyto složky, které působí na zrak, sluch popřípadě na hmat, mohou být popsány jako multimédia. Nejrozšířenější definice hovoří o multimédiích jako o vzájemném působení minimálně dvou z těchto složek: fotografie, text, audio, video a animace, přičemž vstupují do interakce jak vzájemně jak do přímé interakce s příjemcem sdělení, které těmito složkami dostává.

Je zde samozřejmě nepřeberné množství dalších definicí například [2] hovoří o multimédiích jako o používání nebo prezentování dat ve dvou nebo více formách. Nebo [4] popisuje multimédia jako prostředí, která jsou kombinovanými systémy skládajícími se z mnoha nástrojů v počítačovém prostředí.

2.2 Komunikace

Komunikaci v nejširším slova smyslu je třeba chápat jako proces, jako interakci mezi dvěma či více entitami probíhající v čase, jako proces odpovídající významům latinského slova *communicare* - sdílet, mít cosi společného, působit, mít účinek, vliv, přenášet, sdělovat.

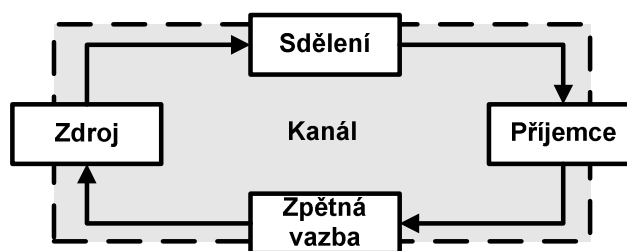
Nejčastěji používaný komplexní model komunikačního procesu charakterizuje [6] a vypadá následovně:



Obrázek 6. Komplexní model komunikačního procesu

Tento model, který se velmi podobá schématu Shannonova pojetí komunikační teorie, respektuje skutečnost, že sdělení, jež je vyjádřením významů, které chce komunikátor sdělit, se objektivizuje v řeči symbolů a znaků, „kóduje“ se do jazyka srozumitelného příjemci. Příjemce pak „dekodováním“ znaků či symbolů provádí percepci významů a smyslu sdělení. Přičemž sdělení je ovlivněno šumem. V případě člověka tvoří zdroj a kodér, stejně jako příjemce a dekodér, jeden článek komunikačního procesu. Psychologie dále zkoumá, zda došlo nejen k percepci, k pouhému vnímání, „zaregistrování“ sděleného obsahu, nebo zda došlo k apercepci, tj. k aktu porozumění, vědomého přijetí smyslového obsahu, k jeho osvojení, které již lze klasifikovat jako účinek komunikace.

Je běžné, že po vjemu a přijetí sdělení komunikátora příjemce (komunikant) bezprostředně na toto sdělení reaguje, nejčastěji formou odpovědi, která přijímá, odmítá nebo dále rozvíjí sdělení a jeho obsah, případně v rámci daného tématu uvádí obsahy nové. Role se vyměňují: z příjemce se stává zdroj (z komunikanta komunikátor) a zdroj se stává příjemcem (komunikátor → komunikantem). Sdělení putuje tedy v opačném směru, a pokud také tento komunikační akt je dovršen, došlo k uskutečnění zpětné vazby. Základní a zjednodušený model komunikačního procesu, použitelný pro všechny druhy komunikace, lze tedy shrnout takto:



Obrázek 7. Komunikační model se zpětnou vazbou

2.3 Emoce

Podle [5] tvoří emoce s kognitivními procesy nerozlučnou dvojici, ale v průběhu vývoje se poznání u jedince od emocí stále více odděluje a postupně vytváří antagonistickou dvojici. Emoce tedy můžeme vnímat jako samostatný fenomén, ale zároveň je třeba mít na mysli celý komplex lidské psychiky. Emoce vystupují ve spojení s dalšími psychickými procesy a mohou je doprovázet, ale i sjednocovat.

Význam multimédií spočívá v tom, že umožňují předat informace, a dodat jim také emotivní náboj. Podílí se tedy na způsobu vnímání informací. Multimediální prvky mají velikou moc, jejich sdělení přijímáme za přesvědčivá v tom smyslu, jak je v nás zakódováno (aniž tuto informaci pokaždé také uvědoměle kontrolujeme).

3 Metodika výuky multimédií

Jak předávat maximální objem informací s maximální efektivitou? Využívat multimedia. Jak dosáhnout maximalizace pozitivních vlastností multimédií jako prostředku komunikace? Umět multimedia tvořit.

Jako velká řada nových gramotností s nástupem masového rozšíření osobních počítačů a přenosných zařízení vzniká požadavek na tzv. multimediální gramotnost, která by měla být povinnou výbavou každého člověka stejně jako čtení a psaní. Je otázkou několika let, kdy se bez multimediální gramotnosti neobejde téměř nikdo. Multimediální gramotnost v sobě zahrnuje dvě roviny a to gramotnost pro zpracování multimediálních sdělení a gramotnost pro tvorbu multimediálního obsahu. Pro rozvoj druhé roviny – tvorby by mohla sloužit metodika, která poskytne rámec pro předání znalostí potřebných k osvojení si tvorby multimédií.

Tato metodika bude postavena na:

- výukových objektech a jejich mapě,
- blended learningu,
- flexibilitě.

Princip metodiky spočívá v definici výukových objektů, jež jsou nově pojaté krátké samostatné jednotky učiva, které se dají použít v různých kontextech a účelech. Výukové objekty jsou agregovatelné a taggovatelné metadaty. Výukovým objektům jsou přiřazeny náročnosti a možné prostředky pro jejich prezentaci s deskripcí vhodného způsobu pro různé příjemce. Výukové objekty jsou následně uspořádány do mapy, která určuje míru náročnosti a detailu. Následně je sestavena náplň výuky z mapy objektů, která je založena na úrovních a pro ně aplikovatelných vyučovacích prostředcích.

Druhým těžištěm metodiky je blended learning, který kombinuje klasickou výuku „z očí do očí“ s částmi, které jsou prezentovány pouze elektronickou formou především s využitím e-learningu.

Flexibilita je důležitou částí této metodiky, jenž umožní prezentaci znalostí a dovedností v různých formách pro různé příjemce v nejpříhodnější formě pro tu kterou skupinu.

4 Závěr

Na základě výše zmíněného je nutné, aby se začala multimedia využívat ve větším měřítku, ale korektně připravená a prezentovaná. Multimedia jsou téměř ideálním prostředkem komunikace informací a to včetně schopnosti působit i na emoce, což zvyšuje jejich účinek. Je nezbytné vybavit multimediální gramotností co největší množství uživatelů a především tvůrců multimediálních výstupů.

Metodiku a výstupy z ní by v první řadě měli využít tvůrci informačních systémů, systémoví inženýři, školitelé uživatelů informačních systémů, management, marketingoví specialisté a v neposlední řadě i sami příjemci multimediálních sdělení.

Literatura

- [1] Andres, H. P.: *Multimedia, Information, Complexity and Cognitive Processing*, Management Journal, 2004.
- [2] Heath, S.: *Multimedia and communications technology (2nd ed.)*, Boston: Focal Press, 2000.
- [3] Krsek, L.: *Digitální video v ponikové praxi*, diplomová práce, 2005.
- [4] Newby, T. J., Stepich, D. A., Lehman J. D., & Russell J. D.: *Instructional technology for teaching and learning*. Designing instruction, integrating computers, and using media. Washington: Merrill Prentice Hall, 2000.
- [5] Rubinštejn S. L.: *Bytí a vědomí*, Praha: SPN, 1961.
- [6] Šmíd, M.: *Úvod a texty ke studiu masových médií*, Praha: Universita Karlova, 1991.
- [7] Weihrich and Koontz, H.: *Management: A global perspective*. New York: McGraw Hill, 1993.

Summary

Multimedia Instruction Methodology

The article describe multimedia as an important near-ideal communication tool. Multimedia should be presented broadly, effectively and appropriately. The way how to manage it and provide perfect multimedia output could be methodology based on learning object, blended learning and Flexibility.

Mapování týmové práce ve vybraných předmětech KIT

Libor Měsíček

Doktorand oboru Informatika

Abstrakt. Příspěvek se zabývá shrnutím a analýzou výsledků průzkumu zaměřeného na týmovou spolupráci ve vybraných předmětech katedry informačních technologií Vysoké školy ekonomické. Cílem průzkumu bylo ověření či vyvrácení platnosti hypotéz a na jejich základě formulování závěrů. V závěru uvádí možná doporučení pro zlepšení situace při týmových projektech a formování pozitivního přístupu k účasti na týmové formě práce.

Klíčová slova: týmová práce, týmová dynamika, skupina, IT projekt

1 Úvod

V současné době roste význam kladený na tzv. soft skills v oblasti efektivní spolupráce a sdílení znalostí v rámci týmů a skupin řešících krátkodobé či dlouhodobé IT projekty.

Ukazuje se, že absence těchto dovedností může výrazně ovlivňovat pravděpodobnost úspěšné realizace projektu [3], jeho dobu trvání, náklady i kvalitu výstupu. Právě schopnost úspěšné spolupráce se formuje především v mládí a tedy mimo jiné v období studia na vysoké škole (např. [1] a [2]). Zde je prostor pro plánované a řízené rozvíjení schopnosti např. sdílet informace, účastnit se procesu rozhodování a podvolit se jeho závěrům. Téma týmové dynamiky, práce v týmu a existující sociální sítě bude rozvinuto dále v disertační práci autora.

2 Realizace průzkumu

Na základě studia literatury a pozorování byly postupně formulovány následující hypotézy:

H1: Více než polovina členů týmu zná alespoň jednoho dalšího člena z minulosti.

H2: Zdrojem informací o nových SW nástrojích pro podporu spolupráce je vyučující.

H3: Studenti využívají zdarma dostupné nástroje.

H4: Studenti se fyzicky scházejí i mimo přednášku/cvičení.

Prostřednictvím dotazníku bylo možno ověřit platnost či neplatnost těchto hypotéz, provést vyhodnocení získaných dat, vyvodit závěry a formulovat doporučení. Náhodně vybraná cvičení předmětů zajišťovaných KIT s týmovou prací byla oslovena e-mailem s žádostí o vyplnění dotazníku viz tabulka 1.

Tabulka 1. Předměty a oslovená cvičení

Ident předmětu	Oslovená cvičení v týdnu	Počet validních odpovědí
4IT215 - Analýza a návrh informačních systémů	Úterý	36
4IT414 - Řízení projektů IS/ICT	Úterý, Středa	7
4IT415 – Informační modelování organizací	Pondělí, Úterý	47
4IT417 – Řízení podnikové informatiky	Středa	5
4IT550 – Competitive Intelligence	Středa	32
Celkem		127

Samotnému sestavení dotazníku předcházela předvýzkum realizovaný na vybraném cvičení předmětu Analýza a návrh informačních systémů s cílem otestovat zkušební verzi dotazníku, upřesnit znění otázek a případně identifikovat autorem neočekávaných interpretací otázek. Průzkum probíhal na přelomu listopadu a prosince 2010. Celkem bylo získáno 137 platných dotazníků (12 dotazníků bylo vyřazeno pro věcné nedostatky např. nerespektování pokynů k vyplnění, vyplnění dotazníku k předmětům vyučovaným jinou katedrou).

Mimo oslovená cvičení vybraných předmětů se objevují odpovědi i od studentů předmětů 4IT440, 4IT441, 4IT445, 4IT450 a 4IT514 v celkovém počtu 10.

Další analýza se tedy zaměřuje výlučně na předměty uvedené v tabulce 1.

3 Výsledky šetření

V následující kapitole budou prověřeny jednotlivé hypotézy a shrnuty další poznatky z provedeného šetření.

3.1 Charakteristika struktury respondentů

Z celkového počtu 127 respondentů tvořilo 81% mužů a 19% žen, 41% tvořili studenti 4. ročníku, 26% respondentů bylo z 2. a 5. ročníku, 6. ročník byl zastoupen 4% a zbývající ročníky přibližně procentem. 92% studentů bylo z F4, 6% z F3 a 2% z F5 a přibližně 1% z F1. 70% procent respondentů uvádí jako roli v týmu člen, 24% roli vedoucí a 6% jinou roli.

3.2 Platnost hypotéz

První hypotéza „Více než polovina členů týmu zná alespoň jednoho dalšího člena z minulosti.“

Jelikož podle výsledků průzkumu ze 127 jen 49 respondentů uvedlo, že se neznalo s žádným dalším členem týmu, 36 studentů uvedlo, že se znalo s jedním, 30 studentů znalo dva členy týmu, 7 studentů znalo 3 a 5 studentů znalo 4 členy týmu. *Tato hypotéza je potvrzena.* Detailní výsledky popisuje tabulka 2.

Tabulka 2. Kontingenční tabulka existence předchozích vztahů v týmech

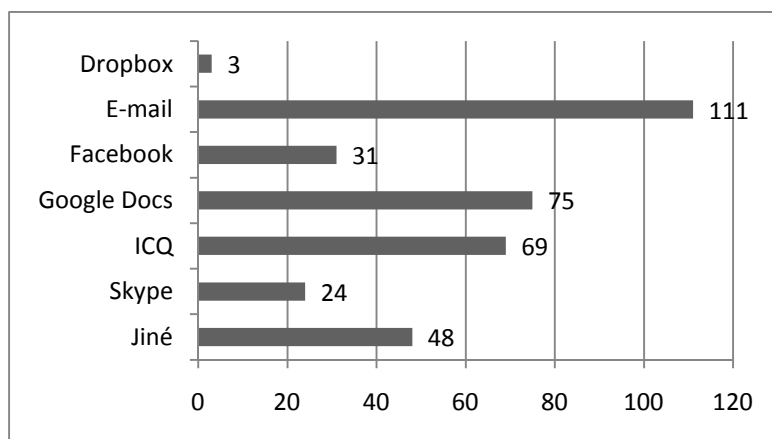
Ident předmětu/Počet předchozích známých v týmu	0	1	2	3	4
4IT215	15	10	8	2	1
4IT414	5	2	0	0	0
4IT415	17	14	10	4	2
4IT417	1	4	0	0	0
4IT550	11	6	12	1	2
Celkem	49	36	30	7	5

Druhá hypotéza „Zdrojem informací o nových SW nástrojích pro podporu spolupráce je vyučující“

Ve 33 případech byl zdrojem informací člen týmu, ve 26 případech pak vedoucí a vyučující jen v 7 případech. V ostatních případech buď respondent znal všechny používané nástroje již dříve, nebo uvedl více zdrojů informací (např. Vyučující a člen týmu 4, Vyučující a vedoucí 1). *Hypotéza byla vyvrácena.*

Třetí hypotéza „Studenti využívají zdarma dostupné nástroje.“

Využití jednotlivých nástrojů ilustruje obrázek 1. Ke komunikaci slouží především e-mail a k práci na společných výstupech pak Google Docs. Někteří studenti zmiňují nástroj na adrese www.capsa.cz, který jim poskytuje uložení, sdílení adresáře, kalendáře a další prostředky pro koordinaci týmu. *Hypotéza je potvrzena.*



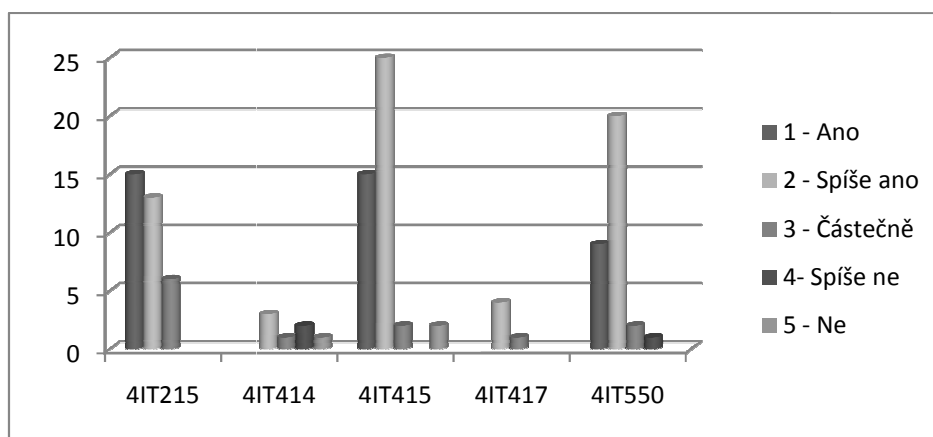
Obrázek 1. Využití jednotlivých nástrojů mezi respondenty

Čtvrtá hypotéza „Studenti se fyzicky scházejí i mimo přednášku/cvičení.“

58% respondentů uvedlo, že se schází jen na přednášce nebo cvičení, 38% pak jen občas a pouze 4% se schází často i mimo. *Tato hypotéza je tedy vyvrácena.*

3.3 Další získané informace

Dotazník obsahoval i řadu otázek zaměřených na subjektivní vnímání týmové práce. Obrázek 2 zobrazuje výsledky odpovědí respondentů na otázku „Přispělo použití těchto (pozn.: SW nástrojů k podpoře spolupráce) nástrojů k lepší kvalitě výstupů?“. Z výsledků je tedy zřejmé, že nástroje studenti považují za přínosné.



Obrázek 2. Počty odpovědí respondentů na otázku „Přispělo použití těchto nástrojů k lepší kvalitě výstupů?“ na škále 1 až 5 kdy 1 je souhlas a 5 nesouhlas.

Přínos programů k podpoře spolupráce také potvrzují odpovědi na otázku „Uvažujete o využití těchto nástrojů i v dalších projektech?“. Celkem 94% respondentů odpovědělo Ano a 6% Ne.

Tabulka 3 shrnuje odpovědi na uzavřenou otázku: „Náš tým fungoval dobře.“. Z výsledků vyplývá, že naprostá většina vnímala fungování týmu jako dobré.

Tabulka 3. Souhlas s tvrzením „Náš tým fungoval dobře.“

Ident předmětu/Počet souhlasů a nesouhlasů respondentů	Souhlasím	Nesouhlasím
4IT215	28	7
4IT414	5	2
4IT415	41	6
4IT417	5	0
4IT550	31	1
Celkem	110	16

Zároveň se ukazuje rozdíl mezi formální strukturou vedení týmu a faktickým stavem, kdy na otázku „Kdo řídil/vedl setkání?“ odpovídá 69% respondentů Vedoucí, 16% respondentů odpovídá Člen a 16% uvádí jinou odpověď (neřízená setkání atd.).

Výsledky odpovědí na otázku „Vždy jsem měl/a jasně zadanou roli v týmu.“ shrnuje tabulka 4.

Tabulka 4. Souhlas s tvrzením „Vždy jsem měla/a jasně zadanou roli v týmu.“

Ident předmětu/Počet souhlasů a nesouhlasů respondentů	Souhlasím	Nesouhlasím
4IT215	30	6
4IT414	3	4
4IT415	38	9
4IT417	3	2
4IT550	23	9
Celkem	97	30

Zajímavé výsledky přináší rozbor odpovědí na otázku „Každý člen byl hodnocen podle práce, kterou odvedl.“ v tabulce 5. Je vidět, že celkem 28% respondentů vnímá hodnocení jako neodpovídající podílu na odvedené práci.

Tabulka 5. Souhlas s tvrzením „Každý člen byl hodnocen podle práce, kterou odvedl.“

Ident předmětu/Počet souhlasů a nesouhlasů respondentů	Souhlasím	Nesouhlasím
4IT215	25	6
4IT414	3	4
4IT415	29	13
4IT417	5	0
4IT550	21	10
Celkem	83	33

Nepříznivé vnímání podílu a hodnocení práce pak podporují výsledky otázky „Všichni v týmu pracovali stejně usilovně.“ shrnuté v tabulce 6.

Tabulka 6. Souhlas s tvrzením „Všichni v týmu pracovali stejně usilovně.“

Ident předmětu/Počet souhlasů a nesouhlasů respondentů	Souhlasím	Nesouhlasím
4IT215	16	19
4IT414	5	2
4IT415	20	25
4IT417	3	2
4IT550	24	8
Celkem	68	56

Je zřejmé, že 45% respondentů s tímto výrokem nesouhlasí a u předmětů 4IT215 a 4IT415 je to více než polovina respondentů. To může později vést ke ztrátě motivace a podpory práce v týmu.

Jako poslední je vhodné uvést hodnocení míry získaných zkušeností otázkou „Z týmové práce jsem si odnesl/a řadu nových zkušeností.“ v tabulce 7.

Tabulka 7. Souhlas s tvrzením „Z týmové práce jsem si odnesl/a řadu nových zkušeností.“

Ident předmětu/Počet souhlasů a nesouhlasů respondentů	Souhlasím	Nesouhlasím
4IT215	21	14
4IT414	3	4
4IT415	18	28
4IT417	1	4
4IT550	13	17
Celkem	56	67

Z výsledků je zřejmé, že především studenti nižších ročníků hodnotí svoji účast v týmu jako zdroj nových zkušeností. Vyšší ročníky pak vyjadřují (u 4IT415 výrazně) nesouhlas s tímto tvrzením. V celku více než polovina respondentů nepovažuje účast v týmu za zdroj nových zkušeností.

Z pohledu korelační analýzy je v získaných datech několik očekávatelných vazeb. Ti, kteří souhlasí s tvrzením, že tým fungoval dobře, zároveň častěji souhlasí s tvrzením, že všichni pracovali stejně usilovně (koeficient lineární korelace 0,28). Stejně tak tým složený alespoň ze dvou z minulosti se znajících studentů hodnotí lépe fungování týmu (lineární korelace na úrovni 0,21).

4 Závěr

Provedený průzkum ukazuje na některé problémy, které provázejí práci v týmu v průběhu studia na KIT. Tyto problémy posléze přechází do reálného projektového prostředí a tím ho negativně ovlivňují. Jde především o nedostatečnou zásluhovost, kdy část studentů parazituje na práci zbytku týmu. Dalším faktorem značně ovlivňujícím budoucí postoje k týmové práci je nesoulad mezi deklarovanou strukturou vedení a faktickým stavem. Studenti obecně považují nástroje pro podporu spolupráce za přínosné a s pozitivním vlivem na kvalitu

finálních výstupů. Na druhou stranu je jen v malém procentu poskytnuta informace od vyučujícího o existujícím SW.

Na základě provedeného průzkumu lze doporučit další posílení pravomocí vedoucího na jednotlivých předmětech, posílit vazbu odpovědnosti jednotlivých členů za určité části práce a tím v očích studentů dosáhnout spravedlivějšího hodnocení jejich podílu na výstupu. Jako efektivní se jeví vložení krátkého bloku do některého z povinných předmětů v bakalářském programu s úvodem do metod práce v týmu, jeho řízení, SW nástrojích pro podporu týmové práce a metodách vedení lidí. Zároveň lze doporučit pro studenty vyšších ročníků vložení krátkého bloku se zaměřením na prohloubení schopnosti vedení/participaci v týmu, dynamiku týmové práce a pravidla spolupráce. Jako vhodná se také jeví kombinace hlavní specializace s vhodnou vedlejší specializací (např. Manažerská sociologie a psychologie).

Literatura

- [1] Figl, K., Motschnig, R.: *Researching the Development of Team Competencies in Computer Science Courses*. IEEE, New York 2008.
- [2] Puro, S., Suen, H.: *Designing a Multi-Faceted Metric to Evaluate Soft Skills*. ASSOC COMPUTING MACHINERY, New York 2010
- [3] Summer, M., Molka-Danielsen, J.: *Global IT Teams and Project Success*. ASSOC COMPUTING MACHINERY, New York 2010

Summary

Mapping of Teamwork in Selected Courses of Department of Information Technologies

This paper presents results of research focused on ways how students of selected courses participate in teams. In first part some hypothesis are verified, in second part are discussed other interesting results. Finally there are expressed some thoughts and recommendations for possible improvements in team work experience.

Vztah řízení dat k ostatním oblastem řízení informatiky

David Pejčoch

Doktorand oboru Informatika

Abstrakt. Se stále rostoucím objemem zpracovávaných dat ve firmách se do popředí zájmu manažerů dostala problematika datové kvality a s ní otázka jakou míru požadovaných vlastností mají data splňovat. Data však přes svůj bezesporný význam nejsou jediným klíčovým aktivem firmy. Rovněž tak otázka řízení dat není zcela oddělena od ostatních oblastí řízení. Tato práce naopak poukazuje na jejich úzkou provázanost. Současně usiluje o komplexní popis dopadu vlastností dat, ať již přímo nebo prostřednictvím ostatních oblastí řízení, do metrik výkonnosti IT. K demonstraci těchto „kauzalit“ používá modifikaci přístupu nazývaného Fuzzy Cognitive Maps.

Klíčová slova: data management, řízení informatiky, datová kvalita, metriky výkonnosti, kauzální mapy

1 Úvod

Se stále rostoucím objemem zpracovávaných dat ve firmách i státních organizacích narostl jejich význam, co by nutného zdroje jak pro běžný provoz instituce, tak i pro analytické úlohy a reporting (souhrnně business intelligence). Prof. Zelený svého času publikoval práci [10], která do značné míry vysvětluje důvod, proč má smysl zabývat se kvalitou těchto dat. Vychází z konceptu tzv. pyramidy znalostí, která demonstruje vztah dat, informací, znalostí a vizí. Mám-li špatná data (neúplná, chybná, roztroušená, ...), nemohu očekávat, že je budu interpretovat správně a získám správné informace. Na jejich základě nemohu získat správné znalosti a v jejich důsledku vytvořím chybné vize. Pokud jednotlivým úrovním pyramidy přiřadíme význam systémů, které s danou úrovní pracují (provozní systémy, MIS, expertní systémy, systémy pro podporu strategického rozhodování), dospějeme k poznání, že problematika datové kvality není v kontextu celé firmy a dokonce ani v kontextu řízení informatiky osamocena, bez jakékoliv interakce s ostatními aktivy a dalšími oblastmi řízení.

Tato práce staví na hypotéze, že stav dat se promítá na základě kauzálních závislostí do stavu ostatních korporátních aktiv, např. do finančních aktiv, prostřednictvím nákladů na správu a uložení duplicitních záznamů. Při modelování těchto „kauzalit“ se opírá o koncept Fuzzy Cognitive Maps publikovaný např. ve sborníku [2].

V souvislosti s datovou kvalitou se zpravidla hovoří o naplňování požadované míry vlastností dat. Jakou míru, lze ale považovat za dostatečně kvalitní? Je vždy bezpodmínečně nutné dosáhnout stoprocentní kvality? Je nutné řídit datovou kvalitou u všech datových atributů a všech jejich vlastností? Jedním z cílů této práce je ukázat, že je možné nalézt rozumný kompromis vyvažující současné i potenciální přínosy plynoucí z konkrétní úrovně vlastností dat s náklady na dosažení požadované úrovně vlastností.

Použití kauzálních map pro tento účel představuje dosud ojedinělý přístup. V tuzemské literatuře je mému přístupu nejbližší [3], jenž pomocí tzv. kauzálního stromu identifikuje příčiny stávajících nedostatků firmy. [5] zmiňuje vytvoření mapy příčin a následků mezi metrikami v jednotlivých oblastech řízení a jejich namapování na metriky ostatních částí podniku, čímž popisuje téma v této práci zmíněné pouze okrajově a vlastně na ni navazuje. [4] a [7] sice uvádějí hledání příčin vzniku datových defektů, avšak bez použití kauzálních map. Nejaktuálnější prací na téma kauzálních map je v současné době sborník [2]. Z praktického užití relevantního pro řízení IT popisuje řízení rizika implementačních chyb při realizaci IT projektů a zjišťování faktorů předurčujících spolehlivost vytvářeného software. Zůstává však dalek od hledání kauzalit v rámci všech oblastí řízení IT.

2 Teoretické pozadí

2.1 Oblasti řízení IT a jejich metriky výkonnosti

Aby bylo možné zmapovat dopad vlastností dat do metrik výkonnosti ostatních oblastí řízení IT, je nejprve třeba tyto oblasti vymezit. Pro tyto účely vycházím z referenčního modelu řízení informatiky ITGPM (IT Governance and Performance Management) publikovaného v [9], jenž předpokládá rozdělení řízení informatiky na strategickou, taktickou a operativní úroveň. V rámci těchto úrovní identifikuje 10 oblastí řízení. Podstatou strategické úrovně řízení IT je vytvoření a aktualizace celkové koncepce informatiky v návaznosti na podnikové cíle. Na taktické úrovni je řešeno řízení služeb, tj. specifikace a řízení jejich poskytování (ať již interními, či externími zdroji) a řízení zdrojů informatiky (finančních, lidských, datových a technologických). Operativní úroveň zahrnuje řízení jednotlivých realizovaných projektů a provozu.

Jednotlivým oblastem řízení lze přiřadit metriky výkonnosti. Tímto tématem se v tuzemské literatuře zabývá zejména [8]. Metrikou rozumí definovanou metodu měření, často sloužící jako ukazatel výkonnosti z hlediska stanovených cílů a nástroj pro měření efektivnosti. Jestliže primárním úkolem informatiky je fungovat jako jakési hnací kolo byznysu, logicky dospějeme k některým metrikám výkonnosti IT na strategické úrovni, zmiňovaným v české literatuře zejména v [9]. Tyto metriky vyjadřují míru pokrytí strategických podnikových cílů informatikou a míru v jaké informatika pokrývá byznys požadavky.

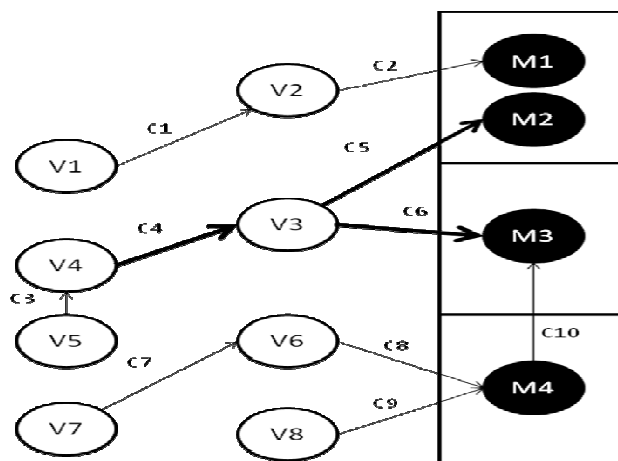
Na taktické úrovni lze jako příklad metrik uvést pracnost projektů, počet poskytovaných služeb, počet bezpečnostních incidentů, úroveň uživatelské spokojenosti, návratnost investic, náklady na informatiku nebo objem dodavatelských prostředků. Patří sem též míry požadovaných vlastností dat, jako metriky výkonnosti řízení dat. Téma vlastností dat je i s náznaky vytvoření metrik naplnění těchto vlastností poměrně obsáhle zpracováno např. v [1], [7] a [4]. Syntézou uvedených přístupů jsem získal přehled 14 základních vlastností a jim odpovídajících metrik. Vzhledem k omezenému prostoru uvedu jen příklady a případné zájemce odkážu na úplný přehled mnou publikovaný na [6]. Příkladem vlastností dat a jim odpovídajících metrik může být: důvěryhodnost (míra všeobecné akceptovatelnosti měřená např. formou interview s uživateli), unikátnost (1 – podíl nežádoucích duplicit), sémantická správnost (1 – podíl chybně přiřazených hodnot), syntaktická správnost (1 – podíl nesmyslných hodnot) nebo úplnost (1 – podíl chybně nevyplněných hodnot). Z uvedeného příkladu je zřejmé, že metriky lze rozdělit na spíše subjektivní (numericky nesnadno měřitelné) a objektivní (numericky snadno kvantifikovatelné). Mnohé z uvedených vlastností dat jsou navzájem závislé. Např. snížení sémantické správnosti dat má též za následek snížení důvěryhodnosti.

Z metrik výkonnosti na operativní úrovni lze uvést např. dobu trvání projektů nebo počty požadavků na úpravy a změny aplikací.

2.2 Popis kauzalit

Tato práce staví na hypotéze, že prostřednictvím kombinace matice užití jednotlivých datových atributů, jejich naměřených vlastností a nákladů plynoucích z konkrétní úrovně vlastností je možné zmapovat kauzální dopad do metrik výkonnosti ostatních oblastí řízení IT. Matice užití standardně představuje dvojdimenzionální zobrazení využití jednotlivých datových atributů v rámci procesů firmy. V našem případě se matice užití transformuje v čtyřrozměrnou OLAP „kostku“ složenou z dimenzí atribut, jeho užití, druh nákladů specifický pro dané užití, vlastnost dat a kalkulovaných nákladů plynoucích z naměřené úrovně vlastností v roli faktu. Z této kostky je již možné odvodit jednotlivé kauzality.

Kauzality mezi změnami metrik řízení dat a ostatních metrik výkonnosti jednotlivých oblastí řízení IT/ICT lze vyjádřit pomocí asociačních pravidel $\text{Antecedent} \approx \text{Succedent}$ ve tvaru *Název atributu: Vlastnost dat (naměřená hodnota nebo směr změny) | kvantifikátor[id kauzality] | metrika výkonnosti ostatních oblastí řízení IT/ICT(naměřená hodnota nebo směr změny)*, kde ID kauzality odkazuje na její další popis a pod kvantifikátorem si lze představit implikaci $=[\text{ID}]=>$ nebo ekvivalenci $<=[\text{ID}]=>$. Na straně antecedentu lze uvažovat konjunkci jednotlivých vlastností. Jinou, přehlednější formou, může být zobrazení pomocí kauzálních map. V tomto směru jsem se inspiroval konceptem Fuzzy Cognitive Maps (FCM) publikovaným v [2]. Kauzální mapu si lze představit jako orientovaný graf složený z uzlových bodů a jejich vazeb. Příklad kauzální mapy zobrazující vztahy C1 – C10 mezi vlastnostmi dat V1 – V8 a metrikami výkonnosti IT M1 – M4 znázorňuje obrázek č. 1. FCM představuje v pojetí [2] kombinaci fuzzy logiky a neuronových sítí. Fuzzifikace umožňuje všechny části kauzální mapy popsat prostředky přirozeného jazyka. V mém pojetí se vzhledem k předpokládanému nedostatku dat pro naučení sítě jedná primárně o přístup abstrahující od metod strojového učení. Pravidla, na jejichž základě je možné sestavit kauzální mapu, lze získat primárně ze zkušenosti, měřením, dotazníkovým šetřením nebo formou interview s uživateli dat.



Obrázek 1. Grafická forma zobrazení kauzalit

Tato práce uvažuje tři možné alternativní scénáře řešení úrovně naměřených vlastností dat a jejich dopadu do metrik výkonnosti IT: 1/ ponechání status quo, 2/ jednorázové vyřešení nekvalitních dat, 3/ koncepční řešení. U všech tří variant je možné vytvořit kauzální mapu dopadu do metrik výkonnosti a rozhodnout, kterou z nich je vhodné realizovat. Na tomto místě je nutné zmínit, že zlepšování úrovně vlastností dat má vždy kromě přínosů současně negativní dopad do řízení ekonomiky IT formou nákladů vynaložených na kvalitní data. V této fázi úvah je též účelné zakomponovat hledisko výnosů z daného užití dat. Tím se ale v úvahách dostáváme k úvodem naznačené provázanosti na metriky výkonnosti podniku. Teoreticky není též nutné se držet tří uvedených scénářů a je možné použít kauzální model pro kalibraci optimální míry vlastností vybraných atributů tak, aby dopad do jednotlivých metrik výkonnosti byl co nejpříjemnější. Naznačený způsob využití kauzálního modelu ale již přesahuje rozsah této práce.

3 Reálný příklad

Uvažujme nyní velmi zjednodušený příklad univerzální pojišťovny poskytující tři skupiny pojistných produktů: 1/ neživotní pojištění, 2/ životní pojištění, 3/ pojištění cestovních a léčebných výloh. Pro každou skupinu má pojišťovna zvláštní provozní systém pro správu smluv. Správa inkasa je od těchto systémů oddělena a zcela nezávisle probíhá též evidence zaměstnanců. Pojišťovna nemá vytvořenou unifikovanou bázi partnerů evidovaných v jednotlivých systémech. Vedení pojišťovny usoudilo, že by se mělo zaměřit na klienta, místo na smlouvu / produkt. Vytvořilo CRM oddělení, které mělo pohled na klienta zajistit, zanalyzovat propojištěnost, vytvořit prediktivní modely pro budoucí cross-sell a navrhnout způsob efektivního vytěžení stávajícího kmene. Rovněž mělo vytvořit segmenty podle hodnoty klienta sloužící pro odlišení úrovně servisních služeb.

Před započítím analýz proběhla rychlá profilace dat, která zjistila, že v provozních systémech je s každou vloženou smlouvou nepatrně se lišící adresou klienta založen klient nový. Nejen mezi systémy, ale i v rámci jednotlivých systémů se tak vyskytují mnohonásobné duplicity. V mnoha případech chybí údaje o rodném čísle, IČO, telefonu, emailu. Korespondenční adresy nejsou verifikovány proti adresnímu registru a doručitelnost na adresy není centrálně sledována. Již na první pohled některé adresy vykazují zřejmou nekonzistenci atributů obec a PSČ.

Ředitel marketingu, pod kterého CRM spadalo, přednesl výsledky předběžných analýz vedení a to mělo rozhodnout mezi třemi variantami řešení: 1/ připustit, že za dané situace není možné požadované projekty realizovat, 2/ zadat CRM, aby ve spolupráci s IT jednorázově nechalo databázi verifikovat, obohatit o externí zdroje, unifikovat a deduplikovat, 3/ zvážit možné budoucí efekty koncepčního řešení vytvářejícího jednotný pohled na klienta.

Uvažujme ve zjednodušené formě, že výše popsaná úloha pracuje pouze s atributy jméno, příjmení, IČO, rodné číslo, telefon, mobil, email, ulice, číslo popisné, číslo orientační, obec, PSČ, identifikátor produktu, identifikátor smlouvy, marže na ročním přijatém pojistném, platnost smlouvy a role partnera na smlouvě. Jako možná užití těchto atributů byla identifikována unifikace klienta (využití IČO / RČ, jméno, příjmení), propensitní modely predikující koupi nového produktu ke stávajícímu (nově odvozený identifikátor unikátního klienta, číslo smlouvy, platnost smlouvy, identifikátor produktu), přímé kampaně (skóre propensitního modelu, údaje adresy a kontaktní údaje), segmentace servisních procesů podle hodnoty klienta (nově odvozený identifikátor unikátního klienta, marže, nově odvozené skóre propensitních modelů pro predikci budoucích peněžních toků).

Firma zjistila, že má 1 mil. klientů s jedinečným IČ / RČ s aktivní smlouvou a u nich má evidováno pouze 100 tis. mobilních telefonů. Míra úplnosti (1 - podíl chybně nevyplněných hodnot) je v tomto případě 0,1. Mobilní telefonní kontakty může pojišťovna použít jednak pro kampaňové upomínání nezaplaceného pojistného, jednak pro follow-up ostatních kampaní formou SMS. Uvažujeme situaci, že pojišťovna by mohla SMS formou upomínat produkty havarijního pojištění, pojištění odpovědnosti z provozu motorového vozidla a pojištění domácnosti. Náklady ušlé příležitosti při ponechání status quo lze spočítat jako rozdíl násobků míry response, počtu upomínaných smluv, průměrného pojistného za jednotlivé produkty při rozumné míře úplnosti a skutečné míře úplnosti. Uvažujeme průměrné pojistné havarijního pojištění 7 tis., povinného ručení 4 tis. a pojištění domácnosti 2,1 tis., míru v níž klient zaplatí 37,5%, optimální míru vyplnění mobilního telefonu 60% a dále uvažujeme, že za každý produkt bude upomínáno ročně 5 tis. smluv. Potom při vyplněnosti 60% firma dodatečně získá 15,3 mio Kč, zatímco při míře 10% pouze 2,5 mio. Kč. V případě ostatních kampaní uvažujeme situaci, že firma zamýšlí oslovit ve čtyřech vlnách 60 tis. klientů majících povinné ručení s nabídkou úrazového pojištění. Pojišťovna ví, že bez follow-up se míra response pohybuje okolo 1%, zatím co při jeho realizaci vzroste response na 2%. Při průměrném ročním pojistném 2,4 tis. tak v případě, že follow-up může realizovat pouze v 10%, získá za rok z této kampaně 1,3 mio Kč, zatím co při možnosti použít SMS follow-up by potenciálně získala o 360 tis. více.

Nyní uvažujeme situaci, kdy se firma rozhodla situaci jednorázově vyřešit. IT oddělení rozšířilo provozní korespondenci o přílohu vyzývající klienta k uvedení mobilního čísla jako specifického symbolu následující platby pojistného. Pomocí této akce se podařilo doplnit mobilní telefony u 60 % klientů. Jednorázové náklady na přílohu činily 900 tis. Kč.

Jako poslední uvažujeme situaci, že firma myslela do budoucna a rozhodla se ke koncepčnímu řešení. Rozšíří vstupní kontroly do provozního systému tak, aby bylo možné reportovat míru výskytu chybějících mobilních čísel. Pokud míra vyplněnosti u jednotlivých obchodníků v průměru poklesne pod 60%, bude přikročeno k odebrání části provize. Tato úprava provozního systému si vyžádala dodatečné náklady ve výši 100 tis. Kč.. Porovnání přínosů všech tří variant zachycuje tabulka č. 1.

První variantu lze popsat pomocí pravidla *Mobilní telefon: úplnost (0,1) = [1] => reputace IT (-) AND ROI implementace nástroje na kampaně (-)*. Druhou variantu lze popsat pomocí pravidla *Mobilní telefon: úplnost (0,6) = [2] => Náklady na informatiku (-) AND Míra pokrytí byznysu IT (+)*. Třetí variantu potom pravidlem *Mobilní telefon: úplnost (0,6) = [3] => Objem dodavatelských kapacit (-) AND Náklady na informatiku (-) AND Míra pokrytí byznysu IT (+) AND Míra uživatelské spokojenosti (-)*. K úbytku uživatelské spokojenosti u třetí varianty dojde vlivem dodatečné zátěže obchodní služby při zjišťování a typování hodnot atributu mobilní telefon.

Tabulka 1. Porovnání nákladů a přínosů tří variant řešení

	Zachování status quo	Jednorázová náprava	Koncepční opatření
Oportunitní náklady	13,1	0,0	0,0
Přímé náklady	0,0	0,9	0,1
Výnosy	3,9	17,0	17,0
Zisk	-9,2	16,1	16,9

4 Závěr

Vztah vlastností dat k ostatním oblastem řízení informatiky lze popsat pomocí asociačních pravidel a znázornit pomocí kauzálních map vytvořených na základě kombinace užití jednotlivých datových atributů, metrik datové kvality a nákladů plynoucích z dané úrovně kvality. Na straně antecedentu se jedná často o více vlastností spojených konjunkcí. Vztah vyjádřený pravidlem lze kvantifikovat jednak matematicky (např. pomocí diferenciálních rovnic), jednak ve zjednodušené formě pomocí přirozeného jazyka.

Tato práce poskytuje návod pro realizaci datového auditu, který nekonstatuje pouze suše fakt, že firma má nekvalitní data, ale pomáhá určit, vlastnosti jakých dat má smysl řídit a o jakou úroveň těchto vlastností je třeba usilovat, aby bylo dosaženo efektivního vynaložení nákladů. S rostoucím počtem projektů realizovaných pomocí tohoto přístupu bude možné vytvořit bázi obecných pravidel sloužících jako návod pro implementaci Data Governance v dané vertikále. Námětem pro další výzkum je protažení kauzalit až na úroveň metrik výkonnosti podniku.

Literatura

- [4] Batini, C., Scannapieco, M.: *Data Quality: Concepts, Methodologies and Techniques*. Springer-Verlag, Berlin 2006.
- [5] Glykas, M.: *Fuzzy Cognitive Maps: Advances in Theory, Methodologies, Tools and Applications. Studies in Fuzziness and Soft Computing*, Volume 247. Springer-Verlag, Berlin Heidelberg 2010.
- [1] Chocholatý, D.: Úskalí měření vztahu mezi výkonností ICT a výkonností organizace jako celku. *Systémová integrace*, 4/2007 84 - 94.
- [2] McGilvray, D.: *Executing Data Quality Projects: Ten Steps to Quality Data and Trusted Information*. Morgan Kaufmann, Burlington 2008.
- [3] Novotný, O.: *Měření výkonnosti podnikové informatiky – teorie a praxe* [online]. 3.1.2007 [cit. 2011-01-28]. Dostupný z WWW: <<http://businessworld.cz/reseni-a-realizace/mereni-vykonnosti-podnikove-informatiky-teorie-a-praxe-3583-p3830>>.
- [4] Pejčoch, D.: *Vlastnosti dat a způsob jejich měření* [online]. 24.1.2011 [cit. 2011-01-29]. Dostupný z WWW: <<http://www.dataquality.cz/clanky/vlastnosti-dat-a-zpusob-jejich-mereni.inc>>.
- [5] Redman, T.: *Data Quality: The Field Guide*. Butterworth-Heinemann, Boston 2001.
- [6] Učeň, P.: *Zvyšování výkonnosti firmy na bázi potenciálu zlepšení*. Grada, Praha 2008.
- [7] Voříšek, J. a kol.: *Principy a modely řízení podnikové informatiky*. Oeconomica, Praha 2008.
- [8] Zelený M.: Management Support Systems: Towards Integrated Knowledge Management. *Human Systems Management*, Vol. 7 no. 1 (1987) 59 – 70.

Summary

Relationship of Data Management to Other Areas of Management of Informatics

Relationship between data characteristics and other areas of IT management can be described by association rules and graphically illustrated with causal maps using a combination of data attributes, data quality metrics and costs resulting from a given level of quality. Relationship rule can be expressed both mathematically (eg. using differential equations), and in a simplified form of natural language. This paper provides guidance on carrying out a data quality assessment which helps to determine what data it makes sense to manage and what level of these properties should be pursued to achieve cost-effectivity. With the growing number of projects implemented using this approach knowledge base of the general rules will be created. This base can be used as a guideline in the future implementation of Data Governance in the verticals. Ideas for further research is stretching causalities to the level of business performance metrics.

IT Governance

Miloš Sonták

Doktorand oboru Informatika

Abstrakt. Cílem práce je popsat návrh řízení IT ve středních a malých organizacích, aby naplnily cíle a obecné požadavky IT Governance. Protože velká část středních a malých firem neví, jak se k IT projektům a investicím postavit a nadefinovat procesy tak, aby je byla schopna řídit, jsou nutná pravidla a vnitřní předpisy v organizaci, které by je stanovovali.

Klíčová slova: IT Governance, COBIT, VAL IT, investice v IT.

1 Úvod

Práce popisuje metodiku a postupy, které sledují přidanou hodnotu IT a investice do něj. Toto popisuje metodika VAL IT, která rozšiřuje metodiku COBIT. Dalším cílem práce, je dodržení business continuity, aby nové projekty nenarušily chod firmy a přechod k novým postupům byl plně koordinovaný.

V posledních letech došlo k výraznému nárůstu investic do IT. Dříve probíhalo rozhodování o investicích a rozvoji především na úrovni vedení IT v organizaci a hlavní management neznal přesné cíle a přínosy těchto projektů. Pozornost směřovala na jednotlivé projekty a neřešily provázanosti mezi těmito projekty. Z těchto důvodů docházelo k plýtvání zdrojů a ztrátám, aniž by z nich podnik měl výhody. Objevovaly se ovšem i projekty, kdy díky dobře využití investici do IT přinesly větší benefity než management společnosti očekával.

Nejnovějším trendem v řízení ICT projektů a IT služeb je zavedení specifického strategického plánování a organizování investic do IT služeb tak, aby implementace a provoz těchto služeb byl nákladově efektivní a vedl k naplnění očekávání a potřeb businessu – tj. aby investice provedené do ICT služeb přinášely businessu požadovanou přidanou hodnotu v podobě podpory business procesů a umožňovaly tak dosažení business cílů. Ideálním způsobem jak splnit všechny uvedené požadavky, je implementace principů IT Governance. IT Governance je zastřešujícím přístupem pro všechny úrovně řízení ICT – významnou přidanou hodnotou je propojení IT se zbytkem organizace. Proto se společnost ITGI vytvořila postupy a doporučení, které jsou formulované v metodice Val IT. Cílem metodiky Val je doplnit v některých oblastech již existující metodiku COBIT o další specifické postupy, které zvýší způsobilost při rozhodování o investicích do IT.

2 Použité metody

Základními použitými metodikami jsou COBIT 4.1 [1], nově připravovaný COBIT 5.0 [2] a VAL IT, Balanced scorecard

2.1 Bližší specifikace metod

2.1.1 COBIT

Metodika COBIT, je především procesně orientovaný nástroj určený pro rozvoj IT Governance, který se opírá o soubor všeobecně akceptovaných nejlepších zkušeností pro využití informací a nasazení informačních a komunikačních technologií. Doporučované postupy a procesy přispívají ke sladění dlouhodobé podnikové strategie s účelným rozvojem využití informačních a komunikačních technologií a snižují rizika, která souvisejí s nasazením, provozem a používáním IT v podniku.

Cílem metodiky je propojení principů obecného řízení organizace s pravidly, která jsou uplatňována v prostředí IT. Metodika vychází z nejlepších zkušeností a při její tvorbě byl využit širší okruh zdrojů včetně např. COSO (Committee of Sponsoring Organizations), ITIL (IT Infrastructure Library), ISO/IEC 27000, CMMI (Capability Maturity Model Integration), PMBOK (Project Management Body of Knowledge) a dalších. V současnosti je platná verze 4.1 z jara roku 2007, Aktuálně se připravuje verze 5.0.

2.1.2 Val IT

Val IT je rámec IT Governance, který vydal IT Governance Institute (ITGI). Stanovuje řadu hlavních postupů a procesů, které umožňují managementu realizovat hodnotu z IT investic. Autoři této metodiky chtějí spojit IT

investice s dopady technologií do organizace. Cílem Val IT je právě zajištění návratnosti investic vložených do IT za přijatelných transparentních nákladů a se známými riziky a přínosy.

Val IT rozšiřuje a doplňuje metodiku COBIT, která poskytuje komplexní kontrolní rámec pro IT Governance. Val IT se zaměřuje na investiční rozhodování a realizaci výhod zatímco COBIT je zaměřen na provedení.

Pro racionální řízení je významné, aby management organizace parametry řízení přidané hodnoty IT nejenom nastavilo, ale aby se i pravidelně zajímalo, zda je dosahováno plánovaných výsledků a očekávání. Při důsledném sledování výsledků, je pak možné predikovat další umístění investic v IT.

V současné době je nejvíce pozornosti se v této oblasti věnuje přípravě tzv. investiční rozvahy - business case, která by měla doprovázet přípravu každé investiční akce do IT, a která by měla obsahovat všechny potřebné informace. Za ně jsou považovány především následující údaje:

- zhodnocení záměru dané investiční akce s podnikovou strategií,
- zhodnocení očekávaných finančních výnosů,
- zhodnocení očekávaných nefinančních výnosů investiční akce,
- zhodnocení rizik investiční akce.

Všechny tyto údaje a jejich vzájemné srovnání jsou důležité pro přijetí kvalitního investičního rozhodnutí. Investiční rozvaha má svůj význam i pro sledování postupu realizace investice a závěrečné zhodnocení, zda se původní očekávání podařilo naplnit.

2.1.3 Ukazatele

Další z dříve hojně používaných ukazatelů v rámci IT byly například ROI či TCO.

ROI čili návratnost investice, stejně jako TCO (Total Cost of Ownership) - celkové náklady na pořízení a držení, lze využít snad v libovolné oblasti lidského počínání. Základním rozdílem mezi ROI a TCO je jednotka, ve které je uváděna výsledná hodnota.

ROI je poměrovým ukazatelem, je proto uváděna v procentech.

TCO je sumou veškerých nákladů, uvádí se v korunách nebo v jiné sledované měně.

V porovnání s VAL IT se jedná pouze o ukazatele, které mají pouze finanční smysl a již neinterpretují další benefity pro organizaci.

3 Provedené experimenty

Aplikace metodiky probíhá v menší finanční instituci, které nově rozvíjí.

Val IT rozeznává určité kategorie projektů, které jsou řízeny a vyhodnocovány podle svých charakteristik odlišně. V praxi můžeme rozlišit dvě základní kategorie projektů, povinné vyplývající z povinnosti vyhovět určitým vládním regulacím (BASEL II atd.) a projekty přinášející hodnoty.

Zatímco první kategorie projektů často zvyšují pouze byrokracii, musí jim však být vyhověno, protože to vyžaduje legislativa. Tento typ projektu je aplikován i na finanční instituci, kde probíhá experiment.

Druhá kategorie projektů je mnohem důležitější, protože právě ty by měly přinášet benefity a na rozhodování o investicích a jejich hodnocení by měl být kladen největší důraz.

Val IT definuje klíčové metriky pro vyhodnocování a rozhodování o investicích do IT, tak aby bylo možné efektivně provádět korekční akce v případě změn jejich ukazatelů. Val IT definuje jasné zodpovědnosti za realizaci benefitů mezi všechny účastníky, které se na IT projektech podílejí, od nejvyššího vedení až po operativní řízení. Val IT dále požaduje, aby všechny jeho klíčové procesy byly kontinuálně měřeny, vyhodnocovány a zlepšovány. Tyto dokumenty a další náležitosti slouží jako klíčový materiál managementu organizace, na základě kterých se rozhodne o dalších krocích.

Za účelem zajištění monitorovacího a kontrolního rámce dochází k použití metody Balanced scorecard, která využívá své jednoduchosti a svého rozdělení na 4 domény pro účelné měření.

Každá organizace se k investicím do IT staví rozlišně. V případě velkých organizací je trendem snižovat náročnou byrokracii a snižování času Time to Market, aby bylo možné co nejrychleji dané produkty prodávat.

Cílem řízení portfolia IT je zajistit, aby organizace udržovala své optimální a vyvážené portfolio IT, které jasně definuje soustavu programů, projektů, služeb, zdrojů a dalších aktiv IT. Portfoliem IT je pak myšlena

vyvážená soustava, která zohledňuje cíle a priority podniku, a která je logicky rozvíjena v souladu s dlouhodobými potřebami podniku a s podnikovou strategií.

Struktura projektů v organizaci dle VAL IT:

- Povinné – podléhající regulaci
 - o Pro finanční organizaci BASEL II
 - o Zákony v rámci ČR a EU
 - o Zákon o spotřebitelském úvěru a jeho dopady do IT
- Investiční projekty IT
 - o Program IS
 - Vývoj nového informačního systému
 - Vývoj dokument management systému
 - o Program Hardware
 - Nové telefonní ústředny
 - Virtualizace PC

4 Závěr

Řízení IT a metodiky jsou stále častěji skloňované pojmy. Metodika COBIT poskytuje referenční model 34 informatických procesů, u kterých definuje měřítko, která má daný proces splňovat. COBIT se zaměřuje primárně na procesy, ale již nezohledňuje hodnotu investic a peníze investované do IT. Toto si dala za úkol metodika Val IT, která rozšiřuje COBIT právě o pohled investic a přidané hodnoty IT. V dnešní době je důležitou vlastností IT rychlost dodávek, které následně podporují obchod.

Literatura

- [1] Isaca. *Isaca : COBIT 4.1* [online]. 2010. 2010 [cit. 2011-02-02]. Dostupné z WWW: <<http://www.isaca.org/Knowledge-Center/COBIT/Pages/Overview.aspx>>.
- [2] Isaca. *Isaca* [online]. 2011. 2011 [cit. 2011-02-02]. Dostupné z WWW: <<http://www.isaca.org/Knowledge-Center/COBIT/Pages/COBIT-5-Initiative-Status-Update.aspx>>.
- [3] Building the Business Case for COBIT® and Val IT™. In ISACA. *Building the Business Case for COBIT® and Val IT™ Executive Briefing* [online]. 2009. [s.l.] : [s.n.], 2009 [cit. 2011-02-20]. Dostupné z WWW: <<http://www.isaca.org/Knowledge-Center/Research/Documents/Build-Bus-Case-COBIT---Val-IT-Exec-Brief-17June09-Research.pdf>>.
- [4] HORNÍK, Jiří. *Metodika COBIT 4.0 a její vazby na audit* [online]. [s.l.], 2007. 11 s. Seminární práce. Česká zemědělská univerzita v Praze. Dostupné z WWW: <http://info.lu2.name/soubory/Metodika_COBIT_4_650.0_a_jeji_vazby_na_audit.pdf>.
- [5] GRASSEOVÁ, Monika, et al. *Procesní řízení ve veřejném i soukromém sektoru*. první. [s.l.] : Computer Press, 2008. 272 s. Dostupné z WWW: <978-80-251-1987-7>.
- [6] NOVÁK, Luděk; SVOJANOVSKÝ, Petr. *Anect blog* [online]. 16.12.2009 [cit. 2011-02-15]. Přehled metodik pro strategické řízení IT. Dostupné z WWW: <<http://www.anect.com/blog/ze-sveta-ict/prehled-metodik-pro-strategicke-řízení-it/>>.

Summary

IT Governance

The primary goal is to describe the design of IT in small and medium organizations to fulfill the objectives and general requirements of IT governance. Because a large portion of small businesses do not know how to IT projects and investments to build and define processes so as to be able to manage, requires rules and regulations internal to the organization that would impose on them.

Projektové metodiky z pohledu týmové práce

Jiří Svoboda

Doktorand oboru Informatika

Abstrakt. V tomto článku se zabývám vztahem projektových metodik k řízení lidských zdrojů a zejména týmové práci. Vybraným zástupcem tradičních metodik je metodika PMBOK, která má pro tuto oblast vyčleněn samostatný proces Řízení lidských zdrojů. Přístup agilních metodik, které vznikly i z důvodu nespokojenosti s přístupy k lidskému faktoru v tradičních metodikách, ukazují na příkladu extrémního programování, kde řízení lidí a práce s týmem prolíná celou metodikou. Z uvedeného porovnání vyplývá, že si důležitost řízení lidských zdrojů uvědomují autoři obou uvedených metodik.

Klíčová slova: extrémní programování, PMBOK, projektová metodika, tým, týmová práce

1 Úvod

Pro řízení projektů vznikla celá řada metodik. Některé metodiky nabízejí rozsáhlý a komplexní popis procesu projektového řízení a je možné je vzít za vzor pro procesní implementaci projektového řízení v organizaci, jiné se spíše zaměřují na rychlost doručení projektu a práci projektového týmu.

Mezi nejvýznamnější metodiky první skupiny, které v tomto článku nazývám tradičními, patří metodika PMBOK americké organizace PMI a britská, původně vládní, metodika PRINCE2. Druhou skupinou jsou metodiky agilní, kde mezi nejvýznamnější představitele patří SCRUM a extrémní programování, kterému se budu věnovat v tomto článku.

V současném vysoce konkurenčním podnikatelském prostředí je při realizaci projektů jedním z nejdůležitějších faktorů co nejkratší čas doručení. Toho lze dosáhnout navýšením rozpočtu projektu a najmutím více pracovníků, snížením kvality nebo zmenšením požadované funkcionality. Finančních prostředků obvykle nemá žádná firma nazbyt a snižování kvality je rovněž problematické. Zbývá tedy otázka výkonnosti a efektivnosti, přičemž významný potenciál pro zvýšení výkonnosti vidím v týmové práci, potažmo práci s lidským faktorem v projektech. Proto je tématem tohoto článku vztah zástupců tradičních a agilních projektových metodik k týmové práci a lidskému faktoru vůbec.

2 Agilní a tradiční přístupy

Agilní metodiky se začaly významněji prosazovat po roce 2001, kdy proběhlo setkání významných vývojářů a analytiků v americkém Utahu. Výsledkem tohoto workshopu byl dokument nazvaný „Manifesto for Agile Software Development“ obsahující základní společné hodnoty a přístupy.

Metodika PMBOK, kterou řadím mezi tradiční, se rozvíjí od osmdesátých let minulého století, v roce 1984 byli podle této metodiky certifikováni první projektoví manažeři.

Zatímco u tradičních metodik jsou často zdůrazňovány hodnoty uvedené v tabulce 1 v pravém sloupci, pro metodiky agilní jsou nejdůležitější hodnoty uvedené vlevo.

Tabulka 5. Základní hodnoty agilních metodik[4]

Agilní řízení	Tradiční řízení
jednotlivci a spolupráce	procesy a nástroje
fungující software	obsáhlá dokumentace
spolupráce se zákazníkem	vyjednávání o smlouvě
vyrovnání se se změnami	dodržení plánu

Preferované hodnoty agilních metodik jsou na první pohled velmi pragmatické, silně orientované na lidský faktor a produkt, který je cílem každého projektu, oproti tomu tradiční metodiky jsou obvykle více zaměřené na procesy a průběh projektu.

3 Extrémní programování

Axiomem extrémního programování, jehož autorem je významný programátor a analytik Kent Beck, je myšlenka, že jediným exaktním, jednoznačným, měřitelným a nezpochybnitelným zdrojem informací je zdrojový kód [1]. Samotný zdrojový kód a zejména jeho kvalita je kriticky závislá na pracovnících, kteří kód vyvíjejí. Produkt a lidé jsou tedy základní dva stavební kameny extrémního programování (dále označovaného jako XP).

3.1 Základní hodnoty a principy

Metodika XP je založena na několika základních hodnotách[1].

Komunikace, bývá prvotní příčinou mnoha problémů a zpoždění. U XP je na fungující komunikaci postaveno celé fungování metodiky. Proto se zaměřuje na podporu komunikace a odstraňování bariér (např. strach z postihu, averze). Mezi používané nástroje kriticky závislé na komunikaci patří párové programování, společné vlastnictví kódu a plánovací hra.

Jednoduchost aneb děláme věci tak jednoduše, jak je to možné, vyvíjíme jen to, co je skutečně potřeba v tuto chvíli.

Zpětná vazba brzdící častý programátorský optimismus, zahrnující aktuální stav vývoje, jeho průběh, stav projektového týmu, požadavků zákazníka.

Odvaha k prosazení na první pohled problematických řešení typu zahazení dosavadního kódu a nový start.

Respekt je klíčovou hodnotou. Jednotliví členové týmu by se měli zajímat jeden o druhého, o to co kdo dělá a o projekt. Musí pracovat opravdu týmově, jinak metodika nebude fungovat.

Zajímavý přístup má XP k dokumentům a formalizaci vůbec, nedefinuje téměř žádné povinné dokumenty, mezníky ani kontrolní body. Vše je založeno na přímé komunikaci nad zdrojovým kódem.

Tým je zodpovědný za výsledek a měl by být schopen operativního rozhodování. Samostatně provádí plánování, realizaci, řízení a kontrolu, což jsou kompetence, které obvykle zastává vedoucí týmu. Aby se tým mohl dostat do této žádoucí fáze, je nutné dbát na správné obsazení týmových rolí důležitých pro jeho vnitřní fungování.

Týmy by měly fungovat na těchto principech:

- *Motivovaní pracovníci*, práce by měla vývojáře zajímat a bavit, je důležité jejich ztotožnění se způsobem vývoje a jeho cíly. Významná je jak vzájemná důvěra mezi členy týmu, tak i k okolí týmu – vlastní firmě a zejména zákazníkům.
- *Nejlepší způsob komunikace je osobní*, vzájemný respekt a důvěra umožňují používat méně formální komunikaci, která je zpravidla efektivnější. Preferovaná je osobní komunikace a uspořádání pracovního prostředí odstraňující potenciální bariéry.
- *Každodenní spolupráce mezi lidmi z byznysu a vývojáři* podporuje otevřenou komunikaci a zabraňuje vzniku nedorozumění a vzájemnému nepochopení, zákazník by měl být členem vývojového týmu.
- *Dlouhodobý vývoj probíhá udržitelnou a konstantní rychlostí*. Tento princip míří proti dlouhodobému přetěžování. Je důležité znát výkonnost a rychlost jakou je schopen tým pracovat. V pravidelných intervalech by se měla provádět reflexe práce celého týmu a na jejím základě navrhnout opatření vedoucí ke zlepšení a dosažení vyšší efektivity.

3.2 Týmové role v XP

Pro správné fungování týmu je velmi důležité jeho složení. Pokud chceme sestavit výkonný a samostatně fungující tým, musí mít nejen dostatečné odborné znalosti, ale také musí být vhodně složen z pohledu týmových rolí, které jednotliví členové v týmu zastávají.

Podle metodiky XP by v každém týmu měly být zastoupeny role orientované na vnitřní fungování a řízení týmu (pozorování, sladování, stimulace, předcházení a řešení konfliktů apod.), které jsou následující:

- *Kouč* sleduje a analyzuje chování a komunikaci v rámci týmu, zaměřuje se na podporování efektivního fungování týmu; měl by mít zároveň technické znalosti a podporovat technický proces vývoje (i když to není metodikou nutně vyžadováno). Kouč by měl vést tým k tomu, aby samostatně prováděl správná rozhodnutí a jeho role se pomalu vytrácí s tím, jak tým vyzrává.
- *Stopař* detailně sleduje stanovené metriky a informuje o jejich vývoji ostatní, monitoruje každodenní průběh projektu, stanovuje časové odhady a analyzuje příčiny případných zpoždění.
- *Velký šéf* je garantem použití XP metodiky, měl by stimulovat pracovníky a podporovat tým, ale i umět zasáhnout, pokud se tým pohybuje špatným směrem nebo se dostal do slepé uličky.

Dále by v týmu měly být obsazeny i následující role.

- *Programátor* v pojetí XP není pouhý autor kódu naplňující představy analytika, musí být schopen komunikovat v rámci týmu, připravit analýzu, návrh a provádět testování unit.
- *Tester*, jehož úkolem je připravovat testy funkcionality společně se zákazníkem, protože základní testování provádí programátoři.
- *Konzultant* je expertem na problematiku, vstupuje do týmu v případě potřeby jeho odborných znalostí
- *Zákazník* je členem týmu, musí být do projektu zatažen, určuje funkcionality, která se má programovat a je zodpovědný za zadání.

Role kouče a stopaře může vykonávat jeden člověk. Z uvedených rolí je zřejmé, že si autor XP uvědomuje důležitost vnitřního fungování týmu, na které jsou zaměřeny některé výše uvedené role.

Potenciální nebezpečí se může skrývat v definici role kouče, která spojuje práci s týmem, sociálními vazbami a koučování s požadavkem na technické znalosti. V praxi může při hledání konkrétního člověka pro tuto roli docházet k podcenění psychologických dovedností, na kterých podle rozšířeného přesvědčení mezi technicky orientovanými lidmi nic zvláštního není, a nominaci jen na základě dostatečných technických znalostí. Absence skutečného kouče pak může být pro tým velmi citelná.

Pokud tým nepracuje tak jak má, může být potřebné změnit nějaký proces, nebo vyměnit členy týmu, pokud spolu nejsou schopni spolupracovat. V takovém případě musí přijít intervence od manažera, který by měl přesvědčit tým, že je změna potřebná.

3.3 Další aspekty řízení lidských zdrojů

Metodika XP považuje za velmi důležité pracovní prostředí, ve kterém tým pracuje. Prostor by mělo být otevřené, jednotliví členové týmu na sebe musí vidět, ideální je prostor s malými kójiemi po jeho obvodu, kam se mohou pracovníci uchýlit, pokud nechtějí být vyrušováni a chtějí mít virtuální soukromí. Počítače, na kterých se vyvíjí, by měly být uprostřed prostoru na velkém stole, čímž jsou pracující programátoři součástí veřejného prostoru, kde probíhá čilá komunikace. Nejhezčí část prostoru by měla být rezervována pro společenské místo. Samotný prostor se může měnit, experimentovat s vybavením, tak aby týmu více vyhovovalo je žádoucí.

4 Tradiční metodiky

Jako zástupce tradičních metodik jsem vybral celosvětově uznávanou metodiku PMBOK, která je rozvíjena od osmdesátých let minulého století a její aktuální verze má číslo čtyři. Metodika rozlišuje pět základních skupin procesů, které jsou definovány napříč devíti znalostními oblastmi, přičemž řízení lidí a týmu se věnuje oblast nazvaná Řízení lidských zdrojů projektu.

U velkých projektů může být zodpovědný za řízení a vedení projektu speciální tým, u menších projektů může tyto činnosti vykonávat projektový manažer nebo samotný projektový tým. Kromě procesů, které uvádím níže, PMBOK zdůrazňuje tyto aspekty řízení a vedení projektového týmu [3]:

Ovlivňování projektového týmu ve smyslu ovlivňování faktorů, které působí na pracovníky a mohou ovlivnit projekt, což zahrnuje týmové prostředí, geografické rozmístění členů týmu, komunikace se všemi, kterých se projekt týká, interní a externí politiku, kulturní oblasti a specifika organizace.

Profesionální a etické chování. Tým zodpovědný za řízení projektu musí znát etický kodex a zajistit etické chování všech jeho členů

V oblasti Řízení lidských zdrojů projektu probíhají čtyři detailně popsané procesy, u každého jsou popsány jeho vstupy a výstupy, včetně jejich návazností na další procesy projektového řízení [3].

4.1 Vytvoření plánu lidských zdrojů

Výstupem tohoto procesu je plán lidských zdrojů zahrnující identifikaci a dokumentaci projektových rolí, zodpovědností, požadovaných znalostí a plánování čerpání zdrojů. Tyto aktivity by měly být koordinovány s probíhajícími jinými činnostmi v okolí projektu, měly by počítat s omezenou dostupností zdrojů a jejich požadování jinými projekty.

Popis procesu zahrnuje i návrh nástrojů a technik pro jednotlivé činnosti v rámci procesu, jako např. různé typy tabulek pro zachycení organizační struktury projektu a matice zodpovědností členů týmu za konkrétní činnosti.

Zajímavou technikou je tzv. networking, který zahrnuje budování formálních i neformálních vztahů s lidmi v celém prostředí dotýkajícím se projektu. Networkingové aktivity zahrnují mimo jiné proaktivní korespondenci,

obědy, neformální konverzaci a setkání. Jde o významný nástroj pro příznivé ovlivňování okolí, který je vhodné používat po celou dobu trvání projektu.

4.2 Sestavení projektového týmu

Cílem procesu je ověření dostupnosti zdrojů, jejich získání a potvrzení. Projektový manažer nemusí mít plnou kontrolu nad výběrem členů týmu, zpravidla je nutné skloubit požadavky na zdroje u mnoha projektů zároveň.

Rovněž v tomto procesu je důležité snažit se podpořit úspěch při získání důležitých pracovníků několika doporučenými technikami, jako je získání předběžného příslibu zdroje, vyjednávání s liniovými manažery nebo externími dodavateli. Pokud je obtížné dostat členy týmu do společného pracovního prostoru je možné využít virtuální týmy.

4.3 Rozvoj projektového týmu

Jde o z pohledu tohoto článku nejvýznamnější proces, jehož cílem je mít vysoce výkonný a efektivní tým. Pro dosažení tohoto cíle je klíčové zvyšování kompetencí a znalostí členů projektového týmu, vysoká vzájemná důvěra mezi členy týmu a vytvoření dynamické, soudržné a otevřené týmové kultury. Vybudování kvalitního týmu je podle metodiky PMBOK pro úspěch projektu rozhodující.

Doporučené nástroje a techniky jsou:

Interpersonální dovednosti, např. empatie, ovlivňování, kreativita a skupinová facilitace

Trénink, který zastřešuje všechny činnosti ke zvýšení kompetencí a znalostí členů týmu, od tradičních školení až po mentoring a koučink.

Teambuildingové aktivity mající obzvlášť velký význam, pokud spolu členové týmu nejsou v každodenním osobním kontaktu. V dobrém týmovém prostředí se tým staví ke všem problémům a otázkám společně, otevřeně komunikuje a má důvěru v sebe i k vedení. Každý tým od svého vzniku prochází několika vývojovými fázemi, PMBOK uvádí pět fází týmu na bázi Tuckmanova modelu (formování, krystalizace, stabilizace, podávání výkonu, zakončení). Projektový manažer musí kontinuálně monitorovat fungování týmu a snažit se předcházet potenciálním problémům; pokud nastanou, řešit je. Zároveň by měl být schopen rozpoznat v jaké vývojové fázi se jeho tým nachází a tým všemi fázemi efektivně provést.

Základní pravidla nastavující jasná očekávání, jak by měli členové týmu chovat a jak má tým fungovat, což zabraňuje pozdějším nedorozuměním a nepochopením. Na stanovení těchto pravidel by se měl podílet celý tým, stejně jako na jejich pozdějším dodržování.

Umístění členů týmu do stejné lokace usnadňuje fungování týmu. Může jít o stálá pracovní místa v rámci jedné místnosti, o dočasné svolání týmu na jedno místo v kritických fázích projektu, nebo společný prostor pro setkávání.

Oceňování a odměny, u kterých je pro dosažení žádoucí stimulace důležité identifikovat správnou formu odměny, takovou, jaké si oceněný jedinec váží. Odměny mohou být hmotné i nehmotné, mnoho pracovníků je stimulováno možností růstu a dosažení úspěchu. Ocenění dosažitelné jen pro některé členy týmu může poškodit soudržnost týmu, proto bývá vhodnější stanovit cíle, které může splnit kterýkoli člen týmu. Tento proces by měl probíhat po celou dobu trvání projektu.

Důležitou součástí procesu Rozvoj projektového týmu je hodnocení výkonu celého týmu, které může být postaveno na těchto kritériích: úroveň odbornosti, kompetencí, týmová soudržnost a otevřenost při sdílení informací. Na základě hodnocení týmové efektivity by měly být identifikovány nástroje, jak je možné efektivitu týmu ještě zvýšit (např. školením nebo koučováním).

4.4 Řízení projektového týmu

V tomto procesu probíhá sledování výkonu jednotlivých členů týmu, poskytování zpětné vazby, řešení problémů a řízení změn prováděných za účelem optimalizace výkonu. Řízení týmu vyžaduje zvládnutí řady dovedností, jako je komunikace, řízení konfliktů, vyjednávání a vedení.

Nástroje a techniky tohoto procesu:

Pozorování a konverzace umožňuje zůstat ve styku s každodenní prací a přístupy členů týmu. Důležité je zejména monitorování dodávek projektu a mezilidských vztahů.

Hodnocení výkonu zahrnuje konstruktivní zpětnou vazbu, odhalování nových nebo neřešených problémů, určení individuálních tréninkových plánů a stanovení specifických budoucích cílů.

Řízení konfliktů, které pokud je úspěšné, přináší zvýšenou produktivitu a dobré pracovní vztahy. Existuje celá řada technik, jak přistupovat k řešení konfliktů, volba té nejvhodnější záleží na konkrétní situaci. Je třeba si uvědomit, že konflikty jsou nevyhnutelnou součástí projektu.

Seznam událostí a úkolů obsahuje určení zodpovědnosti za jejich řešení a termíny.

Mezilidské schopnosti, jejichž vhodné použití posiluje silné stránky všech členů týmu. PMBOK uvádí, že tato problematika je velmi obsáhlá a vyjmenovává několik nejpoužívanějších technik – vedení, ovlivňování a efektivní rozhodování.

5 Závěr

Metodika extrémní programování je na práci s lidmi a týmem přímo založena, problematika je detailně propracována a prolíná všemi oblastmi. Pokud se podaří metodiku úspěšně implementovat a provozovat, měla by přinést vysoce výkonný a motivovaný pracovní tým. Takový tým je základním předpokladem úspěšnosti XP.

PMBOK je velmi robustní a obsahuje mnoho procesů popisujících celý životní cyklus řízení projektu. Nabízí rozsáhlý procesní rámec pro řízení projektu, ovšem finální rozhodnutí, co vše z metodiky použít, nechává na projektovém manažerovi. Pro řízení lidských zdrojů existuje celý podrobně popsáný proces, který se poměrně obsáhle věnuje i týmové práci a vývoji týmu.

Obě metodiky si tedy uvědomují kritickou důležitost lidského faktoru pro projektové řízení. Rozdíl vidím v tom, že zatímco XP je na dobře složeném a fungujícím týmu kriticky závislá, u metodiky PMBOK jde o jednu z devíti oblastí, kterým je nutné se v při řízení projektů věnovat. Bohužel podle mých praktických zkušeností se práce s týmem při použití tradičních metodik v praxi často omezí na obecné deklarace, že je třeba s týmem pracovat a motivovat jej, ale reálně se využívá jen velmi málo nástrojů. Proto v této oblasti vidím velký potenciál pro zlepšení.

Uvedenou zkušenost bych rád dále zkoumal v rámci výzkumu zaměřeném na týmovou práci v agilních a tradičních metodikách, který bude součástí mé disertační práce zaměřené na psychologické aspekty v řízení projektů.

Literatura

- [1] BECK, Kent. *Extrémní programování*. 1. vyd. Praha, Grada 2002. 160 s. ISBN: 80-247-0300-9
- [2] *Manifesto for Agile Software Development* [online] [cit.2011-01-23]. Dostupný z WWW: <http://agilemanifesto.org>.
- [3] *A Guide to the Project Management Body Of Knowledge (PMBOK® Guide) Fourth Edition*. [PDF manuál] [cit.2011-01-23]. Dostupný z WWW: <http://www.pmi.org>.

Summary

Project Methodology and Teamwork

We can find two basic principles in the recent project management, traditional and agile. The aim of this article is to compare different approaches to human resource factor and teamwork. Agile methodology is represented by extreme programming (XP), traditional by fourth edition of PMBOK. Meanwhile successful teamwork and high performing team are basic pillars of XP, in PMBOK there is the project human resource management one of the nine knowledge areas and consists of four processes. Nevertheless the conclusion is that both methodologies consider working with human factor very important and critical for the project success. According to my praxis with traditional project management, working with team unfortunately stays very often only theoretical and the only team motivation are occasional project rewards for the best team members. But it is not sufficient and therefore it makes this area very interesting for better performing and increasing team efficiency. My plan is to continue developing this topic and conduct a survey concerning team work from various project environments and methodologies.

Kontinuální řízení shody v servisně orientovaných systémech

Ivana Šabatová

Doktorandka oboru Informatika

Abstrakt. Příspěvek představuje návrh přístupu ke zhodnocení dopadu implementace systému pro kontinuální řízení shody v servisně orientovaných systémech z hlediska byznysu. Postihuje také zhodnocení souvislosti a vzájemného ovlivňování IT cílů a byznys cílů organizace se zvláštním zřetelem na oblast IT bezpečnosti. Článek uvádí příklady nově zaváděných indikátorů pro měření úrovně dosažení shody (KAI – Key Assurance Indicator) a pro měření úrovně prosazení zavedených a monitorovaných kontrol (KSI – Key Security Indicator) a návrh možného porovnávání s dosaženou úrovní výkonu byznys procesů organizace měřenou pomocí KGI – Key Goal Indicator a KPI – Key Performance Indicator (Klíčový ukazatel výkonnosti).

Klíčová slova: GRC, SOA, kontinuální řízení shody, klíčové ukazatele

1 Úvod

V tomto příspěvku představuji metodický přístup k zajištění a prokazování shody vyvinutý v rámci projektu MASTER (viz webové stránky www.master-fp7.eu), na jehož vytvoření jsem se autorsky podílela spolu se svými kolegy a s partnery projektu. Předmětem projektu je vytvoření dynamických bezpečných systémů v servisně orientované architektuře. Cílem je řešit otázky spolehlivosti a důvěryhodnosti systémů v rámci domény, ale také při outsourcingu, iterovaném outsourcingu a při dynamickém outsourcingu služeb s maximální mírou automatizace.

1.1 Cyklus trvalého zlepšování pro zajištění a prokazování shody

Systém, resp. určitá služba nebo proces, je považován za shodný tehdy, pokud můžeme důvěryhodným způsobem prokázat jeho shodu s definovanými požadavky, jak je zavedeno metodikami představujícími nejlepší praxi v oblasti bezpečnosti informačních systémů, např. [12]. Ve stávajících IT systémech (tzv. legacy systems) se zajišťování a prokazování shody řeší standardně v několika krocích, které se opakují v duchu známého Demingova cyklu pro trvalé zlepšování (Plan-Do-Check-Act). Tento princip jsme převzali v projektu MASTER.

Prvním krokem (=Plan) k zajištění a prokázání shody je analýza byznys procesu, která zahrnuje popis procesu, identifikaci jeho cílů, analýzu rizik, definici kontrolních cílů a návrh opatření včetně návrhů indikátorů pro měření účinnosti těchto opatření. Následuje implementace opatření (=Do), což představuje i návrh a prosazení politiky pro hodnocení shody. Byznys proces s opatřením implementovaným ve formě tzv. kontrolního procesu jsme nazvali *cílovým procesem*. Cílový proces je trvale monitorován, jsou vypočítávány indikátory úrovně dosažení shody a indikátory efektivity a kvality implementovaných opatření (=Check). Vyhodnocení naměřených hodnot, jejich porovnání s dosaženými ukazateli výkonnosti procesu a porovnání s mírou dosažení cílů procesu pak vede k návrhům na zlepšení celého systému (=Act). Tyto výsledky jsou využity v další iteraci cyklu trvalého zlepšování.

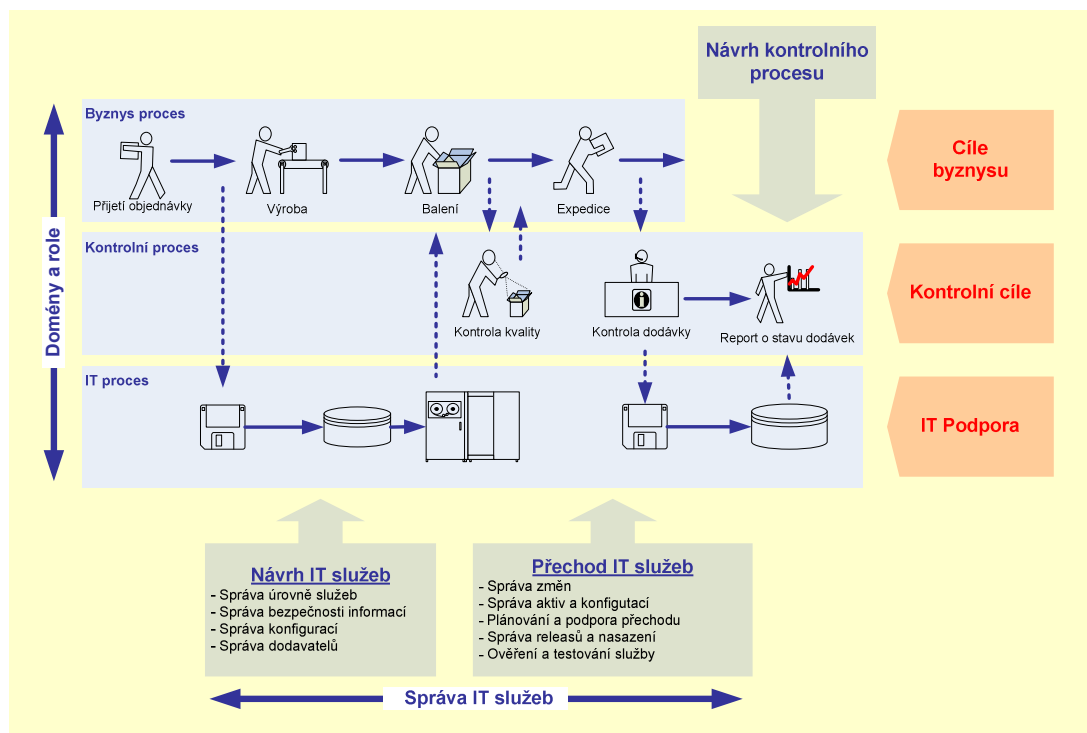
1.2 Koncepte zajištění a prokazování shody v SOA systémech

Koncepte servisně orientované architektury představuje soubor principů pro návrh informačních systémů a systémovou integraci, jak je detailně popsáno např. v [1]. S touto koncepcí je také úzce spojena koncepte řízení byznys procesů (BPM - Business Process Management). Toto spojení přináší velké výhody z hlediska plánování a řízení IT služeb, aby co nejlépe podporovaly byznys procesy. Také z hlediska flexibility technické realizace IT služeb je využití koncepte SOA výhodné, protože umožňuje pružně reagovat na změny potřeb byznysu a usnadňuje monitoring celého systému.

Koncepte metodiky a infrastruktury vyvinuté v projektu MASTER je postavena na zajištění a prokazování shody systému s regulačními požadavky a s požadavky vyplývajícími z analýzy rizik na principech servisně orientované architektury. Cílem projektu bylo ověření předpokladu, že s využitím těchto principů bude možné vytvořit řadu vzorů pro implementaci a monitorování některých vybraných typů opatření, které budou automatizované, flexibilní a opakovatelné. Tento předpoklad se v rámci tříletého výzkumu a vývoje v projektu MASTER podařilo ověřit.

Provázanost byznys procesů a jejich byznysových cílů s kontrolními cíli a opatřeními ve formě tzv. kontrolních aktivit je znázorněna na obrázku 1: Implementace regulačních požadavků a hodnocení shody v SOA koncepci, který jsem vytvořila pro [2] a upravila pro [8]. Každý byznys proces je navržen a realizován pro

konkrétní účel a jsou od něho očekávány konkrétní výsledky, tj. jsou definovány cíle byznys procesu. IT služby v SOA představují zajištění IT podpory pro služby využívané resp. volané v rámci jednotlivých byznys procesů. Tyto služby jsou navrženy a realizovány tak, že mohou být snadno sdíleny různými byznys službami a byznys procesy.



Obrázek 1. Implementace regulačních požadavků a hodnocení shody v SOA koncepci

Pro účely zajištění a prokazování shody v SOA je výhodné, že v průběhu realizace procesu (tzv. instance procesu) jsou služby vždy zprostředkovány prostřednictvím sběrnice (Enterprise Service Bus – ESB). Na sběrnici sledujeme kdy a s jakými parametry jsou jednotlivé služby volány. Dále jsme vytvořili infrastrukturu napojenou přímo na ESB, která umožňuje nejen monitoring procesu, ale může jeho konkrétní instanci za splnění určitých podmínek i změnit nebo zastavit. Na základě vyhodnocení signálu volajícího službu nebo oznamujícího vykonání určité aktivity procesu s určitými parametry také spustí kontrolní proces resp. jeho část.

Technická realizace signalizační, monitorovací infrastruktury a infrastruktury prosazující opatření k zajištění a prokazování shody v projektu MASTER je postavena na sledování událostí na sběrnici ESB. Nalezli a implementovali jsme způsob, jak porovnat události jednotlivých instancí procesu zachycené prostřednictvím signalizační a monitorovací infrastruktury s předem definovanou politikou vyjadřující shodu s konkrétním požadavkem. Návrh procesu a jej podporovaných IT služeb byl sladěn s nastavením signalizační a monitorovací infrastruktury tak, aby tato infrastruktura poskytla všechny potřebné informace pro výpočet klíčových indikátorů. K tomuto účelu byla vytvořena soustava politik vyjádřených formálním jazykem interpretovatelným do jazyka konfiguračního, který je načten odpovídající částí infrastruktury a vykoná potřebné změny nastavení.

2 Použité metody

Ve své práci vycházím především z publikovaných výstupů projektu, na nichž jsem se sama podílela, ale využívám i další výstupy projektu, na které jsem musela navazovat. V rámci projektu jsem se podílela na třech metodických oblastech uvedených v této kapitole.

2.1 Metody pro vytvoření cílového procesu a jeho simulaci

Vytvořili jsme postup pro provedení analýzy byznys procesu a pro návrh opatření tak, aby bylo možné s pomocí infrastruktury pro signalizaci, monitoring, prosazování a vyhodnocování zajistit shodu a prokazovat ji. Použili jsme existující modelovací a analytické nástroje a přístupy, které jsme identifikovali jako nejvhodnější pro modelování a simulaci byznys procesu s implementovanými opatřeními. Podrobný popis analýzy je uveden v dokumentu [3].

Pro návrh cílového procesu jsme zvolili modelování pomocí notace BPMN (Business Process Modeling Notation) verze 2 popsané v referenčním manuálu [4]. Tato notace umožňuje jednoduchý přechod na model BPEL (Business Process Execution Language) popsaný například v knize [5], který je spustitelný s pomocí dnes již řady dostupných prostředí tzv. „BPEL engines“.

2.2 Metody a postupy pro dosažení a hodnocení shody

Celý postup od analýzy procesu až po monitoring a vyhodnocení shody je podrobně popsán zejména v dokumentu shrnujícím nejlepší praxi projektu MASTER [8] a také v [7] a [2].

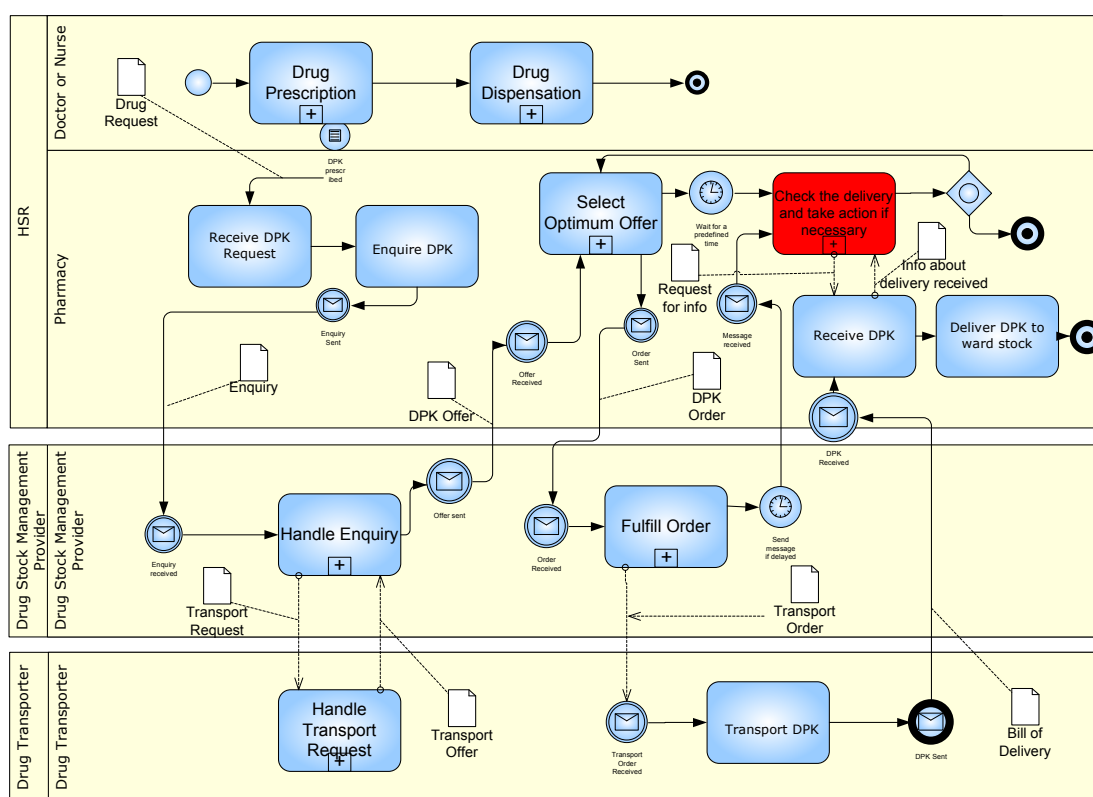
Koncepční model vytvořený v rámci projektu představuje definici a popis indikátorů pro měření úrovně dosažení shody (KAI – Key Assurance Indicator) a indikátorů pro měření úrovně prosazení zavedených a monitorovaných kontrol (KSI – Key Security Indicator). Dále zahrnuje koncepci bezpečnostního a regulatorního modelu (PRM – Protection and regulatory model), což je soustava politik definujících omezení cílového procesu v souladu s požadavky na jeho shodu s kontrolními cíli. Podrobný popis a způsob použití KSI, KAI a PRM je uveden v [9], [7] a [8].

2.3 Metoda pro formulování politiky hodnocení shody

Pro formulování hodnotící politiky byl vybrán formální jazyk PSL (Property Specification Language), přičemž za východisko byl zvolen jeden z referenčních manuálů jazyka PSL [11]. Rozšíření PSL pro účely projektu MASTER je podrobněji popsáno v dokumentu [10]. Pro zápis algoritmu hodnocení shody jsem použila specifikační jazyk PRM (Protection and Regulatory Specification Language) viz [10], a také [13] a [9].

3 Model hodnocení shody pro požadavek dodržení časového limitu

Vytvořenou metodiku zajišťování a prokazování shody v SOA systémech a její technickou realizaci ve formě řady softwarových prototypů implementovaných v testovacím prostředí jsme ověřili na dvou případových studiích. V této kapitole uvádím jeden z analyzovaných procesů, jehož simulace byla využita pro testování metodologie a infrastruktury projektu MASTER.



Obrázek 2. Příklad modelu cílového procesu v notaci BPMN

3.1 Analýza procesu a návrh politiky hodnocení shody

Na obrázku 2 je uveden jeden z ověřovacích příkladů. Jedná se o model procesu nemocnice HSR (Hospital San Raffaele) vytvořený v notaci BPMN. V průběhu analýzy procesu bylo identifikováno riziko pozdní dodávky, a proto byl definován cíl zajistit, aby dodávka přišla včas. Pro dosažení daného cíle bylo navrženo znázorněné opatření, tedy kontrola stavu dodávky v určitém časovém intervalu mezi časem odeslání objednávky a časem předpokládané dodávky. Pro hodnocení shody procesu s požadavkem na včasnost dodávky jsem navrhla následující politiku v PSL:

$$G ((DPKOrdered(T_1) \wedge DPKReceived(T_2) \text{ Before } [T_1, T_1+3]) \\ \vee (DPKOrdered(T_1) \wedge DeliveryCheck(T_3) \text{ Within } [T_1+1, T_1+2])).$$

V této politice „DPKOrdered“ představuje událost zaznamenanou systémem jako odeslání objednávky léků (Pozn. DPK znamená „Drug Personalized Kit“) s atributem času události a „DPKReceived“ znamená událost přijetí objednávky, opět s časovým údajem. Navržená politika říká, že za instanci procesu shodnou s požadavkem budeme považovat takovou instanci, kde buďto byl splněn termín dodání DPK, tj. 3 dny, nebo pokud nebyla dodávka dodána včas, pak byla provedena kontrola stavu objednávky v době po uplynutí jednoho dne po objednání, ale dříve než jeden jen před předpokládaným termínem dodání. Kontrola stavu objednávky je zapsána jako událost „DeliveryCheck“.

3.2 Vyhodnocení shody a výpočet indikátorů

Vyhodnocení shody instance cílového procesu probíhá v analyzátoru shody a sestává ze tří kroků. Nejprve je načten záznam instance cílového procesu zaznamenaný signalizační a monitorovací infrastrukturou. Záznam obsahuje identifikátory procesu a instance procesu a řadu zaznamenaných událostí s příslušnými atributy. Dále je načtena aktuální verze politiky zapsané v jazyce PSL. V technické realizaci je politika vyjádřená v odpovídajícím formátu XML, XSD schéma v hlavičce obsahuje položku ID procesu, aby nemohlo dojít k selhání v důsledku použití nesprávné politiky, která neodpovídá záznamu instance cílového procesu. Nakonec je porovnán záznam instance cílového procesu s odpovídající politikou. Pokud záznam vyhovuje hodnocenému požadavku, pak analyzátor zaznamená hodnotu *true*, tedy pravda, v opačném případě *false*, tedy nepravda.

Následně je hodnota shody instance procesu v předem definovaných intervalech přebírána hodnotící infrastrukturou k výpočtu indikátorů. Hodnotící infrastruktura je podrobněji popsána v [15].

Indikátor KAI pro tento příklad je stanoven poměrem počtu instancí cílového procesu, kdy DPK byl dodán včas, k celkovému počtu instancí. Rozlišujeme dva typy indikátorů pro měření úrovně prosazení zavedených a monitorovaných opatření (kontrol). Indikátor KSI-correctness určuje správnou funkci a efektivitu daného opatření. V daném příkladu představuje podíl instancí, kdy proběhla kontrola stavu objednávky v požadovaném intervalu, z celkového počtu instancí, kdy došlo ke zpoždění dodávky. Indikátor KSI-coverage určuje míru uplatnění daného opatření v cílovém procesu a zde je vypočten jako podíl instancí, kdy proběhla kontrola, z celkového počtu instancí cílového procesu v průběhu hodnoceného období.

4 Závěr

Kromě uvedeného příkladu návrhu dosahování a prokazování shody procesu s určitým požadavkem automatizovaným způsobem v SOA systémech zajišťujícího včasnost dodávky jsem v rámci projektu navrhla postup a hodnotící politiku pro opatření zajišťující požadavek na oddělení odpovědnosti (Separation of Duties, nebo také Segregation of Duties) zavedený např. ve [12].

Do budoucna, především při zpracování disertační práce, se zaměřím na zpracování dalších příkladů hodnotících politik. Ty by mohly sloužit jako návrhové vzory pro budoucí vývoj systémů vycházejících z metodiky a návrhu infrastruktury vytvořených v rámci projektu MASTER. Mým cílem je vytvoření katalogu nejčastěji implementovaných opatření zejména v oblasti informační bezpečnosti s využitím příkladů nejlepší praxe.

Poděkování

Příspěvek je zpracován jako součást výzkumného projektu MASTER FP7-216917. Mé poděkování patří kolegům Janu Sobotovi a Jiřímu Mikšovi ze společnosti ANECT a.s. za vynikající spolupráci v projektu a za jejich cenné rady a připomínky. Děkuji také svému školiteli panu prof. Ing. Petru Douckovi, CSc. za jeho podporu a inspiraci.

Literatura

- [1] Rosen M., Lublinsky B., Smith K.T., Balcer M.: *Applied SOA – Service Oriented Architecture and Design Strategies*, Wiley Publishing, Inc., 2008. ISBN 978-0-470-22365-9
- [2] Fanta J., Svojanovsky P., Sabatova I., Julisch K., Pigout E., Worledge C., Micheletti A.: *D1.1.2 Regulatory Compliance Analysis*. Official public deliverable of MASTER FP7-216917, 2009.
- [3] Sanna A., Marino D., Potral J.J., Hall M., Bastos-Rodriguez Ch., Soria-Rodriguez P., Sobota J., Miksu J., Asnar Y.: *D1.2.1: MASTER Scenarios*. Official public deliverable of MASTER FP7-216917, 2009.
- [4] *Business Process Model and Notation (BPMN)*, FTF Beta 1 for Version 2.0, OMG Document Number: dtc/2009-08-14, Standard document URL: <http://www.omg.org/spec/BPMN/2.0>.
- [5] Jurič M.B., Mathew Benny, Sarang P.: *Business Process Execution Language for Web Services*. Packt Publishing Ltd, 2006.
- [6] Svojanovský P., Šabatová I.: *D1.3.4: Security Compliance Guidelines*. Official public deliverable of MASTER FP7-216917, 2011.
- [7] Karjoth G., Asnar Y., Louat B., Cui Z., Scholte T., Sinclair D., Sabatova I.: *D3.1.3: Methodology Handbook v.3*. Official public deliverable of MASTER FP7-216917, 2011.
- [8] Karjoth G., Asnar Y., Louat B., Cui Z., Scholte T., Sinclair D., Sabatova I.: *The MASTER Methodology – a Handbook for Practitioners*. Official public deliverable of MASTER FP7-216917, 2011.
- [9] Julisch K., Miseldine F., Lim H.W., Bielova N., Neuhaus S., Refsdal A., Presenza D., Gallego-Nicasio Crespo B., Kearney P., Sinclair D., Neisse R.: *D2.1.3: The MASTER Final Protection and Assessment Model*. Official public deliverable of MASTER FP7-216917, 2010.
- [10] Sinclair D., Neuhaus S., Gallego-Nicasio-Crespo B.: *D3.3.1: Specification of PRM property language and semantic model for verification and validation*. Official deliverable of MASTER FP7-216917, 2009.
- [11] *Property Specification Language Reference Manual*. Accellera. 2004
- [12] *CoBIT (R) 4.1*, IT Governance Institute, 2007, ISBN 1-933284-72-2
- [13] Di Giacomo V., Julisch K., Burri S., Karjoth G., Martin T., Miseldine P., Bielova N., Crispo B., Massacci F., Neuhaus S., Rassadko N., Pretschner A., Refsdal A.: *D2.1.1 Protection and assessment model for single trust domain*. Official public deliverable of MASTER FP7-216917, 2009.
- [14] Julisch K., Miseldine P., Lim H.W., Bielova N., Neuhaus S., Refsdal A., Presenza D., Gallego-Nicasio Crespo B., Kearney P.: *D2.1.2 Protection and Assessment Model for Multiple Trust Domain*. Official public deliverable of MASTER FP7-216917, 2010.
- [15] Rodriguez C., Daniel F., Casati F., Anstett T., Schleicher D., Burri S.: *D6.2.2 Warehouse model and diagnostic algorithms*. Official public deliverable of MASTER FP7-216917, 2011.

Summary

Continual Compliance Management in Service Oriented Systems

This paper presents the concept of continual compliance management in SOA systems introduced by MASTER FP7 research project (see www.master-fp7.eu). The methodology and its technical realization are explained by means of examples of Key Assurance Indicator (KAI) and Key Security Indicators (KSIs). Includes definition of one compliance pattern in the form of assessment policy for control preventing late delivery. This approach represents a base for future catalog of templates for controls generally used for compliance achievement and assessment.

Enterprise architektura procesně řízené územní samosprávy ČR

Markéta Zimmermannová

Doktorandka oboru Informatika

Abstrakt: Oblast územní samosprávy (respektive veřejné správy) má v porovnání se soukromým sektorem mnohem širší okruh kompetencí. Z toho vyplývají také mnohem komplikovanější požadavky na procesní, funkční, organizační i technologickou strukturu orgánů samosprávy. Implementace takové struktury může být usnadněna určitou formou standardizace podnikových procesů a využitím prvků enterprise architektury. Článek proto zkoumá a navrhuje možnosti využití procesního řízení založeného na širším prozkoumání vlastní podstaty územní samosprávy a zejména jeho kombinaci s enterprise architekturou chápanou ve smyslu popisu struktury organizace a postupů vytváření tohoto popisu respektujících co možná nejvíce specifika územní samosprávy.

Klíčová slova: Územní samospráva, Enterprise architektura, Procesní řízení, Reengineering obchodních procesů, Rámec pro enterprise architekturu

1 Úvod

V současné době, kdy je rychlá adaptace na změny zásadní pro přežití firem v soukromém sektoru a minimálně pro dobrou úroveň poskytovaných služeb v sektoru veřejném, se do popředí v obou sektorech dostávají faktory jako dobře definované cíle organizace stejně jako optimálně nastavené procesy a technická a technologická struktura, která je podporuje. Veřejná správa – v tomto případě konkrétně územní samospráva – tak může po zohlednění jejích specifík čerpat z bohatých zkušeností, které mají v tomto smyslu komerční subjekty.

V příspěvku proto navrhuji přístup, jakým lze v územní samosprávě ČR, reprezentované krajskými a obecními úřady, na základě jejích charakteristik, řešit zmiňované faktory – tedy definovat optimální procesy na základě strategických cílů a navrhnout strukturu na všech úrovních organizace, která je podporuje – a to na základě studia níže zmíněných zdrojů a zkušeností z praxe na pozici konzultanta v oblasti systémové integrace. První faktor budu řešit pomocí implementace Reengineeringu obchodních procesů (Business Process Reengineering – BPR), druhý zavedením některých koncepcí Enterprise¹ Architektury (Enterprise Architecture – EA) a vhodnou kombinací těchto dvou přístupů. Pro tento účel nejprve přiblížím specifika územní samosprávy ČR, vysvětlím, proč je důležité zavést prvky procesního řízení a naznačím, v jaké podobě. Poté budu definovat, co je obecně obsahem enterprise architektury a co budeme pod tímto pojmem rozumět pro účely aplikace do územní samosprávy ČR.

Jádrem příspěvku je pak vlastní návrh modelu enterprise architektury na obecné úrovni.

2 Specifika územní samosprávy

Veřejnou správu můžeme chápat jako činnost spočívající ve spravování veřejných záležitostí, která se dělí na **státní správu** (vykonávanou zejména státními orgány) a **samosprávu** (vykonávanou územními samosprávnými celky nebo orgány zájmové/profesionální samosprávy).

Ústava ČR definuje **územní samosprávu** jako správu věcí veřejných na místní úrovni. Územní samosprávu v ČR vykonávají obce, kraje a hlavní město Praha, která je současně obcí i krajem. Územní samospráva je veřejnou správou uskutečňovanou jinými subjekty než je stát (obcemi a kraji). Podle Evropské charty místní samosprávy (kterou ČR podepsala v roce 1998) se jedná o „Právo a schopnost místních společenství v mezích daných zákonem na svou odpovědnost a v zájmu místního obyvatelstva upravovat a spravovat podstatnou část věcí veřejných“.

Důležitým rozdílem mezi pojmy státní správa a samospráva je, že zatímco státní správa směřuje k realizaci zákonů a jiných právních předpisů a je jimi vázána (co tedy není výslovně povoleno je zakázáno), samospráva se pouze řídí zákony, ústavou a vlastním statutem. Jinými slovy, co není výslovně zakázáno, je povoleno. Veřejná správa je rapidně se rozvíjející a měnící oblastí, která by měla plnit požadavky vyplývající z orientace na občana, respektovat globální prostředí, být transparentní, dostatečně využívat poznatky z jiných oblastí apod.

Chceme-li tedy hovořit o změně samosprávy a její implementaci ve smyslu zavedení procesního řízení a prvků enterprise architektury, musíme také pochopit poslání a možnosti řízení věcí veřejných, která spočívá

¹ Z anglického originálu Enterprise Architecture ponechávám termín Enterprise kvůli jeho nejednoznačnému překladu v použitém kontextu do českého jazyka.

ve správném pochopení a věnování pozornosti sociálnímu a kulturnímu prostředí všude tam, kde probíhá participace občanů na veřejném životě.

Přibližme si tedy charakteristiky veřejného sektoru a zejména samosprávy jako takové oproti sektoru soukromému.

„Zatímco typickým znakem komerčního subjektu je snaha o přežití, maximalizace efektivity a hledání konkurenční výhody, veřejné subjekty jsou charakteristické větší setrvačností a řešením operativních úloh řízení.“ [6] V současnosti se nicméně čím dál častěji projevují tendence přebírat prvky komerční sféry do veřejného sektoru.

SWOT analýza, provedená v rámci projektu Parma na MÚČ Praha 10 [10], dokazuje, že je tato tendence zřejmá a pro další analýzu je na čem stavět. Jako silné stránky úřadu uvádí např. zkušený a kvalifikovaný personál, transparentní definici pravomocí a odpovědností, dobrou úroveň vnitřních směrnic a pracovních postupů, dobře zvládnutý helpdesk, interní audity, podporu činností prostředky IS/IT atd. Jak ale vyplývá nejen z této analýzy, samospráva je specifická také skutečnostmi, které lze shrnout takto:

1. Závislost na politické situaci a měnící se legislativě
2. Nedokonalá legislativa – např. legislativní nutnost ručně psané evidence
3. Problém motivace pracovníků – nejsou ztotožnění se svou prací, není zřejmý ani systém odměňování, hrozí ztráta kvalifikovaných pracovníků
4. Neefektivnost některých procesů, zbytečné činnosti či jejich zdlouhavý průběh, byrokratické řízení
5. Neprovozanost IS úřadů navzájem a nekoordinovanost zavádění IT
6. Z důvodu monopolního postavení a závislosti občanů na činnosti úřadu není snaha o efektivitu, jako příjemce rozpočtových zdrojů nemá snahu o snižování nákladů
7. Vysoká náchylnost ke korupci při koncentrované zodpovědnosti za celou oblast, službu nebo funkcionalitu
8. Snahy o efektivnější fungování veřejné správy zatím spočívaly spíše ve snaze „snížit papírování“, tj. v prosté mechanizaci některých procesů podporou IT maximálně v zefektivnění některých procesů než opravdovou změnu spočívající v zamyšlení nad tím, co by dobrá samospráva měla vykonávat, jak být proaktivní směrem k občanovi a jak spolupracovat s komerčními subjekty

Na rozdíl od soukromého sektoru zde neexistuje zisk a tak je složitější definovat, na čem založit *motivaci* nejen řadových úředníků, ale také vedení úřadů, zejména vezmeme-li v úvahu přirozený monopol, který úřady veřejné správy reprezentují. Obtížněji definovatelný je také *cíl samosprávy*, nabízelo by se srovnání spokojený zákazník = spokojený občan, nicméně úkony agendy samospráv mnohdy nemají za úkol konkrétního občana uspokojit (např., dojde-li k neudělení stavebního povolení, je to ideálně v zájmu společnosti a okolního prostředí, ale žádající tím bude jen těžko potěšen).

„Specifikem veřejné správy je také způsob přístupu k vykonávání procesů. Zatímco komerční subjekt si své vnitřní procesy chrání, subjekty veřejné správy se zasazují o maximální transparentnost.“ [6]. V tomto smyslu se také nabízí nutnost jednotné koncepce pro celou samosprávu.

Pro následnou analýzu jsou nicméně velmi důležité dva faktory:

- 1) pro veřejnou správu stejně jako pro soukromý sektor, je přínosem aplikovat přístup, který ze své podstaty pracuje se strategickými cíli organizace, které se mohou nebo nemusí v soukromé a veřejné sféře lišit
- 2) skupiny, které by v rámci subjektu měly s řešením pracovat a na jeho vytváření spolupracovat, jsou jak v soukromé, tak veřejné sféře obdobné. Bez ohledu na motivaci zde existuje paralela např. mezi managementem soukromé firmy a vedením úřadu, v obou případech zde také najdeme architektury systému, správce databází apod.

Proto je zřejmé, že přístupy, využívané v komerčním sektoru, budou po zohlednění výše zmíněných specifik, aplikovatelné také v sektoru veřejném. Komplexita procesů samosprávy a nutnost jejich distribuce mezi úřady zejména na různých úrovních samosprávy takové řešení vyžaduje.

3 Použité metody

3.1 Procesní řízení

Procesní řízení se zabývá optimalizací procesů jako klíčového aktiva organizace.

„Pojmem "proces" rozumíme soubor činností, které vytvářejí ze vstupu určitý výstup - výslednou hodnotu určenou pro zákazníka. Jde o posloupnost aktivit (činností, funkcí), které je třeba vykonat.“ [7]

Důležité je, že tyto aktivity nejsou vykonávány pouze v rámci oddělení nebo hierarchické úrovně, ale jsou vykonávány napříč organizací. Jedná se tedy o opuštění tradičního hierarchického modelu řízení.

Nejčastěji se v souvislosti s procesním řízením mluví o **Reengineeringu podnikových procesů (Business Process Reengineering (BPR))**. Podle zakladatelů tohoto přístupu M.Hammera a J.Champyho jde o „zásadní přehodnocení a radikální rekonstrukci podnikových procesů tak, aby mohlo být dosaženo dramatického zdokonalení z hlediska kritických měřítek výkonnosti, jako jsou náklady, kvalita, služby a rychlost“. [4]

Spolu se strategií budování informačních systémů veřejné správy (popsáno v [5]) a vlastní reformou veřejné správy (na základě ústavního zákona o vytvoření vyšších územních samosprávných celků, který nabyl účinnosti v lednu 2000) přichází také snahy o zavádění přístupů osvědčených v komerčním sektoru a procesního řízení zejména do veřejné správy.

Jak je shrnuto v [8]: „Procesní řízení je tedy nejen pro veřejnou správu zcela relevantní, ale naopak je pro ni základním východiskem k dosažení příslušné kvality výkonu, protože kriticky vyžaduje

vyjasnění základních strategických cílů, bez čehož by postrádal smysl.“

Rozsah těchto projektů a jejich úspěch nicméně zatím není uspokojivý. Na základě Průzkumu stavu procesního řízení, prováděný v rámci grantu Grantové Agentury ČR č. 402/05/022 s názvem

„Modelování podnikových procesů“ z roku 2006 (byl zaměřen na úřady měst a obcí, které mají střední regionální význam) [8] zavedlo procesní řízení zatím jen 23 % z dotazovaných úřadů a 47 % je neplánuje zavádět vůbec. Navíc 23 % respondentů uvedlo, že o reengineeringu doposud vůbec neslyšeli. Důležitým faktorem nicméně je, že tam, kde k zavedení procesního řízení došlo, došlo ke změně podnikové kultury a ke konfrontaci podnikové strategie a také to, že sami pracovníci úřadu vnímají jako hlavní účel reengineeringu snahu o zvyšování úrovně služeb a snahu o odstranění obecně slabých stránek. Konkrétně zavedení procesního řízení přineslo následující přínosy:

- Zjednodušení rozhodovacích procesů
- Změna pracovních postupů
- Nově definování vlastní procesů
- Nově definované principy finančního ohodnocení zaměstnanců
- Kumulace funkcí a snížení počtu vedoucích zaměstnanců

Otázkou je, jak konkrétně BPR implementovat v samosprávě ČR.

BPR v jeho radikální formě, která předpokládá, že „stávající podnikový proces je zcela nevyhovující“ [8], s sebou nese velké riziko neúspěchu jednak proto, že nestavíme na zelené louce, jednak pro přirozenou rigiditu myšlení, která je veřejné správě vlastní. Radikálnější forma reengineeringu bude zřejmě na místě u procesů, které přímo *přináší hodnotu pro zákazníka* (občana, firmu...), jejich změna se bude odvíjet od nastavení strategických cílů samosprávy a pro úspěch jejich implementace bude zásadní právě změna myšlení představitelů a zaměstnanců samosprávy. Ani u těchto procesů ale není na škodu zmapovat současné procesy za účelem porozumění současnému fungování úřadu, inspirace v tom, co funguje optimálně a nalezení společné řeči se zástupci samosprávy.

Jak identifikovat cíle samosprávy a na základě nich klíčové procesy specifikuje již zmíněný projekt Parma. Mluví o pohledu na činnosti veřejné správy v jejich přirozených souvislostech – „tyto dány životní situací „zákazníka“ veřejné správy, které jsou velmi blízké základnímu cíli a smyslu aktivit veřejné správy. Takový pohled na činnosti veřejné správy má mnoho společného se základním principem procesního řízení a reengineeringu – uspořádat činnosti podle hlavních cílů, jenž musí být přímo napojen na přirozené strategické cíle organizace – a ty vždy vyplývají z potřeb zákazníků.“ [9]

Po klíčových procesech přichází na řadu *procesy obslužného charakteru*, které je třeba radikálně měnit pouze již a jenom v závislosti na nově navržených klíčových procesech. Mnohdy u nich tedy půjde spíše o zlepšování procesu na základě zmapování současného stavu jejich fungování, tedy ne o reengineering jako takový.

3.2 Enterprise architektura

O čem mluvíme, jestliže zmiňujeme enterprise architekturu? Existuje mnoho definic, účelem této analýzy není je zde vyjmenovávat, ale spíše se nad tímto pojmem zamyslet a pokusit se definovat, co budeme rozumět pod pojmem EA pro účely aplikace do územní samosprávy ČR.

Poměrně dobře vystihuje obsah pojmu EA [3], kde se uvádí, že lidé pod pojmem EA většinou chápou tyto koncepty:

- Fyzická struktura organizace, tj. kombinace součástí organizace, jejich vztahy a interakce ;
- popis a dokumentace struktury organizace, tj. popis jejich součástí, jejich vztahů a interakcí ;
- proces tvorby struktury organizace, tj. aktivity sloužící návrhu a vedení výstavby struktury organizace;
- aktivity k řízení architektonických prací, tj. manažerské aktivity sloužící k naplnění cílů programu EA.

Kompletní EA by pak měla obsahovat všechny tyto koncepty. Rámce pro enterprise architekturu, které slouží jako metodologie pro vytváření a případně i implementaci optimální struktury organizace, se pak v míře a rozsahu zahrnutí těchto koncepcí odlišují.

Zřejmě právě **popis a dokumentace struktury organizace**, a (doplňme) její dopad na strategická rozhodnutí ohledně fungování organizace, tvoří jádro EA a je tím, co EA poprvé formálně zachytila jako klíčový přístup k implementaci řešení pro větší organizace. Slovy J.Zachmana, který je považován za zakladatele enterprise architektury: „jde o průnik dvou historických klasifikací, které se používají doslova tisíce let, první jsou základy komunikace spočívající v primitivních otázkách Co, Jak, Kdy, Kdo, Kde a Proč....druhá je odvozena od....transformace abstraktní ideje do konkretizace...“[11]. Nyní není ani tak důležité, jaké klasifikace který rámec volí pro popis organizace, důležité je, že organizace je tak popisována z různých úhlů pohledu a na různé úrovni detailu. Právě zachycení organizace z různých perspektiv je důležitým přínosem EA, protože zohledňuje předmět zájmu všech zainteresovaných subjektů v organizaci a dobře adresuje konkrétní otázky. EA tak podporuje srozumění s konceptem a interakci těchto subjektů, která je pro provádění změn na takové úrovni zásadní. (v posledním výzkumu Infosys, týkajícím se celosvětového vývoje užití enterprise architektury z let 2008/2009 [2], propojení Business² a IT stále zůstává největším přínosem EA). Zobecníme-li to, jakým způsobem většina rámců řeší tuto problematiku, můžeme organizaci zachytit na třech základních úrovních pohledů:

- Business (cíle, funkce, procesy, služby, lidé, organizace....)
- Informační (data a aplikace)
- Technologická (technologické prostředky sloužící k podpoře implementace business a informační perspektivy)

Zároveň je také nutné zdůraznit dopad EA aktivit a aktivní účast na strategických IT rozhodnutích. Dle Infosys je právě příspěvek EA k IT strategii organizace jedním z hlavních trendů v této oblasti. V praxi to znamená zejména umět stanovit business case zavedení EA včetně možnosti změřit její úspěch v podobě stanovení a monitoringu ukazatelů a metrik. (např. formou výkonového modelu)

Jen o něco méně důležitým je třetí bod, **proces vytváření struktury organizace**. Opět nejde o nic nového. Proces vytváření popisu a dokumentace struktury organizace je jen modifikací toho, co již bylo mnohokrát formalizováno a v praxi využíváno při modelování a implementaci IS v organizacích. Koncepce vytváření popisu organizace z různých pohledů ale také vyžaduje vnést logiku do postupu jejich vytváření, která přímo s vytvářenými pohledy souvisí. Je tedy minimálně pohodlnější využít koncepci EA, která svazuje konkrétní artefakty reprezentující různé pohledy s některou fází vývoje EA a jejími příslušnými kroky. Zobecníme-li proces vytváření popisu EA ve většině rámců, které jej řeší, bude vypadat takto:

- 1) vize architektury (strategické plánování, business plánování...)
- 2) definice architektury (analýza, design jednotlivých architektur – od business po technologickou, propojení se stanovenými cíli...)
- 3) stanovení jednotlivých projektů (rozsah, způsob řízení, migrační plán...)
- 4) implementace jednotlivých projektů
- 5) změnové řízení (týká se celého konceptu EA)

Důležitým faktorem v tomto postupu je iterace jednotlivých fází i kroků v rámci fází. Například při designu jednotlivých architektur se určitě budeme vracet na předchozí úroveň kvůli validaci zjištěných poznatků na nižších úrovních.

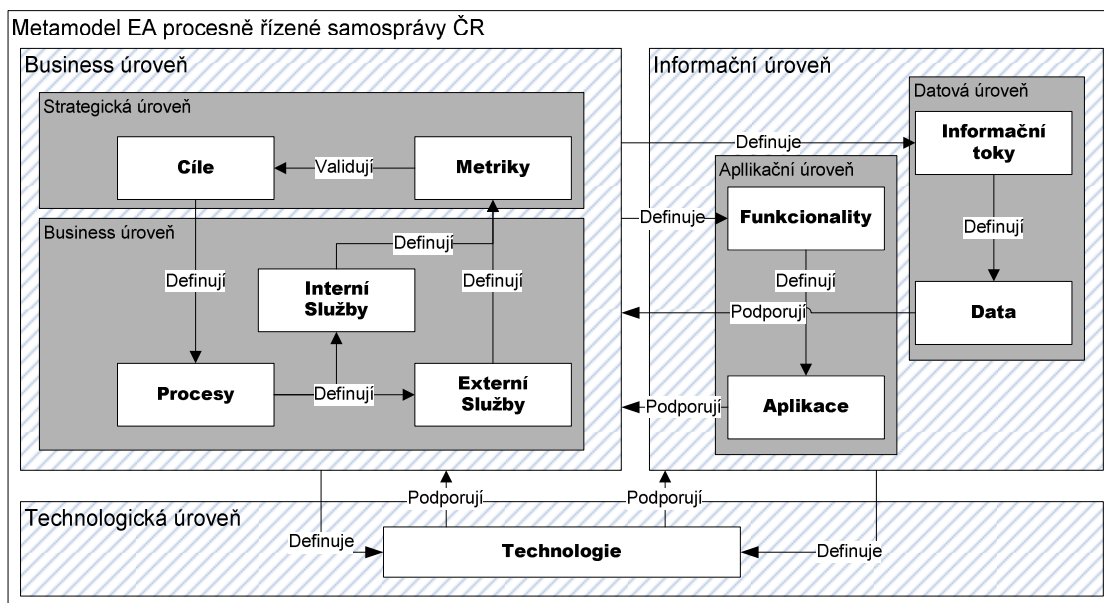
² Termín Business opět nechávám kvůli možnému nepřesnému překladu v anglickém tvaru

Vezmu-li v úvahu zmíněná specifika samosprávy a vhodnost zavedení procesního řízení na základě BPR spolu s tím, co bylo řečeno o obsahu EA a zkušenostmi z praxe, mohu přejít k návrhu EA pro procesně řízenou samosprávu na obecné úrovni a to při vymezení daném výše (tedy jako Popis struktury a Postup vytváření struktury organizace).

4 Návrh EA procesně řízené samosprávy ČR

Do návrhu zakomponuji tato fakta, vyplývající z předchozí analýzy:

- 1) Různé pohledy na organizaci budou obdobné jako v soukromém sektoru vzhledem k obdobným subjektům, které úřady samosprávy vytváří (s nutnou paralelou mezi vedením úřadu a soukromé firmy a pod podmínkou využití „služeb“ enterprise architekta a příslušných pozic na IT úrovni)
Řešení v metamodelu: Organizace je zobrazena na třech základních úrovních: business (dále děleno na strategickou úroveň a business úroveň), informační (dále děleno na datovou a aplikační úroveň) a technologické.
- 2) Jádrem konceptu je proces, který je definován na základě stanovení strategických cílů organizace
Řešení v metamodelu: Ná vaznost entit metamodelu je cíl – proces – služba. Strategické cíle definují klíčové procesy. Službu budeme chápat buď jako externí službu nebo interní službu. Externí služba je výstupem klíčového procesu a jako taková zprostředkovává hodnotu pro zákazníka (občana, firmu, okolní prostředí). Interní služba je výstupem procesu, který není klíčový (má podpůrný nebo obslužný charakter) a většinou slouží k naplnění klíčového procesu.
- 3) Je třeba definovat měřitelné výstupy, hodnotící úspěch zavedení koncepce jak vně organizace (vůči občanům), tak uvnitř (mezi procesy).
Řešení v metamodelu: Měřitelné výstupy jsou vázány na výstupy procesů a na rozhraní mezi procesy – tj. na služby externí a interní. Pro takto definované služby je možné stanovit SLA a OLA a příslušné metriky tak, aby bylo možné kontrolovat průběh procesů, vyhodnocovat je a případně vylepšovat. Dále je možné na ně vázat individuální ohodnocení zaměstnanců a zvyšovat tak jejich motivaci.
- 4) (Některé) procesy a jejich výstupy (uvnitř i vně organizace) mají dopad na IT úroveň.
Řešení v metamodelu: Řešení na IT úrovni se odvíjí od stanovení řešení na business úrovni. Z business analýzy se odvíjí požadavky na informační toky, které v rámci organizace budou probíhat a od kterých se dále odvíjí datová analýza. Business analýza je také vstupem pro stanovení požadavků na funkcionality jednotlivých aplikací, jejichž struktura je pak dále řešena v rámci aplikační analýzy.



Obrázek 1. Metamodel EA procesně řízené územní samosprávy ČR [vlastní konstrukce]

Uvedený metamodel reprezentuje popis EA procesně řízené samosprávy na nejobecnější úrovni. V dalších krocích je pak třeba definovat:

- Detailní metamodel zahrnující související entity (např. role, SLA/OLA apod.)
- Možné úrovně detailu zpracování jednotlivých entit, určené různým zainteresovaným skupinám v rámci jednotlivých úrovní. Výstupem by byla tabulka, kde by pro každou úroveň byly příslušným entitám přiřazeny různé úrovně detailu jejich zpracování dle toho, jaké zainteresované skupiny s nimi pracují.

(např. různé úrovně detailu zpracování entity proces pro vedení organizace, vlastníky procesů, architektury řešení apod.)

- Konkrétní artefakty, sloužící ke znázornění entit na různých úrovních detailu a jejich interakcí (diagramy, matice apod.)

Pro postup vytváření EA je třeba rozpracovat jednotlivé fáze obecného postupu viz výše. V souvislosti s metamodelem je důležité definovat postup pro vytváření entit na jednotlivých úrovních. Obecný návrh tohoto postupu navrhuji na obrázku 2.

Kroky fáze Definice architektury

Krok	Název	Vstupy	Kroky	Výstupy
1	Business model			
	Procesy	Cíle	BPR	Procesní model, Požadavky na služby, Požadavky na funkcionality aplikací
	Služby	Požadavky na služby	BPR	Model služeb, Požadavky na informační toky, Požadavky na metriky, Požadavky na funkcionality aplikací
	Metriky	Požadavky na metriky	BPR	Model metrik
2	Informační model			
	Data	Požadavky na informační toky, Referenční modely	Zmapování současného stavu->navržení datového modelu na základě vstupů->gap analýza	Datový model, Požadavky na funkcionality aplikací
	Aplikace	Požadavky na funkcionality aplikací, Referenční modely,	Zmapování současného stavu->navržení aplikačního modelu na základě vstupů->gap analýza	Aplikační model
3	Technologický model			
	Technologie	Předchozí analýza, Referenční modely	Zmapování současného stavu->navržení aplikačního modelu na základě vstupů->gap analýza	Technologický model

*ISVS: Informační Systémy Veřejné Správy

Obrázek 2. Kroky fáze Definice architektury[vlastní konstrukce]

5 Výběr vhodného rámce pro EA procesně řízené územní samosprávy ČR

Omezená délka příspěvku již neumožňuje řešit tuto problematiku detailněji, považuji však za důležité zmínit, že v oblasti enterprise architektury existuje řada rámců, které lze v územní samosprávě ČR využít nebo se jimi alespoň inspirovat. Výše jsem zmiňovala výhody zavedení procesního řízení a BPR pro případ územní samosprávy ČR. Znamená to tedy, že pro EA této oblasti navrhuji hledat rámec, který je možné s tímto přístupem zkombinovat.

Dostatečně flexibilním rámcem, o kterém je možné uvažovat, je Togaf, zejména v procesní části – ADM. Jde o rámec, který je dle výzkumu Infosys [2] nejvyužívanějším rámcem nejen obecně, ale také konkrétně ve veřejné správě, v ČR však v této oblasti ještě aplikován nebyl. K výběru ADM by přispíval i fakt, že postup v této oblasti, je obecně velmi podobný i u jiných rámců, zároveň je velmi dobře propracovaný a předpokládá spojení s dalšími metodami jako BPR.

Komplikovanější bude ale volba v případě konceptu popisu EA – metamodelu. Togaf je pro tento koncept možná až příliš univerzálním řešením a nutný proces výběru „toho vhodného z něj“ (např. postupovat od obecných modelů k oborově specifickým v samosprávě moc nedává smysl) by znamenal náročnou analýzu sám o sobě. Metamodelu procesně řízené územní samosprávy ČR tak, jak jej navrhuji v tomto článku, po nutných modifikacích odpovídají více tyto dva rámce:

- Zachman – jeho dvourozměrný model více odpovídá návrhu, který předpokládá entity a různé úrovně detailu jejich zpracování.
- Archimate – počítá s obdobnými úrovněmi zpracování a má podobné pojetí služeb. Navíc poskytuje univerzální modelovací jazyk.

Dále bude jistě vhodné také čerpat z širokého množství referenčních modelů, ve veřejné správě tuto problematiku nejlépe řeší rámec FEA.

Pro konečné rozhodnutí, zda některý z těchto rámců zvolit (případně se v něm alespoň částečně inspirovat), bude třeba minimálně dvou věcí: důkladně zmapovat komplexitu procesů v územní samosprávě ČR a jednoznačně určit zájmové skupiny, které s nimi pracují.

6 Závěr

V článku jsem naznačila směr, kterým se lze ubírat při stanovení řešení pro efektivní fungování územní samosprávy ČR. Řešení vidím v zavedení procesního řízení v kombinaci s implementací prvků enterprise architektury.

Procesní řízení snižuje náklady pomocí zvýšení efektivity řízení a odstranění neefektivních procesů, umožňuje lepší kontrolu činnosti úřadů pomocí jednoznačně definovaných pravomocí a odpovědností a stanovení měřitelných výstupů pro hodnocení efektivity práce a v neposlední řadě slouží k naplnění základních cílů samosprávy pomocí napojení klíčových procesů na tyto cíle. Dosavadní zavádění procesního řízení ve veřejné správě přineslo mimo jiné zjednodušení rozhodovacích procesů, kumulaci funkcí a snížení počtu vedoucích zaměstnanců, změnu pracovních postupů aj. Přínosy zavedení Enterprise architektury v jejím současném pojetí, kdy kromě důležitých prvků informační a technologické architektury, hraje čím dál tím větší roli business architektura, jsou v mnohém přínosům procesního řízení podobné. Hlavním přínosem zavedení enterprise architektury je ale zejména podpora spolupráce business a IT úrovně v rámci organizace (v případě samosprávy obecního nebo krajského úřadu). EA umožňuje podívat se na úřad z mnoha úhlů pohledu a mluvit ke každé ze zainteresovaných skupin jejím vlastním jazykem tak, aby bylo zajištěno srozumění s celkovou koncepcí a její podpora přes celý úřad. Jednotná koncepce a dobře zvládnutý systém hodnocení úspěšnosti její implementace s nutnou zpětnou vazbou pak dlouhodobě výrazně snižuje náklady oproti nahodilým projektům, kdy dochází k neefektivním rozhodnutím, neoptimálním implementacím, duplicitám a nekompatibilitě jednotlivých řešení.

Zmíněná pozitiva zavedení procesního řízení a enterprise architektury ale mohou být v jistém smyslu také jejími omezeními zejména právě při implementaci ve veřejném sektoru jako takovém. Obě koncepce s sebou nesou změnu a k ní je potřeba mít vůli a všeobecnou podporu. To může být ve veřejném sektoru, který nefunguje na komerčních principech, trochu problematické, zejména s přihlédnutím k faktu, že implementace zmíněných řešení není nařízena zákonem. Optimalizace procesů a jejich podpora IT prostředky spolu se záměrem zprůhlednit fungování úřadů s sebou také nesou nepopulární rozhodnutí týkající se snižování počtu pracovníků a možného zvýšení kontroly jejich práce. Také není možné očekávat u obou implementací okamžité přínosy hned po zavedení, jde o investice se značnou, ale dlouhodobou návratností.

Je nicméně důležité si uvědomit, že územní samospráva ČR (stejně jako celá veřejná správa) dospěla do bodu, kdy nestačí optimalizovat její fungování nahodilými projekty, spočívajícími v nahrazení části papírování počítačem, případně nahodilými škrtky v rozpočtech, ale vyžaduje již přijetí smysluplné koncepce.

Pro tento účel a s přihlédnutím k přínosům přístupu zmíněného výše navrhuji na obecné úrovni metamodel a postup jeho vytváření, kde jádrem je proces a od stanovení procesů a dalších prvků na business úrovni v rámci BPR se odvíjí analýza a implementace v oblasti informační a technologické. Zdůrazňuji také důležitost zavedení měřitelných výstupů – metrik, vázaných na služby, sloužící k monitoringu úspěšnosti řešení a ke zvýšení motivace zaměstnanců úřadů. Jedná se v tomto smyslu o první návrh řešení, které budu dále rozpracovávat. Jedním z důležitých kroků v dalším postupu bude stanovení úrovní detailu zpracování entit v rámci tří základních úrovní – business, informační a technologické. K tomu bude třeba zejména analýza zainteresovaných skupin v rámci územní samosprávy.

Prozkoumala jsme také možnosti nalezení vhodného rámce pro EA, který podmínky výše splňuje, v příspěvku se této problematice nicméně dotýkám jen rámcově. Ze zkoumaných rámců spíše navrhuji vybrat to vhodné než se striktně držet implementace kompletního rámce. Stanovení konkrétního řešení bude také předmětem další analýzy, v níž se budu soustředit zejména na bližší prozkoumání vlastních procesů územní samosprávy. Vzhledem k rozdílné povaze státní správy a samosprávy nicméně nedoporučuji využití jednoho rámce pro celou oblast veřejné správy. Možnými kandidáty mezi architektonickými rámci použitelnými pro procesně řízenou územní samosprávu ČR budou Zachman a Archimate v oblasti popisu EA, Togaf v postupu vytváření EA a FEA v oblasti referenčních modelů.

Summary

Enterprise Architecture of the Local Self-Government in CR

In the article, I suggested an approach that can be taken in the determination of the solution for the effective functioning of the CR local self-government. The solution lies in usage of business process management in combination with the implementation of the enterprise architecture elements.

Business management lowers costs by means of improvement of management effectivity and by cancellation of ineffective processes, it enables better control of the office activities by means of uniquely defined competencies and responsibilities and by setting up measurable outputs for the evaluation of the effectivity of work and it serves fulfilling the essential self-government goals by deriving key processes from these goals. Main benefit of EA implementation is the support of business and IT alignment EA enables to view the organization from many perspectives and talk to different stakeholders with their own language so that the understanding and support of the overall conception is generally understood. Unified conception and thorough evaluation system of its implementation success with the necessary feed-back then in the long term period lowers costs in comparison with occasional projects that lead to ineffective decisions, non-optimal implementations, duplicities and incompatibility of individual solutions.

The positives mentioned above could however mean limitations within the implementation in the public sector as such as it is not based on commercial principles and implementation of such solutions is not legislated. Process optimisation, its IT support and the goal to make the office activities more transparent also put in place unpopular decisions regarding the reduction of number of employees and possible growth of their work control. We also have to take in account that such an investment has significant though long term return.

It is however important to realize that public sector in CR has reached the point where it has to be optimised with adoption of meaningful conception.

For this purpose I suggest high level metamodel and the process of its creation where the process is the core element and analysis and implementation on the informational and technological level is derived from processes and other elements analysis on business level within BPR. I also stress the importance of the implementation of measurable outputs – metrics, derived from services, that serve monitoring of the implementation success and improvement of employees motivation. It is the first proposal regarding this matter and will be further elaborated. One of the important steps in further development will be the definition of the level of detail while specifying entities within three basic levels. To proceed with that the analysis of local-government stakeholders will be necessary.

Regarding usage of an appropriate EA framework I suggest to combine the suitable parts before strictly follow one particular framework. Definition of the particular solution will be subject to further analysis. Possible candidates among EA frameworks for CR local self-government might be Zachman and Archimate in the EA description, Togaf in EA process and FEA in the area of reference models.

Literatura

- [1] *EA Management Guide*, dostupný z WWW: <http://www.aeablogs.org/cgi-bin/gforum/gforum.cgi>
- [2] Infosys, Enterprise Architecture Expands its Role in Strategic Business Transformation, *Infosys Enterprise Architecture Survey 2008/2009*
- [3] Haiping, L., *What does EA mean?* [online], dostupný z WWW: www.aeablogs.org
- [4] Hammer, M., Champy, J.: *Reengineering – radikální proměna firmy*, Management Press, 1996
- [5] Ministr, J., Fiala, J., Ráček, J., Optimalizace procesů a architektura systému workflow ve státní správě a samosprávě, *SYSTEMS INTEGRATION 2002*
- [6] Neczli, R., Mlynářčiková, J., Procesný přístup k návrhu IT v prostředí samosprávy (východiská a přínosy), *SYSTEMS INTEGRATION 2009*
- [7] Řepa, V., *Analýza, modelování a řízení podnikových procesů*, Katedra informačních technologií Vysoké školy ekonomické v Praze
- [8] Řepa, V., *Řízení procesů v podmínkách veřejné správy ČR, přínosy a rizika*, Katedra informačních technologií Vysoké školy ekonomické v Praze
- [9] Řepa, V., *Procesní řízení samosprávy obce*, Organizační struktury, Stará Lesná 2009
- [10] Řepa, V. a kolektiv, projekt Parma dostupný z WWW: <http://parma.vse.cz>
- [11] Zachman, J., *Concise Definition of The Zachman Framework* [online], dostupný z WWW: <http://zachmanframeworkassociates.com/index.php/the-zachman-framework>.

Chování investora na pražské burze s využitím vícekriteriálního rozhodování

Adam Borovička

Doktorand oboru Ekonometrie a operační výzkum

Abstrakt. Podstata příspěvku tkví v investičním rozhodování zasazeném do českého burzovního prostředí. Potenciální investor má v úmyslu vložit své volné peněžní prostředky do akciových titulů obchodovaných v Systému pro podporu trhu akcií a dluhopisů (SPAD) na Burze cenných papírů Praha. K vytvoření akciového portfolia nám pomohou některé matematické metody z oblasti vícekriteriálního lineárního programování. Vybráním vhodných kriteriálních funkcí a následnou aplikací vybraných metodických přístupů dosáhneme návodu pro chování daného investora. Při tom budeme důsledně sledovat roli informačních toků mezi rozhodovatelem a analytikem.

Klíčová slova: akcie, investor, portfolio, rozhodnutí

1 Úvod

Rozhodování, rozhodnutí, rozhodnout se – pojmy, které doprovázejí na cestě životem každého z nás. Obecně jedinec volí vždy takovou alternativu, která mu poskytuje největší užitek. V mnoha případech se jedná o velice složité a komplexní problémy, které jsou bez použití vhodných modelů jakožto prostředníků mezi teorií a realitou složitě řešitelné. V obdobné situaci stojí i investoři, kteří se rozhodují, do jakých akciových titulů na burze budou investovat.

Vžijme se do role movitého investora, který by rád nakoupil akcie společností emitované na pražské burze. Jelikož upřednostňuje emise velkých firem s možností investice v řádech desítek milionů korun, vydává se do „nejkvalitnějšího“ segmentu českého burzovníctví – Systému pro podporu trhu akcií a dluhopisů. Investor při sestavování portfolia sleduje určité hodnotící charakteristiky a klade kvantitativní omezení, která jsou vlastní jemu investičnímu naturelu. V tomto duchu analyzujeme chování investora orientujícího se na dividendový výnos a investora zaměřeného na kapitálové zisky. Při proceduře „optimalizace“ akciového portfolia navštívíme oblast teorie rozhodování, konkrétně využijeme některé metody vícekriteriálního lineárního programování, které poskytnou rozhodovateli (investorovi) obrázek o zamýšleném nákupu akcií. Cílem práce bude nejen vytvoření portfolia, ale hlavně pohled na investiční situaci z hlediska komunikace investora (rozhodovatele) s analytikem s vyhodnocením výkonnosti portfolia za celý rok své existence.

2 Investiční situace

Budeme uvažovat situaci, kdy chce potenciální investor vložit své finanční prostředky v přibližné výši 50000000 Kč do akcií obchodovaných v Systému pro podporu trhu akcií a dluhopisů na Burze cenných papírů Praha (více viz [6]). V současnosti je v tomto systému obchodováno 15 akciových emisí – AAA AUTO, CETV, ČEZ, ECM, ERSTE GROUP BANK, FORTUNA, KIT DIGITAL, KOMERČNÍ BANKA, NWR, ORCO, PEGAS NONWOVENS, PHILIP MORRIS ČR, TELEFÓNICA O2 C.R., UNIPETROL a VIG. Jelikož byla analýza prováděna v lednu minulého roku, nebyly zahrnuty společnosti KIT Digital a Fortuna.

Bereme v úvahu dva typy investorů - investora orientujícího se na *dividendový výnos* a investora zaměřeného na *výnos kapitálový*. Oba volí množinu kritérií, podle kterých budou jednotlivé varianty hodnotit:

- *výkonnost akciového titulu* - výnos vyjádřený v procentech z investované částky
 - krátkodobější (roční) - sleduje období roku 2009
 - dlouhodobější (čtyřletá) - zahrnuje vrcholnou fázi konjunktury, následnou krizi a začínající mírný vzestup
- *dividendový výnos* - poměr dividendy a tržní ceny akcie
- *průměrný růst dividend* - pro období 2006 až 2008
- *volatilita cen* - měřena na základě měsíční směrodatné odchylky za období let 2007 až 2009
- *průměrný objem obchodů* - hodnota je stanovena na základě pozorování denních objemů obchodů za období 2007 až 2009
- *zisk na akcii* - za první tři čtvrtletí krizového roku 2009
- *průměrná změna zisku na akcii* - za období 2007 až 2009 (říjen)

Kompletní přehled kriteriálních hodnot jednotlivých akcií najdeme v [1].

2.1 Investor orientovaný na dividendový výnos

První typ investujícího subjektu popíšeme jako investora, kterému tolik nezáleží na kapitálovém výnosu, jednoznačně se zaměřuje na dividendový výnos. Samozřejmě též sleduje výkonnost akcie za uplynulá léta, či jak si stojí firma ve výsledku hospodaření, ale jsou to čistě doprovodné a spíše okrajové ukazatele. Kvantitativní vyjádření preferencí ve formě vah stanovuje investor na základě bodovací metody (více viz [3]), kdy přiděluje jednotlivým kritériím body ze škály 0 až 10. Poměr bodového přidělu kritériu na celkovém množství udělených bodů stanovuje váhu.

Kromě stanovení váhového vektoru má investor požadavky na podobu akciového portfolia. Jelikož se jedná o dividendově orientovaného investora, žádá podíl akcie společnosti Philip Morris alespoň ve výši 20 % na celém portfoliu. Dále je pro něj podstatné, aby emise společností ČEZ, Philip Morris, Komerční banka, Telefónica a VIG tvořily nejméně 65 % celkové investice. V ekonomicky nestabilní době preferuje maximální podíl bankovního sektoru (Komerční banka a Erste Group Bank) 12 %, do společností krizí nejvíce zasažených nechce investovat vůbec, jedná se o společnosti AAA Auto, CETV a ECM. V rámci zachování diverzifikace portfolia nechce investovat do jednoho instrumentu více než 30 % celkově vydané peněžní sumy. Na druhé straně dodává, že jeho požadavky nejsou zadány zcela fixně, v pozitivním investičním zájmu je ochoten akceptovat drobné odchylky. Kompletní omezení spoluvytvářející množinu přípustných řešení vypadá následujícím způsobem

$$\begin{aligned} \sum_{i=1}^{13} x_i &= 1, \\ x_{10} &\geq 0,2, \\ x_3 + x_7 + x_{10} + x_{11} + x_{13} &\geq 0,65, \\ x_5 + x_6 &\leq 0,12, \\ x_1 + x_2 + x_4 &= 0, \\ x_i &\leq 0,3, \quad i = 1, 2, \dots, 13, \\ x_i &\geq 0, \quad i = 1, 2, \dots, 13, \end{aligned} \tag{1}$$

kde x_i , $i = 1, 2, \dots, 13$, vyjadřuje podíly investované částky do jednotlivých akciových titulů v indexním očíslování v pořadí abecedně uspořádaných společností.

2.2 Investor orientovaný na kapitálový výnos

Na druhé straně investičních strategií registrujeme osobu, která bedlivě sleduje kapitálový výnos z akcie, volatilitu cen (kapitálové riziko), také se zajímá o prosperitu firmy, naopak přítomnost dividendy prakticky nevnímá. Tento investor velice silně akcentuje kapitálový výnos, na druhé straně krotí své výnosové ambice uvědomělým přístupem k riziku, investice volí spíše stabilnějšího charakteru na delší časový horizont. Kvantifikace preferencí mezi kritérii probíhá obdobným způsobem jako u předešlého investora.

Kapitálově orientovaný investor také vznáší určité požadavky na strukturu portfolia. Jelikož vidí v emisi společnosti ČEZ stabilitu a solidní výkonnost, chce mít tuto akcii zastoupenou v portfoliu nejméně 20-ti %. Velmi slušný potenciál shledává investor i v bankovním sektoru, kam se rozhodne vložit nejméně 40 % svých volných peněžních prostředků. Krizí zmožené akcie ECM a Orco nesmí překročit dohromady podíl ve výši 4 %. Jako předešlý investor chce diverzifikovat portfolio, tudíž si nepřeje překročení podílu jedné emise ve výši 30 % z investované částky. Na zadané hodnoty se nedívá optikou nedotknutelnosti, naopak v zájmu optimality investované částky je připraven s jednotlivými úrovněmi lehce hýbat.

$$\begin{aligned} \sum_{i=1}^{13} x_i &= 1, \\ x_3 &\geq 0,2, \\ x_5 + x_6 &\geq 0,3, \\ x_4 + x_8 &\leq 0,04, \\ x_i &\leq 0,3, \quad i = 1, 2, \dots, 13, \\ x_i &\geq 0, \quad i = 1, 2, \dots, 13, \end{aligned} \tag{2}$$

kde x_i , $i = 1, 2, \dots, 13$, vyjadřuje podíly investované částky do jednotlivých akciových titulů v indexním očíslování v pořadí abecedně uspořádaných společností.

3 Vícekriteriální (lineární) programování

K řešení nastalé situace využijeme aparát vícekriteriálního lineárního programování (více viz [3] či [4]). Naformulujeme spojitou úlohu

$$\begin{aligned} z(x) = Cx &\rightarrow \text{"max"} \\ x \in X &= \left\{ x \in R^n \mid Ax \leq b, x \geq 0 \right\} \end{aligned} \quad (3)$$

kde x je vektor proměnných hodnot parametrů, A je tzv. matice strukturních koeficientů, b je vektor pravých stran omezení a C je matice ($k \times n$) koeficientů krite-riálních funkcí, kdy k udává počet kriteriálních funkcí a n počet proměnných. Řešení úlohy je nalezení takového vektoru x , který vyhovuje soustavě omezujících podmínek a současně dosahuje co nejvyšších hodnot všech kritérií. Máme na mysli *kompromisní* řešení.

3.1 Metody vícekriteriálního programování

Podle [3] se zásadním faktorem pro klasifikaci metod vícekriteriálního programování jeví skutečnost, v jaké fázi rozhodovacího procesu dochází k využití dodatečné informace od rozhodovatele pro nalezení kompromisního řešení. Pokud k tomu dochází již před samotným analytickým výpočtem kompromisního řešení, nazýváme *metody s informací a priori*. Jelikož může docházet k interakci mezi rozhodovatelem a analytikem během celého procesu, také máme možnost využít k řešení úloh *metody s průběžnou informací*. Třetí způsob pohybu informací reprezentují *metody s informací a posteriori*, kde dochází k přenosu až poté, co analytik poskytl rozhodovateli základní reprezentaci množiny nedominovaných řešení.

Pro účely analýzy jsem navštívil skupinu metod s apriorní informací a interaktivní přístupy. Z prvně jmenované oblasti byla využita metoda nacházející kompromisní řešení podle *minimální komponenty* a přístup založený na *maximalizaci užitku*. Zástupcem druhé skupiny metodických přístupů bude interaktivní forma metody vycházející z principu cílového programování, *metoda uspokojivých cílů*.

Minimální komponenta

Metoda založená na hledání kompromisního řešení pomocí minimální komponenty je velice citlivá na srovnatelnost kritérií, tudíž je důležitá normalizace jednotlivých kriteriálních funkcí. Do postupu nevstupují kardinálně zadané váhy kritérií, metoda se tak snaží kritéria spíše vyrovnávat.

Normalizace účelových funkcí probíhá podle následujícího vztahu

$$u_j(f_j(x)) = \frac{f_j(x) - \min f_j(x)}{\max f_j(x) - \min f_j(x)}, \quad j = 1, 2, \dots, k, \quad (4)$$

kde $f_j(x)$ je j -tá kriteriální funkce.

Kompromisní řešení podle minimální komponenty je dle [3] takový vektor $x^0 \in X$, pro který platí

$$\begin{pmatrix} f_1(x^0) \\ f_2(x^0) \\ \vdots \\ f_k(x^0) \end{pmatrix} \geq_{\min} \begin{pmatrix} f_1(x) \\ f_2(x) \\ \vdots \\ f_k(x) \end{pmatrix} \quad (5)$$

pro všechna $x \in X$.

Následně řešíme jednokriteriální úlohu lineárního programování [3]

$$\begin{aligned} z = w &\rightarrow \max \\ c^{(1)}x &\geq w, \\ &\vdots \\ c^{(k)}x &\geq w, \\ x &\in X. \end{aligned} \quad (6)$$

Maximalizace užitku

Metoda využívá dílčí funkce užitku pro jednotlivá kritéria

$$u_j(f_j(x)), \quad j = 1, 2, \dots, k. \quad (7)$$

Funkce užitku mohou mít lineární či nelineární charakter, od kterého se odvíjí i podoba agregované užitkové funkce, která slouží k nalezení kompromisního řešení. Lineární dílčí funkce užitku konstruujeme v normovaném tvaru kritériálních funkcí dle předpisu (4).

Multikritériální funkce užitku vykazuje aditivní či multiplikativní tvar. Pro jednoduchost za předpokladu nezávislosti kritérií využijeme jako v [3] aditivního tvaru funkce užitku

$$u(x) = \sum_{j=1}^k v_j u_j(f_j(x)), \quad (8)$$

kde v_j je váha j -té kritériální funkce.

Následně hledáme kompromisní řešení úlohy vícekritériálního programování pomocí maximalizační úlohy lineárního programování.

Metoda uspokojivých cílů

Podrobnější popis principů metody uspokojivých cílů nalézáme v literatuře [5], stručná zmínka se nachází též v [2]. Vychází z principu cílového programování s postupnou interaktivní úpravou cílových kritériálních hodnot.

Nejprve rozhodovatel zadává množinu minimálních úrovní jednotlivých účelových funkcí (při maximalizační povaze kritérií) $f_j(x)$, $j = 1, 2, \dots, k$. Z množiny zvolených úrovní vybere takovou, kterou shledává nejméně uspokojivou. Index příslušné účelové funkce označíme j_0 . Poté řešíme úlohu

$$\begin{aligned} f_{j_0}(x) &\rightarrow \max \\ f_j(x) &\geq a_j, \quad j = 1, 2, \dots, k, \quad j \neq j_0, \\ x &\in X, \end{aligned} \quad (9)$$

kde a_j jsou minimální úrovně účelových funkcí stanovené rozhodovatelem. Samozřejmě v případě absence přípustného řešení musí rozhodovatel minimální úrovně upravit.

Předložené řešení rozhodovatel hodnotí z hlediska dosažené úrovně účelové funkce $f_{j_0}(x)$. V případě vyjádřené nespokojenosti musí některou hodnotu a_k snížit. Pomocníkem v tomto kroku mohou být hodnoty duálních proměnných příslušných omezení. Pokud ale vyjádří rozhodovatel souhlas nad dosaženým řešením, tedy úrovní $f_{j_0}(x)$, má možnost svolit ke snížení této hodnoty ve prospěch zvýšení hodnot jiných účelových funkcí. V tomto případě opět stanovuje nejméně uspokojivě splněný cíl a algoritmus se opakuje. Pokud rozhodovatel není s to obětovat část hodnoty maximalizované kritériální funkce ve prospěch ostatních, výpočet končí. Bylo dosaženo nejlépe vyhovující řešení.

4 Investiční rozhodování

Dostáváme se k samotné aplikaci metod teoreticky nastíněných v první polovině práce. Každý přístup vychází z jiných základů, tudíž nám poskytne na danou problematiku různorodé pohledy, z kterých vyvodíme pro investory patřičné závěry.

Jak již bylo naznačeno, použitá data jsou sledována do ledna minulého roku. Investice je uskutečněna právě v tomto období, což nám umožňuje vyhodnocení in-vestiční strategie za celý rok investičního období. Ze zamýšleného spíše dlouho-dobějšího investičního horizontu není tato doba zcela reprezentativní, nicméně určitou vypovídací schopnost o dané investici vykazuje.

4.1 Minimální komponenta

První přístup, který využijeme k nalezení kompromisního řešení, bude vyhodnocení podle minimální komponenty. Investor prakticky nezadá žádné informace o svých preferencích mezi kritérii, jen sděluje některé požadavky na strukturu portfolia. Metoda má tendenci váhy kritériálních funkcí spíše vyrovnávat.

Analytik předkládá rozhodovateli řešení úlohy, které je zároveň nedominované. Nastává ale problém. Jelikož obchodování ve SPADu na pražské burze probíhá jen ve standardizovaných jednotkách (lotech), mohou proměnné nabývat jen určitých úrovní. Pokud zabudujeme mechanismus zajišťující tuto podmínku do modelu, nabude podstatně na složitosti s možností nenalezení přípustného řešení. Jelikož investor nezadá své požadavky na podobu portfolia zcela striktně a pevně, je možné s poskytnutým řešením pracovat v podobě drobných úprav. Výsledné řešení se pak odchyluje v jednotlivých proměnných v řádech desetin procenta od

původního v „technicko-investičně“ neakceptovatelném stavu. Také se může stát, že se dostává do oblasti nepřipustných řešení, což ale v rámci investiční flexibility požadovaných hodnot nepřipustné není.

Pro konkrétnost akciové portfolio pro investora orientujícího se na dividendový výnos vypadá následujícím způsobem: 9,32 % ČEZ, 18,78 % NWR, 12,32 % Orco, 3,57 % PEGAS, 23,52 % Philip Morris, 18,79 % Telefónica a 13,7 % VIG. U investora zaměřeného na kapitálový výnos nabývá portfolio podoby: 27,55 % ČEZ, 30,15 % Komerční banka, 22,2 % NWR, 1,25 % Orco, 5,35 % Philip Morris a konečně 13,5 % VIG.

4.2 Maximalizace užítku

Dále využijeme přístup, který už vyžaduje na počátku bližší informace o kritériích od potenciálního investora. Pro řešení platí obdobné připomínky jako v předchozím případě. Asi se sluší připomenout, že vycházíme ze zjednodušujících předpokladů aditivního tvaru vícekritériální funkce užítku lineárního charakteru.

Akciové portfolio u investora dividendově orientovaného je složeno: 27,95 % ČEZ, 11,47 % Komerční banka, 19,89 % Philip Morris, 9,39 % Telefónica, 31,3 % VIG. Kapitálově orientovaný investor tvoří portfolio takto: 28,32 % ČEZ, 31 % Komerční banka, 31,16 % Philip Morris a 9,52 % Telefónica.

4.3 Metoda uspokojivých cílů

Hierarchii ve smyslu informační produktivity rozhodovatele zakončíme metodou uspokojivých cílů, kde investor stanovuje minimální úroveň jednotlivých účelových funkcí, s kterými podle nabízeného řešení s analytikem dále pracuje. Hovoříme-li o minimálních úrovních, vycházíme z předpokladu maximalizačních kritériálních funkcí, tedy převádíme kritérium volatility cen vynásobením hodnotou (-1) na maximalizační.

Investor orientující se na dividendový výnos stanovuje minimální hranice pro hodnoty kritériálních funkcí na základě jejich důležitosti pro jeho investiční strategii. Jelikož se nejvíce soustředí na dividendu, respektive na poměr D/P, který zavádíme (místo dividendy) hlavně kvůli smysluplné interpretaci kritériální funkce, chce zadanou hodnotu vylepšit. Analytik nabízí řešení s hodnotou D/P 7,55. Investor žádá ještě vylepšení řešení a obětuje 20 procentních bodů jednoleté výkonnosti. Úroveň 8,08 je rozhodovatel plně uspokojen, dokonce je ochoten nadbytek nad hranici osm uvolnit ve prospěch ukazatele průměrného růstu dividend, který původně stanovil na minimální hodnotě 20. Analytik přichází s řešením s hodnotou 22, potenciální investor žádá ještě zlepšení, opět o několik procentních bodů snižuje minimálně požadovanou velikost jednoleté výkonnosti na 20. Přichází řešení s hodnotou průměrného růstu dividendy na hladině 25 %. Investor je spokojen, prostor pro další vylepšení je vcelku vyčerpán. Je akceptováno řešení: 9,4 % ČEZ, 23,72 % Philip Morris, 28,41 % Telefónica, 8,87 % Unipetrol a 29,6 % VIG.

Investor zaměřený na kapitálový výnos uděluje jednotlivým kritériím logicky odlišné hodnoty od předcházejícího případu. Nejvíce ho zajímají ukazatele výkonnosti a volatility. Jednoletou výkonnost nastavuje na hodnotu 40 a snaží se ji ještě vylepšit. Analytik předkládá investorovi řešení s hodnotou jednoleté výkonnosti na úrovni 57 %, což je pro investora velmi potěšující. Dokonce mu stačí výkonnost kolem 50-ti %, ale požaduje vylepšit ještě hodnotu volatility cen, kterou nastavil na 20 %. Dostává řešení s hodnotou lehce přes 14 %, což je pro investora uspokojivé. Výsledné řešení pak vypadá následovně: 27,32 % ČEZ, 29,9 % Komerční banka, 14,68 % NWR, 13,96 % PEGAS a 14,14 % Philip Morris.

5 Závěr

Co říci závěrem? Opakovat zde možnosti složení portfolio jednotlivých investorů je poněkud zbytečné, spíše se zaměřím na podstatu výsledků u jednotlivých metod.

Podíváme-li se na výstupy jednotlivých přístupů, jsou různorodé. U dividendově orientovaného investora se stabilně v portfoliu vyskytují akcie společností ČEZ, Philip Morris, Telefónica či VIG, které zaujmají většinu. U investora zaměřeného na kapitálový výnos hrají tuto roli emise firem ČEZ, Komerční banka a Telefónica. Jelikož metoda založená na maximalizaci minimální komponenty spíše důležitost kritérií vyrovnává, podává ve výsledku velmi široké portfolio s největším počtem akcií ze všech tří použitých metod.

Možná by se nabízelo, že u metody, kde jsou informační toky mezi rozhodovatelem a analytikem slabé, nabudou výsledné hodnoty nejsledovanějších kritérií nejhorších úrovní. Není tomu zcela tak, někdy jsou horší, jindy naopak. Pokud se podíváme na výkonnost portfolio od ledna do prosince roku 2010, vítězí portfolio složené na základě metody maximalizující minimální komponentu (12,57 %) následován hodnotou 10,45 % z metody uspokojivých cílů. Stejný obrázek najdeme

u dividendově orientovaného investora v absolutních hodnotách dividend přiznaných za rok 2008, které by mu vytvořené portfolio přineslo. Z vývoje společností, které zaujmají hlavní část portfolio je patrné, že se

podobných dividend dočkáme „pravděpodobně“ i v budoucnu. Objem informací, který v průběhu výpočtů proudí mezi rozhodovatelem a analytikem, zdaleka ne vždy musí přinést kýžené hodnoty kritériálních funkcí, o reálných výkonnostech portfolií, případně velikostí budoucích dividend ani nemluvě, ty jsou tvořeny souhrou mnoha racionálních i mnohdy iracionálních skutečností.

Přístup, který si investor ke skládání portfolia vybere, je zcela na něm. I sebelepší model pracující „pouze“ s historickými daty nedokáže zajistit vytvoření takového akciového portfolia, které by zaručovalo požadované kapitálové zisky či výplaty dividend. Nabízí se využití dalších kritérií, metod používaných na kapitálových trzích (fundamentální či technická analýza), rozšíření datové základny v rámci možností o další dostupná pozorování atd. Je to ale opravdu adekvátní postup? Nebude docházet k ještě většímu rozkolu s realitou? Máme se rozhodovat jen na základě kvantitativních vztahů, kvantifikovatelných skutečností? Jaké máme v tomto směru vlastně možnosti?

Literatura

- [1] Borovička, A.: *Vícekritériální hodnocení akciových titulů obchodovaných v systému SPAD na BCPP*, diplomová práce, 2010.
- [2] Bouška, J., Černý, M., Glückaufová, D.: *Interaktivní postupy rozhodování*, Academica, 1984.
- [3] Fiala, P.: *Modely a metody rozhodování*, Oeconomica, Praha 2008.
- [4] Fiala, P., Jablonský, J., Mañas, M.: *Vícekritériální rozhodování*, VŠE, Praha 1994.
- [5] Hwang, Ch., Masud, A.: *Multiple Objective Decision Making – Methods and Applications*, Springer Verlag, Berlin 1979.
- [6] Veselá, J.: *Burzy a burzovní obchody – výchozí texty ke studiu*, Oeconomica, Praha 2005.

Summary

Investor Behaviour on Prague Stock Exchange with Usage of Multiple Criteria Decision Making

An article deals with a creation of potential investor's stocking portfolio. The investor decides to insert his free financial means into stocks traded on Prague Stock Exchange in terms of System for Support of the Share and Bond Markets. I study two types of investors – focused on dividend yield and focused on capital yield. I chose eight criteria which I think that they are essential for investment decision making. I used several methods of multiobjective programming which differ in volume of information flowing between investor and analyst. I wanted to prove or uproot positive effect of larger amount of information from investor to analyst on result. Individual methods provide slightly different outcomes, slightly different stocking portfolio. Unambiguous affirmative dependence of favourable result on bulk of information was not confirmed.

Analýza burzovních indexů

Marika Křepelová

Doktorandka oboru Ekonometrie a operační výzkum

Abstrakt. V článku se zabývám vhodným modelováním volatility burzovních indexů České republiky, Německa, Maďarska a Ruska. Volatilitu indexů také zkoumám z hlediska strukturálních změn a body zlomu porovnávám napříč státy, neboli zda existují momenty, kdy se volatilita trhů mění všude a co tento zlom způsobilo.

Klíčová slova: GARCH, EGARCH, GJR-GARCH, ICSS

1 Úvod

Ve finančních časových řadách je běžně pozorována zešíkmenost a shlukovost dat. Dalším pozorovaným jevem je „pákový“ efekt, který vysvětluje větší vliv negativních šoků na volatilitu než u pozitivních šoků. První přínosy v tomto směru přinesla seminární práce Eagla (1982). Tato práce se věnovala podmíněnému rozptylu a autoregresní podmíněné heteroskedasticitě (dále jen ARCH). Rozšíření ARCH modelů na zobecněné ARCH modely (dále jen GARCH) popsal Bollerslev (1986). Tyto modely respektovaly zešíkmenost a shlukovost dat, ale již zanedbávaly „pákový“ efekt, jelikož popisovaly vliv šoků symetricky. Proto byly popsány další modely, které se snažily zahrnout i „pákový“ efekt. Mezi nimi budu v mém článku uvažovat EGARCH a GJR-GARCH. Při modelování a používání GARCH modelů se zpočátku uvažovalo normální rozdělení chyb, což u vysokofrekvenčních dat neplatí. V pracích (např. [1]) se proto uvažovalo Studentovo rozdělení, které respektuje tlusté konce pozorovaných chyb. V práci [8] již bylo použito zešíkmené Studentovo rozdělení. Jako poslední běžné rozdělení, které se využívá pro modelování, je rozdělení GED.

V této práci budu uvažovat čtyři burzovní indexy a to jmenovitě český index PX, německý index DAX, maďarský index BUX a ruský index RTS. U těchto indexů se budu snažit najít takový model popisující jejich volatilitu, aby byl model co nejvhodnější pro predikci.

Je důležité si také uvědomit, že volatilita se v čase mění – zejména v období finanční krize je volatilita akcií vysoká. Do modelů volatility se proto přidávají umělé proměnné, které tuto skutečnost respektují. V mém článku se již pro jednoduchost nebudu těmito modely zabývat. Pouze s pomocí algoritmu strukturních změn ICSS [7] mě bude zajímat, zda jsou tyto okamžiky změn volatilit stejné napříč pozorovanými trhy a v případě jejich shody vysvětlit šok, který tuto změnu zapříčinil.

2 Použité metody

K modelování dynamické podmíněné heteroskedasticity, která je závislá na zpožděných hodnotách rezidua, se používá metoda ARCH [5]. Jestliže uvažuji model, kde r_t je logaritmus výnosu burzovního indexu, pak model zapíšu následovně

$$r_t = \mu + e_t, \quad e_t | \psi_{t-1} \sim N(0, \sigma_t^2), \quad (1)$$

$$\sigma_t^2 = \omega + \alpha e_{t-1}^2, \quad (2)$$

kde ψ_{t-1} je inovace ve výnosu aktiva a N reprezentuje podmíněnou normální hustotu se střední hodnotou 0 a rozptylem σ_t^2 . Při uvažování Studentova rozdělení je možno najít vzorec v literatuře [3], pro zešíkmené Studentovo rozdělení v literatuře [8] a GED rozdělení v literatuře [9].

2.1 GARCH(1,1)

Model obecné autoregresní podmíněné heteroskedasticity je rozšířením ARCH procesu, kde podle [2] mohu rovnici podmíněného rozptylu zapsat jako

$$\sigma_t^2 = \omega + \alpha e_{t-1}^2 + \beta \sigma_{t-1}^2. \quad (3)$$

Omezení modelu jsou $\omega > 0$, $\alpha \geq 0$, $\beta \geq 0$, které vznikají z podmínky nezáporného rozptylu σ_t^2 a dále $\alpha + \beta < 1$, aby byl proces stacionární.

2.2 EGARCH(1,1)

Model GARCH předpokládá symetrii mezi očekávaným výnosem a volatilitou. To znamená, že jestliže roste očekávaný výnos, roste i volatilita. Při empirickém pozorování v praxi se však můžeme setkat i s opačnými příklady. Proto byly odvozeny asymetrické modely, jejímž zástupcem je právě EGARCH [9]. Model podmíněné heteroskedasticity, kde parametr γ popisuje asymetrii modelu, je pak popsán jako

$$\ln(\sigma_t^2) = \omega + \gamma \frac{e_{t-1}}{\sigma_{t-1}} + \alpha \left(\left| \frac{e_{t-1}}{\sigma_{t-1}} \right| - \mu \right) + \beta \ln(\sigma_{t-1}^2), \quad (4)$$

kde $\mu = E\left(\left|\frac{e_t}{\sigma_t}\right|\right) = \sqrt{\frac{2}{\pi}}$. Jestliže bude parametr γ záporný, pak mají záporné šoky vyšší volatilitu než šoky kladné a naopak.

2.3 GJR-GARCH(1,1)

Tento model je dalším typem asymetrického modelu, který zohledňuje „pákový“ efekt. Podle [6] mohu model napsat jako

$$\sigma_t^2 = \omega + \alpha e_{t-1}^2 + \beta \sigma_{t-1}^2 + \mathcal{I}_{t-1} e_{t-1}^2, \quad (5)$$

kde $\mathcal{I}_{t-1} = 1$ pro $e_{t-1} < 0$,

$\mathcal{I}_{t-1} = 0$ jinak.

2.4 Předpovědi podmíněného rozptylu

Předpověď 1-kroku pro GARCH(1,1) model mohu definovat rovnicí

$$\sigma_{t+1}^2 = \omega + \alpha e_t^2 + \beta \sigma_t^2. \quad (6)$$

U 1-krokové předpovědi pro model EGARCH(1,1) uvažuji rovnici

$$\ln(\sigma_{t+1}^2) = \omega + \gamma \frac{e_t}{\sigma_t} + \alpha \left(\left| \frac{e_t}{\sigma_t} \right| - \mu \right) + \beta \ln(\sigma_t^2). \quad (7)$$

A nakonec rovnice 1-krokové předpovědi třetího uvažovaného modelu GJR-GARCH(1,1) vypadá následovně

$$\sigma_{t+1}^2 = \omega + \alpha e_t^2 + \beta \sigma_t^2 + \mathcal{I}_t e_t^2. \quad (8)$$

Hodnocení přesnosti předpovědí se dá ověřit pomocí různých ukazatelů např. MSE (z angl. mean squared error), MAE (z angl. mean absolute error) a AMAPE (z angl. adjusted mean absolute percentage error). MSE, MAE a AMAPE jsou definovány následujícími rovnicemi

$$MSE = \frac{1}{h+1} \sum_{t=S}^{S+h} (\hat{\sigma}_t^2 - \sigma_t^2)^2, \quad (9)$$

$$MAE = \frac{1}{h+1} \sum_{t=S}^{S+h} |\hat{\sigma}_t^2 - \sigma_t^2|, \quad (10)$$

$$AMAPE = \frac{1}{h+1} \sum_{t=S}^{S+h} \frac{|\hat{\sigma}_t^2 - \sigma_t^2|}{\hat{\sigma}_t^2 + \sigma_t^2}, \quad (11)$$

kde $\hat{\sigma}_t^2$ značí předpověděný rozptyl a σ_t^2 označuje „aktuální“ rozptyl. Symbol h je počet měřených kroků a S udává velikost souboru dat.

Při posuzování vhodnosti modelu pro predikci je možno použít i Theilův koeficient značený TIC (neboli Theil's inequality coefficient), který je definován takto

$$TIC = \frac{\sqrt{\frac{1}{h+1} \sum_{t=S}^{S+h} (\hat{\sigma}_t^2 - \sigma_t^2)^2}}{\sqrt{\frac{1}{h+1} \sum_{t=S}^{S+h} (\hat{\sigma}_t^2)^2} - \sqrt{\frac{1}{h+1} \sum_{t=S}^{S+h} (\sigma_t^2)^2}}, \quad (12)$$

a nabývá hodnot od 0 do 1, přičemž 0 znamená perfektní shodu.

2.5 Modely strukturálních zlomů

Přítomnost strukturálních zlomů nepodmíněného rozptylu se dá testovat pomocí algoritmu iterativních kumulovaných součtů čtverců neboli ICSS algoritmů. Postup jak vyhledat body zlomu rozpracovali např. [7]. Tento test předpokládá, že časová řada má stacionární nepodmíněný rozptyl, dokud nenastane zlomový okamžik. K odhadu počtu zlomů se používají následující statistiky

$$C_k = \sum_{i=1}^k e_i^2, \quad k = 1, 2, \dots, n, \quad (13)$$

$$D_k = \frac{C_k}{C_n} - \frac{k}{n}, \quad k = 1, 2, \dots, n, . \quad (14)$$

Kde e_i je řada nezkorelovaných náhodných proměnných s nulovou střední hodnotou a nepodmíněným rozptylem, přičemž $D_n = D_0 = 0$.

Inclan a Taio dokázali, že $\sqrt{\frac{T}{2}} D_k$ se chová asymptoticky jako Brownův můstek.

3 Provedené experimenty

Jednotlivé burzovní indexy byly získány ze serverů *www.patria.cz* nebo *yahoo.finance.com* a to za období od 16. 9. 2004 do 25. 11. 2010. Při bližším zkoumání indexů je možno vypořádat, že průměrný výnos indexů za vybrané období je kladný. Nejvyšší průměrný výnos má index DAX s hodnotou 0,05% (nutné je podotknout, jak bylo uvedeno v úvodu, že zkoumám logaritmy výnosů). Nejmenší hodnota se vyskytuje u českého indexu PX a to 0,0076%. Variační rozptyl jednotlivých indexů je zhruba stejný a to kolem hodnoty 10%. Při testování normality časových řad podle Jarque-Berova testu zamítám hypotézu o normalitě chyb. Proto budu testovat modely pouze s jiným rozdělením (Studentovo, zešíkmené Studentovo a GED rozdělení).

Na obrázku 1 jsou vidět hodnoty tří vybraných ukazatelů a tučně zvýrazněny dvě nejlepší hodnoty, kterých v rámci zkoumaných modelů dosahují. Proškrtnuté buňky znamenají, že v těchto případech řada nekonverguje a dále ji neuvažuji.

DAX	GARCH(1,1)			EGARCH(1,1)			GJR(1,1)		
	Student-t	GED	zešikmené t	Student-t	GED	zešikmené t	Student-t	GED	zešikmené t
OP	93,0393	89,1736	75,2953	84,1672	76,1825	77,6616	74,6616	65,2826	55,2066
AIC	1,4485	1,4441	1,4395	1,4248	1,4156	1,4074	1,4151	1,4106	1,403
LL	-1138,87	-1135,43	-1130,76	-1118,166	-1110,9	-1103,43	-1111,479	-1107,93	-1100,942
BUX	GARCH(1,1)			EGARCH(1,1)			GJR(1,1)		
	Student-t	GED	zešikmené t	Student-t	GED	zešikmené t	Student-t	GED	zešikmené t
OP	60,8521	73,7781	50,7556		52,0418	45,9968	52,6849	62,2026	42,1383
AIC	2,1012	2,1055	2,1021		2,1056	2,1026	2,0932	2,0964	2,0943
LL	-1629,66	-1633	-1629,4		-1631,1	-1627,784	-1622,447	-1624,98	-1622,303
PX	GARCH(1,1)			EGARCH(1,1)			GJR(1,1)		
	Student-t	GED	zešikmené t	Student-t	GED	zešikmené t	Student-t	GED	zešikmené t
OP	59,7066	69,2304			67,4286	45,4852	54,4942	75,1506	47,8018
AIC	1,7136	1,7259			1,7165	1,7015	1,7046	1,7156	1,6996
LL	-1327,486	-1337,05			-1327,71	-1315,072	-1319,475	-1328	-1314,614
RTS	GARCH(1,1)			EGARCH(1,1)			GJR(1,1)		
	Student-t	GED	zešikmené t	Student-t	GED	zešikmené t	Student-t	GED	zešikmené t
OP		63,7117	51,2608		63,7117		66,1363	82,4535	51,7195
AIC		2,4127	2,3963		2,4126		2,4018	2,4037	2,3899
LL		-1836,87	-1823,377		-1834,82		-1827,585	-1829,03	-1817,459

Obrázek 1. Parametry jednotlivých modelů, OP (zkratka očištěného Pearsonova χ^2 -koeficientu, AIC (zkratka Akaikeho kritéria), LL (zkratka log-likelihood).

Vhodnost asymetrických modelů lze také analyzovat pomocí testů asymetrie. Obecným testem, kde uvažují jak kladné šoky, tak záporné šoky, vyšla p-hodnota u všech indexů až na index RTS jako statisticky významná na 5% hl. významnosti.

Dále budu uvažovat dva modely, které dosahovaly nejlepších hodnot vybraných kritérií. U těchto dvou vybraných modelů provedu predikci a vypočítám hodnoty ukazatelů, které jsem specifikovala v kapitole 2.4. V tabulce 1 jsou zapsány vypočtené hodnoty a tučně zvýrazněny lepší dosažené hodnoty ukazatele.

Je zajímavé, že u indexů PX a DAX vyšly jako dva nejlepší popisné modely volatility model GJR-GARCH(1,1) a EGARCH(1,1) se zešikmeným Studentovým rozdělením, kdežto u indexů BUX a RTS je to model GJR-GARCH(1,1) se Studentovým rozdělením a se zešikmeným Studentovým rozdělením. Ovšem tím stejnost indexů končí. Při analýze ukazatelů predikce mi u indexu PX vychází lépe model EGARCH(1,1), kdežto u indexu DAX je to model GJR-GARCH(1,1). U maďarského indexu BUX jsou oba modely velice podobné a pro predikci volatility mezi nimi není velký rozdíl. Ruský index RTS bych podle ukazatelů modelovala přes GJR-GARCH(1,1) se zešikmeným Studentovým rozdělením.

Tabulka 1. Předpovědní schopnost modelů

PX	GJR (1,1) zešikmené t	EGARCH(1,1) zešikmené t
MSE	1,284	1,267
MAE	0,5726	0,5696
AMAPE	0,5531	0,5522
TIC	0,5877	0,5882
DAX	GJR (1,1) zešikmené t	EGARCH(1,1) zešikmené t
MSE	0,6034	0,6193
MAE	0,4337	0,4374
AMAPE	0,5621	0,5635
TIC	0,56	0,5661
BUX	GJR (1,1) studentovo t	GJR (1,1) zešikmené t
MSE	2,304	2,304
MAE	0,7752	0,7747
AMAPE	0,5532	0,5532
TIC	0,5929	0,5935
RTS	GJR (1,1) studentovo t	GJR (1,1) zešikmené t
MSE	2,641	2,621
MAE	1,107	1,089
AMAPE	0,5544	0,5535
TIC	0,5029	0,5105

Při zkoumání bodů zlomů volatility v daném časovém období jsem našla osm okamžiků, kdy byly body zlomů stejné alespoň u dvou indexů. Tyto data a události, které se k danému datu odehrály, a tím pravděpodobně ovlivnily jejich volatilitu, jsou uvedeny v tabulce 2.

Tabulka 2. Vybrané body zlomů

BUD	DAX	PX	RTS	
11. 5. 2006		11. 5. 2006	11. 5. 2006	← Zklamání z amerických makroekonomických dat, indexy si připisovaly denně ztráty i přes 5%
		15. 6. 2006	15. 6. 2006	← Celková nejistota na světových trzích
20. 11. 2007		20. 11. 2007		← Ačkoliv se již americká burza pohybuje v kladných číslech, německá burza se stále drží v záporných a tahá dolů i burzu českou a maďarskou
	15. 1. 2008	18. 1. 2008	15. 1. 2008	← Propad akcií na Wall Street
	24. 1. 2008	28. 1. 2008		← Americká FED snížila úrokovou míru o 50 bazických bodů
22. 11. 2008		24. 11. 2008	26. 11. 2008	← MMF se rozhodlo pomoci Islandu částkou 10 miliard dolarů
2. 9. 2009		2. 9. 2009		← Optimistické vyhlídky na světových burzách
27. 5. 2010	27. 5. 2010			← Globální nervozita na finančních trzích opět vyvolala vlnu výprodejů akcií a jejich výrazný pád

4 Závěr

V článku jsem prokázala, že na všechny zkoumané indexy je vhodné při modelování volatility použít nesymetrický model. Tento model by měl respektovat nenormální rozdělení chyb a jako nejlépe vystihující vysokofrekvenční data bylo Studentovo rozdělení a zešíkmené Studentovo rozdělení. Schopnost predikce modelů není velká, a proto by bylo potřeba modely dále upravit. Prvním krokem při úpravě modelu by bylo zahrnutí umělých proměnných na základě výsledku bodů zlomů ve volatilitě. Dále by bylo možno použít model SWARCH, při kterém se střídají režimy vzestupů a pádů.

Při zkoumání bodů zlomů jsem zjistila, že burzy přebírají informace mezi sebou a reagují stejně i na světové inovace (zejména na zprávy z americké FED). Index DAX, který byl mezi vybranými čtyřmi indexy nejsilnější, reaguje na změny nejméně, resp. reaguje pouze na americké zprávy. Výpočty jsou proto v souladu s teorií. Český index reaguje nejvíce a to by mohlo znamenat jeho propojenost (např. obchod) se všemi výše uvedenými zeměmi.

Literatura

- [1] Baillie, R.T., Bollerslev, T.: Common stochastic trend in a system of exchange rates. *Journal of Monetary Economics*, Vol. 44 (1989) 167–181.
- [2] Bollerslev, T.: Generalized autoregressive conditional heteroskedasticity. *Journal of Econometrics*, Vol. 31 (1986) 307–327.
- [3] Bollerslev, T.: Conditionally heteroskedastic time series model for speculative prices and rates of return. *Review of Economics and Statistics*, Vol. 69 (1987) 542–547.
- [4] Ding, Z., Granger C.W.J., Engle, R.F.: A long memory property of stock market returns and a new model. *Elsevier*, Vol.1 (1993) 83–106.
- [5] Eagle, R. F.: Autoregressive conditional heteroskedasticity with estimates of United Kingdom inflation. *Econometrica*, Vol.50 (1982) 987–1008.
- [6] Glosten, L., Jagannathan, R., Runkle, D.: On the relation between the expected value and the volatility of nominal excess return on stock. *Journal of Finance*, Vol. 48 (1993) 1779–1801.
- [7] Inclan, C. , Tiao G.: Use of cumulative sums of squares for retrospective detection of changes in variance. *Journal of the American Statistical Association*, Vol. 89 (1994) 913–923.
- [8] Lambert P., Laurent S.: Modelling skewness dynamics in series of financial data using skewed location-scale distributions. *Discussion Paper*, Université Catholique de Louvain, Louvain-la-Neuve, Belgium 2002

- [9] Nelson, D.: Conditional heteroskedasticity in asset returns: a new approach. *Econometrica*, Vol. 59 (1991) 349–370.

Summary

Analyse of Stock Indices

In this paper I discussed the problem of modeling volatility of stock indices of four countries (German, Czech Republic, Hungary, Russia). I compared three possible models. One was symmetric (GARCH) and the other asymmetric (EGARCH, GJR-GARCH). I proved that the best for predictions of those stock indices were asymmetric models combined with Student distributed errors or skewed Student distributed errors. In the paper I also analyzed structure breaks in volatility and I found several moments when the breaks were in the same date. That means effectiveness of the markets and transmission of innovations across the countries. The further research can be done with analyzing models with dummy variables.

Vícekritériální investiční rozhodování

Petr Mynařík

Doktorand oboru Ekonometrie a operační výzkum

Abstrakt. Ve svém příspěvku se zabývám porovnáváním různých druhů otevřených podílových fondů a jejich vyhodnocením. Na základě získaných údajů a informací jsem stanovil kritériální funkce a omezující podmínky řešeného problému. K řešení jsem použil metodu STEM a snažil jsem se prokázat vhodnost zvolené metody na problematiku investičního rozhodování.

Klíčová slova: STEM, podílové fondy, vícekritériální hodnocení variant, LINGO

1 Úvod

Pracovně se zabývám problematikou investování a hledání vhodného portfolia pro konkrétní klienty a zájemce o investování. Proto se nabízelo uplatnit své praktické zkušenosti a znalosti při psaní tohoto článku.

I v oblasti investování se setkáváme s problémem rozhodování a volby vhodné varianty. Každý potenciální investor je ryze subjektivní a má odlišné a specifické požadavky, které očekává a chce promítnout do vlastního portfolia. Je proto nutné dívat se na každého jiným úhlem pohledu a do daného návrhu řešení by se měly zohlednit jeho požadavky. Je mnoho způsobů, jak lze nalézt vhodný nástroj.

Na zjednodušeném příkladu se pokusím ukázat a nabídnout možné řešení, které lze získat aplikací vybrané metody vícekritériálního programování. Při zadávání vstupních informací jsem dokázal využít své praxe a přístupů na různé informační zdroje, kde jsem mohl získat potřebné informace a hodnoty pro přesné a kvalitní nastavení matematického modelu řešené úlohy.

2 Matematický model úlohy

Problém výběru vhodného portfolia je možné zapsat jako úlohu lineárního programování. Jako cíl lze definovat složení portfolia z jednotlivých druhů otevřených podílových fondů a dosáhnout optimálních hodnot jednotlivých kritériálních funkcí.

Pro řešení úlohy je nezbytně nutné stanovit omezující podmínky úlohy a kritériální funkce. V této fázi jsem využil nabytých zkušeností během mé praxe, které jsem implementoval do zadání problému. Po sestavení modelu následovala fáze hledání řešení. Při řešení jsem se rozhodl pro metodu STEM [1], [3].

Tato metoda spočívá ve střídání dvou kroků – výpočetní a rozhodovací krok. Proto je nutná vzájemná spolupráce a interaktivní předávání informací mezi analytikem a rozhodovatelem. V řešeném příkladu jsem vystupoval současně jako analytik a rozhodovatel, ale do návrhů rozhodovatele jsem se snažil promítnout vlastní zkušenosti z přístupů a pohledů investorů na různé možnosti, které se mohou objevit a nastat.

Proměnné

Proměnné vyjadřují objem finančních prostředků zainvestovaných do jednotlivých druhů otevřených podílových fondů. Považuji za vhodné stručně popsat, jak se vymezuje tato třída fondů.

Otevřené podílové fondy jsou instrumenty kolektivního investování, kdy si za investované finanční prostředky kupujete tzv. podílové listy. Podílový list je cenný papír, jehož hodnota odpovídá podílu investovaných prostředků na vlastním jmění fondu. Kurs podílového listu nás přesně informuje o vývoji a změnách zhodnocení portfolia fondu. Hodnota podílového listu kolísá v závislosti na výnosech tzv. podkladových aktiv, tedy cenných papírech, do kterých podílový fond investuje. Podílové fondy se označují jako otevřené z toho důvodu, že garantují investorům zpětný odkup podílových listů za aktuální hodnotu, a tudíž nemůže nastat situace, že by byly podílové listy bezcenné.

Tento typ fondů se rozlišuje na určité druhy. Nejpoužívanější rozdělení rozlišuje 4 typy podílových fondů: fondy peněžního trhu, dluhopisové fondy, smíšené fondy a akciové fondy [2].

A proměnné v modelu právě představují jednotlivé skupiny fondů. Je tedy zřejmé, že samotná úloha má 4 proměnné, jejichž hodnoty udávají objem finančních prostředků vložených do dané skupiny fondů. Jednotlivé proměnné obsahují určitý počet konkrétních fondů, které jsem zahrnul do analýzy. Celkem bylo vybráno 90 otevřených podílových fondů (13 peněžních fondů, 24 dluhopisových fondů, 16 smíšených fondů a 37 akciových

fondů). Vybíral jsem fondy, které ze své praxe znám. Dalším kritériem volby fondu byla dostupnost na českém trhu. Také jsem zohledňoval, jak často se fondy nakupují/prodávají, dával jsem přednost produktům, které jsou relativně oblíbené a často se s nimi obchoduje. Vybrané fondy jsou z nabídek renomovaných investičních společností (ČS, ČSOB, Conseq, ING, Raiffeisen,...).

Omezující podmínky

Další bod se týká vlastních podmínek úlohy. Tyto rovnice, příp. nerovnice charakterizují a přibližují určité vlastnosti, které lze brát v úvahu při investování. Model se skládá z řady omezujících podmínek, které musí být při hledání řešení splněny.

Pro bližší pochopení rozdělím podmínky na několik skupin, které poté přiblížím, aby bylo jasné, jaké parametry беру v potaz při hledání řešení.

První podmínka se týká určení objemu finančních prostředků, které v mém příkladu hodlá investor vložit do investičních nástrojů. V řešeném příkladu jsem stanovil jako hodnotu celkové vložené částky 1.000.000 Kč.

Další skupina podmínek se týká kritériálních funkcí úlohy. Jsou zde nastavené určité úrovně jednotlivých kritérií, které jsou požadovány. Tyto hodnoty lze chápat jako určité aspirační úrovně rozhodovatele. Jak bude možné vidět na výstupu, tyto zadané úrovně může rozhodovatel v průběhu výpočtu měnit a přizpůsobovat svým požadavkům.

Úloha obsahuje i omezení vztahující se na procentuální zastoupení jednotlivých druhů podílových fondů v rámci celkového portfolia. V příkladu budu počítat s nastavenou hranicí minimálního a maximálního podílu v rámci výsledného celku. Pro všechny typy fondů platí, že by mělo být zastoupeno v portfoliu v rozmezí <10 %, 60 %>. Podobná podmínka se týká maximálního zastoupení dvou krajních skupin fondů v portfoliu. Tímto bodem je myšlena skutečnost, že čtyři proměnné lze rozdělit na dvě krajní skupiny, u kterých je nastavena horní hranice investovaných prostředků. Zde je nastavena hodnota nejvyššího podílu na 80 %. Tyto nerovnice mají za cíl snížit riziko portfolia fondů.

Je taky důležité neopomenout, že jedna proměnná je výhradně složena z ostatních proměnných, proto se do modelu doplní i tato podmínka. Není těžké odhalit, které proměnné se týká toto omezení. Smíšený fond je složen z ostatních fondů. Pochopitelně se v praxi může částečně lišit zastoupení jednotlivých instrumentů, není obecný vzorec, podle kterého musí být vytvořeny všechny smíšené fondy. V tomto bodu jsem se přiklonil k většinovému názoru, který předpokládá toto rozložení: 10 % peněžní fondy, 40 % dluhopisové fondy a 50 % akciové fondy.

Poslední dvě skupiny omezení úlohy se vztahují na složení a vlastnosti zkoumaných fondů. Jedna část popisuje měnu fondu. Právě tento ukazatel ovlivňuje měnové riziko konkrétního fondu. U zkoumaných a do analýzy zahrnutých fondů jsem provedl zjištění, v jakých měnách se nástroje vyskytují. Následně se opět stanovilo rozpětí, v jakém investor požaduje rozložit své finanční prostředky do jednotlivých měn.

Tabulka 1. Měna fondu

	CZK	EUR	USD
peněžní fond	69,2 %	23,1 %	7,7 %
dluhopisový fond	58,3 %	25,0 %	16,7 %
smíšený fond	68,8 %	18,8 %	12,5 %
akciový fond	51,4 %	24,3 %	24,3 %
požadované zastoupení	55 - 65 %	21-24 %	15-20 %

A poslední část se týká geografického zaměření fondů. I zde jsem postupoval podobně jako v předcházejícím bodě, opět se zjistilo zaměření všech fondů a poté se tento parametr doplnil do matematického modelu úlohy.

Tabulka 2. Geografické zaměření fondu

	ČR	Evropa	Sev. Amerika	Latinská Amerika	Asie	globální
peněžní fond	30,8 %	53,8 %	7,7 %	0,0 %	0,0 %	7,7 %
dluhopisový fond	16,7 %	25,0 %	16,7 %	0,0 %	4,2 %	37,5 %
smíšený fond	12,5 %	31,3 %	6,3 %	6,3 %	6,3 %	37,5 %
akciový fond	5,4 %	27,0 %	8,1 %	16,2 %	10,8 %	32,4 %
požadované zastoupení	10-20 %	30-40 %	8-12 %	3-8 %	2-6 %	25-35 %

Kriteriální funkce

Navržený matematický model má pět účelových funkcí představující jednotlivá kritéria, která jsou předmětem optimalizace problému. Uvedu důvody zahrnutí konkrétních kritérií do matematického modelu.

V této části se nejprve definuje pojem investiční trojúhelník [5]. Tento termín v sobě spojuje tři základní ukazatele, které vždy musíme sledovat při volbě investičního nástroje. Mezi tyto ukazatele náleží:

- výnos,
- riziko,
- likvidita.

Pochopitelně se uvedené parametry objeví v jednotlivých účelových funkcích modelu. První účelová funkce vyjadřuje očekávaný výnos, který přinese daný druh fondu. Zde jsem za cenové koeficienty dosadil průměrné hodnoty u všech fondů za období posledních 5 let [4].

Další kritérium zohledňuje volatilitu jednotlivých proměnných modelů. I u této otázky jsem využil dostupných zdrojů a na základě analýzy vybraných fondů jsem určil koeficienty účelové funkce.

Kritérium riziko souvisí s volatilitou částečně ale ne zcela, proto nelze vynechat ani tento indikátor. Pro riziko jsem nastavil jednoduchou čtyř-hodnotovou stupnici, podle které jsem zařadil jednotlivé druhy fondů do příslušné kategorie.

S investováním do podílových fondů vznikají i určité náklady, tzv. vstupní poplatky. Tato částka se musí platit poměrově k investované částce a závisí na druhu fondu. Čím má fond vyšší potenciál růstu, tím větší je pochopitelně sazba poplatku. Pro zadání koeficientů jsem také pomocí průměrů zhodnotil a spočítal aktuální nabídku investičních společností.

Poslední kriteriální funkce bere v potaz propady cen hodnocených fondů. Existuje podobný ukazatel, který počítá tuto charakteristiku, já jsem tento indikátor modifikoval. Počítal jsem, kolik měl daný fond propadů ceny o 10 % za celé hodnocené období (10 let). Každý investor žádá, aby jeho fond podstoupil minimální počet propadů, protože by to pro něho znamenalo ztrátu a tu si nepřeje nikdo.

Dále upřesním, proč není v modelu obsažena likvidita. Důvod je jednoduchý a prostý, všechny skupiny otevřených podílových fondů mají stejnou úroveň likvidity, není mezi nimi žádný rozdíl, proto je zbytečné hodnotit varianty podle tohoto ukazatele.

Je logické, že z daných kritérií je jediné maximalizační (výkonnost za 5 let) a zbývající jsou minimalizační. Pro větší přehlednost použiji tabulku k vyjádření koeficientů (vypočtených hodnot) jednotlivých účelových funkcí.

Tabulka 3. Kriteriální funkce

	výkonnost za 5 let (p.a.)	volatilita	riziko	vstupní poplatek	počet propadů ceny
peněžní fondy	1,0154	0,235	1	0,4	0
dluhopisové fondy	1,0233	4,157	2	1,35	1
smíšené fondy	1,0291	7,057	3	2,2	4,3
akciové fondy	1,0575	11,97	4	4,23	9,4

Pro vysvětlení se zastavím u hodnot výkonnosti. Hodnota představuje index, tzn., že např. peněžní fond během minulých 5 let dosáhl průměrného ročního zhodnocení 1,54 %. Vstupní poplatek je uveden v procentech.

3 Řešení úlohy – metoda STEM

K samotnému řešení a hledání optimálního portfolia jsem si vybral metodu STEM, která řeší vícekritériální spojité modely. Výpočetní postup se skládá z několika iterací, jejichž počet se rovná počtu kritériálních funkcí modelu.

V řešeném příkladu bude tedy pět iterací, které budou vyžadovat dodatečnou informaci od rozhodovatele. Na základě upřesňujících informací se bude průběžně měnit optimální řešení.

Jednotlivé iterace, hodnoty proměnných a účelových funkcí znázorním v tabulce, která přehledně nabízí všechna řešení.

Tabulka 4. Přehled kroků při použití metody STEM

	Krok 1	Krok 2	Krok 3	Krok 4	Krok 5
w1	0,1	0,3	0,4	0,7	1
w2	0,2	0,3	vyhovuje	vyhovuje	vyhovuje
w3	0,1	vyhovuje	vyhovuje	vyhovuje	vyhovuje
w4	0,2	0,2	0,3	vyhovuje	vyhovuje
w5	0,4	0,2	0,3	0,3	vyhovuje
X1	171 866	266 283	266 281	266 276	266 060
X2	507 431	486 802	486 804	486 803	486 790
X3	219 538	100 000	100 002	100 004	100 000
X4	101 165	146 915	146 913	146 917	147 150
Z1	1 026 675,42	1 026 800,86	1 026 800,82	1 026 801	1 026 810,66
Z2	4 550 003,89	4 550 484,97	4 550 482,99	4 550 539,65	4 553 195,63
Z3	2 250 002	2 127 547	2 127 547	2 127 562	2 128 240
Z4	16 046,90	16 051,46	16 051,44	16 051,62	16 060,35
Z5	2 292 395,40	2 297 803	2 297 794,80	2 297 840	2 300 000

Z tabulky je patrné, jaké informace rozhodovatel postupně předával a s jakými kritérii byl v jednotlivých krocích spokojen. Např. po prvním kroku vyhovovala rozhodovateli hodnota 3. účelové funkce, kterou dále neřešil, a naopak před poslední iterací rozhodovatel požadoval pouze úpravu optimální hodnoty 1. účelové funkce, která představuje výnos celkové investice.

Do rozhodování investora jsem se snažil promítnout zkušenosti, které jsem získal při hledání vhodné investiční příležitosti pro velké množství investorů. A také jednotlivá omezení úlohy a zadané parametry vycházejí ze skutečné situace na investičním trhu a jsou podloženy vlastními znalostmi získanými během své víceleté praxe.

Hodnoty proměnných představují objem finančních prostředků vložených do daného investičního nástroje. Váhy w_i určují váhy odchylek, pokud je rozhodovatel spokojen s hodnotou kritéria, je v následném kroku $w_i=0$. Z tabulky lze snadno vyčíst, jaké hodnoty kritérií byly v jednotlivých krocích vyhovující pro rozhodovatele.

4 Závěr

V příspěvku bylo prokázáno, že zvolená metoda je vhodná pro řešení problému investičního rozhodování. Řešený příklad byl použit jako test a bylo ověřeno, že prostřednictvím metody STEM lze dojít k relevantním výsledkům, které lze využít i v praxi.

Metoda STEM využívá při hledání řešení dvou kroků. Těmito kroky, které se střídají, jsou výpočet a rozhodování. Je tedy zřejmé, že postup výpočtu se mění u každé úlohy v závislosti na různém postoji rozhodovatele. I kdybychom měli stejné zadání a model pro dva investory, pro každého z nich může vyjít zcela rozdílné portfolio.

Proto je nutné vzít v potaz při hledání různých možností, že každý možný investor je zcela odlišný, má jiné požadavky, očekávání a cíle. Ke každému se musí přistupovat zcela individuálně a nabízet takové možnosti, které přesně vyhovují jeho investičnímu profilu.

Literatura

- [1] Fiala P.: *Modely a metody rozhodování*. Oeconomica Praha, 2003. ISBN 80-245-0622-X.
- [2] Gazda J., Liška V.: *Kapitálové trhy a kolektivní investování*. Professional Publishing, Praha, 2004. ISBN 80-86419-63-0.
- [3] Hwang C.L., Masud A.S.: *Multiple objective decision making, Methods and applications*. Springer Verlag, Berlin 1979.
- [4] iFondy: *Přehled investičních produktů* [online]. 19.1.2011 [cit. 2011-01-19]. Dostupný z WWW: <<http://www.ifondy.cz/invprodukty>>.
- [5] Souček I., Fotr J.: *Podnikatelský záměr a investiční rozhodování*. Grada, 2005. ISBN 80-247-0939-2.

Summary

Multiple Criteria Decision Making in Investments

I discuss the possibilities of investments and searching better solution for potential investor. Each investor has different expectations and requirements that must be taken into account in the proposal of different alternatives. I describe in this article, what criteria may be important in finding solutions. Possibilities of solution were illustrated on particular example. I focus on application a method of multicriterial evaluation of alternatives.

It was shown that each investor may have different preference, because each person is unique and each should be approached differently. There are many opportunities of investment on the market and everyone is possible to find a suitable solution.

Modelování v demografii

Dalibor Nečas

Doktorand oboru Ekonometrie a operační výzkum

Abstrakt. Globální demografické a socio-ekonomické jevy jsou součástí každodenního života, aniž by si je člověk ze svého lokálního pohledu vždy plně uvědomoval. Právě ony ale mají zásadní vliv na mnoho událostí v reálném světě a jejich modelování, nebo alespoň snaha o jejich zmapování a porozumění jim, by měly být součástí všech důležitých společensko-vědních disciplín včetně ekonomie. Cílem této práce je sestavit stručný přehled dosavadních nejznámějších přístupů k modelování v demografii jako východisko pro náročnější a složitější postup v podobě simulačního multiagentního systému.

Klíčová slova: demografie, modelování, populace, analýza

1 Úvodem

Jedním z dílčích aspektů rozvoje každé ekonomiky je její populační vývoj. Věkové složení obyvatelstva má výrazný vliv na širokou škálu oblastí lidského života ve veřejném i soukromém sektoru, neboť každá věková skupina má své specifické (nejen ekonomické) potřeby a každá věková skupina má také jinou možnost podílet se na celkové tvorbě prostředků, z nichž se tyto potřeby realizují. Zdaleka ještě ne všichni si plně uvědomují možné dopady na hospodářství, které s sebou významné změny ve věkové struktuře obyvatelstva mohou přinést. Aby bylo možné se na ně dostatečně připravit, je třeba umět tyto jevy správně popsat, k čemuž může sloužit mimo jiné také jejich modelování.

2 Jednostavové modely

Demografie zkoumá životní cykly jedinců vybrané populace a procesy s životním cyklem související, přičemž mezi základní demografické ukazatele patří zejména charakteristiky rození a vymírání. První část této kapitoly se věnuje popisu úmrtnosti. S výsledným aparátem je možné sestavit konstrukt stacionární populace a nakonec s využitím charakteristik rození také model stabilní populace. Kapitulu uzavírá stručný úvod do metod predikce vývoje velikosti a věkově pohlavní struktury populace v čase.

2.1 Úmrtnost

Základním ukazatelem vypovídajícím o úmrtnosti jedinců v populaci je (pohlavně a věkově) *specifická míra úmrtnosti* během časového intervalu Δt ,

$$m_x = \frac{M_x}{S_x \cdot \Delta t}, \quad x = 0, 1, \dots, \omega - 1, \quad (1)$$

kde v čitateli vystupuje počet zemřelých v dokončeném věku x během zvoleného časového intervalu Δt a ve jmenovateli je odhad tzv. *doby expozice*, viz např. [2, str. 9], konstruovaný pomocí *středního stavu* populace vynásobeného délkou časového intervalu Δt . Středním stavem se rozumí počet jedinců v populaci ke středu časového intervalu, nebo aproximativně aritmetický průměr z *počátečního* a *koncového stavu*. Odhad doby expozice je založen na předpokladu, že úmrtí, narození i migrace jsou v čase rovnoměrně rozloženy, takže každý narozený, zemřelý, vystěhovalý i přistěhovalý člen populace v ní tráví v průměru polovinu časového intervalu Δt . Symbol ω vyjadřuje nejvyšší (celočíslný) věk, kterého se nedožije žádná osoba ve sledované populaci.

Specifické míry úmrtnosti se počítají zvlášť pro obě pohlaví. Muži vykazují v průběhu celého života vyšší úmrtnost než ženy (v demografii se tento jev označuje jako *mužská nadúmrtost*). Přestože pohlaví nemá vždy na úmrtnost takový vliv jako některé jiné faktory, např. rodinný stav, viz též [2], tkví výhoda jeho použití především ve snadné dostupnosti dat a v neměnnosti tohoto faktoru během života jedince (pouze v marginálních případech se lze setkat s tzv. konverzí pohlaví).

Předpoklad o rovnoměrném rozložení úmrtí během intervalu Δt neplatí v prvním roce života, tedy pro nulaleté. Většina úmrtí kojenců (kojencem se v lékařské praxi označuje dítě do jednoho roku života) se odehraje během několika dnů, nejvýše týdnů po narození. Kvůli koncentraci úmrtí nulaletých v počátku jejich života je průměrná doba strávená kojenci v populaci kratší, než předpokládaná jedna polovina roku. Proto se speciálně pro nulaleté počítá tzv. *míra kojenecké úmrtnosti* jako podíl počtu zemřelých kojenců v roce t a počtu živě

narozených osob v téže roce. Problémem takového ukazatele je, že někteří ze zemřelých kojenců v daném období pocházejí z generace narozených v předešlém období. Správně by tedy při konstrukci míry kojenecké míry úmrtnosti měl být volen generační přístup na základě podílů *dolních* a *horních elementárních souborů* zemřelých v příslušných letech, podrobněji viz [7].

Nejsou-li k dispozici data o horním elementárním souboru zemřelých nulaletých, lze k výpočtu míry kojenecké úmrtnosti použít aproximaci v podobě upravené *Rahtsovy formule*, která vyžaduje pouze informaci o podílu dolního elementárního souboru na celkovém počtu zemřelých α_0 , viz opět [7].

Kromě pohlavní diferenciaci se u specifických měr úmrtnosti obvykle vyskytuje silné rozkolísání hodnot (bez ohledu na pohlaví) ve vyšších věkových skupinách. Dokonce by se mohlo zdát, že úmrtnost s rostoucím věkem od určité hranice klesá, což by odporovalo empirické zkušenosti.

Projevuje se totiž s věkem klesající velikost sledovaného vzorku, takže specifické míry úmrtnosti jsou v těchto případech mnohem výrazněji ovlivněny náhodnou chybou, neboť každý zemřelý/přeživší má v rámci početně slabé věkové skupiny relativně velkou váhu. Dalším faktorem je také rostoucí chybovost v evidenci starších osob. A konečně, stejně jako pro kojence neplatí zpravidla ani pro starší věkové skupiny předpoklad o rovnoměrném rozložení úmrtí během roku.

Výkyvy hodnot specifických měr úmrtnosti způsobené náhodnými chybami se proto obvykle eliminují vyrovňáváním. Vyrovnání lze učinit buď mechanické, zpravidla pomocí klouzavých průměrů, nebo analytické, tj. proložením hodnot nějakou vhodnou analytickou funkcí.

Mechanické vyrovnání je snazší a nevyžaduje informaci o tvaru funkční závislosti. Příkladem mechanického vyrovnávání je *Schärtlínova 9bodová metoda* nebo *Wittsteinova 9bodová metoda*, viz např. [1]. Analytické vyrovnání oproti tomu umožňuje extrapolování řady a určení jejích vyhlazených krajních hodnot, proto se používá zejména pro nejvyšší věkové skupiny (zpravidla nad 60 let). Typickým zástupcem analytického přístupu je Gompertzova-Makehamova funkce, známá též jako *Gompertzův-Makehamův zákon*, jejíž tvar je

$$\mu_x = a + b \cdot c^x, \quad x = 20, 21, \dots, \omega - 1, \quad (2)$$

kde μ_x je intenzita úmrtnosti (podmíněná pravděpodobnost úmrtí) v přesném věku x . Odhad parametrů (2) se obvykle provádí způsobem, který bývá v literatuře označován jako *Kingova-Hardyho metoda*, viz [5].

2.2 Model stacionární populace (úmrtnostní tabulky)

Aby odhad pravděpodobností úmrtí ze spočtených úmrtnostních charakteristik nebyl ovlivněn věkovou strukturou reálné populace, ze které byly získány empirické údaje, je třeba zkonstruovat její fiktivní protějšek, ve kterém by se projevil skutečný řád vymírání bez dalších vlivů (např. rození, migrace).

Roku 1939 dokázal Alfred J. Lotka tzv. *ergodický teorém* [6], podle nějž konverguje věková struktura uzavřené populace s neměnnými intenzitami úmrtnosti a plodnosti v čase k věkové struktuře, která je těmito intenzitami úmrtnosti a plodnosti jednoznačně určena a je nezávislá na výchozí věkové struktuře.

Předpoklad *uzavřené populace* znamená, že migrace (stěhování) mezi danou populací a jejím okolním světem je nulová, neboli výstup z modelové populace je možný pouze úmrtím. Teorém říká, že pokud by úmrtnost a plodnost uzavřené populace zůstaly od určitého okamžiku na konstantní úrovni, přestala by se po bližší neurčené době měnit věková struktura této populace. Populace s neměnnou věkovou strukturou je označována termínem *stabilní populace*.

Položí-li se celkový počet narozených ve stabilní populaci roven celkovému počtu zemřelých v této populaci, pak se nebude měnit ani její velikost. Takováto stabilní populace s neměnnou absolutní početní velikostí se nazývá *stacionární populace*. Každé reálné populaci lze přiřadit její teoretický protějšek v podobě stacionární populace, která po aplikaci úmrtnostních měr reálné populace bude vystihovat její skutečný řád vymírání (očištěný od migrace i úrovně plodnosti). Modelem stacionární populace jsou *úmrtnostní tabulky* nebo též *tabulky života* (z angl. *life tables*), které jsou počítány zvlášť pro obě pohlaví. Jejich konstrukce spočívá ve volbě počáteční velikosti tabulkové populace živě narozených, jíž se říká *radix* (kořen tabulky) a aplikaci reálných úmrtnostních charakteristik na tuto zvolenou tabulkovou populaci.

Kromě základních výpočetních charakteristik bývají součástí úmrtnostních tabulek některé odvozené ukazatele, např. průměrný počet let, které ještě pravděpodobně prožije osoba právě x -letá, tedy tzv. *střední délka života* e_x^0 . Z hlediska srovnávání vyspělosti států se často užívá zejména střední délka života (též *naděje dožití*) novorozence, tedy e_0^0 . Je však třeba vzít v úvahu, že tato průměrná doba, které by se dožil dnešní novorozenec za předpokladu neměnného charakteru úmrtnosti, nic nevypovídá o případné kvalitě jeho života.

Je třeba připomenout, že během odvozování úmrtnostních charakteristik je učiněna řada předpokladů, z nichž mnohé nejsou reálně splněny. Nejzávažněji porušeny v praxi jsou především předpoklad o uzavřené populaci a předpoklad o neměnnosti charakteristik úmrtnosti v čase (střední délka života se neustále prodlužuje). Přesto nic nebrání praktickému využití úmrtnostních tabulek jako nástroje dobře popisujícího charakter úmrtnosti zvolené populace. Typické uplatnění nachází úmrtnostní tabulky v oblasti životního pojištění.

2.3 Model stabilní populace

Model stacionární populace je speciálním případem populace stabilní, jeho konstrukce je však o něco jednodušší, neboť podmínka, že celkový počet zemřelých je ve stacionární populaci roven celkovému počtu narozených, umožňuje při jejím modelování využít spočtených úmrtnostních charakteristik bez nutnosti odhadovat charakteristiky plodnosti.

Snazší a dostačující je omezení modelované stabilní populace na ženy, neboť právě počet žen a jejich *fertilita* (plodnost) jsou určujícími faktory z hlediska reprodukce celé populace. Obdobně jako v případě úmrtnosti vychází výpočet pravděpodobnostních charakteristik porodnosti ze *specifických měr plodnosti*, přičemž ale interval, v němž se tyto specifické míry sledují, bývá stanovován odlišně, a sice tak, aby jeho krajní meze přibližně odpovídaly hranicím běžného období ženské *fekundity* s přihlédnutím k zákonným omezením (fekundita, též plodivost, je biologická, tedy potenciální schopnost ženy plodit potomky, opakem fekundity je sterilita; *fertilitou* se rozumí realizovaná fekundita). Je zřejmé, že se vyskytují případy, kdy žena porodí mimo stanovený věkový interval, ale budou to události marginálního charakteru, které neovlivní kvalitu modelu. Spíše než ve věkových hranicích se vyskytuje nepřesnost v samotné specifické míře plodnosti. Není totiž biologicky možné, aby právě rodivší žena měla v nejbližších měsících další dítě (dá se očekávat, že nejméně 11 měsíců po porodu nemůže žena opětovně porodit). To by mělo teoreticky vést ke snížení středního stavu žen vystavených riziku narození dítěte, tedy umenšení jmenovatele specifických měr plodnosti. Protože však není v praxi možné rozdělit populaci žen na rodivší a nerodivší, ponechává se ukazatel beze změny.

Model stabilní populace lze získat řešením rovnice obnovy

$$\int_{\alpha}^{\beta} e^{-rx} \cdot p_x \cdot \varphi_x \, dx = 1, \quad (3)$$

kde mezemi integrálu jsou hraniční věky plodivého období žen ve sledované populaci, p_x je pravděpodobnost přežití získaná z odpovídajících úmrtnostních tabulek, φ_x je pravděpodobnost narození prvního dítěte ženě v přesném věku x let určená na základě specifických měr plodnosti a r je tzv. *vnitřní míra přirozeného přírůstku*, která charakterizuje rychlost růstu či ubývání populace. Odvození rovnice obnovy a ostatní výpočty nalezne čtenář např. ve skriptech [4]. Vnitřní míra přirozeného přírůstku společně s pravděpodobnostmi dožití jednoznačně určují věkovou strukturu stabilní populace. Vyjde-li $r > 0$, populace se v čase zvětšuje, je-li $r < 0$, populace početně ubývá, pro $r = 0$ je populace stacionární (její velikost zůstává v čase konstantní). Z charakteristik modelu stabilní populace lze dopočítat i další údaje, jako je doba potřebná ke zdvojnásobení populace (resp. k jejímu zmenšení o polovinu), nebo průměrný věk matky (ženy při porodu, tzv. délku generace). Je však třeba mít na paměti, že se jedná o model za neměnných vstupních podmínek, tj. při neměnné úmrtnosti a plodnosti z období zjišťování. Porovnáním skutečných a *vnitřních* (tj. modelových) měr porodnosti a úmrtnosti lze získat představu o potenciálu populace ve smyslu jejího budoucího věkového složení. Grafická podoba modelu stabilní populace včetně interpretace je uvedena např. v [8].

2.4 Demografické prognózy

V demografii existují dvě základní metody populačních prognóz: *extrapolace* současných hodnot v čase podle vhodně zvolené křivky a *projekce*, která spočívá v opakované aplikaci charakteristik úmrtnosti a plodnosti na výchozí věkovou strukturu. Projekce se provádí *komententní metodou bez migrace* nebo *s migrací*. Zde bude pro jednoduchost ve stručnosti demonstrována pouze komententní metoda projekce bez migrace.

Před vlastním výpočtem projekce je třeba stanovit *práh projekce* (období, ke kterému je známa výchozí věková struktura populace, tj. koncový stav roku t) a *horizont projekce* (budoucí okamžik, ke kterému je odhadována věková a pohlavní struktura populace), případně *období prognózy* (časový interval mezi prahem a horizontem prognózy). Co se horizontu projekce týče, tak čím vzdálenější horizont je zvolen, tím více se kumulují chyby v předpovědi a tím více je konečná prognóza nepřesná. Obvykle se udává smysluplnost projekce komententní metodou bez migrace nejvýše v řádu let.

Dále se na základě dostupných dat určí *krok projekce*, resp. jeho délka, zpravidla jednoletá nebo pětiletá, která je dána šířkou věkových intervalů, za které jsou k dispozici údaje o úmrtnosti a plodnosti pro danou

populaci, a zároveň určuje počet let, o který postupuje v diskrétních intervalech výpočet prognózy za pomoci tzv. *projekčních koeficientů*.

Každý krok projekce komponentní metodou bez migrace probíhá ve třech fázích. Samozřejmostí je počítání projekce zvlášť pro obě pohlaví, jako tomu bylo i v případě konstrukce úmrtnostních tabulek. Nejprve se pro každý věk (věkovou skupinu) spočítá na základě známých hodnot počtu dožívajících z úmrtnostních tabulek *projekce žijících* skrze *projekční koeficient*, který v zásadě udává pravděpodobnost, s jakou jedinci v dokončeném věku x let přežijí následující časový interval o délce kroku projekce, čímž se zároveň stanou o stejnou dobu staršími. Ve druhé fázi výpočtu se odhaduje počet živě narozených během intervalu kroku projekce na základě průměrného stavu žen ve fertilním věku během období kroku projekce a specifických měr plodnosti, které jsou zafixovány na počáteční hodnotě z prahu projekce. Ve třetí fázi výpočtu zbývá dopočítat, kolik z narozených během kroku projekce zůstane v průměru během tohoto intervalu naživu (ne každý se dožije jeho konce). Kroky se opakují, dokud není dosaženo stanoveného horizontu projekce, nebo dokud např. modelovaná populace zcela nevyhyne.

3 Vícestavové modely

Dosud byly představeny jednostavové modely přechodu z jednoho výchozího stavu (naživu, nerodivší) do stavu jiného (zemřelý, rodivší). Jak ale bylo již zmíněno, demografie nezkoumá pouze procesy rození a vymírání (reprodukcí), ale i jiné procesy, které se vztahují k životnímu cyklu, resp. k věku. Aby bylo možné zachytit více procesů v rámci životního cyklu, je třeba přistoupit k metodám *vícestavové demografie*. Tyto metody spočívají v rozdělení životního cyklu do intervalů, během nichž se jedinec nachází v určitých, ze zkoumaného hlediska určujících *stavech* (neplést si s početním stavem populace). Například při analýze vzdělanosti to mohou být stavy bez vzdělání, se základním vzděláním, se středním vzděláním a s vysokoškolským vzděláním. Ve vícestavovém modelu je vždy n *transientních stavů*, tj. stavů, do kterých se může jedinec během sledovaného období dostat a z nichž může opět vystoupit a jeden *absorpční stav*, z něhož se již nelze vrátit do žádného z předchozích stavů (lze uvažovat i více absorpčních stavů, ale není to příliš časté). Dohromady tedy model obsahuje $n + 1$ stavů.

Podrobný postup a matematické odvození konstrukce vícestavového modelu nalezne čtenář např. ve skriptech [3]. Výsledek je obdobou modelu stabilní populace, o kterém bylo pojednáno v dřívější části této práce s tím rozdílem, že kromě celkového počtu dožívajících ze stanoveného počátečního počtu tabulkově žijících (*radixu*) podává vícestavový model též informaci o počtu jednotlivců v každém věkovém intervalu v jednotlivých stavech.

Analogicky k jednostavovému modelu lze pro vícestavový model opět spočítat i další charakteristiky sledované populace, zejména ukazatel střední doby pobytu v jednotlivých stavech (obdoba střední délky života v úmrtnostních tabulkách).

I poměrně jednoduchá vícestavová analýza obsahující pouze několik málo transientních stavů a jeden absorpční stav vede k rozsáhlým datovým strukturám a náročnému zpracování. Je proto pochopitelné, že analýzu širších souvislostí s desítkami stavů a událostí, z nichž některé se navíc mohou vzájemně překrývat, není možné takto analyticky řešit, a to zejména v situacích, kdy informace o událostech ve vybrané populaci jsou dostupné pouze za rozdílné věkové skupiny nebo nejsou dostupné vůbec. Praktickou ukázkou vícestavového modelu sňatečnosti nalezne čtenář rovněž např. v práci [8].

4 Závěr

Cílem této práce bylo shrnout dosavadní základní metody modelování demografických jevů a procesů. Přestože se nejedná (a ani snad nemůže jednat) o ucelený výčet všech doposud existujících postupů (např. byly pouze nastíněny možnosti populační extrapolace nebo projekce obyvatelstva se zahrnutím migrace, stejně tak u modelování úmrtnosti existují kromě Gompertzova-Makehamova vyrovnání mnohé další analytické funkce), může si snad čtenář na základě této práce udělat jakousi obecnou představu o dosavadním vývoji a současném stavu metod, které se doposud při modelování v demografii používaly nebo používají. Smyslem tohoto exkurzu do metodologie však byla především znalostní příprava k tvorbě složitějšího multiagentního demografického systému, který by umožnil skrze simulaci demografických a socio-ekonomických procesů řešit problémy, jež není možné zvládnout analytickou cestou, tedy některou z výše popsanych metod.

Literatura

- [1] Cipra, T. *Pojistná matematika – teorie a praxe*. 2. vydání. Ekopress, s.r.o., Praha 2006. ISBN 80-86929-11-6.
- [2] Koschin, F. *Aktuárská demografie*. Vysoká škola ekonomická v Praze, Praha 2002. ISBN 80-245-0403-0.
- [3] Koschin, F. *Vícestavová demografie*. Vysoká škola ekonomická v Praze, Praha 1992. ISBN 80-7079-087-3.
- [4] Koschin, F. *Vybrané demografické modely*. 2. vydání. Vysoká škola ekonomická v Praze, Praha 2002. ISBN 80-245-0273-9.
- [5] Křikavová, M. *Projekt na přípravu a výpočet úmrtnostních tabulek v České republice*. Matematicko-fyzikální fakulta University Karlovy v Praze, Praha 1996. Diplomová práce.
- [6] Lotka, J. Alfred. *Théorie Analytique des Associations Biologiques*. Hermann, Paris 1939.
- [7] Nečas, D. *Koncept životního pojištění s dobročinnou složkou*. Vysoká škola ekonomická v Praze, Praha 2010. Diplomová práce.
- [8] Nečas, D. *Modelování demografických jevů*. Vysoká škola ekonomická v Praze, Praha 2011. Seminární práce z demografie.

Summary

Modeling in Demography

Global demographic and socio-economic phenomena are an essential part of everyday life, although being often forgotten because of local view. But they have very heavy influence on many events in the real world and identifying and modeling them should be one of purposes of all major social science disciplines including economics. The goal of this article is to summarize the most common current approaches to modeling in demography as a starting point for more sophisticated methods in the form of multi-agent based simulation system.

Cílové programování a jeho praktické aplikace

Veronika Skočdoplová

Doktorandka oboru Ekonometrie a operační výzkum

Abstrakt. Tento článek podává základní přehled o metodách využívajících princip cílového programování, jako je lexikografické cílové programování, vážené cílové programování a cílové programování s Čebyševovou metrikou. Dále je čtenář seznámen se třemi reálnými aplikacemi cílového programování. Jedná se o optimalizaci krmných dávek při chovu dobytka, optimalizaci tvorby letecké sítě pro nízkonákladovou leteckou společnost a optimalizaci rozvržení překladišť pro svoz tuhého odpadu.

Klíčová slova: cílové programování, krmná dávka, point-to-point letecká síť, svoz odpadu

1 Úvod

Na většinu rozhodovacích situací v životě se lze dívat z více úhlů, je možné jedním rozhodnutím sledovat více cílů zároveň. Tyto cíle jsou však velmi často protichůdné, konfliktní. Z tohoto důvodu je třeba hledat takové řešení, které bude vhodným kompromisem mezi všemi sledovanými cíli. Hledáním tzv. kompromisního řešení se zabývá vícekriteriální rozhodování. Pokud vybíráme řešení z množiny, která je pevně dána jako např. výčet možných variant, na základě několika kritérií, jedná se o vícekriteriální hodnocení variant. Je-li množina variant určena soustavou omezujících podmínek a kritéria jsou vyjádřena pomocí kriteriálních (účelových) funkcí, mluvíme o vícekriteriálním programování. Jednou z metod vícekriteriálního programování je cílové programování.

Cílové programování primárně vychází z předpokladu, že cílem rozhodovatele je dosáhnout předem daných cílů. Další princip, na kterém je cílové programování založeno, je optimalizace – rozhodovatel chce vybrat nejlepší řešení ze všech možných. V tomto případě hovoříme o tzv. Pareto-optimálním řešení, kdy nelze zlepšit hodnotu žádného z kritérií, aniž bychom zhoršili hodnotu jiného kritéria. Prvky optimalizace lze v cílovém programování vyzkoušet v případě, kdy se chceme co nejvíce přiblížit optimisticky nastaveným cílům. V neposlední řadě využívá cílové programování také princip balancování, který je založen na minimalizaci maximální odchylky od daných cílů. [3]

2 Cílové programování

Předpokládejme, že úloha má obecně K cílů, které označíme indexy $k = 1, 2, \dots, K$. Dále uvažujeme n proměnných $\mathbf{x} = (x_1, x_2, \dots, x_n)$, jejichž prostřednictvím rozhodovatel ovlivňuje své rozhodnutí. Pro proměnné musí platit

$$\mathbf{x} \in X, \quad (1)$$

kde X je množina přípustných řešení, tedy řešení, která splňují všechny omezující podmínky pro danou úlohu včetně podmínek nezápornosti. Každý cíl (kritérium) je vyjádřen kriteriální funkcí $f_k(\mathbf{x})$. Rozhodovatel stanoví množinu cílových hodnot g_k , kterých chce dosáhnout. Pro k -tý cíl pak můžeme formulovat následující omezení

$$f_k(\mathbf{x}) + d_k^- - d_k^+ = g_k, \quad (2)$$

kde d_k^- je záporná odchylka od k -tého cíle, která vyjadřuje, kolik nám scházelo k dosažení cíle, a d_k^+ je kladná odchylka od k -tého cíle, která vyjadřuje, o kolik jsme daný cíl překročili. Obě odchylky nabývají pouze nezáporných hodnot a nemohou nabývat kladných hodnot obě zároveň. Rozhodovatel musí předem určit, která z odchylek je pro něj nežádoucí, tedy kterou z odchylek chce penalizovat. Penalizovat lze jak samostatně kladnou, nebo zápornou odchylku, tak jejich součet. Příkladem nežádoucí záporné odchylky může být dosažení určitého zisku, kde každá nižší hodnota než je daný cíl, je nežádoucí. Příkladem nežádoucí kladné odchylky je pak překročení daného limitu nákladů. Penalizaci součtu obou odchylek využijeme v případě, kdy se chceme co nejvíce přiblížit konkrétní hodnotě kritéria. Obecně lze tedy úlohu cílového programování formulovat následovně:

minimalizovat

$$z = f(\mathbf{d}^-, \mathbf{d}^+), \quad (3)$$

za podmínek

$$\mathbf{x} \in X,$$

$$f_k(\mathbf{x}) + d_k^- - d_k^+ = g_k, \quad k = 1, 2, \dots, K, \quad (4)$$

$$d_k^-, d_k^+ \geq 0, \quad k = 1, 2, \dots, K,$$

kde $z = f(\mathbf{d}^-, \mathbf{d}^+)$ je obecná penalizační funkce. Je nutné zmínit, že model by měl obsahovat také podmínku $d_k^- \cdot d_k^+ = 0$, $k = 1, 2, \dots, K$, která zajistí, aby pro žádné z kritérií nenabývala kladná i záporná odchylka nenulovou hodnotu. Tato podmínka však bude splněna automaticky vzhledem k minimalizaci penalizační funkce. [3]

2.1 Lexikografické cílové programování

Charakteristickým rysem úlohy lexikografického cílového programování je existence L úrovní priorit s indexy $l = 1, 2, \dots, L$. Pro každou úroveň jsou definovány nežádoucí odchylky, které je třeba minimalizovat. Obecně lze úlohu lexikografického cílového programování definovat takto:

$$\text{Lex Min } z = [h_1(\mathbf{d}^-, \mathbf{d}^+), h_2(\mathbf{d}^-, \mathbf{d}^+), \dots, h_L(\mathbf{d}^-, \mathbf{d}^+)], \quad (5)$$

za podmínek

$$\mathbf{x} \in X,$$

$$f_k(\mathbf{x}) + d_k^- - d_k^+ = g_k, \quad k = 1, 2, \dots, K, \quad (6)$$

$$d_k^-, d_k^+ \geq 0, \quad k = 1, 2, \dots, K,$$

kde $h_l(\mathbf{d}^-, \mathbf{d}^+)$ představuje penalizační funkci pro l -tou úroveň priority. Budeme-li předpokládat, že je úloha lineární, můžeme tuto funkci pro l -tou úroveň vyjádřit takto:

$$h_l(\mathbf{d}^-, \mathbf{d}^+) = \sum_{k=1}^K \left(\frac{u_k^l d_k^-}{n_k} + \frac{v_k^l d_k^+}{n_k} \right), \quad (7)$$

kde u_k^l je preferenční váha spojená s minimalizací záporné odchylky od k -tého cíle a v_k^l je preferenční váha kladné odchylky od k -tého cíle. Preferenční váhy slouží k tomu, aby rozhodovatel mohl určit, která z odchylek je nežádoucí v dané úrovni priorit. Symbolem n_k označíme normalizační konstantu k -tého kritéria, která zajišťuje vzájemnou porovnatelnost jednotlivých hodnot kritériálních funkcí. Normalizační konstantou může být např. optimální hodnota daného kritéria.

Lexikografickou minimalizaci (Lex Min) lze vysvětlit jako sekvenci L optimalizací. Nejdříve minimalizujeme odchylky první úrovně priority. Výsledky této optimalizace omezíme množinu přípustných řešení a na této omezené množině minimalizujeme odchylky druhé úrovně priority atd. až k L -té úrovni priority.

Lexikografické cílové programování je vhodné pro situace, ve kterých rozhodovatel snadno určí pořadí priorit jednotlivých kritérií a nechce určovat cenu směny mezi cíli. [3]

2.2 Vážené cílové programování

Vážené cílové programování umožňuje přímou směnu mezi jednotlivými nežádoucími odchylkami. Toho dosáhneme sestavením jednokritériální vážené normalizované účelové funkce. Za předpokladu lineární účelové funkce můžeme formulovat úlohu váženého cílového programování takto:

minimalizovat

$$z = \sum_{k=1}^K \left(\frac{u_k d_k^-}{n_k} + \frac{v_k d_k^+}{n_k} \right), \quad (8)$$

za podmínek

$$\mathbf{x} \in X,$$

$$f_k(\mathbf{x}) + d_k^- - d_k^+ = g_k, \quad k = 1, 2, \dots, K, \quad (9)$$

$$d_k^-, d_k^+ \geq 0, \quad k = 1, 2, \dots, K,$$

kde definice jednotlivých symbolů jsou shodné s definicemi z předchozí podkapitoly s jediným rozdílem, a sice že váhy u_k a v_k nejsou indexovány dle úrovně priority. [3]

2.3 Cílové programování s Čebyševovou metrikou

Třetí varianta cílového programování, kterou si zde představíme, je založena na Čebyševově metrice měření vzdálenosti. Na rozdíl od předchozích dvou variant, kde byl minimalizován vážený součet všech odchylek, tato metoda minimalizuje největší odchylku od libovolného z cílů. Z tohoto důvodu bývá tato metoda nazývána také minmax cílové programování. Rozhodovatel touto metodou získá řešení, ve kterém je naplnění jednotlivých cílů ve větší rovnováze, než u předchozích metod, jimiž jsme mohli získat relativně nízkou sumu odchylek, ale za cenu relativně velké odchylky od některého z cílů.

Obecně lze úlohu cílového programování založenou na Čebyševově metrice formulovat následovně:

minimalizovat

$$z = \lambda, \quad (10)$$

za podmínek

$$\mathbf{x} \in X,$$

$$f_k(\mathbf{x}) + d_k^- - d_k^+ = g_k, \quad k = 1, 2, \dots, K,$$

$$\frac{u_k d_k^-}{n_k} + \frac{v_k d_k^+}{n_k} \leq \lambda, \quad k = 1, 2, \dots, K, \quad (11)$$

$$d_k^-, d_k^+ \geq 0, \quad k = 1, 2, \dots, K,$$

kde λ je maximální odchylka z celé množiny cílů.

3 Praktické aplikace cílového programování

Využití metod cílového programování je široké. Na tomto místě se stručně zmíníme o třech konkrétních aplikacích. První z nich je využití váženého cílového programování při optimalizaci krmné dávky dobytka, které publikovali Žgajnar, Erjavec a Kavčič [4]. Uvádějí hned několik důvodů, proč je třeba se optimalizací krmných dávek zabývat. Na prvním místě jsou samozřejmě náklady na jednotlivé dávky, ale velmi důležité je i dodržování norem na složení krmiva daných Evropskou unií. V neposlední řadě také zmiňují vliv chovu dobytka na životní prostředí, neboť právě chov dobytka je jedním z velkých zdrojů emisí skleníkových plynů. Žgajnar et al. představují dvoufázový model. V první fázi využívají klasický model pro směšovací úlohu, ve kterém minimalizují náklady na výrobu krmné dávky při současném dodržení omezujících podmínek, které představují především požadavky na složení stravy. Výsledkem první fáze jsou minimální náklady, které jsou jedním ze vstupních parametrů druhé fáze. Druhá fáze již využívá princip váženého cílového programování, přičemž jedním z cílů je minimalizace nákladů, jejichž cílová hodnota byla vypočtena v první fázi. Žgajnar et al. také definují intervaly, ve kterých se odchylky od daných cílů mohou pohybovat. Svůj dvoufázový model implementovali do aplikace vytvořené v prostředí MS Excel a k řešení modelu využívají MS Excel Řešitele.

Dalším příkladem využití cílového programování je, ve kterém autoři Chang a Lee [2] popisují plánování letů na kratší vzdálenosti pro nízkonákladové letecké společnosti. Cílem bylo nalézt jedno centrální letiště, ze kterého bude společnost létat do vybraných cílových letišť (point-to-point letecká síť) tak, aby navržené řešení bylo co nejlevnější, přinášelo co největší výnos a zároveň aby společnost obsloužila co nejvíce cestujících. Autoři ověřovali funkčnost modelu na letištích v regionu jihovýchodní Asie a jako centrální letiště zvolili letiště v Taipei. Výběr letišť, která budou zapojena do dopravní sítě letecké společnosti, je založen na cílovém programování. Chang a Lee si stanovili tři cíle:

- *provozní náklady* vypočtené jako součin jednotkových nákladů na cestu na *i*-té letiště (náklady na jedno sedadlo a jeden kilometr), počtu sedadel v letadle letícím na *i*-té letiště, délky letu z centrálního letiště na *i*-té letiště a počtu letů z centrálního letiště na *i*-té letiště za rok,
- *výnos* vypočtený jako součin ceny letenky z centrálního letiště na *i*-té letiště, počtu sedadel v letadle letícím na *i*-té letiště, počtu letů z centrálního letiště na *i*-té letiště za rok a koeficientu vyřízení letadla,
- *počet obslužených pasažérů* vypočtený jako součin počtu letů z centrálního letiště na *i*-té letiště za rok a koeficientu vyřízení letadla, počtu sedadel v letadle letícím na *i*-té letiště a koeficientu vyřízení letadla.

Pro každý z těchto cílů je stanovena cílová hodnota a výhodnost každého letiště je hodnocena na základě vzdálenosti od těchto cílů. Na základě prvních dvou cílů je také hodnocena výhodnost celé sítě, která určuje optimální počet letišť zapojených do sítě.

Poslední aplikací, kterou zde zmíníme, je optimalizace svozu tuhého odpadu. Konkrétně jde o umístění a velikost překladišť na trase mezi obcemi a spalovnou [1]. Úloha má dva konfliktní cíle – minimalizaci nákladů na vybudování překladišť a provozních nákladů a minimalizaci škodlivého dopadu na životní prostředí. Model byl testován na datech o svozu odpadu z území italského města Palerma. Sběr odpadu je realizován menšími auty, která nejsou vhodná pro jízdu na delší vzdálenost. Tato auta sváží odpad na překladiště, odkud je větší nákladní automobily odváží do spalovny. Proměnnými modelu jsou počet a typ překladišť a jejich umístění, obce, které budou obsluhovány jednotlivými překladišti, a počet a typ aut, která budou svoz odpadu realizovat. Cílem modelu je určit hodnoty jednotlivých proměnných při současné minimalizaci nákladů i škodlivého vlivu na životní prostředí. Výběr lokalit pro umístění překladišť a rozdělení sfér obsluhy provedli autoři pomocí fuzzy relace ekvivalence. Model počítá s osmi různými typy překladišť, která se liší svou kapacitou, vybavením a také náklady na vybudování a provoz. Dále jsou uvažovány tři různé nákladní automobily na odvoz odpadu z překladišť do spalovny, které se liší spotřebou paliva a fixními náklady na provoz. Škodlivý vliv na životní prostředí je vyčíslen spotřebou paliva, které je potřeba na přepravu odpadu z obcí do spalovny. Problém je formulován jako smíšeně celočíselný s použitím binárních proměnných, které vyjadřují, zda daná obec sváží odpad na dané překladiště, či nikoli, nebo zda na konkrétním místě je překladiště konkrétního typu, nebo ne. Autoři prezentují výsledky optimalizace pomocí lexikografického cílového programování pro obě varianty uspořádání priorit cílů.

4 Závěr

Cílové programování je často používaným přístupem k řešení vícekriteriálních rozhodovacích problémů a v současné době jeho používání získává na oblibě. Tento článek je jen stručným přehledem základních teoretických přístupů k cílovému programování a krátkým náhledem do praktických aplikací těchto přístupů.

Cílem dalšího výzkumu je sestavení podrobného přehledu metod využívajících princip cílového programování a zmapování jejich praktického využití.

Poděkování

Tento článek vznikl s podporou grantů Grantové agentury ČR – granty č. 402/09/H045 a č. 402/09/0231.

Literatura

- [1] Galante, G., Aiello, G., Enea, M., Panascia, E.: A multi-objective approach to solid waste management. *Waste Management*, Vol. 30 (2010) 1720–1728.
- [2] Chang, Y.-Ch., Lee, N.: A Multi-Objective Goal Programming airport selection model for low-cost carriers' networks. *Transportation Research Part E*, Vol. 46 (2010) 109–118.
- [3] Jones, D., Tamiz, M.: *Practical Goal Programming*. International Series in Operations Research & Management Science. Springer, 2010.

- [4] Žgajnar, J., Erjavec, E., Kavčič, S.: Multi-step beef ration optimization: application of linear and weighted goal programming with penalty function. *Agricultural and Food Science*, Vol. 19 (2010) 193–206.

Summary

Goal Programming and Its Practical Application

This paper gives basic summary of multi-criteria methods based on goal programming. These methods are lexicographic goal programming, weighted goal programming and Chebyshev goal programming. The second part of the paper informs about three real applications of goal programming – multi-step beef ration optimisation, designing a point-to-point airline network, and solid waste management optimisation.

Optimalizace modelu živočišné výroby

Tereza Suchánková

Doktorandka oboru Ekonometrie a operační výzkum

Abstrakt. Optimalizace modelu živočišné výroby v souvislosti s rostlinnou produkcí v zemědělském podniku je komplexní problém hledající optimální portfolio různorodé živočišné a rostlinné výroby, které přinese podniku nejvyšší očekávaný zisk. Uvedený model se soustředí na optimalizaci živočišné výroby s návazností na rostlinnou výrobu, která ovšem není předmětem analýzy, tedy její výstupy nebudou publikovány. Problematika je ovlivněna mnoha faktory. V modelu je především zachycena dynamická podmínka stability stáda skotu společně s ostatními relevantními omezeními a faktory. Výše zmíněný problém je úlohou nelineárního celočíselného programování. Jedná se o specifickou úlohu z praxe reflektující empirické vlastnosti systému.

Klíčová slova: zemědělství, diskrétní modely, živočišná výroba, optimalizace.

1 Úvod

Kromě rostlinné výroby se zemědělské podniky potýkají s optimalizací živočišné výroby. Farmáři se snaží zjistit optimální počet chovných zvířat, velikost plochy osetou různými druhy obilnin a rozlohu trvalých travnatých porostů, ať už použitou jako pastviny nebo louky. Jejich cílem je tedy při respektování různorodých omezení maximalizovat zisk. Zemědělství je sektor činností, který vykazuje silnou setrvačnost, způsobenou ať již někdy nevyzpytatelným chováním počasí nebo povahou zemědělských produktů. V rámci živočišné výroby je důležitým faktorem zachování stabilního obratu stáda skotu, což je problém, který můžeme charakterizovat jistou komplexností a především setrvačností.

Uvažujme podnik, který se soustředí na chov skotu, prasat a drůbeže a zároveň pěstuje různé druhy obilnin, které z části prodává a část je zkrmena skotem. Prasata a drůbež se živí pouze nakoupenými krmivy. Chov těchto dvou typů zvířat lze snadno modelovat jejich zjednodušeným chápáním coby zboží. Existuje jediná provázanost prasat a brojlerů s rostlinnou výrobou (v rámci námi uvažovaného modelového podniku) – a to použití jejich exkrementů jako hnojiva pro užitné plochy. Prasata zůstávají ve vepříněch a drůbež v drůbežárnách o daných kapacitách přesně určenou dobu, dokud nedosáhnou cílové hmotnosti.

Stav stáda skotu není doplňován nákupem zvířat ale pouze produkcí vlastních telat. Podmínka zachování obratu stáda spočívá ve schopnosti stáda skotu rozumně se reprodukovat tak, aby nedocházelo k úbytkům či k jeho zániku. Toto omezení bude v níže uvedeném modelu zachyceno. Způsob vyjádření tohoto problému tkví v použití dynamičnosti. Kromě prodeje jednotlivých kusů skotu je dalším výnosem z jejich chovu také mléko od krav.

Chov skotu je propojen s rostlinnou výrobou silněji než zmiňovaná prasata s brojlery. Nejenže zemědělci používají statková hnojiva na obohacování orných půd, luk a pastvin, ale zvířata také spotřebovávají vypěstované obilniny, seno a vlastní krmiva jako potravu. Z důvodu neustálé produkce vlastních krmiv během sezóny podle aktuálních podmínek, pro případné použití i v následujících letech, nelze předvídat, jaké budou zásoby. Od této náhodné veličiny budeme abstrahovat tím, že ji pro jednoduchost budeme chápat jako konstantu, která představuje expertní odhad množství krmiv, která budou k dispozici za daný rok v modelovém podniku.

Pro zvýšení kvality masa je určité procento zvířat na pastvě, která má danou kapacitu. Na pastvinách mohou být pouze starší telata - mladé jalovičky a býčci, popřípadě krávy, které se nevyužívají jako dojnice a zároveň nejsou ve stavu vysoké březosti. Podrobnější informace o chovu skotu viz [3]. Problematika optimalizace rostlinné produkce není předmětem našeho zájmu, proto se budeme dále soustředit na živočišnou výrobu.

2 Použité metody a matematický model

Optimalizace živočišné výroby v návaznosti na rostlinnou produkci vychází z principů celočíselného programování, viz [4]. V minulosti byla zmíněná problematika analyzována například v [1], kde je uveden základní matematický model zemědělského podniku, nebo v [5], přičemž zde je problematika analyzována spíše z ekonometrického hlediska soustředícího se na makroúroveň. Část optimalizačního modelu zachycující živočišnou výrobu je popsán níže.

Nejprve uvedeme značení jednotlivých proměnných včetně jejich dimenze.

Chovná zvířata x_{it} , kde stádo skotu je rozděleno postupně do podskupin (1 – savé jalovičky, 2 – jalovičky do 8 měsíců, 3 – jalovičky do 20 měsíců, 4 – vysokobřezí jalovice, 5 – krávy, 6 – dojnice, 7 – saví býčci, 8 – býčci do 8 měsíců a 9 – chovní býci), a prasata (10) a brojeři (11) představují poslední dvě kategorie, označme indexy $i=1,2,\dots,z$, index t představuje uvažované období – 0 pro základní období, pro které hodnoty již známe a 1 pro běžné období, pro něž probíhá optimalizace. Proměnná popisující počet podíl prodaných kusů, resp. nakoupené kusy dobytka λ_i , resp. n_i , je charakterizováno také indexy $i=1,2,\dots,z$. Dále proměnná w_i , představující podíl jednotlivých kategorií zvířat ve stájích a proměnná pas_i počet kusů dobytka na pastvinách, jsou také určeny zmíněnými indexy.

Maximalizovat

$$Z = \sum_{i=1}^z \pi_i \lambda_i x_{it} + \sum_{i=1}^z \varphi_i n_i + 360 ocx_7 + \sum_{i=1}^r \kappa_i y_i, \quad (1)$$

$$\sum_{i=1}^z w_i x_{it} \leq k_j, \quad i=1,2,\dots,K, \quad t=1, \quad (2)$$

$$\sum_{i=1}^z pas_i \leq b * p, \quad (3)$$

$$pas_i = 0, \quad i=1,4,6,7,9, \quad (4)$$

$$x_{i-1,t-1} + n_i - w_i x_{it} = pas_i, \quad i=2,3,8, \quad t=1, \quad (5)$$

$$(1 - w_i) x_{it} = 0, \quad i=1,6,7,9,10,11 \quad t=1, \quad (6)$$

$$(1 - w_i) x_{it} + \lambda_i x_{it} = 0, \quad i=4, \quad t=1, \quad (7)$$

$$(1 - v) x_{i-1,t} + n_i - w_i x_{it} - pas_i = 0, \quad i=5, t=1, \quad (8)$$

$$x_{it} - \lambda_i x_{it} \geq 0, \quad i=1,2,\dots,z, \quad t=1, \quad (9)$$

$$x_{1t} - 1/2 \phi x_{4t} + \lambda_1 x_{1t} + n_1 + \theta x_{1t} = 0, \quad t=1, \quad (10)$$

$$\lambda_1 x_{1t} - \rho x_{1t} \leq 0, \quad t=1, \quad (11)$$

$$x_{it} - x_{i-1,t-1} - n_i + \lambda_i x_{it} = 0, \quad i=2,3,8, \quad t=1, \quad (12)$$

$$x_{4t} - x_{3,t-1} - x_{5,t-1} + n_4 = 0, \quad t=1, \quad (13)$$

$$x_{5t} - (1 - v) x_{4t} - n_5 + \lambda_5 x_{5t} = 0, \quad t=1, \quad (14)$$

$$x_{6t} - v x_{4t} - x_{6,t-1} - n_6 + \lambda_6 x_{6t} = 0, \quad t=1, \quad (15)$$

$$x_{7t} - 1/2 \phi x_{4t} + \lambda_7 x_{7t} - n_7 + \theta x_{7t} = 0, \quad t=1, \quad (16)$$

$$x_{9t} - x_{8,t-1} - x_{9,t-1} - n_9 + \lambda_9 x_{9t} = 0, \quad t=1, \quad (17)$$

$$x_i \geq 0, \quad \text{celé}, \quad i=1,2,\dots,z, \quad (18)$$

$$pas_i \geq 0, \quad \text{celé}, \quad i=1,2,\dots,z, \quad (19)$$

$$p_i \geq 0, \quad \text{celé}, \quad i=1,2,\dots,u, \quad (20)$$

$$n_i \geq 0, \quad \text{celé}, \quad i=1,2,\dots,z, \quad (21)$$

$$0 \leq \lambda_i \leq 1, \quad i = 1, 2, \dots, z, \quad (22)$$

$$0 \leq w_i \leq 1, \quad i = 1, 2, \dots, z, \quad (23)$$

kde π_i je zisk na jedno zvíře patřící do skupiny i (Kč/ks),

y_i je část obilniny i , která se prodá,

κ_i je zisk z produkce obilniny i (Kč/t),

φ_i jsou náklady na koupi 1 zvířete z kategorie i ,

k_j jsou kapacity stájí j ,

o je produkce mléka na dojnici (l/ks+den),

c je zisk z jednoho litru mléka (Kč/l),

b je počet kusů dobytka na hektar pastvin p ,

ρ je podíl narozených jaloviček nutných pro reprodukci stáda,

Φ je plodnost krav, resp. jalovic,

θ je úmrtnost telat po narození,

v je podíl krav, které jsou vyřazeny z reprodukčního cyklu.

Účelová funkce (1) výše uvedeného modelu představuje zisk z prodeje chovných zvířat (dáno podílem prodaných kusů k počtu zvířat, které jsou během roku k dispozici) snížené o náklady na koupi kusů skotu do různých kategorií, zisk z prodeje mléka a pouze pro úplnost i očekávané výnosy z prodeje jednotlivých plodin.

Výrazy (2) až (8) představují umístění jednotlivých kategorií zvířat – do různých typů stájí nebo na pastvu. Z uvedeného je patrné, že možnost venkovní pastvy mají pouze čtyři kategorie zvířat, a to mladé jalovičky a býčci, dále jalovičky do 20 měsíců věku a krávy.

Nerovnice (9) umožňuje model omezit z hlediska jeho stability – tato podmínka zabezpečuje nepřilíh velkého kolísání počtu zvířat v jednotlivých kategoriích skotu. Ovšem pro zajištění stabilního obratu stáda není nutná.

Podmínky (10) až (17) vyjadřují již zmíněnou nutnost stabilizovat obrat stáda skotu. Jednotlivé výrazy postupně zachycují odlišný charakter jednotlivých kategorií zvířat a přesuny mezi nimi způsobené časovým faktorem – dosažení určitého věku nebo daného počtu zabřeznutí a tedy vyřazení krávy z reprodukčního cyklu ve prospěch kategorie dojnic. Obecně je proces vyjádřen rovnicí (12), kde je konečný stav dané skupiny zvířat dán konečným stavem kategorie, jež je jejím logickým předchůdcem v minulém období, a dále počtem zvířat, které podnik v běžném období nakoupil či prodal. Tento vztah platí pro mladé jalovičky do 8 měsíců, jalovice do 20 měsíců a mladé býčky do 8 měsíců. Proces se ovšem liší například u savých telat. Počet savých jaloviček a býčků, rovnice (10), resp. (16), je určen plodností, tj. schopností donosit, vysokobřezích jalovic, dále úmrtností novorozených telat, popřípadě jejich nákupem či prodejem. Pro zachování stability je nutné určit podíl nově narozených jaloviček, které musí zůstat ve stádě, aby byla zabezpečena efektivní reprodukce, tzn. určení hodnoty koeficientu ρ , viz [3]. Tato podmínka je zachycena rovnicí (11). Vztahy pro určení počtu vysokobřezích jalovic, krav, dojnic a býků odpovídají postupně rovnicím (13), (14), (15) a (17).

Výrazy (18) až (21) představují celočíselný charakter proměnných určujících konečné stavy jednotlivých skupin zvířat, počty zvířat na pastvinách, počty nakoupených kusů skotu v jednotlivých kategoriích a konečně plochu pastvin vyjádřenou v celých hektarech půdy. Podíl zvířat na prodej a podíl jednotlivých kategorií skotu ve stájích mají charakter proměnných v rozmezí od 0 do 1, což je dáno omezeními (22) a (23).

Model rostlinné výroby je zde zcela abstrahován, přičemž je nasnadě pozorovat souvislosti především v oblasti krmiv a statkových hnojiv. Optimalizační model zahrnující rostlinnou produkci uvádí například [2].

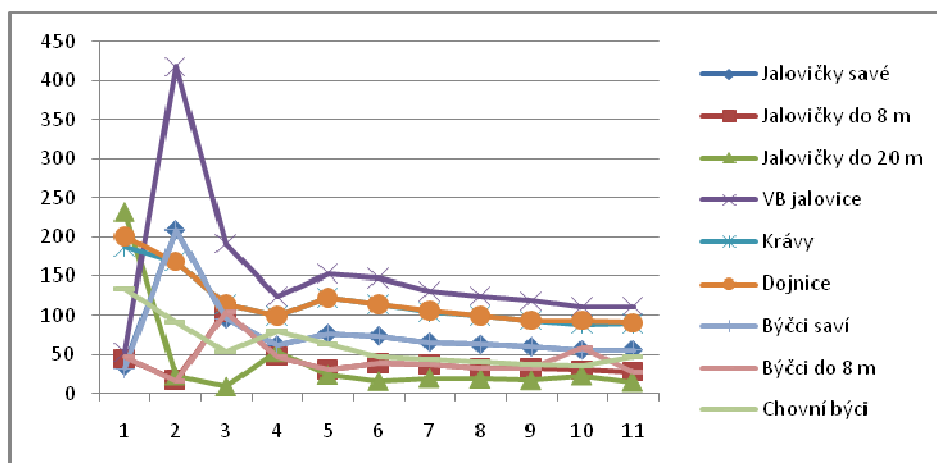
3 Provedené experimenty

Uvedený optimalizační model lze aplikovat na reálnou situaci v zemědělském podniku, který se zabývá nejen rostlinou, ale i živočišnou výrobou. Při implementaci tohoto modelu do existujícího systému zachycujícího zmiňovanou problematiku rostlinné výroby, viz model uvedený v [2], dospějeme k níže uvedeným výsledkům, viz tabulka 1. Výstupy optimalizace byly získány na základě dat poskytnutých reálným zemědělským podnikem. Jelikož cílem byla analýza živočišné výroby, výsledky rostlinné produkce nejsou uvedeny.

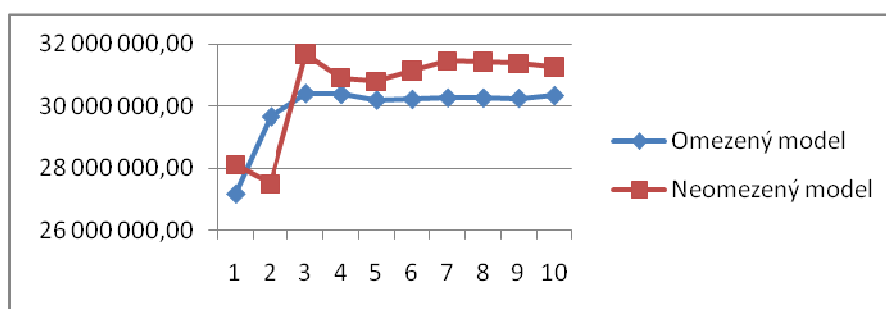
Tabulka 1. Výsledky optimalizace živočišné výroby podniku

Kategorie zvířat	Konečný stav zvířat x_{it}	Počet zvířat na prodej $\lambda_i x_{it}$	Počet zvířat ve stájích $w_i x_{it}$	Konečný stav zvířat $x_{i,t-1}$
Savé jalovičky	209	0	209	35
Jal. do 8 m.	18	17	35	45
Jal. do 20 m.	23	22	45	231
VB jalovice	418	2	420	53
Krávy	168	167	11	187
Dojnice	168	116	168,4	200
Saví býčci	209	0	209	32
Býčci do 8 m.	16	16	32	47
Chovný býci	91	90	181	134
Prasata	5 400	5 400	5 400	1 122
Brojleři	0	0	0	22 324

Hodnota účelové funkce byla pro zajímavost 27 150 130 Kč. V tabulce nejsou uvedeny hodnoty pro počet nakoupených kusů skotu a počet zvířat na pastvinách z důvodu nulových hodnot pro první zmíněnou proměnnou a jediné kladné hodnoty pro druhou. Podnik nebude nakupovat žádný kus skotu ani drůbež, pouze prasata. Z hlediska optimálního výstupu je to pro podnik nevýhodné z důvodu převyšujících nákladů nad výnosy. Zisk z prodeje drůbeže byl ve sledovaném podniku záporný a vlastní produkce skotu je z pohledu nákladů opět výhodnější. Z výše uvedené tabulky vyplývá, že podnik v základním období svou výrobu neoptimalizoval. Umístění zvířat bylo převážně ve stájích, jediné krávy byly zčásti na pastvinách – 324 kusů. Následující grafy zobrazují simulovaný vývoj proměnné x_{it} v čase za předpokladu jinak nezměněných podmínek. Obrázek 1 představuje vývoj za předpokladu omezeného modelu, viz nerovnice (9) uvedeného modelu. Obrázek 2 znázorňuje vývoj ziskové funkce omezeného i neomezeného modelu v čase.

Obrázek 1. Omezený model, vývoj proměnné x_{it} v čase

Omezený model živočišné výroby vykazuje tendenci rychle se stabilizovat v čase. Po vyrovnání z počátku neoptimalizovaného stavu jednotlivých kategorií zvířat a překonání tohoto negativního dopadu setrvačnosti modelu, systém směřuje k rovnováze, přičemž účelová funkce za jinak nezměněných podmínek roste a v dalších obdobích se její hodnota pohybuje okolo 30 250 000 Kč. V případě neomezeného modelu dochází ke stabilizaci podstatně pomaleji, což vyjadřuje i vývoj odpovídající ziskové funkce, ale později se hodnota účelová funkce přiblíží 31 460 000 Kč a začne pozvolna klesat.



Obrázek 2. Vývoj ziskové funkce omezeného a neomezeného modelu v čase

4 Závěr

Optimalizační model živočišné výroby uvedený výše zachycuje reálný obraz dané problematiky. Přínosem je možná realizace analýzy aktuálního stavu plánování zemědělského podniku a jeho možná optimalizace. Cílem dalšího výzkumu by mělo být podchycení vlivu měnící se tržní poptávky po produktech živočišné výroby s důrazem na adekvátní reakci zemědělského podniku a zahrnutí státní dotační politiky do modelu. V kombinaci s uvedeným modelem živočišné výroby by bylo možné komplexněji analyzovat a racionalizovat chování zemědělského podniku.

Literatura

- [1] Foltýn, I., Zedníčková, I.: *Ekonomika malých a středních firem*. Praha: Akademie zemědělských věd 1992.
- [2] Jägerová, T.: *Analýza a optimalizace efektivnosti zemědělsko – dřevozpracujícího podniku*. Diplomová práce. Praha: VŠE – FIS 2009.
- [3] Kvapilík, J., Pytloun, J., Zahradková, R., Malát, K.: *Chov krav bez tržní produkce mléka*. Praha: Výzkumný ústav živočišné výroby Praha - Uhřetěves 2006.
- [4] Pelikán, J.: *Diskrétní modely v operačním výzkumu*. Praha: Professional Publishing, 2001.
- [5] Svatoš, M. et al.: *Ekonomika zdrojů českého zemědělství a jejich efektivní využívání v rámci multifunkčních zemědělskopotravinářských systémů: (zpráva o řešení výzkumného záměru MSM 6046070906 za rok 2008)*. Praha: Česká zemědělská univerzita 2009.

Summary

Animal Production Model Optimization

Animal production model optimization in relation with vegetal production in agricultural company is a complex problem who aims to find an optimal portfolio of diverse animal and vegetal production that corresponds to a maximal expected company profit. Model mentioned above concentrate on an optimization of the animal production, the vegetal production is not the target of the analysis. The problem is influenced by many factors and conditions. The main part of the animal production model concerns the dynamic condition that the herd of cattle should be stable and the other constraints and factors. The nonlinear discrete problem reflects the empirical properties of the real system.

Dynamické modely oligopolu

Václav Školuda

Doktorand oboru Ekonometrie a operační výzkum

Abstrakt. Článek sa zaoberá analýzou dynamických modelov spoločností vystupujúcich na oligopolnom trhu a upravujúcich veľkosť svojej produkcie. Analyticky sú vyjadrené funkcie pre jednotlivé spoločnosti a je sledovaná ich stabilita a rýchlosť konverencie v rôznych podmienkach. Podmienkami sú tvar nákladovej funkcie a spôsob prispôsobovania sa trhu vyjadrený koeficientom prispôsobenia. Sledované sú ako diskrétné, tak spojité modely. Z výsledkov možno zhrnúť, že dynamické modely duopolu konvergujú k rovnovážnej hodnote a rastúce marginálne náklady majú stabilizujúci vplyv.

Kľúčové slová: Oligopol, Cournotov model, Hospodárska dynamika, Stabilita

1 Úvod

Oligopol je trhová štruktúra v ktorej sa vyskytuje viac firiem. Pokiaľ je iba jedna spoločnosť, hovoríme o monopole a ak je schopnosť spoločností ovplyvniť cenu produkcie nízka, hovoríme o monopolistickej konkurencii. Jednotlivé spoločnosti môžu na trhu rozhodovať o veľkosti produkcie (Cournotov model), o jej cene (Bertrandov model) alebo môže vzniknúť vzťah vodca – nasledovník (Stackelbergov model). Statické prípady uvedených modelov sú v literatúre široko diskutované, napr. [1], [2], [3] no ucelený prehľad dynamických modelov literatúra neposkytuje, preto je cieľom predkladanej práce poskytnúť úplný prehľad dynamických modelov spoločností na oligopolnom trhu upravujúcich veľkosť svojej produkcie.

Nasledujúcich šesť kapitol sa zaoberá postupne rôznymi prípadmi dynamických modelov. Rozdelené sú podľa vstupujúcich podmienok. Rozlišujeme konštantné a rastúce marginálne náklady (MC), pričom analyticky sú odvodené lineárne rastúce. Tiež rozlišujeme okamžité a oneskorené prispôsobovanie výstupu vyjadrené koeficientom prispôsobenia. Pre úplnosť sú uvedené ako diskrétné modely, tak spojité. Z hľadiska použitých metód sa jedná o riešenie diferenciálnych a diferenciálnych rovníc za zadaných podmienok a sledovanie ich stability a konverencie.

2 Oligopol s okamžitým prispôobením a konštantnými marginálnymi nákladmi

Ako bolo povedané v úvode, budeme sa zaoberať dynamickými modelmi, čo predstavuje zahrnutie času. Tento **základný predpoklad znamená, že firma prispôbuje veľkosť svojho výstupu v čase t veľkostiam výstupu ostatných spoločností na relevantnom trhu v čase $t - 1$ pričom sama maximalizuje zisk v čase t .** Predpokladáme tiež, že sa rovnako zachovávajú všetky spoločnosti.

Konštantné marginálne náklady znamenajú, že prírastok nákladov na výrobu dodatočnej jednotky produkcie je konštantný. Tiež predpokladáme lineárny dopyt po produkcii odvetvia.

Na trhu sa nachádza n spoločností, ktoré postupne označíme $i=1, \dots, n$. Ak i -ty výrobca ponúka množstvo q_i , potom celková produkcia odvetvia v čase t bude

$$Q_{i,t} = \sum_{j \neq i}^n q_{j,t-1} + q_{i,t} \quad (1)$$

Predstavu o budúcej cene i -teho oligopolu v čase t vyjadruje dopytová funkcia

$$P_{i,t} = a - b \left(q_{i,t} + \sum_{j \neq i}^n q_{j,t-1} \right) \quad a > 0 \quad b > 0 \quad (2)$$

Lineárna funkcia nákladov je vyjadrená ako súčet fixných nákladov ($F_{i,t}$) a variabilných nákladov ($c_i \cdot q_{i,t}$) a možno ju zapísať v tvare

$$C_{i,t}(q_{i,t}) = F_{i,t} + c_i \cdot q_{i,t} \quad c > 0 \quad (3)$$

Zisková funkcia spoločnosti má potom tvar

$$Z_{i,t} = \left(a - b \cdot \left(q_{i,t} + \sum_{j \neq i}^n q_{j,t-1} \right) \right) \cdot q_{i,t} - (F_{i,t} + c_i \cdot q_{i,t}) \quad (4)$$

Maximalizáciu ziskovej funkcie dosiahneme diferencovaním

$$\frac{\partial Z_{i,t}}{\partial q_{i,t}} = a - b \cdot \left(q_{i,t} + \sum_{j \neq i}^n q_{j,t-1} \right) - c_i - b \cdot q_{i,t} = 0 \quad (5)$$

Vyjadrením $q_{i,t}$ z uvedenej funkcie dostaneme rovnicu reakcie

$$q_{i,t} = -\frac{1}{2} \cdot \sum_{j \neq i}^n q_{j,t-1} + \frac{a - c_i}{2b} \quad (6)$$

Uvedená rovnica je súčasťou systému n diferenčných rovníc prvého rádu. Riešením daného systému diferenčných rovníc dostávame nasledujúcu charakteristickú rovnicu pre n oligopolov

$$|A - \lambda I| = \begin{vmatrix} -\lambda & -\frac{1}{2} & \cdots & -\frac{1}{2} \\ -\frac{1}{2} & -\lambda & \cdots & -\frac{1}{2} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ -\frac{1}{2} & -\frac{1}{2} & \cdots & -\lambda \end{vmatrix} \quad (7)$$

Podmienky stability ďalej pre toto riešenie vyžadujú, aby charakteristický koreň λ^* bol v absolútnej hodnote menší než jeden

$$\lambda^* = -\frac{n-1}{2} \quad (8)$$

z čoho vyplýva, že duopol je stabilným ($\lambda^* = -1/2$), tri spoločnosti konštantne oscilujú okolo rovnovážnej hodnoty ($\lambda^* = 1$) a viac spoločností diverguje ($\lambda^* > 1$). Uvedené pekne znázorňuje obrázok 1, ktorý porovnáva úpravu množstva ponúkaného jednou spoločnosťou na trhu s n spoločnosťami.

3 Oligopol s okamžitým prispôbením a rastúcimi marginálnymi nákladmi

Predpoklady sú zhodné s predchádzajúcim prípadom s jednou výnimkou. Tou je zmena marginálnych nákladov z konštantných na rastúce. Prírastok nákladov na produkciu dodatočnej jednotky je teda rastúci.

Ak je funkcia nákladov kvadratická (vyjadrená polynómom druhého stupňa), funkcia marginálnych nákladov je lineárne rastúca. Nákladová funkcia má tvar:

$$C_{i,t}(q_{i,t}) = F_{i,t} + c_i \cdot q_{i,t} + \frac{d_i}{2} \cdot q_{i,t}^2 \quad c > 0 \quad d > 0 \quad (9)$$

Zisková funkcia bude

$$Z_{i,t} = \left(a - b \cdot \left(q_{i,t} + \sum_{j \neq i}^n q_{j,t-1} \right) \right) \cdot q_{i,t} - \left(F_{i,t} + c_i \cdot q_{i,t} + \frac{d_i}{2} \cdot q_{i,t}^2 \right) \quad (10)$$

$a > 0 \quad b > 0$

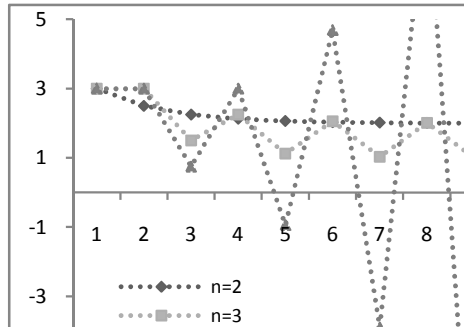
Jej derivovaním a vyjadrením $q_{i,t}$ dostaneme rovnicu reakcie v tvare

$$q_{i,t} = \frac{a - c_i}{2b + d} - \frac{b}{2b + d} \cdot \sum_{j \neq i}^n q_{j,t-1} \quad (11)$$

Aby bol systém stabilný, stačí overiť platnosť

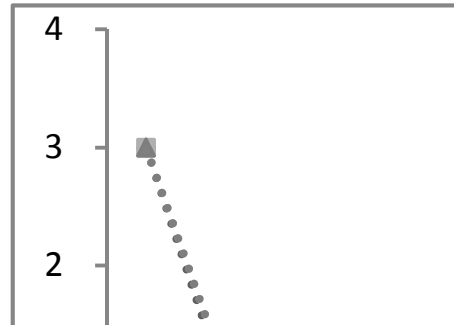
$$\frac{-b}{2b + d} < 0 \quad (12)$$

Z podmienok vieme, že b aj d sú kladné, čiže podmienka je vždy splnená. Oligopol s rastúcimi marginálnymi nákladmi je teda vždy stabilný.



Obrázok 1. Konštantné MC

Zdroj: Vlastné prepočty



Obrázok 2. Rastúce MC

Zdroj: Vlastné prepočty

Obrázky 1 a 2 znázorňujú prispôbovanie ponúkaného množstva jednou so spoločnosťami na oligopolnom trhu. Obrázok 1 sa vzťahuje na konštantné marginálne náklady a ukazuje stav v prípade dvoch, troch a štyroch spoločností. Obrázok 2 sa líši podmienkou rastúcich marginálnych nákladov. Čas je chápaný v tomto prípade ako diskretná veličina a spojnice bodov majú iba ilustratívny charakter.

4 Oligopol s oneskoreným alebo neúplným prispôobením a konštantnými marginálnymi nákladmi

Rozdielom oproti prvému prípadu (časť 2) je rozšírenie o predpoklad adaptívnych očakávaní. Každá so spoločností prispôbuje svoj výstup s oneskorením alebo nie úplne, výstup v predchádzajúcom období upravuje o pomer rozdielu medzi zvoleným výstupom v súčasnosti a skutočným výstupom v predchádzajúcom období. Koeficient prispôsobenia k_i vyjadruje očakávania i -tej spoločnosti vo vzťahu k očakávanej produkcii j -teho oligopolistu:

$$\hat{q}_{j,t} - \hat{q}_{j,t-1} = k_i (q_{j,t} - \hat{q}_{j,t-1}) \quad k > 0 \quad (13)$$

Koeficient prispôsobenia k môžeme chápať ako istú schopnosť subjektu predvídať dianie na trhu alebo schopnosť (rýchlosť) sa prispôbiť zmenám. Predpokladáme teda, že každá spoločnosť očakáva v čase t produkciu j -teho oligopolu na úrovni $\hat{q}_t$. V čase t teda i -ty oligopol zvažuje produkciu odvetvia na úrovni

$$Q_{i,t} = \sum_{j \neq i}^n \hat{q}_{j,t} + q_{i,t} \quad (14)$$

Dosadením a vyjadrením získame potom podobnú rovnicu reakcie ako v prípade bez prispôsobenia (6), v tvare

$$q_{i,t} = -\frac{1}{2} \cdot \sum_{j \neq i}^n \hat{q}_{j,t} + \frac{a - c_i}{2b} \quad (15)$$

Dá sa dokázať [7], že pre počet subjektov na oligopolnom trhu a koeficient prispôsobenia platí nasledujúca podmienka stability

$$n < \frac{4-k}{k} \quad (16)$$

Pre duopol je hraničnou hodnotou $k < 4/3$, pre oligopol s troma spoločnosťami je podmienka stability na úrovni $k < 1$ a pre štyri spoločnosti $k < 4/5$.

5 Oligopol s oneskoreným alebo neúplným prispôbením a rastúcimi marginálnymi nákladmi

Tento prípad má obdobné predpoklady ako predchádzajúci príklad, rozdielom je opäť zmena v marginálnych nákladoch. Rastúce marginálne náklady majú stabilizujúci vplyv a umožňujú dosahovať rovnováhu aj pre väčšie hodnoty koeficientu prispôsobenia. Pokiaľ funkciu nákladov vyjadríme ako v druhej časti, funkcia nákladov je kvadratická (9), možno podmienku stability pre počet subjektov a koeficient prispôsobenia vyjadriť ako:

$$n < \frac{16-7k}{k} \quad (17)$$

Pokiaľ je funkcia nákladov kvadratická, dostávame pre duopol hraničnú hodnotu $k < 16/9$, pre oligopol s troma spoločnosťami je stabilita dosahovaná pre veľkosť koeficientu prispôsobenia $k < 16/10$ a pre štyri spoločnosti $k < 16/11$.

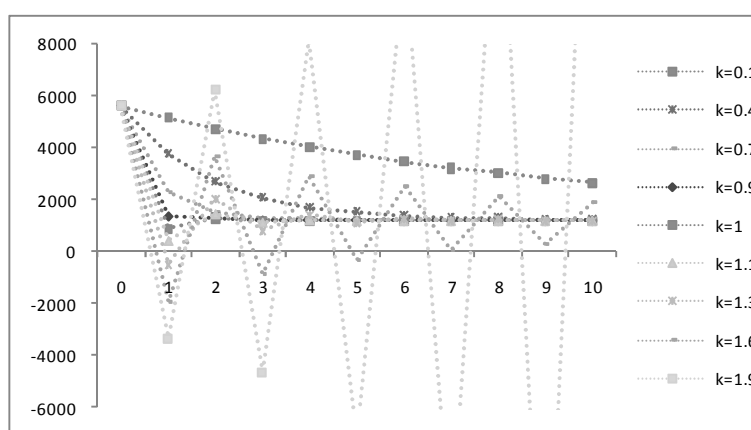
Iný prístup [5] vychádzajúci z obdobných predpokladov ako v predchádzajúcom prípade s rastúcimi marginálnymi nákladmi odvodzuje rovnicu reakcie v tvare

$$q_{i,t} = \frac{a-c_i}{2b+d} - \frac{b}{2b+d} \cdot \sum_{j \neq i}^n \hat{q}_{j,t} \quad (18)$$

Podmienka stability má potom tvar

$$\frac{-b}{2b+d} > -\frac{1}{1-n} \quad (19)$$

Ako vidíme, podmienka stability nezahŕňa koeficient prispôsobenia. Stabilita podľa počtu subjektov na trhu je v tomto prípade závislá od miery, akou sa menia marginálne náklady a sklonu trhovej dopytovej funkcie.



Obrázok 3. Prispôsobovanie výstupu podľa veľkosti koeficientu, Zdroj: Vlastné prepočty

Porovnanie rýchlosti konvergenzie k stabilnému riešeniu pre jednu so spoločnosťami na duopolnom trhu nám poskytuje obrázok 3. Funkcia nákladov je v tomto prípade kvadratická a koeficienty prispôsobenia nadobúdajú hodnoty od 0,1 do 1,9. Spojnice medzi bodmi majú opäť len ilustratívny charakter.

6 Oligopol s oneskoreným alebo neúplným prispôbením a konštantnými marginálnymi nákladmi, spojitý model

Predpoklady sú obdobné ako v prípade popísanom v časti 4, rozdielom je však chápanie času ako spojitých veličín. Tomu bolo prispôbené vyjadrenie premenných. Tiež predpokladáme neúplné alebo oneskorené prispôbenie výstupu, v tomto prípade vyjadrené pomocou derivácií:

$$\frac{dq_i(t)}{dt} = k_i (q_i(t) - \hat{q}_i(t)) \quad i \in \langle 1, \dots, n \rangle \quad k_i > 0 \quad (20)$$

Koeficient prispôbenia k možno rozumieť ako číslu popisujúcemu schopnosť subjektu reagovať na zmeny na trhu. Predpokladajme ďalej, že sa na trhu nachádza n spoločností, ktoré označíme $i=1, \dots, n$. Funkcie majú obdobný tvar ako pri diskretných modeloch, predovšetkým vzťahy (4), (14) a (15). Množstvo produkcie na trhu, o ktorom uvažuje i -ty oligopolista v čase t , možno potom vyjadriť ako

$$Q_i(t) = \sum_{j \neq i}^n \hat{q}_j(t) + q_i(t) \quad (21)$$

Funkcia zisku bude v tvare

$$Z_i(t) = \left(a - b \left(q_i(t) + \sum_{j \neq i}^n \hat{q}_j(t) \right) \right) \cdot q_i(t) - (F_i(t) + c_i \cdot q_i(t)) \quad (22)$$

$a > 0 \quad b > 0 \quad c > 0$

Odvodením a dosadením dostaneme funkciu reakcie v tvare

$$q_i(t) = -\frac{1}{2} \cdot \sum_{j \neq i}^n \hat{q}_j(t) + \frac{a - c_i}{2b} \quad (23)$$

Riešením systému týchto funkcií pomocou matice charakteristických rovníc a prešetrovaním podmienok nezápornosti determinantov a stôp tejto matice pre jednotlivé počty subjektov trhu možno dôjsť k záveru, že stabilným je iba duopol a v prípade väčšieho počtu subjektov je model zväčša nestabilný. Toto je v ostrom kontraste s diskretným modelom, pri ktorom od veľkosti koeficientu prispôbenia záviselo, či sa bude model správať stabilne, alebo nestabilne.

7 Oligopol s oneskoreným alebo neúplným prispôbením a rastúcimi marginálnymi nákladmi, spojitý model

Rozdielom oproti predchádzajúcemu prípadu je zmena marginálnych nákladov z konštantných na rastúce. Jednotlivé funkcie tak majú tvar obdobný so vzťahmi (9), (18) a (21). Pokiaľ náklady vyjadríme polynómom druhého stupňa, zisk možno zapísať nasledovne

$$Z_i(t) = \left(a - b \left(q_i(t) + \sum_{j \neq i}^n \hat{q}_j(t) \right) \right) \cdot q_i(t) - \left(F_i(t) + c_i \cdot q_i(t) + \frac{d_i(t)}{2} \cdot q_i^2(t) \right) \quad (24)$$

$a > 0 \quad b > 0 \quad c > 0 \quad d > 0$

Výsledky predchádzajúceho spojitého modelu sú rovnaké ako v tomto prípade. Jediným rozdielom je vyššia rýchlosť dosiahnutia konečného stavu pri rastúcich marginálnych nákladoch. Možno teda povedať, že rastúce marginálne náklady majú stabilizujúci vplyv.

Tabuľka 1. Prehľad dynamických modelov oligopolu

	Konštantné MC	Rastúce MC	
Okamžité prispôsobenie	Rovnováha	Rovnováha (rýchlejšie)	$n = 2$
	Osciluje konštantne	Rovnováha	$n = 3$
	Osciluje rastúco - divergentne	Rovnováha	$n > 3$
Oneskorené prispôsobenie	$k < 4/3$	$k < 16/9 *$	$n = 2$
	$k < 1$	$k < 16/10 *$	$n = 3$
	$k < 4/5$	$k < 16/11 *$	$n = 4$
Spojitý	Rovnováha – vždy	Rovnováha – vždy (rýchlejšie)	$n = 2$
	Rovnováha - zriedka	Rovnováha – zriedka (rýchlejšie)	$n \geq 3$

Tabuľka poskytuje ucelený prehľad výsledkov analýzy. Koeficient prispôsobenia je v tabuľke znázornený písmenom k a počet subjektov nachádzajúcich sa na trhu zobrazuje posledný stĺpec. Údaje označené hviezdikou (*) platia pre vyjadrenie rastúcich marginálnych nákladov kvadratickou funkciou nákladov.

8 Príklad aplikácie

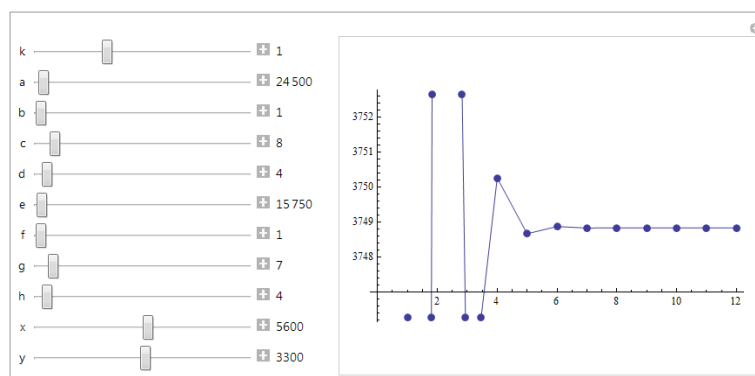
Nasledujúca časť sa zaoberá využitím doteraz uvedených poznatkov v počítačovom modeli. Model je plne parametrický a pokýva väčšinu prípadov spomínaných v predchádzajúcich častiach. Úlohou počítačového modelu je umožniť ľubovoľne meniť vstupné parametre a sledovať ich vplyv na stabilitu modelu, prípadne rýchlosť dosiahnutia rovnováhy. Jediným obmedzením je predpoklad duopolu. Ziskové funkcie spoločností budú nasledovné

$$\begin{aligned} Z_{1,t} &= (a - b(q_{1,t} + q_{2,t-1}))q_{1,t} - \left(M_{1,t} + c \cdot q_{1,t} + \frac{d}{2} \cdot q_{1,t}^2 \right) \\ Z_{2,t} &= (e - f(q_{2,t} + q_{1,t-1}))q_{2,t} - \left(N_{2,t} + g \cdot q_{2,t} + \frac{h}{2} \cdot q_{2,t}^2 \right) \end{aligned} \quad (25)$$

Parametre a, b, c, d, e, f, g, h sú väčšie ako 0. Parametre d a h môžu byť aj nulové a v tom prípade máme model s konštantnými marginálnymi nákladmi (4), inak sú rastúce (10). Nasledujúce funkcie reakcie predpokladajú prispôsobenie spoločností v tvare (13). Pokiaľ parameter k bude rovný 1 dostaneme model s okamžitým prispôobením, inak sa jedná o oneskorené či neúplné prispôsobenie.

$$\begin{aligned} q_{2,t} &= \frac{a-c}{b} - \frac{(2b+d)(q_{1,t+1} + q_{1,t})}{k_1 \cdot b} - \frac{(2b+d)q_{1,t}}{b} \\ q_{1,t} &= \frac{e-g}{f} - \frac{(2f+h)(q_{2,t+1} + q_{2,t})}{k_2 \cdot f} - \frac{(2f+h)q_{2,t}}{f} \end{aligned} \quad (26)$$

Riešením uvedených funkcií reakcie a grafickým zobrazením výstupu dostávame plne parametrický model spĺňajúci vyššie uvedené podmienky. Tento model umožňuje meniť parametre a vstupné premenné (x a y) a podľa toho sledovať stabilitu za uvedených podmienok. Obrázok znázorňuje jedno z možných riešení.



Obrázok 4. Výstup programu umožňujúci meniť parametre modelu, Zdroj: Vlastné prepočty

9 Záver

Úlohou predkladanej práce bolo poskytnúť ucelený analytický prehľad dynamických modelov oligopolu. Do úvahy bolo brané ako okamžité, tak aj oneskorené a neúplné prispôsobenie veľkosti výstupu vyjadrené koeficientom prispôsobenia. Tiež bol zohľadnený tvar nákladovej funkcie a pre úplnosť boli spomenuté aj spojené modely. Výsledky analýzy nám prehľadne sumarizuje tabuľka.

Modely s okamžitým prispôsobením a konštantnými marginálnymi nákladmi dosahujú rovnováhu iba v prípade oligopolu s dvoma spoločnosťami (duopol). Po rozšírení o rastúce marginálne náklady dosahujú tieto modely vždy rovnováhu. Rastúce marginálne náklady majú teda stabilizujúci vplyv. Pri modeloch s oneskoreným prispôsobením sa nám podarilo odvodiť jednoduchú podmienku, pri ktorej stačí porovnať veľkosť koeficientu prispôsobenia. Tento koeficient môžeme chápať ako schopnosť spoločnosti reagovať na zmeny na trhu, jej pružnosť no tiež ako celkovú informovanosť na trhu na základe ktorej sa spoločnosti rozhodujú.

V prípade spojených modelov nastala rovnováha iba v prípade duopolu a pre viac spoločností na trhu nebolo možné stanoviť jednoduchú podmienku ako v predchádzajúcich prípadoch. Uvedené možno zhrnúť, že za vyššie špecifikovaných podmienok dosahuje rovnováhu, čiže je stabilným, predovšetkým duopol a rastúce marginálne náklady majú stabilizujúci vplyv na trh vykazujúci známky oligopolu.

Literatúra

- [1] Fendek, M., Fendeková, E.: *Mikroekonomická analýza*. Iura Edition, Bratislava 2008.
- [2] Fendeková, E.: *Oligopoly a regulované monopoly*. Iura Edition, Bratislava 2006.
- [3] Fiala, P.: *Síťová ekonomika*. Professional Publishing, Praha 2008
- [4] Gandolfo, G.: *Economic Dynamics: Methods and Models*. North-Holland Pub. Co., Amsterdam 1980.
- [5] OKUGUCHI, K.: Adaptive Expectations in an Oligopoly Model. In *The Review of Economic Studies*, 1970, vol. 37, no. 2, p. 233-237
- [6] Shone, R.: *Economic Dynamics: Phase Diagrams and Their Economic Application*. Cambridge University Press, Cambridge 2002.
- [7] Szomolányi, K. – Surmanová, K.: Linear dynamic cournot oligopoly model with adaptive expectations. In *Strategic management*. 2008, roč. 13, č. 1, s. 33-36.
- [8] Školuda, V.: *Plynárenstvo na Slovensku: Analýza koncentrácie v odvetví a jeho súčasný stav*. Diplomová práca, Bratislava 2010.

Summary

Dynamic Models of Oligopoly

The goal of this paper was to provide a full review of dynamic models of oligopoly, specifically companies adjusting the size of output. Into consideration were taken constant and increasing marginal costs. Companies also were adjusting their output immediately as well as in delay or not completely.

The results showed that in case of immediate adaptation and constant marginal cost is only duopoly stable. After enlargement by MC, all models showed increasing of stability. Incomplete adaptation changed the conditions to a simple comparison of the coefficient, which can be seen as company's ability to adapt to the market. Continuous models showed a balance only if there are two companies on the market (duopoly).

In one sentence, duopoly is mostly stable and the rising marginal costs have a stabilizing effect.

Aplikace modelu EGARCH na burzovní index FTSE 100

Zdeněk Štolc

Doktorand oboru Ekonometrie a operační výzkum

Abstrakt. Předmětem tohoto článku je teoretický popis nelineárního autoregresního modelu podmíněné volatility EGARCH, který je schopen zachytit asymetrické efekty na změnu volatility, které jsou vyvolané pozitivními či negativními šoky. Tento model je aplikován na reálná data burzovního indexu FTSE 100. Nutnost použití nelineárních modelů podmíněné volatility je nejprve otestována pomocí SB testu, resp. společného SB, NSB, PSB testu. Poté jsou odhadnuty parametry modelu EGARCH metodou maximální věrohodnosti a provedena diskuse nad hodnotami odhadnutých parametrů. Následně je provedena diagnostická kontrola modelu, která spočívá v testování, zda standardizovaná rezidua vykazují autokorelaci, podmíněnou heteroskedasticitu a normalitu rozdělení.

Klíčová slova: volatilita, GARCH, EGARCH, odhad parametrů

1 Úvod

Volatilita patří mezi nejdůležitější parametry používané např. v metodologii Value at Risk či při oceňování finančních derivátů, obecně tedy v oblasti financí, ekonometrie atd. Můžeme tvrdit, že portfolia finančních aktiv jsou funkcí očekávaných středních hodnot a rozptylů jejich měr výnosů. Již v práci [9] bylo poukázáno na skutečnost, že volatilita výnosů finančních aktiv je proměnlivá a tyto výnosy mají rozdělení, která jsou více špičatá a mají tlustší konce než normální rozdělení, tj. mají tzv. leptokurtické rozdělení. To vyvolalo snahu nalézt jiné rozdělení, které by lépe reflektovalo rozdělení výnosů. Idea byla taková, že výnosy finanční časové řady mají podmíněné normální rozdělení s podmíněným rozptylem, který se mění v čase. Hovoříme o tzv. podmíněné heteroskedasticitě, kdy rozptyl náhodných složek u_t , resp. reziduí e_t závisí na jejich minulých hodnotách, tj. stochastický model časové řady můžeme zapsat ve tvaru $y_t = f(u_t, u_{t-1}, \dots)$, kde $u_t \sim \text{NID}(0, \sigma^2)$.

Obecně lze časovou řadu zapsat ve tvaru $y_t = E[y_t | \Omega_{t-1}] + u_t$, kde Ω_{t-1} značí informační množinu v čase $t-1$ a $\{u_t\}$ je proces bílého šumu. V lineárních modelech (ARMA, atd.) nebo v modelech časových řad s proměnlivými režimy (SETAR, atd.) se mj. předpokládá, že nepodmíněný a podmíněný rozptyl procesu u_t je stejný, tj. platí $E[u_t^2] = E[u_t^2 | \Omega_{t-1}] = \sigma^2$. Je tedy neměnný v čase, jedná se o homoskedastickou funkci. Nyní ovšem tento předpoklad uvolníme a budeme předpokládat proměnlivost podmíněného rozptylu procesu $\{u_t\}$, tj. že platí $E[u_t^2 | \Omega_{t-1}] = h_t$ pro libovolnou nezápornou funkci $h_t \equiv h_t(\Omega_{t-1})$. Proces $\{u_t\}$ je tedy podmíněně heteroskedastický, přičemž nepodmíněný rozptyl procesu u_t stále zůstává v čase konstantní. Dále lze psát, že $\sigma^2 = \text{var}[y_t | \Omega_{t-1}] \equiv h_t = E[u_t^2 | \Omega_{t-1}]$. Nyní již lze lépe specifikovat tvar nelineárního procesu časové řady, a to do podoby

$$y_t = E[y_t | \Omega_{t-1}] + \sigma_t \varepsilon_t = E[y_t | \Omega_{t-1}] + h_t^{1/2} \varepsilon_t, \quad (1)$$

kde $\varepsilon_t \sim \text{NID}(0,1)$. Pokud toto platí, pak je rozdělení náhodné veličiny $y_t | \Omega_{t-1}$ normální v čase s proměnlivým podmíněným rozptylem [5], tj. $y_t | \Omega_{t-1} \sim N_{t-1}(0, h_t)$. Jednotlivé modely volatility jsou poté založeny na modelování podmíněného rozptylu h_t .

2 Použité metody

Jako východisko pro analyzovaný nelineární model EGARCH je lineární model ARCH [5], resp. jeho modifikace, model GARCH [3], který bere v úvahu flexibilnější strukturu zpoždění. Model GARCH (p,q) poté můžeme zapsat v úplném tvaru [3].

2.1 Exponenciální GARCH proces

Model EGARCH patří do skupiny nelineárních modelů podmíněné volatility, kdy je schopen promítnout do podmíněného rozptylu asymetrické efekty u finančních časových řad. To znamená, že akciové výnosy jsou

negativně korelovány se změnami volatility. Tento jev označujeme jako pákový efekt, kdy Black [2] upozornil na skutečnost, že např. volatilita má tendenci růst jako odpověď na „špatnou informaci“ v podobě nižšího výnosu než výnosu očekávaného vice versa. Nelson [10] navrhl první model, který tyto asymetrické efekty byl schopen zachytit, tzv. exponenciální GARCH model. Zatímco GARCH model je konstruován tak, že h_t je nezáporný s pravděpodobností jedna díky tomu, že je lineární kombinací kladných náhodných veličin s kladnými vahami (parametry), EGARCH zaručuje nezápornost h_t pomocí logaritmu $\log(h_t)$, který je lineární funkcí času a zpožděných u_t . Potom pro vhodnou funkci g můžeme psát [10]

$$\log(h_t) = \omega_t + \sum_k g(u_{t-k}) + \sum_{k=1}^{\infty} \beta_k \ln(h_{t-k}), \quad (2)$$

kde $\{\omega_t\}_{t=-\infty, \infty}$ je reálná, nestochastická posloupnost skalárů. Funkce $g(u_t)$ je specifikována tak, aby byl vzat v úvahu asymetrický vztah mezi (akciovými) výnosy a změnami volatility. Jedním ze způsobů je vyjádřit funkci $g(u_t)$ jako lineární kombinaci u_t a $|u_t|$, tj.

$$g(u_{t-1}) = \theta u_{t-1} + \gamma [|u_{t-1}| - E|u_{t-1}|]. \quad (3)$$

Funkce (4) se evidentně skládá ze dvou částí θu_{t-1} a $\gamma [|u_{t-1}| - E|u_{t-1}|]$ se středními hodnotami rovnými nule. Složka $\gamma [|u_{t-1}| - E|u_{t-1}|]$ reprezentuje velikost efektu. Za předpokladu $\theta = 0, \gamma > 0$ to znamená, že šok (inovace) v $\log(h_t)$ je pozitivní, pokud velikost u_t je větší než jeho očekávaná hodnota vice versa. Jestliže naopak předpokládáme, že $\theta < 0, \gamma = 0$, potom šok v $\log(h_t)$ je pozitivní, pokud šok v (akciových) výnosech je negativní vice versa.

Pokud $0 < u_t < \infty$, tedy pro pozitivní šok, funkce $g(u_t)$ je lineární v u_t se sklonem $\theta + \gamma$, pokud nastane negativní šok, tj. $-\infty < u_t \leq 0$, potom $g(u_t)$ je lineární v u_t se sklonem $\theta - \gamma$. K měření, jak se nová informace u_t promítne do volatility h_{t+1} za předpokladu konstantních ostatních přítomných a minulých informací, se používá funkce NIC (New Impact Curve). Použijeme-li alternativní tvar modelu EGARCH za předpokladu existence AR(1) procesu pro výnosy aktiv [4]

$$y_t = \phi_1 y_{t-1} + u_t$$

$$u_t = \sqrt{h_t} \varepsilon_t, \quad (4)$$

$$\log(h_t) = \omega + \beta \log(h_{t-1}) + \underbrace{\theta \frac{u_{t-1}}{\sqrt{h_{t-1}}}}_{\text{asymetrický člen}} + \gamma \left[\frac{|u_{t-1}|}{\sqrt{h_{t-1}}} - \sqrt{2/\pi} \right]$$

resp. jeho nejpoužívanější tvar EGARCH(1,1), pak vzhledem k tomu, že parametr θ je ve většině případů záporný, pozitivní informace ve výnosech generuje menší volatilitu než negativní informace.

2.2 Testování a odhad parametrů modelu EGARCH

Pro testování podmíněné heteroskedasticity modelované pomocí nelineárních modelů volatility použijeme dva diagnostické testy: SB test (Sign Bias Test) a společný SB, PSB, NSB test (Positive/Negative Size Bias Test). Testování je založeno na ideji funkce NIC, přičemž se testuje nulová hypotéza podmíněné homoskedasticity proti alternativní hypotéze nelineární podmíněné heteroskedasticity. Podrobný popis těchto testů lze nalézt např. v [1] nebo [6]. Parametry modelu EGARCH poté odhadneme metodou maximální věrohodnosti, kdy věrohodnostní funkce $L_t = \sum_{t=1}^T l_t$, resp. logaritmus věrohodnostní funkce l_t má tvar [10]

$$l_t = c - \frac{1}{2} \sum_{t=1}^T \log(h_t) - \frac{1}{2} \sum_{t=1}^T \frac{u_t^2}{h_t}, \quad (5)$$

společně s modelem $\log(h_t) = \omega_0 + \sum_{j=1}^q \{\theta_j u_{t-j} + \gamma_j (|u_{t-j}| - E|u_t|)\} + \sum_{j=1}^p \beta_j \log(h_{t-j})$. Pro výpočet konzistentních a asymptoticky normálních odhadů se aplikují různé algoritmy, v našem případě BFGS algoritmus.

Odhad parametrů metodou maximální věrohodnosti je zde prováděn za předpokladu normality procesu $\{u_t\}$. Ovšem s ohledem na charakter finančních časových řad je tento předpoklad velmi často nereálný, a to z důvodů

uvedených v části 1. Proto je někdy přijímán jiný předpoklad, že proces $\{u_t\}$ má Studentovo t rozdělení s $\nu > 2$ stupni volnosti, přičemž normální rozdělení dostaneme pro $\nu \rightarrow \infty$. Nebo můžeme použít tzv. rozdělení GED (neboli zobecněné exponenciální rozdělení).

GED rozdělení obsahuje jako speciální případ normální rozdělení, pokud $\nu = 2$. Pokud pro odhad parametrů modelu EGARCH použijeme metodu maximální věrohodnosti s předpokladem GED rozdělení pro $\{u_t\}$, odhadujeme celkem $(2q + p + 2)$ parametrů $\zeta = (\omega_0, \theta_1, \dots, \theta_q, \gamma_1, \dots, \gamma_q, \beta_1, \dots, \beta_p, \nu)$. Cílem je tedy maximálně věrohodný odhad ζ , tj. $\hat{\zeta}_{MV} = \underset{\zeta}{\operatorname{argmax}} \sum_{t=1}^T l_t$, kde l_t je logaritmus věrohodnostní funkce ve tvaru [8]. Poté se postupuje standardně jako v případě předpokladu normality. V praxi je ovšem velmi obtížné určit správné rozdělení, a proto se zjednodušeně předpokládá normalita rozdělení.

3 Provedené experimenty

Model volatility EGARCH budeme aplikovat na data burzovního indexu FTSE 100. Jedná se o burzovní index na London Stock Exchange, kdy v této práci budou použity denní historické ceny indexu FTSE 100 v období od 22. 7. 2002 do 28. 10. 2010, jedná se tedy o 2000 pozorování.

Daná časová řada je z důvodu stacionarizace převedena na první difference logaritmů, tj. pracujeme s řadou ve tvaru $y_t = \log(FTSE_t) - \log(FTSE_{t-1})$.

Na 5% hladině významnosti je testována hypotéza podmíněné heteroskedasticity, normalita rozdělení nesystematické složky a autokorelace. Výsledky testování jsou obsaženy v tabulce 1.

Tabulka 1. Výsledky testování reziduí sledované řady

Portmanteau test (44):	Chi ² (44)= 132,96 [0,0000]**
Jarqueův - Beraův test:	Chi ² (2) = 1102,4 [0,0000]**
ARCH 1-1 test:	F(1,1997)= 77,153 [0,0000]**

Dle Portmanteau testu byla prokázána autokorelace. Jarqueův – Beraův test odmítl na 5% hladině významnosti nulovou hypotézu normality rozdělení a ARCH test prokázal podmíněnou heteroskedasticitu daného procesu. Je tedy vhodné aplikovat model podmíněné heteroskedasticity. Pro prokázání asymetrie dopadu pozitivních či negativních šoků na volatilitu i z hlediska jejich velikosti je aplikován společný SB, PSB a NSB test. Výsledky testování jsou uvedeny v tabulce 2.

Tabulka 2. Výsledky testování asymetrie dopadu šoku dle SB, PSB a NSB testu

	odhad parametru	SE odhadu	t-statistika	t-pravděp.
konstanta	7,91427e-005	1,931e-005	4,10	0,000
D_{t-1}^-	-5,70147e-006	2,785e-005	-0,205	0,838
$D_{t-1}^- \hat{u}_{t-1}$	-0,0133288	0,001506	-8,85	0,000
$D_{t-1}^+ \hat{u}_{t-1}$	0,00779131	0,001548	5,03	0,000

Jelikož je hodnota testového kritéria $TR^2 = 103,1812$ větší než kritická hodnota, společný SB, PSB, NSB test prokázal na 5% hladině významnosti asymetrii dopadu šoků na podmíněný rozptyl. Bylo také prokázáno, že podmíněná heteroskedasticita závisí na velikosti pozitivních a negativních šoků. Hodnota parametru 0,00779131 charakterizující vliv velikosti pozitivního šoku na volatilitu a parametru |-0,0133288| ukazující vliv velikosti negativního šoku na volatilitu indikují skutečnost, že negativní šoky mají větší vliv promítnout se do volatility než pozitivní šoky. Toto zjištění potvrzuje oprávněnost použití nelineárního modelu volatility. Následně jsou odhadnuty parametry modelu EGARCH(1,1) metodou maximální věrohodnosti. Hodnoty jednotlivých odhadů parametrů jsou uvedeny v tabulce 3.

Tabulka 3. Odhad modelu EGARCH(1,1)

	odhad parametru	SE odhadu	t-statistika	t-pravděp.
ω_0	-0,123939	0,01802	-3,55	0,000
θ_1	-0,110051	0,01116	-6,98	0,000
γ_1	0,0814162	0,009080	4,31	0,000
β_1	0,986021	0,001961	245,0	0,000

Dle hodnot v tabulce 3 je zřejmé, že všechny parametry modelu EGARCH(1,1) jsou na 5% hladině významnosti statisticky významné, včetně asymetrického členu. Záporná hodnota parametru -0,110051 znamená, že pozitivní informace ve výnosech ve formě šoku generuje menší volatilitu než negativní informace. Toto tvrzení je v souladu s výsledky testů asymetrie. Úplný model EGARCH(1,1) má tedy výsledný tvar (7)

$$\log \frac{(\text{FTSE}_t)}{(\text{FTSE}_{t-1})} = u_t$$

$$u_t = \varepsilon_t \sqrt{h_t} \quad \varepsilon_t \sim \text{NID}(0;1)$$

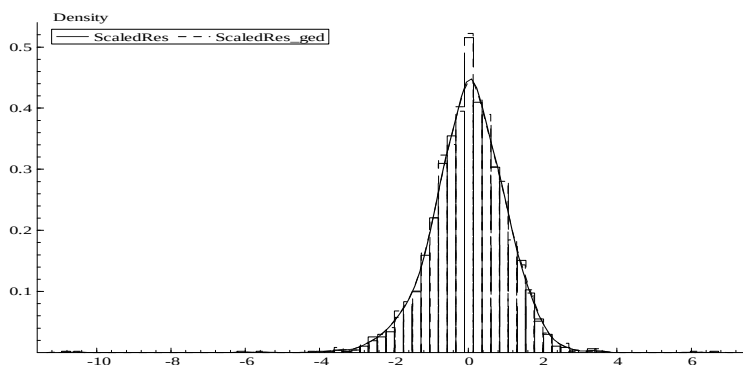
$$\log(h_t) = -0,123939 - 0,110051u_{t-1} + 0,0814162[|u_{t-1}| - E|u_{t-1}|] + 0,986021\log(h_{t-1})$$

Diagnostická kontrola modelu EGARCH(1,1) spočívá v testování autokorelace, podmíněné heteroskedasticity a normality rozdělení standardizovaných reziduí. Výsledky testování jsou uvedeny v tabulce 4.

Tabulka 4. Diagnostická kontrola modelu EGARCH(1,1)

Portmanteau test (44):	Chi ² (44)= 73,183 [0,0037]**
Jarqueův - Beraův test:	Chi ² (2) = 4491,7 [0,0000]**
ARCH 1-1 test:	F(2,1991)= 0,34830 [0,7059]

Na 5% hladině významnosti nebyla dle ARCH testu prokázána hypotéza podmíněné heteroskedasticity standardizovaných reziduí. Na základě Portmanteau testu byla zjištěna autokorelace standardizovaných reziduí. A pomocí Jarqueova – Beraova testu byla prokázána nenormalita rozdělení standardizovaných reziduí. To potvrzuje i hodnota špičatosti 7,1903 pro standardizovaná rezidua oproti hodnotě 3 pro normální rozdělení, hodnota šikmosti je -0,74617 oproti 0 pro normální rozdělení. Ovšem vyvstává otázka oprávněnosti použití předpokladu normálního rozdělení procesu $\{u_t\}$. Aplikujme tedy model EGARCH(1,1) za předpokladu, že proces $\{u_t\}$ má zobecněné exponenciální rozdělení (GED). Zásadní rozdíl lze pozorovat z hodnot špičatosti 7,9045 pro standardizovaná rezidua při předpokladu GED rozdělení oproti hodnotě 7,1903 při předpokladu normality rozdělení. Z toho lze usuzovat, že použití GED rozdělení lépe reflektuje charakter sledované finanční časové řady, resp. skutečnost, že výnosy finančních časových řad mají špičatější rozdělení s tlustšími konci než normální rozdělení. Porovnání hustoty pravděpodobnosti standardizovaných reziduí při různých předpokladech rozdělení procesu $\{u_t\}$ ukazuje obrázek 1.

**Obrázek 1.** Porovnání hustoty pravděpodobnosti standardizovaných reziduí pro sledované modely

4 Závěr

V tomto článku byl na datech burzovního indexu FTSE 100 empiricky potvrzen teoretický poznatek o proměnlivosti volatility finančních časových řad, a tedy oprávněnosti použití autoregresního modelu podmíněné volatility. Pomocí testů asymetrie dopadu šoků na volatilitu byl zjištěn pákový efekt. Rovněž bylo ověřeno, že rozdělení standardizovaných reziduí finančních časových řad je odlišné od normálního rozdělení z hlediska větší špičatosti a tlustších konců. Z tohoto hlediska byl empiricky shledán jako vhodnější model odhadnutý při předpokladu GED rozdělení procesu $\{u_t\}$.

Pro další výzkum by bylo vhodné zabývat se modely podmíněné volatility, které jsou kombinovány s modely s proměnlivými režimy (SETAR, MSW), kdy by bylo možné dosáhnout např. lepší predikční schopnosti modelů podmíněné volatility.

Literatura

- [1] Arlt, J., Arltová, M.: *Ekonomické časové řady-vlastnosti, metody, modelování, příklady a aplikace*. Grada Publishing, Praha 2007.
- [2] Black, F.: Studies of Stock Market Volatility Changes. In: *Business and Economic Statistics Section*, 1976, 177-181.
- [3] Bollerslev, T.: Generalized Autoregressive Conditional Heteroskedasticity. *Journal of Finance*, Vol. 31(1986) 307-327.
- [4] Cipra, T.: *Finanční ekonometrie*. Ekopress, Praha 2008.
- [5] Engle, R.F.: Autoregressive Conditional Heteroskedasticity With Estimates of the Variance of United Kingdom Inflation. *Econometrica*, Vol. 50 (1982) 987-1008.
- [6] Engle, R.F., Ng, V.K.: Measuring and Testing the Impact of News on Volatility, *Journal of Finance*, Vol. 48 (1993) 1749-1778.
- [7] Malmsten, H.: Evaluating exponential GARCH model. In: *Working Paper Series in Economics and Finance* 564, 2004.
- [8] Mandelbrot, B.: The Variation of Certain Speculative Prices. *Journal of Business*, Vol. 36 (1963) 394-419.
- [9] Nelson, D.B.: Conditional Heteroskedasticity in Asset Returns: A New Approach. *Econometrica*, Vol. 59 (1991) 347-370.

Summary

Application of EGARCH Model on the London Stock Market Indices

EGARCH model is the earliest model of conditional variance, which allows for asymmetric effects on volatility and describes the relation between past effects and the logarithm of the conditional variance without no restriction on parameters. This paper is focused on theoretical description of this model and its application on FTSE 100. The analysis verified the “leverage effect” and it was also confirmed difference in kurtosis between the theoretical assumption of normality and real distribution of standardized residuals. Generalized exponential distribution was found better than normal distribution of standardized residuals.

Stanovení skupin zemí v panelových datech – gravitační model mezinárodního obchodu

Filip Tichý

Doktorand oboru Ekonometrie a operační výzkum

Abstrakt. Článek stručně představuje problém rozřazení zemí do skupin aplikovaný v prostředí mezinárodního obchodu. Přiřazovací problém je definován s využitím gravitační rovnice a panelových dat. V článku jsou definovány dvě základní metody, které jsem navrhl jako možné přístupy k nalezení řešení tohoto problému. Následně jsou shrnuty dosažené výsledky obou metod pro množinu 12 zvolených evropských zemí za předpokladu existence 2 nebo 3 skupin.

Klíčová slova: panelová data, gravitační model, nelineární přiřazovací problém

1 Úvod

Cílem tohoto článku je představit problém stanovení optimálního rozložení zemí do skupin uvnitř panelových dat. Model, se kterým pracuji, vychází z gravitační rovnice zahraničního obchodu, která se stala od Roseovy studie [2] v mezinárodní ekonomii relativně populární, především v souvislosti s ověřováním existence tzv. Roseova efektu, tj. významný nárůst vzájemného obchodu mezi zeměmi, které utvořili společnou měnovou unii. Zajímavý seznam studií s touto tematikou i jejich krátký rozbor lze nalézt v článku Baldwin, Skudelny and Taglioni [1].

V tomto příspěvku se nicméně nebudu zabývat odhadem plné gravitační rovnice, ale vystačím si pouze se základní verzí. Komplexnější odhad i analýzu rovnice lze nalézt např. v článku Tichý [3]. V následujícím textu se pokusím nastínit mnou navržené a aplikované přístupy k nalezení efektivního rozdělení sledovaných zemí do skupin s podobnými vlastnostmi.

2 Gravitační rovnice se skupinami

Jak jsem zmínil výše, tak budu vycházet ze základní gravitační rovnice, kterou rozšířím pouze o dvě dummy proměnné, a to indikaci společné hranice a členství obou obchodních partnerů v EU. Rovnice pak má následující tvar:

$$X_{t,k1,k2} = e^{\alpha} \frac{HDP_{t,k1}^{\beta} HDP_{t,k2}^{\gamma}}{Dist_{k1,k2}^{\delta}} e^{D_Bord_{k1,k2}^{\lambda_1} + D_EU_{t,k1,k2}^{\lambda_2} + \varepsilon_{t,k1,k2}}, \quad (1)$$

kde $X_{t,k1,k2}$ je export ze země $k1$ do $k2$ v čase t ; $k1, k2 \in \{1, \dots, K\}$ a $k1 \neq k2$,
 $HDP_{t,k1(k2)}$ - HDP země $k1$, resp. $k2$ v čase t ,
 $Dist_{k1,k2}$ - vzdálenost mezi hlavními městy obchodních partnerů,
 $D_Bord_{k1,k2}$ - nula jednotková proměnná pro výskyt pozemní hranice,
 $D_EU_{t,k1,k2}$ - nula jednotková proměnná indikující členství obou zemí v Evropské unii v čase t ,
 $\alpha, \beta, \gamma, \delta, \lambda_1, \lambda_2$ - parametry modelu,
 $\varepsilon_{t,k1,k2}$ - náhodná složka.

Takto definovaná rovnice však předpokládá, že odhadnuté parametry jsou identické přes všechny možné kombinace obchodních partnerů. Nyní tento předpoklad odstraním, přesněji budu uvažovat, že panel je tvořen skupinami zemí. Pro země ve stejné skupině bude nadále platit shodná hodnota parametru, ale pro země v různých skupinách tomu už tak nebude. Model se však dále komplikuje tím, že průřezová dimenze panelu není tvořena pouze jednou zemí, ale kombinací dvou obchodních partnerů, z toho důvodu je potřeba model rozšířit o parametry, které pokrývají situaci, kdy každý z partnerů patří do jiné skupiny.

Aby bylo možno tyto skupinově variabilní koeficienty odhadnout, je nutno přeformulovat gravitační rovnici (1). Pro účely testování vytvořených algoritmů budu předpokládat, že napříč skupinami se liší pouze modelové parametry u HDP jednotlivých obchodních partnerů a jejich vzdálenosti, parametry u dummy proměnných budu nadále považovat za identické napříč všemi zeměmi. Modifikovaná rovnice (1) pak má následující podobu:

$$X_{t,k1,k2} = e^{\alpha \prod_{s1=1}^S \prod_{s2=2}^S \left(\frac{HDP_{t,k1,s1,s2}^{\beta_{s1,s2}} HDP_{t,k2,s2,s1}^{\gamma_{s1,s2}}}{Dist_{k1,s1,k2,s2}^{\delta_{s1,s2}}} \right)} \cdot e^{D_Bord_{k1,k2}^{\lambda_1} + D_EU_{t,k1,k2}^{\lambda_2} + \varepsilon_{t,k1,k2}}, \quad (2)$$

kde $HDP_{t,k1,s1,s2}$ je HDP země $k1$, pakliže patří do skupiny $s1$, a zároveň země $k2$ patří do skupiny $s2$, v ostatních případech je rovna jedné,
 $HDP_{t,k2,s2,s1}$ - HDP země $k2$, pakliže patří do skupiny $s2$, a zároveň země $k1$ patří do skupiny $s1$, v ostatních případech je rovna jedné,
 $Dist_{k1,s1,k2,s2}$ - vzdálenost mezi hlavními městy země $k1$ a $k2$, když $k1$ patří do skupiny $s1$ a $k2$ do skupiny $s2$, jedna v případě, že $k1$ nepatří do $s1$ nebo $k2$ do $s2$,
 $\beta_{s1,s2}, \gamma_{s1,s2}, \delta_{s1,s2}$ - parametry modelu variabilní napříč skupinami.

Finální úprava spočívá v transformaci (2) na tvar lineární v parametrech pomocí logaritmické transformace. Výsledný tvar rovnice, na který je možno aplikovat odhadové metody založené MNČ je potom následující:

$$x_{t,k1,k2} = \alpha + \sum_{s1=1}^S \sum_{s2=1}^S (\beta_{s1,s2} hdp_{t,k1,s1,s2} + \gamma_{s1,s2} hdp_{t,k2,s2,s1} + \delta_{s1,s2} dist_{k1,s1,k2,s2}) + \lambda_1 D_Bord_{k1,k2} + \lambda_2 D_EU_{t,k1,k2} + \varepsilon_{t,k1,k2}, \quad (3)$$

kde proměnné psané malým písmem značí přirozený logaritmus původních hodnot proměnných.

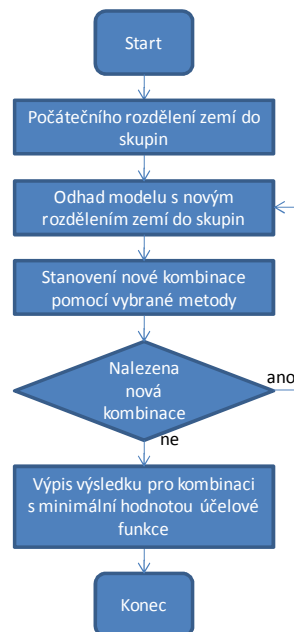
Posledním krokem je definování kritériální funkce, která bude sloužit k posuzování stanovených rozložení zemí do skupin. Jelikož pracuji s metodami založenými na MNČ, tak se jako logická volba nabízí součet čtverců reziduí:

$$\sum_{k1=1}^K \sum_{\substack{k2=1 \\ k2 \neq k1}}^K \sum_{t=1}^T e_{t,k1,k2}^2 \rightarrow \min, \quad (4)$$

kde $e_{t,k1,k2}^2$ jsou hodnoty reziduí získané odhadem rovnice (3).

3 Metody stanovení rozložení zemí do skupin

Všechny navržené heuristiky postupují podle stejného základního schématu (viz obrázek 1) a liší se pouze ve způsobu stanovení nového kombinace zemí do skupin.



Obrázek 1. Algoritmus vyhledávání „optimální“ kombinace zemí a skupin

Jelikož se jedná o nelineární problém, tak je prvním krokem algoritmu stanovení počátečního rozdělení, které může významně ovlivnit dosažený výsledek. Pro potřeby tohoto článku si však vystačím v prvním kroku s přiřazením všech zemí do jedné skupiny. Dále v úvahu jako výchozí bod přichází manuálně stanovené rozřazení, např. na základě expertního odhadu, náhodně generované rozdělení nebo stanovené podle určité definované metriky.

Z důvodu limitu délky textu představím pouze dvě mnou navržené metody hledání efektivního rozdělení zemí do skupin. Další tři navržené algoritmy budou obsaženy v mé dizertační práci, jmenovitě metoda „dlouhého kroku“ a dva iterativní postupy založených na lineárním programování.

3.1 Stanovení optima pomocí všech kombinací

Nejjednodušší postup, jak zjistit optimální rozdělení zemí do skupin je získat odhad rovnice (3) pro všechny možné kombinace přiřazení jednotlivých zemí do skupin. Tento postup je extrémně náročný na čas, a je použitelný pouze pro malé množství zemí i skupin. Nicméně zaručí, že dosažený výsledek je skutečně globálním optimumem a ne pouze lokálním.

Jedinou pozitivní věcí je, že se počet možných kombinací neřídí přímo variačním vzorcem, který obsahuje velký počet duplicitních kombinací. To je způsobeno tím, že rozhodující je, jaké země jsou ve skupině pohromadě, ale nikoliv o jakou skupinu se jedná.

Počet unikátních kombinací rozdělení zemí do skupin je generován podle následující, mnou definovaného vzorce (ověřen pouze simulačně):

$$\begin{aligned} C_{S_1} &= 1, \\ C_{S_2} &= C_{S_1} + \sum_{k_2=0}^{(K-2)} 2^{k_2}, \\ C_{S_3} &= C_{S_2} + \sum_{k_3=0}^{(K-3)} 3^{k_3} \sum_{k_2=0}^{(K-3-k_3)} 2^{k_2}, \\ C_{S_4} &= C_{S_3} + \sum_{k_4=0}^{(K-4)} 4^{k_4} \sum_{k_3=0}^{(K-3-k_4)} 3^{k_3} \sum_{k_2=0}^{(K-3-k_3-k_4)} 2^{k_2}, \end{aligned} \quad (5)$$

kde C_{S_i} je počet unikátních kombinací pro i skupin,

K - počet zemí.

3.2 Metoda krátkého kroku

První heuristický přístup k vyhledávání optima jsem nazval metodou krátkého kroku, po vzoru gradientních metod s krátkým krokem. Ty se vyznačují tím, že se v relativně malém počtu iterací dohledají k nejbližšímu lokálnímu optimu. Mnou navržená metoda sice nezaručuje, že se dopočítá nejbližšímu „lokálnímu optimu“, jelikož metrika, která určuje směr pohybu po účelové funkci, není přímo jejím gradientem. Stanovené podmínky však zaručují, že se v každém kroku hodnota účelové funkce sníží, čímž je konvergence k výslednému řešení poměrně rychlé.

Pro účely dizertační práce jsem navrhl dvě mírně odlišné metriky, v tomto článku však z důvodu omezení délky textu uvedu pouze jednu z nich, a to „vážené průměry sumy čtverců reziduí“:

$$MRSS_k = \frac{T_{k1} \cdot RSS_{k1} + T_{k2} \cdot RSS_{k2}}{T_{k1} + T_{k2}}, \quad (6)$$

kde RSS_{k1} , RSS_{k2} je suma čtverců reziduí země k , když je na pozici $k1$, resp. $k2$.

T_{k1} , T_{k2} - počet pozorování kdy je země k na pozici $k1$, resp. $k2$.

Postup hledání nové kombinace pro metodu s krátkým krokem je následující:

1) Jako vstupní parametry do algoritmu vstupují z předcházející iterace:

- $\{C_1, \dots, C_K\}$ – množina počátečních rozdělení zemí do skupin.
- $\{M_1, \dots, M_K\}$ – množina spočtených hodnot metrik jednotlivých zemí.
- RSS – reziduální součet čtverců reziduí.

- 2) Najdeme zemi (k) s nejvyšší dosaženou hodnotou spočtených metrik
 - $\max\{M_1, \dots, M_K\} = 0 \rightarrow$ nenalezena nová kombinace, konec algoritmu.
 - $\max\{M_1, \dots, M_K\} > 0 \rightarrow$ pokračujeme ve výpočtu s vybranou zemí k .
- 3) Odhadneme nových $S-1$ regresí (S – počet skupin), kde postupně měníme přiřazení země k do různých skupin, odlišných od počáteční. Pro každou regresy spočteme novou hodnotu M_k^* , na konci vybereme odhad s nejnižší dosaženou hodnoty M_k^* , přiřazenou skupinu označíme jako C_k^* a navíc ještě pro tento odhad spočteme RSS^* .
 - $M_k^* < M_k \wedge RSS^* < RSS \rightarrow$ nalezena nová kombinace ($C_k = C_k^*$), konec algoritmu.
 - $M_k^* \geq M_k \vee RSS^* \geq RSS \rightarrow$ pokračujeme dále ke kroku 4.
- 4) Hodnotu metriky vybrané země M_k položíme rovnu nule a vrátíme se do bodu 2.

4 Testování stanovení přiřazení zemí do skupin

V této kapitole se zaměřím na testování dvou metod, které jsem definoval v předcházející části. Jelikož navržené algoritmy k nalezení efektivního rozdělení zemí do skupin jsou časově náročné, rozhodl jsem se je otestovat na množině 12 zemí, pro 2 a 3 skupiny.

Pro provedení všech odhadů jsem musel vytvořit vlastní program, který je naprogramovaný ve VB .NET, s využitím aplikací Visual Studio 2010, MS SQL Server 2008, R a statconnDCOM (zajišťuje komunikaci programu s R).

Data použitá k odhadům byla získána z následujících zdrojů:

- Export – Mezinárodní měnový fond – DoTS (Direction of Trade Statistics),
- HDP – Světová banka – WDI, GDF (World Development Indicators, Global Development Finance),
- vzdálenost a dummy proměnné – CEPII (Centre d'Etudes Prospectives et d'Informations Internationales) a vlastní korekce.

Všechny odhady na panelových datech byly provedeny za předpokladu náhodných efektů metodou zobecněných nejmenších čtverců. Výsledné rozdělení zemí do skupin, stejně jako hodnotu účelové funkce a čas běhu pro jednotlivé metody jsou zobrazeny v následující tabulce (viz Tabulka 1).

Tabulka 1. Dosažené výsledky pro množinu 12 zemí

	Počáteční rozdělení	2 skupiny		3 skupiny	
		Všechny kombinace	Krátký krok	Všechny kombinace	Krátký krok
Belgie	1	1	1	1	1
ČR	1	1	1	1	1
Dánsko	1	2	1	2	3
Finsko	1	1	1	1	1
Francie	1	2	1	2	3
Itálie	1	2	1	2	1
Německo	1	2	1	3	1
Rakousko	1	2	2	3	3
SR	1	1	2	1	2
Španělsko	1	2	1	2	2
Švýcarsko	1	2	1	3	1
Velká Británie	1	2	1	2	3
RSS	848	488	700	377	442
Čas běhu	0 sec	18 min	14 sec	24 hod	66 sec
Počet iterací	0	2 048	5	88 574	7

5 Závěr

Jak je vidět v předcházející kapitole, tak pokles reziduálního součtu čtverců při optimálním rozřazení zemí do dvou nebo tří skupin je celkem značný. Metoda krátkého kroku však sama o sobě nedosahuje nikterak oslnivých výsledků při přiblížení se ke globálnímu optimu. Z toho důvodu, v dizertační práci definuji pokročilejší algoritmy i dodatečnou metodu stanovení počátečního stavu. Také provádím mnohem rozsáhlejší testování navržených metod na větší množině zemí i skupin.

Poděkování

Příspěvek je zpracován jako součást výzkumného projektu GAČR 402/09/0273

Literatura

- [1] Baldwin, R., Skudelny, F., Taglioni, D.: *Trade Effects of the Euro, Evidence from Sectoral Data*. European Central Bank Working Paper Series No. 446, 2005.
- [2] Rose, A.K.: One Money, One Market: Estimating the Effect of Common Currencies on Trade. *Economic Policy*, 30 (2000) 7-76.
- [3] Tichý, F.: Impact of Accession to EMU on International Trade – Case of the Czech Republic. *Prague Economic Papers*, 4 (2007) 336-346.

Summary**Groups in Panel Data - Gravity Equation of Trade**

This article introduce a country to groups assignment problem applied on international trade. Gravity equation of trade and panel data are used to define this problem. There are 2 basic solve methods introduced in this paper. Both of them are tested on set of 12 European countries under the assumptions of existence of 2 or 3 groups.

Optimalizace růstu řasové biomasy pomocí markovských procesů

Martina Zouharová

Doktorandka oboru Ekonometrie a operační výzkum

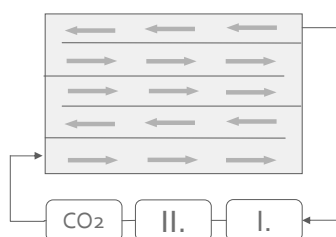
Abstrakt. Obsah článku spadá do problematiky spojené s hledáním optimálních operačních parametrů tubulárního fotobioreaktoru; optimalizovaným kritériem je zde růst řas v kultivačním mediu. Procesy, k nimž ve fotobioreaktoru dochází, jsme popsali pomocí markovských řetězců a optimalizaci zaměřili na hledání ideální míry vnějšího osvitu. Oproti dosud publikovaným pracím se podařilo do analytických výpočtů implementovat důsledky Lambertova-Beerova zákona, a přiblížit tak výsledky více realitě.

Klíčová slova: fotobioreaktor, markovské procesy, Lambertův-Beerův zákon.

1 Úvod

Článek tematicky spadá do problematiky vývoje a využití fotobioreaktorů (PBR) sloužících pro masovou kultivaci vybraných typů řas, která je v současné době hojně diskutována. Důvod zvýšeného zájmu o tuto oblast představuje zejména možnost komerčního využití různého typu bioaktivních látek, které jsou řasy schopny produkovat mnohem efektivněji než vyšší rostliny.

PBR mohou mít různou podobu. Neužívanějším typem, který budeme uvažovat i v tomto článku, je PBR tubulární. Jeho schematický náčrt zachycuje obr. 1.



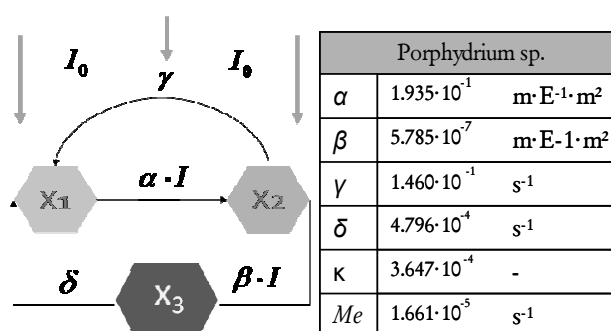
Obrázek 1. Schematický náčrt fotobioreaktoru

V případě tubulárního PBR jde o soustavu trubic, v nichž je obsažena suspenze s příslušnými živinami a řasami. Pomocí pumpy (II.) je do PBR vháněn CO_2 , který je spolu s dostatečným množstvím živin a osvětlením jedinou podmínkou fotosyntetického procesu. Suspenze proudí trubicemi ve směru naznačeném šipkami, po průchodu PBR je odváděn vyrobený plyn (I.) a celý proces se opakuje.

Výzkum v oblasti PBR je aktuálně cílen zejména na optimalizaci konstrukčních parametrů (např. šířka trubice) a operačních parametrů fotobioreaktoru (např. vnější osvit, rychlost proudění kultivace aj.). Tento článek se zaměřuje na optimalizaci vnějšího osvitu fotobioreaktoru.

2 Výchozí model PBR

Výchozím bodem práce je model fotosyntetické továrny [4] pro řasu *Porphydrium* sp., který zachycuje obr. 2.



Obrázek 2. Výchozí model fotosyntetické továrny

Z obr. 2 vlevo je patrné, že každá z buněk řas se může nacházet v jednom ze tří stavů: podsvíceném (x_1), přesvíceném (x_3) či stavu aktivním (x_2). Aktivní stav je jediným stavem, v němž dochází k růstu řas a usilujeme-li tedy o maximalizaci bioaktivních látek produkovaných řasami, lze tento cíl ztotožnit s maximalizací podílu řas nacházejících se v tomto stavu. Šipkami jsou na obrázku naznačeny možné přechody mezi stavy. Jejich intenzita je ovlivněna hodnotami parametrů α , β , γ , δ , (které byly stanoveny na základě růstových experimentů [4]) a hodnotou I , která představuje aktuální osvit dopadající na konkrétní řasu. Obrázek rovněž naznačuje, že hodnota tohoto aktuálního osvitu není shodná s osvitěm vnějším (I_0). Je tomu tak proto, že při průchodu světla suspenzí PBR dochází k poklesu jeho intenzity; v různých částech PBR se tedy výsledný osvit liší a víme-li, že se řasy v rámci PBR pohybují, je zřejmé, že jsou vystavovány proměnlivým intenzitám osvitu.

Dosavadní analytické přístupy (např. [2]) užívají pro postihnutí dynamiky systému a optimalizaci vnějšího osvitu fotobioreaktoru soustavu diferenciálních rovnic ve tvaru

$$\begin{aligned}\frac{dx_1}{dt} &= -\alpha I x_1 + \gamma x_2 - \delta x_3, \\ \frac{dx_2}{dt} &= \alpha I x_1 - \gamma x_2 - \beta I x_2, \\ \frac{dx_3}{dt} &= \beta I x_2 - \delta x_3,\end{aligned}\tag{1}$$

kde x_1 , x_2 a x_3 představuje podíl všech buněk, které se nachází v daném stavu. Uvážíme-li, že se daná buňka vždy musí nalézat právě v jednom z daných stavů, lze poslední rovnici nahradit identitou

$$x_1 + x_2 + x_3 = 1.\tag{2}$$

Nedostatek tohoto přístupu však spočívá v užití konstantní míry osvitu buněk, což, jak jsme naznačili, zcela nekoresponduje s realitou. Z tohoto důvodu jsme se rozhodli k problému přistoupit méně aproximativní cestou.

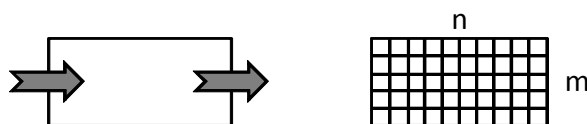
3 Rozšíření modelu PBR

Na model popsáný obr. 2 a soustavou (1) budeme dále pohlížet jako na třístavový model markovského řetězce (MŘ); proměnné x_1 , x_2 a x_3 představují v takovém případě pravděpodobnosti, že se zkoumaná buňka nachází v daném stavu. Takto definovaný model budeme dále vhodně modifikovat, aby bylo možné obsáhnout ve výpočtech namísto konstantního vnějšího osvitu I_0 osvit aktuální. Za tímto účelem je třeba určit, jakým způsobem se mění aktuální osvit v závislosti na poloze řas, a zároveň zvolit vhodný model pro pohyb buněk v PBR.

3.1 Modelování pohybu buňky

Abychom mohli přistoupit k formulaci pohybu řas v rámci suspenze, bude účelné ztotožnit fotobioreaktor s podélným řezem jedné jeho trubice. Trubicí budeme uvažovat nezakončenou, tj. povedeme-li pohyb v podélném směru (řekněme zleva doprava), pak skrze pravou stranu vkročíme do trubice opět stranou levou, viz obr. 3 vlevo. Vzhledem k tomu, že se nezaobíráme konstrukčními parametry reaktoru, zajímá nás pouze průběh procesu v rámci rovné části trubice, a uvedené zjednodušení tedy není na závadu.

Jak jsme naznačili výše, průchod buňky bioreaktorem budeme modelovat pomocí markovského řetězce. Z tohoto důvodu je potřeba rozdělit možné polohy řasy na konečný počet pozic, které budou odpovídat stavům MŘ. Podélný řez trubicí PBR budeme aproximovat mřížkou o rozměru $m \times n$ (viz obr. 3 vpravo). Zkombinujeme-li mn možných pozic dané buňky se třemi možnostmi fotosyntetického stavu, dostaneme pro uvažovaný MŘ celkem $3mn$ přechodových stavů.



Obrázek 3. Aproximace trubice fotobioreaktoru

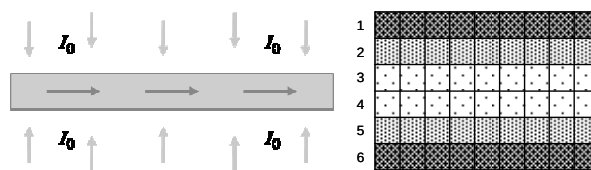
Vlastní pohyb budeme modelovat v podobě jednoduché náhodné procházky: z aktuální pozice se může buňka přemístit pouze do jedné ze sousedních buněk, přičemž každá z možností má stejnou pravděpodobnost.

3.2 Závislost polohy buňky a intenzity osvitu

Relevantním fyzikálním zákonem popisujícím vývoj intenzity světla při průchodu suspenzí je tzv. *Lambertův-Beerův zákon* [1]. Tento zákon říká, že pokud na námi uvažovaný PBR přivedeme zvenčí v kolmém směru záření o intenzitě I_0 , pak intenzita světla po průchodu vrstvou roztoku o tloušťce d bude

$$I = I_0 e^{-bd}, \quad (3)$$

kde e je Eulerovo číslo, konstanta b je absorpční koeficient a d představuje aktuální vzdálenost od osvětlené stěny PBR. Jednotlivé řádky aproximační mřížky z obr. 3 představují v tomto pojetí pásma se shodnou intenzitou osvitu. Budeme-li přivádět na trubici osvit z obou stran, jak naznačuje obr. 4 vlevo, pak získáme $m/2$ pásem osvitu s různou intenzitou I , která symetricky klesá směrem do středu trubice (viz obr. 4 vpravo). Ve výpočetní části budeme pracovat se šíří trubice 0.05 m (toto číslo odpovídá standardním konstrukčním parametrům), hodnota absorpčního koeficientu b se podle [2] pohybuje okolo 300 m^{-1} .



Obrázek 4. Osvit trubice fotobioreaktoru

3.3 Konstrukce matice podmíněných pravděpodobností přechodu

Pro účely numerických výpočtů formulujeme model PBR ve tvaru MŘ s diskrétním časem. Oproti výchozímu modelu, který lze chápat jako MŘ s časem spojitým, jde o jisté zjednodušení. Při konstrukci matice podmíněných pravděpodobností přechodu potřebujeme tedy postupně přejít od matice intenzit přechodu $\mathbf{Q}$ typu 3×3 odpovídající nákrese na obr. 2 k matici podmíněných pravděpodobností přechodu $\mathbf{P}$ typu $3mn \times 3mn$. Tento přechod by bylo možné stručně popsat v několika krocích:

1. Vyjádření diskrétního pohybu v rámci aproximační mřížky pomocí obecných vzorců; vytvoření matice pohybu $\mathbf{M}$ typu $mn \times mn$ zachycující přechody mezi „pohybovými stavy“ (tj. pravděpodobnost přechodu z kteréhokoli políčka aproximační mřížky do kteréhokoli jiného).
2. Vyjádření pravděpodobností přechodu mezi jednotlivými fotosyntetickými stavy podle matice intenzit $\mathbf{Q}$ a uvažovaného pásma osvitu; získáme tak matici $\mathbf{P}$ typu $3m \times 3m$.
3. Syntéza fotosyntetických a pohybových stavů do rozšířené přechodové matice $\bar{\mathbf{P}}$ typu $3mn \times 3mn$, která vyjadřuje pravděpodobnost přechodu řasy nacházející se v dané poloze a v daném fotosyntetickém stavu do jiného stavu, tj. do jiné kombinace fotosyntetického stavu a polohy. Jelikož se pravděpodobnosti přechodu mezi fotosyntetickými stavy a pravděpodobnosti přechodu mezi pohybovými stavy vzájemně neovlivňují, získáme výsledné pravděpodobnosti přechodu v matici $\bar{\mathbf{P}}$ jejich vzájemným vynásobením.

4 Optimalizace intenzity vnějšího osvitu pomocí modelu PBR

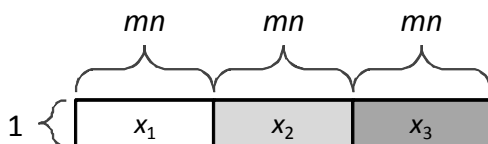
Jak již bylo naznačeno, cíl maximalizace růstu řas lze ztotožnit se snahou maximalizovat podíl buněk v aktivním stavu. V kontextu MŘ by tento cíl bylo možné dále upřesnit: hledáme takovou míru vnějšího osvitu, při níž je *stacionární pravděpodobnost* vztahující se k aktivnímu stavu maximální.

K výpočtu stacionárních pravděpodobností pro uvažované hodnoty vnějšího osvitu lze využít matici $\bar{\mathbf{P}}$ z předchozího oddílu. Uvažujme soustavu

$$\begin{aligned} \bar{\mathbf{P}}' \mathbf{a} &= \mathbf{a}, \\ \mathbf{1}' \mathbf{a} &= 1, \end{aligned} \quad (4)$$

kde $\mathbf{a}$ představuje stacionární vektor, tj. jeden ze shodných řádků matice $\mathbf{A}$, k níž matice $\bar{\mathbf{P}}^n$ konverguje [3]. Vyřešením soustavy získáme vektor stacionárních pravděpodobností ve tvaru

$$\mathbf{a}' = [a_1, a_2, \dots, a_{3mn}]. \quad (5)$$



Obrázek 5. Členění vektoru stacionárních pravděpodobností

Vzhledem k povaze problému nás bude zajímat stacionární pravděpodobnost týkající se aktivního stavu x_2 , kterému odpovídá přesně třetina složek stacionárního vektoru. Vezmeme-li v potaz členění vektoru stacionárních pravděpodobností, které je pro nás uvažovanou maticí $\bar{\mathbf{P}}$ zachyceno na obr. 5, bude nás pro jednotlivé míry vnějšího osvitu I_0 vždy zajímat hodnota sumace stacionárních pravděpodobností dle vzorce

$$\sum_{i=mn+1}^{2mn} a_i. \quad (6)$$

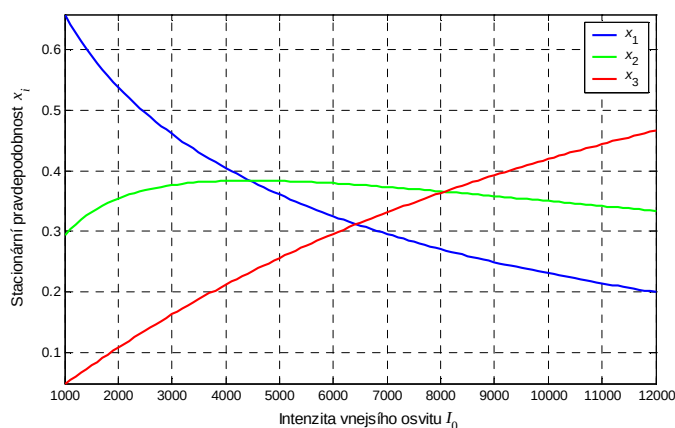
Poté již stačí určit takovou míru osvitu I_0 , pro kterou je výsledná hodnota vztahu (6) maximální.

5 Výpočetní realizace a dosažené výsledky

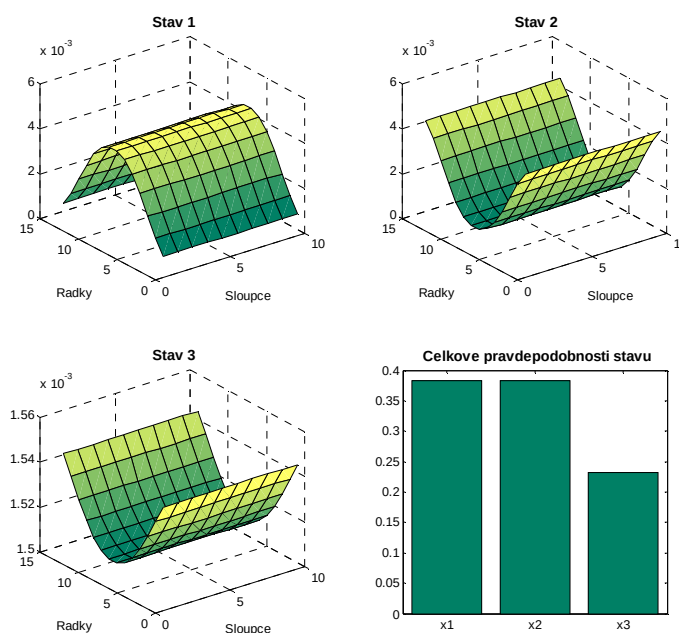
Pro řešení dosud nastíněného problému jsme zvolili programové prostředí *Matlab*. Hlavním důvodem bylo využití vestavěných funkcí umožňujících celou škálu maticových operací, zejména řešení soustavy rovnic či výpočet maticové exponenciály, popř. veškeré operace s maticí typu $3mn \times 3mn$, která pro konkrétní nás použítou aproximační mřížku o rozměru $m = 16$, $n = 10$ obsahuje 230 400 prvků.

V případě volby intervalu hodnot bylo nutné zvolit takový interval, který by svou šíří umožnil *a priori* předpokládat, že hledanou optimální hodnotu I^{opt} obsahuje. Pokud bychom dostatečně velký nezvolili, poznali bychom to však poměrně snadno z grafického výstupu znázorňujícího celkový počet buněk v aktivním stavu (x_2). Tyto hodnoty by vzhledem k povaze výchozího modelu (obr. 2) měly nejprve s rostoucím vnějším osvitom narůstat, posléze klesat (křivka by měla mít konkávní tvar). Vzhledem k tomu, že optimální hodnota I^{opt} bude vrcholem této křivky, stačí vizuálně zkontrolovat, zda graf tento vrchol zachycuje. V této práci jsme zvolili míru osvitu v intervalu [1000;12 000] (v $\mu\text{E} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$). Výsledný průběh vývoje stacionárních pravděpodobností pro jednotlivé stavy ilustruje obr. 6.

Průběh jednotlivých stacionárních pravděpodobností na obr. 6 je ve shodě s očekáváním, tj. s rostoucím osvitom celkový počet buněk v podsvíceném stavu klesá, v přesvíceném naopak roste a konkávní tvar křivky se zřejmým bodem zlomu odpovídá stavu aktivních buněk. Postupným zužováním uvažovaného intervalu se nám nakonec podařilo detekovat optimální míru osvitu rovnou $4456 \mu\text{E} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$.



Obrázek 6. Vývoj stacionárních pravděpodobností pro různé míry intenzity osvitu



Obrázek 7. Celkové stacionární pravděpodobnosti a jejich rozložení v aproximační mřížce

Celkové stacionární pravděpodobnosti vztahující se k optimální míře osvitu ukazuje obr. 7. Osy v horizontální rovině třírozměrných grafů představují pozici v aproximační mřížce (viz označení os), na svislé ose je vynesena příslušná stacionární pravděpodobnost pro daný stav. Rozložení celkových stacionárních pravděpodobností v rámci aproximační mřížky odpovídá logickému úsudku a rovněž dobře ilustruje skutečnost, že nekonzantní vliv osvitu má zásadní vliv na stacionární pravděpodobnosti – je tedy zřejmě vhodné jej do výpočtů zahrnout.

6 Závěr

V práci jsme se pokusili optimalizovat vnější osvit tubulárního fotobioreaktoru, jakožto hlavního determinantu růstu řas. Vyšli jsme ze standardního modelu třístavové fotosyntetické továrny. Tento model jsme přeformulovali v podobě markovského řetězce, což umožnilo explicitním způsobem zohlednit pohyb řas v rámci fotobioreaktoru. Díky tomuto kroku se následně podařilo zahrnout do analytických výpočtů důsledky Lambertova-Beerova zákona. Lze předpokládat, že tato modifikace umožní dosažení přesnějších výsledků při optimalizaci vnějšího osvitu.

Literatura

- [1] Káš, J., Kodíček, M., Valentová, O.: *Laboratorní techniky biochemie*. VŠCHT, Praha 2008.
- [2] Papáček, Š.: *Photobioreactors for cultivation of microalgae under strong irradiances: modeling, simulation and design*. TUL, Liberec 2005.
- [3] Prášková, Z., Lachout, P.: *Základy náhodných procesů*. Karolinum, Praha 2006.
- [4] Wu, X., Merchuk, J.C.: *A model integrating fluid dynamics in photosynthesis*. Chemical Engineering Science, Vol. 56 (2001) 3527–3538.

Summary

Optimization of Algae Growth Using Markov Chains

The paper deals with the task of refining the constructional and operational parameters of a tubular photobioreactor in order to maximise the growth rate of algae contained in the cultivation suspension. It builds on a basic growth model of the *Porphyridium* sp. alga, and focuses on the optimization of external irradiance, which is one of the key determinants of algae growth. We introduce the construction of state transition matrix for a Markov Chain that accounts for varying irradiance inside the photobioreactor (in contrast to constant-irradiance methods that have been published so far).

Modelování příjmových rozdělení pomocí čtyřparametrického logaritmicko-normálního rozdělení

Adam Čabla

Doktorand oboru Statistika

Abstrakt. Článek se zabývá modelováním čistého peněžního příjmu českých domácností v letech 1992 – 2008 za pomoci čtyřparametrického logaritmicko-normálního rozdělení. V článku je vysvětlena problematika tohoto rozdělení, odhady parametrů za různých situací a tyto odhady jsou aplikovány na reálná data a srovnávána jejich kvalita s vybranými jinými rozděleními.

Klíčová slova: čtyřparametrické logaritmicko-normální rozdělení, odhad parametrů, příjmy domácností

1 Úvod

Čtyřparametrické logaritmicko-normální rozdělení je součástí tzv. Johnsonova systému křivek, který byl poprvé formulován v [5]. Jedná se o tzv. Johnsonovu $S(b)$ křivku (b z anglického bounded - omezený). Toto rozdělení má zjevnou výhodu v přizpůsobivosti svého tvaru neboť může nabývat jak kladné, tak symetrické i záporné šikmosti, a zároveň dva z parametrů – minimum a rozsah lze volit a priori podle teoretických znalostí, což je výhodné při modelování mnoha jevů, jejichž hodnoty jsou z omezeného intervalu.

V praxi se nejčastěji se čtyřparametrickým logaritmicko-normálním rozdělením setkáme při modelování jevů v lesnictví[6], v pracích zabývajících se vystavení lidí splodinám [4] i při modelování mzdových rozdělení [1].

2 Použité metody

V práci se používá čtyřparametrické logaritmicko-normální rozdělení, mezi použitými metodami jsou odhady parametrů při jednom a dvou známých parametrech, posouzení kvality vyrovnaní dat a jejího srovnání s jinými obvykle používanými rozděleními.

2.1 Čtyřparametrické logaritmicko-normální rozdělení

Náhodná veličina X má čtyřparametrické logaritmicko-normální rozdělení s parametry $\gamma, \delta, \lambda, \xi$, kde $\delta > 0, \lambda > 0$ a $\xi \leq x \leq \xi + \lambda$, jestliže její hustota pravděpodobnosti je:

$$f(x) = \frac{\delta}{\lambda \sqrt{2\pi} \frac{x-\xi}{\lambda} (1 - \frac{x-\xi}{\lambda})} \exp \left[-\frac{1}{2} \left(\gamma + \delta \ln \frac{\frac{x-\xi}{\lambda}}{1 - \frac{x-\xi}{\lambda}} \right)^2 \right], \quad (1)$$

Náhodná veličina

$$z = \gamma + \delta \ln \left(\frac{x - \xi}{\xi + \lambda - x} \right) \quad (2)$$

má normované normální rozdělení.

Parametr ξ je teoretické minimum náhodné veličiny X a parametr λ je teoretickým rozsahem hodnot náhodné veličiny, takže $\xi + \lambda$ je jejím maximem. Parametry γ a δ udávají tvar rozdělení.

2.2 Odhady parametrů při známém minimu a maximu

Jestliže jsou známy jak teoretické minimum, tak maximum náhodné veličiny X , potom je odhad zbylých dvou parametrů velice jednoduchý, vychází z transformovaných hodnot:

$$f_i = \ln \left(\frac{x_i - \xi}{\xi + \lambda - x_i} \right). \quad (3)$$

Odhad dvou neznámých parametrů se potom redukuje na jednoduché rovnice:

$$\hat{\gamma} = -\frac{\bar{f}}{s_f}, \quad (4)$$

$$\hat{\delta} = \frac{1}{s_f}. \quad (5)$$

Tyto odhady jsou maximálně věrohodné [5].

2.3 Odhady parametrů při známém minimu

Jestliže známe pouze teoretické minimum náhodné veličiny, dá se použít kvantilová metoda odhadu dle [5], kdy po určitých úpravách získáváme odhad rozsahu ve tvaru:

$$\hat{\lambda} = \frac{X_0(X_0X_1 + X_0X_2 - 2X_1X_2)}{X_0^2 - X_1X_2}. \quad (6)$$

kde x_0 je výběrový medián pozorovaných hodnot náhodné veličiny X , x_1 a x_2 jsou symetrické kvantily a $X_i = x_i - \xi$. Jestliže je např. $\alpha = 0,05$, potom se jedná o kvantily $x_{0,05}$ a $x_{0,95}$.

Jestliže je teoretickým minimem nula, jako v případě rozdělení příjmů, potom jsou jednotlivé hodnoty X_i přímo příslušnými kvantily a rozsah λ je roven maximu.

Různé kvantily dávají přirozeně různé odhady rozsahu a tak použitelnost této metody do značné míry záleží na příslušných datech. Více se problematice tohoto odhadu věnuje např. [7].

2.4 Odhady parametrů při všech parametrech neznámých

Pro odhad všech čtyř parametrů se nabízí tři základní metody – kvantilová, momentová a maximální věrohodnosti. Metoda maximální věrohodnosti vede dle [7] ke kvalitnějšímu vyrovnání, ovšem zároveň ústí v „nesmyslné odhady“ extrémů. Tato metoda je zde nicméně použita v prvním kroku odhadu parametrů.

2.5 Posouzení kvality modelu, srovnávací rozdělení

Pro posuzování kvality vyrovnání dat jsou použity hodnoty testových kritérií tři testů dobré shody.

Kolmogorovův-Smirnovův, který vychází z uspořádaných hodnot x_i a jehož testová statistika je založena na největším vertikálním rozdílu mezi teoretickou a empirickou kumulativní distribuční funkcí:

$$D = \max_{1 \leq i \leq n} \left(F(x_i) - \frac{i-1}{n}, \frac{i}{n} - F(x_i) \right), \quad (7)$$

kde $F(X_i)$ jsou hodnoty teoretické kumulativní distribuční funkce.

Andersonův-Darlingův test taktéž vychází z uspořádaných hodnot x_i a srovnává pozorovanou a očekávanou kumulativní distribuční funkci pomocí testového kritéria A^2 .

$$A^2 = -n - \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (2i-1) [\ln F(x_i) + \ln(1 - F(x_{n-i+1}))] \quad (8)$$

Použitý chí-kvadrát test dobré shody dělí pozorovaná data do intervalů, jejichž délka je určena tak, aby v každém intervalu byla stejná pravděpodobnost výskytu pozorování příslušné náhodné veličiny, a poté počítá testové kritérium podle shody očekávaného počtu pozorování a skutečného počtu pozorování v daném intervalu. Počet intervalů byl odhadnut pomocí vzorce:

$$k = 1 + \log_2 n, \quad (9)$$

kde n je počet pozorování a k je počet intervalů.

Testové kritérium potom vypadá:

$$\chi^2 = \sum_{j=1}^k \frac{(O_j - E_j)^2}{E_j}, \quad (10)$$

Kde O_j je pozorovaný počet hodnot v daném intervalu a E_j je jejich očekávaný počet na základě odhadnutého rozdělení.

Posledním krokem je volba jiných rozdělení, používaných obvykle při modelování příjmových rozdělení, a porovnání kvality odhadu čistého peněžního příjmu pomocí těchto rozdělení a čtyřparametrického logaritmicko-normálního rozdělení. Byla zvolena logaritmicko-normální rozdělení, tříparametrické logaritmicko-normální rozdělení, gamma rozdělení, tříparametrické gamma-rozdělení, zobecněné gamma rozdělení, čtyřparametrické zobecněné gamma rozdělení a zobecněné Paretovo rozdělení.

2.6 Data

Použitá data pocházejí z výběrových šetření Českého statistického úřadu provedených postupně v letech 1992, 1996 a 2002 (Mikrocensus [2]) a poté každoročně v letech 2005-2008 (EU-SILC [3]). Jedná se o čistý peněžní příjem vybraných domácností.

Provedené experimenty

Prvním krokem bylo provedení kvantilového odhadu maximální hodnoty na datech z let 1992, 1996 a 2002 dle (6). Tabulka 1 udává odhady hodnot tohoto parametru pro různě zvolené kvantily.

Tabulka 1. Odhad maxima příjmů pro roky 1992, 1996 a 2002

Kvantil	Odhad maxima 1992	Odhad maxima 1996	Odhad maxima 2002
0,01	6 119 837	-2 883 333	-1 681 657
0,015	1 233 219	-13 486 893	-1 605 985
0,02	742 377	7 754 740	-1 508 153
0,025	586 302	3 330 857	-1 442 190
0,03	520 229	2 160 011	-1 500 844
0,04	419 029	1 434 367	-2 279 321
0,05	370 843	1 078 235	-3 879 788

Zdroj: ČSÚ, vlastní výpočty

Jak je patrné, nelze doporučit jeden univerzální kvantil pro odhad maxima ve všech letech, proto byl pro odhad parametrů ξ a λ zvolen následující postup: byl proveden odhad všech čtyř parametrů metodou maximální věrohodnosti, odhad parametru ξ byl následně změněn na 0 (známé teoretické minimum) a byly znovu dopočítány parametry γ a δ dle (4) a (5).

Podle uvedeného postupu dostáváme odhady parametrů pro rok 1992. Srovnání kvality odhadů pomocí různých rozdělení udává tabulka 2, všechny odhady kromě Johnsonova S(b) rozdělení byly provedeny metodou maximální věrohodnosti.

Tabulka 2. Srovnání vybraných parametrických odhadů čistých peněžních příjmů v roce 1992

Rozdělení	Testová statistika						Průměrné pořadí
	Kolmogorov-Smirnov		Anderson Darling		Chi-Squared		
	Statistic	Rank	Statistic	Rank	Statistic	Rank	
Gamma (3P)	0,032	1	37,069	1	501,92	1	1
Gen. Gamma (4P)	0,04005	3	40,132	2	601,03	2	2,33
Gen. Gamma	0,03695	2	56,979	3	783,43	3	2,67
Lognormal (3P)	0,04513	5	60,695	4	899,86	5	4,67
Johnson SB	0,05328	7	95,203	6	1086,8	6	6,33
Lognormal	0,04558	7	72,007	6	1041,8	6	6,33
Gen. Pareto	0,04554	6	2421,9	8	N/A	N/A	7,00
Gamma	0,07048	8	188,3	7	1976,3	7	7,33

Zdroj: ČSÚ, vlastní výpočty

Z tohoto srovnání vychází Johnsonova S(b) křivka srovnatelně s logaritmicko-normálním rozdělením, nicméně zaostává za systémem gamma rozdělení i tříparametrickým logaritmicko-normálním rozdělením. Všechna rozdělení mají především problém s odhadem horních hodnot intervalu.

Pro vylepšení kvality odhadu bylo proto odstraněno 1 % největších hodnot, proveden odhad metodou maximální věrohodnosti a parametry Johnsonova S(b) rozdělení γ a δ přepočítány pro $\xi = 0$. Výsledky udává tabulka 3.

Tabulka 3. Srovnání vybraných parametrických odhadů čistých peněžních příjmů bez horního percentilu v roce 1992.

Rozdělení	Testová statistika						Průměrné pořadí
	Kolmogorov-Smirnov		Anderson Darling		Chi-Squared		
	Statistic	Rank	Statistic	Rank	Statistic	Rank	
Johnson SB	0,04233	2	36,212	1	648,33	1	1,33
Gen. Gamma	0,4301	3	37,204	2	835	4	3,00
Gamma (3P)	0,04318	4	37,448	3	806,76	3	3,333333
Gen. Gamma (4P)	0,04377	5	39,249	5	800,34	2	4,00
Gen. Pareto	0,0378	1	1259,7	8	N/A	N/A	4,50
Gamma	0,04412	6	38,837	4	841,75	5	5,00
Lognormal (3P)	0,04925	7	62,786	6	1003,9	6	6,33
Lognormal	0,05109	8	99,292	7	1035	7	7,33
Johnson SB (N)	0,03696		28,753		450,43		

Zdroj: ČSÚ, vlastní výpočty

Je patrné, že při odstranění posledního percentilu z dat dává křivka čtyřparametrického logaritmicko-normálního rozdělení nejkvalitnější výsledky z hlediska 2 ze 3 testových statistik a to přestože vzhledem k zachování teoretického minima ($\xi=0$) se nejedná o tak kvalitní vyrovnání, jaké by poskytl odhad bez omezení parametrů (řádek Johnson SB (N); $\xi = -7133,5$). Stejným postupem byly odhadnuty výsledky pro další roky, jejich souhrn je v tabulce 4, kde sloupec celkové pořadí udává umístění podle průměrného pořadí ve třech vybraných testových statistikách.

Tabulka 4. Odhady Johnsonovy SB křivky pro jednotlivé roky a srovnání kvality s referenčními rozděleními

Rok	γ	δ	λ	Ξ	Kolmogorov Smirnov	Anderson Darling	Chi ²	Celkové pořadí
1992	2,0541	1,3932	414000	0	1.	1.	2.	1.
1996	2,0521	1,3528	756140	0	4.	1.	1.	1.
2002	2,045	1,3723	1068000	0	1.	2.	5.	1.-2.
2005	1,7614	1,311	1022000	0	2.	3.	5.	3.
2006	2,0362	1,382	1172500	0	2.	2.	4.	1.
2007	2,0983	1,3926	1306500	0	2.	2.	4.	1.-2.
2008	1,9421	1,3618	1328300	0	2.	1.	1.	1.

Zdroj: ČSÚ, vlastní výpočty

3 Závěr

Ukázalo se, že kvantilový odhad maximální hodnoty při známém minimu dle (6) nedává pro rozdělení čistých peněžních příjmů v ČR konzistentní výsledky a jako takový je těžko použitelný. Odhad všech čtyř parametrů metodou maximální věrohodnosti zase vede k teoreticky nesmyslným výsledkům odhadu minima (menší než nula popř. větší než minimální pozorované hodnoty) a proto byl použit kombinovaný přístup.

Čtyřparametrické logaritmicko-normální rozdělení se ukázalo jako nevýhodné pro odhad rozdělení všech čistých peněžních příjmů, nicméně jako výhodnější pro parametrické odhady dolních 99% čistého peněžního příjmu než většina ostatních rozdělení, kdy ze srovnávaných rozdělení vyrovnává dle použitých testových kritérií data nejkvalitněji spolu s čtyřparametrickým zobecněným gamma rozdělením.

V dalším zkoumání by bylo vhodné se zaměřit na užití tohoto rozdělení pro jednotlivé druhy příjmů a obecně i pro odhadování doby do události, ke kterému má předpoklady.

Poděkování

Príspevek je zpracován jako součást výzkumného projektu IGS 24/2010.

Literatura

- [1] BÍLKOVÁ, Diana Čtyřparametrické logaritmicko-normální rozdělení a jeho využití při modelování mzdových rozdělení. In *Sborník příspěvků MSED 2008 [CD-ROM]*. Praha : Oeconomica, 2008. s. 6
- [2] CZSO [online]. 2004, 26.10.2006 [cit. 2011-01-23]. Metodické vysvětlivky. Dostupné z WWW: <http://www.czso.cz/csu/2004edicniplan.nsf/o/3009-04-2002-metodicke_vysvetlivky>
- [3] CZSO [online]. 2009, 12.11.2009 [cit. 2011-01-23]. Příjmy a životní podmínky domácností v roce 2008. Dostupné z WWW: <<http://www.czso.cz/csu/2009edicniplan.nsf/p/3012-09>>
- [4] FLYNN, Michael R. The 4-Parameter Lognormal (SB) Model of Human Exposure. *The Annals of Occupational Hygiene*. 2004, 7, s. 617-622. Dostupný také z WWW: <<http://annhyg.oxfordjournals.org/content/48/7/617.full.pdf>>
- [5] JOHNSON, N.L. Systems of frequency curves generated by methods of translation. *Biometrika*. 1949, 36, s. 149-176. Dostupný také z WWW: <<http://biomet.oxfordjournals.org/content/36/1-2/149.full.pdf>>
- [6] PARRESOL, Bernard R. Recovering parameters of Johnson's SB distribution. In *Research Paper SRS-31*. Asheville : U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Southern Research Station, 2003. s. 9. Dostupné z WWW: <http://www.srs.fs.usda.gov/pubs/rp/rp_srs031.pdf>
- [7] SIEKIERSKI, Krzysztof. Comparison and Evaluation of Three Methods of Estimation of the Johnson SB Distribution. *Biometrical Journal*. 1992, 34, s. 879-895

Summary

Income Distribution Modelling Using Four-parameter Log-normal Distribution

The paper focuses on modelling of the net money incomes of the Czech households in the years 1992 – 2008 using four-parameter log-normal distribution or, alternatively Johnson S(b) distribution.

It shows, that estimate of λ by quantile method as proposed by [5] is not usable in modelling net money income distribution. Therefore it proposes combination of estimate of λ obtained from maximum likelihood estimate of all four parameters combined with theoretical minimum (ξ) set at zero and then recounting remaining two parameters by (4) and (5).

From the work is obvious, that proposed model is not convenient for modelling whole net money income distribution but, if one subtracts upper percentile then the four-parameter log-normal distribution competes with four-parameter generalized gamma distribution for the best modelling distribution.

Reject inference

Josef Ditrich

Doktorand oboru Statistika

Abstrakt. Finanční instituce se snaží řídit rizikovost svého portfolia výběráním si klientů, kterým půjčí své finanční prostředky. K tomuto účelu využívají metod kreditního skóringu, který se snaží predikovat solventnost klienta na základě jeho dat při žádosti o úvěr nebo jeho následného chování. Nejpoužívanější metodou v této oblasti je v současné době logistická regrese. Modely se obvykle staví na datech získaných od přijatých klientů. Za určitých podmínek však vytvořený model nemusí diskriminovat zcela správně. Zde může pomoci technika reject inference, což je proces, který se snaží využít i data zamítnutých klientů s cílem vylepšit predikční schopnost modelu. Práce nastiňuje potenciál toho procesu, zkoumá vliv zamítnutých klientů na reálných datech a směřuje čtenáře ke zdrojům informací.

Klíčová slova: kreditní riziko, skóring, logistická regrese, reject inference

1 Úvod

Úvěrové riziko nebo také kreditní riziko. Minimálně dva pojmy pro jeden problém. Pro riziko vyplývající z neschopnosti nebo neochoty protistrany splatit své závazky věřiteli, nastane tzv. **default**³. Jedním ze způsobů, jak udržet toto riziko na přijatelné úrovni, je zavedení systému hodnocení kredibility stávajících a potenciálních zákazníků, tzv. **credit scoring**⁴.

Credit scoring je relativně mladý obor. Jeho počátky sahají do 60. let minulého století, kdy vzrůstající poptávka po úvěrových produktech žádala komplexnější přístup k posuzování kredibility klientů. Cílem tohoto oboru je minimalizovat úvěrové riziko na základě odhadu, zda žadatel o úvěr bude v budoucnu schopen splácet poskytnutý produkt. Statistickými metodami, se kterými se lze při dosahování tohoto cíle setkat jsou zejména diskriminační analýza [5], rozhodovací stromy, neuronové sítě, probit funkce nebo cloglog regrese. V této práci využiji, v současné době světově zřejmě nejpoužívanější, logistickou regresi. Její hlavní výhodou je snadná interpretace a propracované matematické zázemí.

Principem výstavby modelů je fakt, že vycházíme z dat, která máme v okamžiku žádosti (či jiném časovém okamžiku) k dispozici a na jejich základě se snažíme predikovat rizikovost klienta. Skutečnou rizikovost klienta lze určit pouze u té skupiny klientů, kterým byl někdy v minulosti nějaký úvěr poskytnut. Je-li podíl přijatých klientů relativně vysoký (v literatuře [12] se uvádí cca 60 % a více), neměl by nastat v používání vytvořeného modelu žádný významný problém. Není-li však tato podmínka splněna, může skóringový model fungovat nespolehlivě a dávat zkreslené (vychýlené) výsledky. Technika **reject inference** se proto snaží najít způsob, kterým by bylo možné využít informace i od zamítnutých klientů s cílem vylepšit predikční schopnosti modelu. V současné době existují dva významné směry, kterými je možné se ubírat. První z nich je odhad chování zamítnutých klientů a jejich rizikovosti na základě podobnosti s chováním a s rizikovostí přijatých klientů a vede do oblasti Bayesovské statistiky. Druhý a v současné době více zkoumaný je pohled na chybějící informace od zamítnutých klientů na jako na problém chybějících dat. Nejvíce používané a podrobně popsání metody reject inference lze nalézt například v publikacích [3], [4], [7] nebo [9]. Účinnosti metod v praxi se věnuje například [2].

2 Použité metody

V této práci jsem využil k vytvoření modelů logistickou regresi. Ta umožňuje modelovat vztah mezi binární vysvětlovanou proměnnou a souborem vysvětlujících proměnných, ať už spojitými nebo kategoriálními. Ve skóringových modelech se preferuje nepoužívat spojitě proměnné. Důvodem je to, že proměnná s velkým rozpětím hodnot by mohla převážet jiné proměnné. Používá se proto jejich kategorizace, díky níž je skóre každé charakteristiky shora ohraničené (nejlepší kategorií) a vliv jednotlivých proměnných je tak limitován. Očekává se také vyšší robustnost modelu (kategorizací se odstraní například vliv odlehklých pozorování).

³ Českým ekvivalentem je slovo „selhání“, v práci však budu používat výhradně zažité označení „default“. Podobně tak v textu dobré (=žádoucí) klienty budu v tabulkách a vzorcích nahrazovat používanějším synonymem „Good“, slovo „Bad“ bude používáno v kontextu špatný klient (klient, u kterého nastal default).

⁴ Česky: „kreditní skóring“.

Modelem se odhaduje pravděpodobnost $\pi(y)$, že vysvětlovaná proměnná nabude jedné ze dvou hodnot v závislosti na hodnotách vysvětlujících proměnných. Obecný vzorec logistické regrese je možné zapsat např. jako

$$\pi(y) = \frac{1}{1 + e^{-(\beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \dots + \beta_n x_n)}}, \quad (1)$$

kde $x_1, x_2, \dots, x_n$ jsou hodnoty vysvětlujících proměnných a koeficienty $\beta_0, \beta_1, \dots, \beta_n$ jsou parametry modelu vypočtené metodou maximální věrohodnosti. Více informací o logistické regresi lze vyhledat například v publikaci [6], případně [10].

Nejnámějšími způsoby pro zjištění diversifikačních schopností vytvořených modelů a jejich vzájemného porovnání jsou Kolmogorov-Smirnovův test, Giniho koeficient, AUC (C-statistika), Lorenzova křivka, ROC křivka a jiné. V této práci se omezím pouze na dva, které však k mým účelům budou dostačující. Jedná se o Giniho koeficient⁵ a ROC křivku.

Pro zapsání Giniho koeficientu nejprve definuji význam symbolů (dle [11]). Necht' každému klientovi spočítáme skóre modelem, který chceme ohodnotit. Označme množinu všech možných kombinací párů klientů jako β . Všechny páry klientů, pro které platí nerovnost *skóre (Good) > skóre (Bad)* označme jako χ_+ , kde platí nerovnost opačná jako χ_- a kde platí rovnost jako χ_0 . Poté lze Giniho koeficient vyjádřit vztahem

$$Gini = \frac{\chi_+ - \chi_-}{\beta}. \quad (2)$$

Platí, že pro perfektní model je $Gini=1$, pro zcela náhodný model $Gini=0$.

Druhým nástrojem je ROC křivka. K jejímu vysvětlení je opět třeba definic.

Zavedu-li označení (dle [1]):

- TP = true positive (dobří klienti označení modelem jako dobří),
- FP = false positive (špatní klienti označení modelem jako dobří),
- TN = true negative (špatní klienti označení modelem jako špatní),
- FN = false negative (dobří klienti označení modelem jako špatní),

pak mohu definovat následující podíly:

- klasifikační přesnost = $(TP + TN) / (TP + FP + TN + FN)$,
- míra chyby = $(FP + FN) / (TP + FP + TN + FN)$,
- sensitivita = $(TP) / (TP + FN)$,
- specifická = $(TN) / (TN + FP)$.

Tyto míry jsou proměnlivé. Jejich hodnoty závisejí na zvolené hodnotě klasifikačního cut-off⁶ kritéria.

ROC křivka (receiver operating curve) je dvourozměrná grafická ilustrace sensitivity na ose X a (1-specifická) na ose Y pro různé hodnoty cut-off kritéria. V mém kontextu sensitivita znamená procento dobrých klientů, které model označí jako dobré a (1-specifická) je procento špatných klientů, které model označí jako dobré. Používá se ke znázornění úspěšnosti klasifikování objektů do dvou tříd. Čím více se model blíží bodu (0,1), tím lépe model diskriminuje a je tedy lepší. Spojnice bodů (0,0) a (1,1) znázorňuje zcela náhodný model a slouží tak jako benchmark.

3 Provedené experimenty

V této kapitole bych rád odpověděl na otázku, jak velkou roli hraje při výstavbě skóringového modelu podíl dobrých a špatných klientů ve zkoumané populaci (což úzce souvisí s procentem zamítnutých žádostí) a jaký význam má podíl velikosti vývojového k testovacímu vzorku. Tento experiment se inspiroval pracemi [8] a [13] a v určitém směru na ně navazuje tím, že je obohacuje právě o dimenzi vlivu velikosti vzorků.

Postup mého zkoumání probíhal v následujících krocích:

1. Na základě primárních dat jsem vytvořil model, kterým jsem nechal odhadnout pravděpodobnost defaultu všech klientů.

⁵ Pro úplnost doplním, že místo něho bych stejně dobře mohl pro srovnání použít ekvivalentní koeficient AUC. Vztah mezi oběma ukazateli je $Gini = 2 \cdot AUC - 1$.

⁶ Hranice, která podle modelem napočtené pravděpodobnosti defaultu dělí množinu klientů na dobré a špatné.

2. Podíl dobrých a špatných klientů v populaci jsem simuloval způsobem, kdy jsem vybral dané procento nejlepších klientů. Zbylí klienti byli označeni jako špatní.
3. Vliv velikosti vzorků jsem testoval náhodným výběrem klientů, který proběhl následovně:
 - a. Náhodným výběrem jsem vytvořil validační vzorek obsahující jak dobré tak i špatné klienty.
 - b. Dále jsem náhodným výběrem z klientů, kteří nebyli v předchozím kroku zařazeni do validačního vzorku, vytvořil dva vývojové vzorky, kde
 - i. jeden obsahoval výběr pouze z dobrých klientů,
 - ii. druhý obsahoval výběr z dobrých i špatných klientů.
4. Na obou vývojových vzorcích jsem vyvinul skóringové modely, nechal jimi odhadnout pravděpodobnost defaultu klientů ve validačním vzorku, provedl 10 opakování tohoto odhadu a spočítal průměrný Giniho koeficient ⁷ a výsledky mezi sebou porovnal.

K uskutečnění výše popsaného postupu jsem použil software SPSS 17.0.

3.1 Primární data

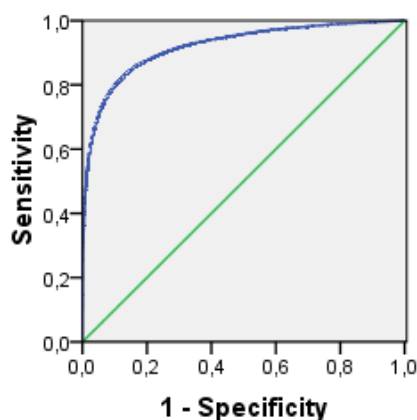
Klientská data mi se svolením poskytla Komerční banka, a.s. Jednalo se přibližně o 40 behaviorálních charakteristik popisujících chování klientů v KB v určitém časovém intervalu. Vysvětlovanou proměnnou byl příznak defaultu klienta, kde hodnota 0 označovala dobrého klienta a hodnota 1 byla pro klienta v defaultu.

Vysvětlující proměnné jsem kategorizoval a následně z nich vybral pět nejvýznamnějších, které proměnnou default nejlépe vysvětlily (tabulka 1).

Tabulka 1. Vysvětlující proměnné (podle významu od nejsilnější)

Označení proměnné	Popis proměnné	Počet kategorií
DPD	Dny po splatnosti na klientových účtech za poslední dva roky	3
ACB	Minimální zůstatek na účtech klienta za poslední 3 měsíce	9
NCT	Kreditní obraty na klientových účtech za poslední rok	7
CLDUR	Doba klienta v bance	8
CONS	Poměr mezi příjmy a výdaji klienta za poslední rok	8

Vzorek obsahoval údaje o 200 000 klientech, z nichž 17 665 (cca 9 %) bylo označeno jako špatných. Finální skóringový model vytvořený na těchto klientech měl Giniho koeficientem roven 0,840. Dle jeho hodnoty i dle tvaru křivky ROC (viz obrázek 1) se mi povedlo vytvořit velmi dobrý model.



Obrázek 1. ROC křivka pro primární model

3.2 Vytvoření vzorků

Výše jsem již hrubě nastínil postup, kterým jsem všechny potřebné vzorky vytvořil. Nyní jej popíšu trochu detailněji.

⁷ Zde je nutné zmínit, že za situace „100 : 0“ byl Giniho koeficient spočítán na vývojovém vzorku, nikoliv validačním, jak je tomu v ostatních situacích.

Řekněme, že jsem chtěl testovat situaci, kdy se v populaci nachází 30 % špatných klientů a za této situace chci vyvinout skóringový model na 60 % klientů. Zbýlých 40 % si chci ponechat na jeho validaci (při jiných kombinacích byl postup obdobný). Vzorek 200 tisíc klientů jsem seřadil podle primárním modelem napočtené pravděpodobnosti defaultu a označil 70 % s (v mém případě) nejnížší hodnotou jako dobré klienty, zbylé procento jako špatné. Validační vzorek jsem vytvořil náhodným výběrem 39 200 klientů z takto označených dobrých klientů a 16 800 klientů ze špatných (viz tabulka 2). Z neoznačených klientů jsem pak náhodně vybral počty klientů do obou vývojových vzorků dle hodnot v tabulkách 3 a 4.

Vývojový vzorek 1 reprezentoval vzorek používaný při standardním modelování (vzorek složený pouze z přijatých klientů), vývojový vzorek 2 byl vzorkem, na kterém byla použita technika reject inference. Zde poznamenávám, že v mém experimentu výsledky založené na vzorku 2 byly vlastně speciálním případem použití reject inference, kdy by byla metoda 100% úspěšná. Vím, kteří klienti byli špatní, a současně jsem znal jejich chování. Ve skutečnosti bychom jejich chování pouze odhadovali a pravděpodobně nikdy bychom nedosáhli 100% shody, nehledě na to, že tato shoda vlastně není prakticky ověřitelná.

Tabulka 2. Validační vzorek – počty Good a Bad klientů (v tisících)

		Podíl vývojového k validačnímu vzorku					
		50 : 50	60 : 40	70 : 30	80 : 20	90 : 10	100 : 0
Podíl Good k Bad v populaci	90 : 10	81 : 9	64,8 : 7,2	48,6 : 5,4	32,4 : 3,6	16,2 : 1,8	0 : 0
	80 : 20	64 : 16	51,2 : 12,8	38,4 : 9,6	25,6 : 6,4	12,8 : 3,2	0 : 0
	70 : 30	49 : 21	39,2 : 16,8	29,4 : 12,6	19,6 : 8,4	9,8 : 4,2	0 : 0
	60 : 40	36 : 24	28,8 : 19,2	21,6 : 14,4	14,4 : 9,6	7,2 : 4,8	0 : 0
	50 : 50	25 : 25	20 : 20	15 : 15	10 : 10	5 : 5	0 : 0

Tabulka 3. Vývojový vzorek 1 – počty Good a Bad klientů (v tisících)

		Podíl vývojového k validačnímu vzorku					
		50 : 50	60 : 40	70 : 30	80 : 20	90 : 10	100 : 0
Podíl Good k Bad v populaci	90 : 10	90 : 0	108 : 0	126 : 0	144 : 0	162 : 0	180 : 0
	80 : 20	80 : 0	96 : 0	112 : 0	128 : 0	144 : 0	160 : 0
	70 : 30	70 : 0	84 : 0	98 : 0	112 : 0	126 : 0	140 : 0
	60 : 40	60 : 0	72 : 0	84 : 0	96 : 0	108 : 0	120 : 0
	50 : 50	50 : 0	60 : 0	70 : 0	80 : 0	90 : 0	100 : 0

Tabulka 4. Vývojový vzorek 2 – počty Good a Bad klientů (v tisících)

		Podíl vývojového k validačnímu vzorku					
		50 : 50	60 : 40	70 : 30	80 : 20	90 : 10	100 : 0
Podíl Good k Bad v populaci	90 : 10	81 : 9	97,2 :	113,4 :	129,6 :	145,8 :	162 : 18
	80 : 20	64 : 16	76,8 :	89,6 :	102,4 :	115,2 :	128 : 32
	70 : 30	49 : 21	58,8 :	68,6 :	78,4 :	88,2 :	98 : 42
	60 : 40	36 : 24	43,2 :	50,4 :	57,6 :	64,8 :	72 : 48
	50 : 50	25 : 25	30 : 30	35 : 35	40 : 40	45 : 45	50 : 50

Předpokládal jsem, že by se v některých výsledcích založených na datech prvního vývojového vzorku měl dle teorie negativně projevit rostoucí vliv špatných klientů. Dále také, že klesající počet klientů ve validačních vzorcích může způsobovat ztrátu informace, a tudíž i horší diskriminační sílu vytvořených modelů.

V Komerční bance byl z těchto dat (avšak s použitím více charakteristik) vyvinut behaviorální model, kde podíl dobrých ke špatným klientům byl 91 : 9 (viz popis dat) a na vývoj modelu se použilo 80 % dat. Téměř obdobná situace se v mé tabulce nacházela, ve výsledcích jsem tedy mohl zjistit, zda a za jakých podmínek by bylo možné vytvořit lepší model.

3.3 Tabulky výsledků

V níže uvedených tabulkách 5 a 6 si lze prohlédnout výsledky mého experimentu. Překvapilo mě, že na těchto datech neměla velikost vývojového vzorku takovou váhu, jak jsem očekával. Předpokládal jsem, že vliv zamítnutých klientů bude eliminován velikostí vývojového vzorku, čemuž se však nestalo. Pouze v prvním sloupečku „50 : 50“ je znát, že model lehce ztrácí v porovnání s ostatními variantami. Nicméně se ukázalo, že na těchto datech měl daleko větší význam podíl špatných klientů v populaci. Do 30 % byly rozdíly v kvalitě modelu minimální, při 40% podílu byly však již znatelné, a pokud byla špatných klientů v populaci rovná polovina, silně to ovlivnilo přesnost modelu, který vznikl pouze na základě vývojového vzorku 1. S úspěšným použitím

techniky reject inference se však dosáhlo i v těchto situacích velmi dobrých výsledků, které byly srovnatelné s ostatními stavby.

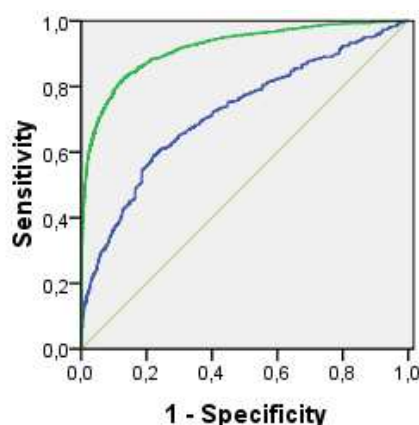
Tabulka 5. Průměrný Giniho koeficient dosažený na vývojovém vzorku 1

		Podíl vývojového k validačnímu vzorku					
		50 : 50	60 : 40	70 : 30	80 : 20	90 : 10	100 : 0
Podíl Good k Bad v populaci	90 : 10	0,824	0,822	0,824	0,820	0,818	0,822
	80 : 20	0,820	0,824	0,820	0,826	0,818	0,820
	70 : 30	0,818	0,818	0,818	0,828	0,814	0,818
	60 : 40	0,718	0,736	0,764	0,772	0,760	0,752
	50 : 50	0,536	0,538	0,548	0,574	0,546	0,540

Tabulka 6. Průměrný Giniho koeficient dosažený na vývojovém vzorku 2

		Podíl vývojového k validačnímu vzorku					
		50 : 50	60 : 40	70 : 30	80 : 20	90 : 10	100 : 0
Podíl Good k Bad v populaci	90 : 10	0,824	0,814	0,824	0,818	0,816	0,820
	80 : 20	0,822	0,826	0,822	0,828	0,820	0,820
	70 : 30	0,820	0,820	0,822	0,830	0,822	0,820
	60 : 40	0,824	0,818	0,816	0,822	0,816	0,820
	50 : 50	0,816	0,820	0,820	0,818	0,822	0,820

Pro model vyvinutý v Komerční bance jsem mohl konstatovat, že byl vytvořen v optimálních podmínkách a pravděpodobně neexistuje situace, za které by došlo k výraznému vylepšení jeho kvality. Naopak, pokud by míra zamítání žádostí převýšila 30 %, měla by KB začít uvažovat o způsobech využití dat nepřijatých klientů (obrázek 2).



Obrázek 2. Pravděpodobné ROC křivky bez použití a s použitím některé z metod reject inference za situace 50% míry schvalování a 80% velikosti vývojového vzorku

4 Závěr

Cílem této práce bylo na získaných datech ověřit vliv zamítnutých klientů a velikost vývojového vzorku na predikční schopnost modelu. Zatímco v mém experimentu byl pozitivní přínos techniky reject inference prokázán, ukázalo se, že na velikosti vývojového vzorku (v testovaném rozmezí 50 – 100 % populace) až tolik nezáleží. Nicméně je tu několik věcí, které je třeba brát v úvahu a které mohou ovlivňovat mnou vyřčené závěry. Předně, primární model nemusel (a zřejmě nebyl) nejlepší a nejkvalitnější, protože toto nebylo účelem práce. Naopak jsem se snažil o jednoduchost a přehlednost, čemuž dopomohlo zvolení několika málo nejsilnějších proměnných, jejichž vliv a význam nebyl podrobně zkoumán ani testován. Toto pak samozřejmě mohlo mít vliv na odhad počáteční pravděpodobnosti defaultu, a tudíž dále i na zařazení klientů do všech třech potřebných vzorků. Dále to, že nebyl prokázán výrazný vliv velikosti vývojového vzorku, jak jsem prve předpokládal, je možné přisoudit rozsáhlosti datového souboru, kde vyloučení několika (desítek) tisíc klientů ze vzorku nezpůsobí výraznou ztrátu informace. Stále tak platí, že v oblasti reject inference je třeba dalších výzkumů a testů. Přesto mohu doporučit již doporučované – provádět některou z metod reject inference v podmínkách, kde je nízká míra schvalování, nebo vysoký bad rate.

Literatura

- [1] Baesens, B., kol.: *Advanced credit risk modeling*. SAS, 2010.
- [2] Banasik, J., Crook, J.: *Does Reject Inference Really Improve the Performance of Application Scoring Models?* Journal of Banking and Finance, 2004.
- [3] Fogarty, D., J.: *Multiple Imputation as a Missing Data Approach to Reject Inference on Consumer Credit Scoring*. InterStat, 2006.
- [4] Hand, D., J., Henley, W., E.: *Can Reject Inference Ever Work?* IMA Journal of Mathematics Applied in Business and Industry 5, 1993, str. 45-55.
- [5] Hebák, P., Hustopecký, J., Pecáková, I., Řezanková, H., kol.: *Vícerozměrné statistické metody 3*. Informatorium, Praha 2005.
- [6] Hosmer, D., W., Lemeshow, S.: *Applied Logistic Regression*. John Wiley & Sons Inc., New Jersey 2000.
- [7] Little, R., J., A., Rubin D.B.: *Statistical Analysis with Missing Data*. John Wiley & Sons Inc., New Jersey 2002, str. 3-20.
- [8] Masaila, A.: *Vliv zamítání klientů na predikční schopnost skóringových modelů*. Karlova univerzita v Praze, MFF, Praha 2009.
- [9] Mok, J., M.: *Reject inference in credit scoring*. Amsterdam 2009.
- [10] Rychnovský, M.: *Postupná výstavba modelu ohodnocení kreditního rizika*. Karlova univerzita v Praze, MFF, Praha 2008.
- [11] Kol. SAS: *Categorical data analysis using logistic regression*. SAS, 2009.
- [12] Siddiqi, N.: *Credit risk scorecards*. John Wiley & Sons Inc., New Jersey 2006.
- [13] Van den Poel, D., Verstraeten, G.: *The Impact of Sample Bias on Consumer Credit Scoring Performance and Profitability*. Universiteit Gent, Gent 2004.

Summary

Reject Inference

The aim of this paper was to show the influence of the rejected clients and the size of the development sample on the prediction capability of the scoring models using real data. It was shown that the ignorance of the credit-worthiness of the rejected clients can cause that this model will not work correctly and the reject inference technique can improve results of the model. On the other side, the effect of the size of the development sample was not persuasively demonstrated. It was probably caused by the large dataset. Further research in this area and using reject inference technique under low approval rate condition are recommended.

Využití Informačního systému o průměrném výdělku pro kvantifikaci systému ukazatelů trhu práce

Kateřina Duspivová

Doktorandka oboru Statistika

Abstrakt. Hlavním cílem příspěvku je představení a kvantifikace systému ukazatelů trhu práce, díky kterému bude možné hodnotit vývoj na trhu práce jak z pohledu zaměstnanců, tak z pohledu zaměstnavatelů. Pro kvantifikaci ukazatelů byly využity údaje z Informačního systému o průměrném výdělku v letech 2006-2009. Díky volbě tohoto období bylo mj. možné zhodnotit i dopad ekonomické krize na český trh práce. Výsledky ukázaly, že ve zkoumaném souboru ekonomických subjektů byly patrné náznaky ekonomické krize již v roce 2008 a v roce 2009 se krize projevila mnohem intenzivněji, a to jak z hlediska zaměstnanosti, tak z hlediska vývoje hrubé měsíční mzdy.

Klíčová slova: zaměstnanost, odměňování, pracovní místo, čistá změna zaměstnanosti

1 Úvod

V České republice existuje v současné době velké množství statistických informací o trhu práce, které je možné rozdělit do dvou základních skupin – na informace z hlediska zaměstnanosti a na informace z hlediska odměňování. V rámci každé skupiny je možné nalézt několik ukazatelů, přičemž mnohé ukazatele existují ve více variantách, které se od sebe metodicky odlišují. Vzhledem k tomu, že zaměstnanost i odměňování spolu velice úzce souvisejí, a nelze je v mnoha případech od sebe oddělit, není mnohým uživatelům výše uvedených údajů na první pohled zřejmé, jaký ukazatel zaměstnanosti je vhodné použít při analýzách odměňování, a naopak. Situace je navíc komplikována tím, že v České republice dosud nebyl vytvořen systém ukazatelů, který by popisoval vývoj na trhu práce nejen z pohledu zaměstnavatelů, ale i z hlediska zaměstnanců – a zároveň by spojil hledisko zaměstnanosti a odměňování.

Absence výše uvedeného systému se musela nutně projevit během ekonomické krize, během níž začaly být poptávány komplexní informace o vývoji na trhu práce. Bylo tedy nutné hledat odpověď nejen na otázku, které ekonomické subjekty rušily či vytvářely pracovní místa, ale i na otázku, kdo vlastně byli ti, kteří byli ekonomickými subjekty v posledních letech propouštění či najímání.

Hlavním cílem tohoto příspěvku bude proto představení systému ukazatelů trhu práce, který bude vhodným způsobem propojovat pohled zaměstnavatele s pohledem zaměstnance, a umožní navíc analyzovat vývoj zaměstnanosti i odměňování. Dalším, neméně důležitým cílem bude kvantifikace příslušných ukazatelů a zhodnocení vývoje těchto ukazatelů během ekonomické krize.

2 Metodika

V úvodu bylo uvedeno, že hlavním cílem tohoto příspěvku je nalezení systému ukazatelů, které by vhodným způsobem popisovaly změny na trhu práce z hlediska zaměstnavatelů i z hlediska zaměstnanců, a zároveň by obě hlediska vhodně propojily. Jako nejvhodnější byl nakonec zvolen systém ukazatelů uvedený v [2], [3] a [4]. Tyto ukazatele bylo samozřejmě nutné definovat tak, aby vyhovovaly podmínkám českého trhu práce, nicméně ve srovnání např. s vytvořením vlastního systému ukazatelů „na míru“ má tento systém jednu výhodu – umožňuje totiž mezinárodní srovnání se zeměmi, pro které byly ukazatele již kvantifikovány (viz např. [1], [4], [7]).

Ukazatele, které budou v tomto příspěvku kvantifikovány, nejsou v České republice standardně používány (výjimkou je např. [8] a [9]), a proto budou v této části nejdříve popsány jednotlivé ukazatele. Poté bude podrobněji popsán použitý soubor ekonomických subjektů a postup při výpočtu jednotlivých ukazatelů.

2.1 Sledované ukazatele

Vzhledem k tomu, že se jedná o ukazatele, které zatím nejsou v České republice standardně používány, bude v následující části uveden krátký přehled ukazatelů, kterými se bude tento příspěvek zabývat. U každého ukazatele bude uvedena i jeho definice. V dalších částech tohoto příspěvku budou tedy používány následující ukazatele:

1. **Počet nově vytvořených pracovních míst** během příslušného období (*job creation*). Nově vytvořená pracovní místa se objevují u expandujících ekonomických subjektů, příp. u nově vznikajících. Pro účely analýzy

byl počet nově vytvořených pracovních míst v příslušném ekonomickém subjektu určen jako rozdíl celkového počtu zaměstnanců na konci současného a předchozího období. Počet nově vytvořených pracovních míst v souboru ekonomických subjektů je roven součtu nově vytvořených pracovních míst v jednotlivých ekonomických subjektech.

2. **Počet zrušených pracovních míst** během příslušného období (*job destruction*). Pracovní místa jsou rušena u ekonomických subjektů, které svou činnost utlumují, příp. zcela ukončují. Pro účely analýzy byl počet zrušených pracovních míst v příslušném ekonomickém subjektu určen jako rozdíl celkového počtu zaměstnanců na konci současného a předchozího období. Počet zrušených pracovních míst v souboru ekonomických subjektů je roven součtu zrušených pracovních míst v jednotlivých ekonomických subjektech.

3. **Počet nových zaměstnanců** během příslušného období (*hires*). Noví zaměstnanci jsou ti, kteří byli v **evidenčním** počtu příslušných ekonomických subjektů na konci současného roku, ale nebyli v evidenčním počtu na konci předchozího roku.

4. **Počet odchozích zaměstnanců** během příslušného období (*separations*). Odchozí zaměstnanci jsou ti, kteří byli u příslušných ekonomických subjektů v evidenčním počtu na konci předchozího roku, ale na konci současného roku v evidenčním počtu **již** nebyli, příp. k tomuto dni odešli. Odchozí zaměstnanci představují všechny zaměstnance, kteří v daném období z ekonomického subjektu odešli (nejsou zde tedy rozlišovány výpovědi ze strany zaměstnavatele a zaměstnance, odchody do starobního důchodu, apod.).

5. **Čistá změna zaměstnanosti** v příslušném období (*net employment change*). Čistá změna zaměstnanosti je definována jako rozdíl mezi počtem nově vytvořených a počtem zrušených pracovních míst, příp. jako rozdíl mezi počtem nově najatých a propuštěných zaměstnanců během daného období.

Většina výše uvedených absolutních ukazatelů bude interpretována především v *relativním vyjádření*, přičemž jmenovatel použitý pro výpočet relativních měr bude určen jako prostý průměr počtu zaměstnanců na konci současného a předchozího období (viz [10]).

Pro kvantifikaci **odměňování zaměstnanců** bude pro účely tohoto příspěvku využit **medián hrubé měsíční mzdy** příslušné skupiny zaměstnanců v daném období.

2.2 Soubor ekonomických subjektů

Systém ukazatelů, který je uveden výše, je náročný na zdroje dat, neboť vyžaduje individuální údaje o zaměstnancích, které jsou nezbytné především pro kvantifikaci ukazatelů z hlediska zaměstnanců (tj. ukazatelů týkajících se odchozích a nových zaměstnanců). Z tohoto důvodu bude jako hlavní zdroj dat využit Informační systém o průměrném výdělků (ISPV), který obsahuje údaje ze čtvrtletního šetření o průměrném výdělků prováděného Ministerstvem práce a sociálních věcí (MPSV).

Kvantifikace výše uvedených ukazatelů bude provedena v souboru ekonomických subjektů podnikatelské sféry, které měly v jednom období minimálně 10 zaměstnanců. Takto definovaný soubor potom tvoří více než 40 tis. ekonomických subjektů v jednotlivých letech. U těchto ekonomických subjektů bylo v jednotlivých letech zaměstnáno více než 2,5 mil. zaměstnanců.

Před samotnou kvantifikací výše uvedených ukazatelů bylo samozřejmě nutné vyřešit propojení záznamů o ekonomických subjektech i zaměstnancích. Problémy spojené s propojením jednotlivých záznamů uvádí [5].

Vzhledem k tomu, že údaje o ekonomických subjektech s 10 a více zaměstnanci nejsou v rámci ISPV získávány plošně, bude nutné provést dopočet na základní soubor ekonomických subjektů s minimálně 10 zaměstnanci. Dopčet bude proveden podle současné metodiky dopočtů ISPV, která bude podle potřeby modifikována pro tyto specifické účely (více viz [6]).

3 Výsledky za celý soubor ekonomických subjektů

Výsledky z hlediska zaměstnanosti a odměňování budou představeny nejdříve na úrovni celého souboru ekonomických subjektů. Nejdříve budou sledovány ukazatele zaměstnanosti jak z hlediska ekonomických subjektů (počty nově vytvořených a zrušených pracovních míst), tak z hlediska zaměstnanců (počty nových a odchozích zaměstnanců). Tato část pak bude doplněna o výsledky z hlediska odměňování.

3.1 Zaměstnanost

Vývoj základních ukazatelů týkajících se zaměstnanosti ve sledovaném souboru ekonomických subjektů ukazuje tabulka 1.

Tabulka 1. Relativní ukazatele vývoje zaměstnanosti v souboru ekonomických subjektů.

Relativní ukazatel	2007/2006	2008/2007	2009/2008
	[%]	[%]	[%]
Nově vytvořená pracovní místa (Job creation rate)	11,1	9,4	6,6
Zrušená pracovní místa (Job destruction rate)	7,2	8,9	15,7
Noví zaměstnanci (Hires rate)	25,2	27,0	20,5
Odchozí zaměstnanci (Separations rate)	21,3	26,5	29,7
Čistá změna zaměstnanosti (Net employment change rate)	3,9	0,5	-9,2

Zdroj: ISPV, vlastní výpočty.

Z tabulky 1 je patrné, že se ve sledovaném souboru ekonomických subjektů projevila ekonomická krize především v roce 2009, kdy poklesla zaměstnanost (-9,2 %). Tento vývoj předznamenal již rok 2008, kdy zaměstnanost (0,5 %) rostla o 3,4 p.b. pomaleji než v roce 2007 (3,9 %). Zaměstnanost nerostla v roce 2008 tak rychle jako v roce 2007 z několika důvodů – jednak byla pracovní místa častěji rušena (8,9 %, tj. nárůst o 1,7 p.b.), jednak bylo pracovních míst méně vytvořeno (9,4 %, tj. pokles o 1,7 p.b.). Tento vývoj dokládají i ukazatele z pohledu zaměstnanců – v roce 2008 sice došlo ve srovnání s rokem 2007 k nárůstu nově najatých zaměstnanců (o 1,8 p.b.), nicméně počet odchozích zaměstnanců vzrostl více (o 5,2 p.b.).

Tendence ve vývoji zaměstnanosti, které se objevily v roce 2008, pokračovaly v roce 2009. Jak již bylo uvedeno výše, v tomto roce došlo k poklesu zaměstnanosti (-9,2 %). Pokles zaměstnanosti byl způsoben především tím, že během roku 2009 byla ve srovnání s rokem 2008 častěji rušena pracovní místa. V roce 2008 bylo totiž zrušené každé 11. pracovní místo, ale v roce 2009 již každé 6. pracovní místo. Během roku 2009 byla nová pracovní místa vytvářena méně často než v roce 2008 (v roce 2009 bylo nově vytvořené až každé 15. pracovní místo), což vysvětluje, proč zaměstnanost v roce 2009 klesala takovým tempem. Z hlediska zaměstnanců je zajímavá skutečnost, že v roce 2009 odcházeli zaměstnanci častěji než v roce 2008 (nárůst o 3,2 p.b.) a zároveň výrazně poklesla míra nových zaměstnanců (-6,5 p.b.).

3.2 Odměňování

Ekonomická krize se na jednu stranu projevuje rušením pracovních míst a častějším propouštěním zaměstnanců (viz výše), ale mnoho ekonomických subjektů se může s ekonomickou krizí vyrovnávat např. tím, že sníží mzdy stávajícím zaměstnancům. U některých subjektů může jít propouštění ruku v ruce se snižováním mezd. Tato část se bude proto věnovat vývoji odměňování vybraných skupin zaměstnanců, díky čemuž získáme ucelený pohled na vývoj na trhu práce.

Vývoj mediánu hrubé měsíční mzdy v rámci jednotlivých skupin zaměstnanců ukazuje tabulka 2.

Tabulka 2. Vývoj mediánu hrubé měsíční mzdy vybraných skupin zaměstnanců.

Medián hrubé měsíční mzdy	2007	2008	2009
	[Kč/měs]	[Kč/měs]	[Kč/měs]
Stálí zaměstnanci	21 025	23 026	22 245
Noví zaměstnanci	16 835	18 463	17 746
Odchozí zaměstnanci	16 008	17 848	18 673

Zdroj: ISPV, vlastní výpočty.

Z tabulky 2 je patrné, že k meziročnímu snížení mezd stálých zaměstnanců došlo až v roce 2009, a to o 781 Kč (3,4 %). V celém sledovaném období byl medián mezd stálých zaměstnanců vyšší než medián mezd nových zaměstnanců a odcházeli zaměstnanci, kteří byli ohodnoceni nižší mzdou než stálí zaměstnanci. V roce 2009 došlo rovněž ke změně poměru mezd nových a propouštěných zaměstnanců – mzdy nově najatých zaměstnanců (17 746 Kč) byly totiž nižší než mzdy odchozích zaměstnanců (18 673 Kč).

4 Výsledky podle vybraných znaků

Ukazatele, které byly uvedeny výše, je možné kvantifikovat nejen za celý soubor, ale rovněž podle znaků, které jsou v rámci šetření zjišťovány. V této části budou proto krátce uvedeny výsledky podle vybraných znaků, a to jak z hlediska zaměstnavatelů, tak zaměstnanců.

U ekonomických subjektů byly sledovány ukazatele týkající se pracovních míst, a to podle odvětví ekonomické činnosti. Bylo zjištěno, že ekonomická krize zasáhla pravděpodobně nejvíce průmysl a dopravu, protože v těchto odvětvích klesala zaměstnanost již v roce 2008 (-2,1 %), a v roce 2009 zde zaměstnanost klesala nejrychleji (-9,3 %). Pokles zaměstnanosti v této skupině byl způsoben především tím, že byla častěji rušena pracovní místa (v roce 2009 bylo zrušené již každé 6. pracovní místo, zatímco v roce 2008 každé 11.). V rámci této skupiny odvětví byla ve všech letech zaměstnána přibližně polovina zaměstnanců ze sledovaného souboru, což významným způsobem ovlivnilo i vývoj zaměstnanosti v souboru v roce 2009 (-9,2 %). Na druhou stranu nejméně postižená byla odvětví zařazená do skupiny tržních služeb (např. informační a komunikační činnosti, peněžnictví a pojišťovnictví, atd.), kde zaměstnanost rostla v roce 2008 (12,0 %) o 5,6 p.b. rychleji než v roce 2007 (6,4 %), a v roce 2009 neklesla. Pracovní místa byla v těchto odvětvích v roce 2009 častěji rušena než v roce 2008, a byla také méně často vytvářena, ale i přesto byla zaměstnanost udržena na úrovni roku 2008.

Z hlediska zaměstnanců bylo sledováno několik znaků, konkrétně zaměstnání, vzdělání, pohlaví a věk. Z hlediska zaměstnání bylo zjištěno, že v roce 2009 klesla zaměstnanost nejvíce u manuálních pracovníků (hl. třídy zaměstnání 6-9). Mzdy stálých zaměstnanců meziročně poklesly v roce 2009 u všech hlavních tříd zaměstnání. Z hlediska pohlaví výsledky ukázaly, že v celém období byla vyšší fluktuace žen ve srovnání s muži (tj. ženy častěji odcházely a byly nově najímány). Co se týká věku, tak v celém období odcházeli nejčastěji mladí (do 29 let) a starší (50 a více let) zaměstnanci, přičemž největší pokles zaměstnanosti nastal v roce 2009 u 50–59letých. Podle vzdělání byli nejvíce ohroženi zaměstnanci se základním a nedokončeným a středním vzděláním bez maturity.

5 Závěr

Hlavním cílem tohoto příspěvku bylo představení systému ukazatelů trhu práce, díky kterému bude možné hodnotit vývoj na trhu práce jak z pohledu zaměstnanců, tak z pohledu zaměstnavatelů. Výsledky potvrdily, že zvolené ukazatele vhodně doplňují běžně používané ukazatele zaměstnanosti, a dokonce poskytují cenné informace navíc (především z hlediska struktury rušených a nově vytvářených pracovních míst či propuštěných a nově najatých zaměstnanců).

Druhý cíl, tzn. využití výsledků pro zhodnocení vývoje na trhu práce během současné ekonomické krize, byl rovněž splněn. Bylo zjištěno, že ve zkoumaném souboru ekonomických subjektů byly patrné náznaky ekonomické krize již v roce 2008. V roce 2009 se krize projevila mnohem intenzivněji, a to jak z hlediska vývoje počtu pracovních míst a pohybu zaměstnanců, tak z hlediska vývoje hrubé měsíční mzdy. Vývoj ukazatelů v celém souboru byl dále doplněn vývojem ukazatelů tříděných podle vybraných znaků (u ekonomických subjektů podle odvětví ekonomické činnosti a u zaměstnanců např. podle zaměstnání a demografických znaků).

Z výše uvedeného je zřejmé, že výsledky většinou odpovídají běžným představám o situaci na trhu práce během ekonomické krize. Přesto je však obtížné stanovit, nakolik byl tento vývoj spojený s projevy krize, a nakolik například s restrukturalizací a modernizací ekonomických subjektů, které by proběhly bez ohledu na vnější ekonomický vývoj.

Závěrem lze říci, že byly splněny všechny cíle. Systém ukazatelů se ukázal velmi vhodným, a proto by bylo vhodné analýzu v budoucnosti rozšířit. Pokud vezmeme v úvahu i podobu dat v Informačním systému o průměrném výdělků, nabízí se několik možností dalšího směřování, např. využití čtvrtletních dat nebo rozšíření o další charakteristiky zaměstnanců i ekonomických subjektů. Dalším směrem může být i propojení těchto výsledků s výsledky výběrového šetření pracovních sil (VŠPS) publikovaného ČSÚ. To by umožnilo rozšířit výše uvedené ukazatele i o údaje, které není možné získat z jiného šetření než z VŠPS. Bylo by tak např. možné identifikovat, zda zaměstnanci, kteří z daného subjektu odešli, byli i nadále aktivní na trhu práce, nebo se stali součástí ekonomicky neaktivních osob. Na druhou stranu však VŠPS neumožňuje kvantifikovat počet osob, které byly propuštěny např. z důvodu zrušení pracovního místa, tj. propojit pohled zaměstnance s podnikovým. Je tedy zřejmé, že bez tohoto kroku nelze získat systém ukazatelů, který by popisoval vývoj trhu práce uceleným – a v ideálním případě vyčerpávajícím – způsobem.

Poděkování

Příspěvek vychází z velké části z již publikovaných příspěvků (viz např. [5], [6]), které vznikly v rámci rozvoje Informačního systému o průměrném výdělků.

Literatura

- [1] Baldwin, J., Dunne, T., Haltiwanger, J. C.: A Comparison of Job Creation and Job Destruction in Canada and the United States. *The Review of Economics and Statistics*, Vol. 80 (1998), No. 3, 347-356.
- [2] Davis, S. J., Haltiwanger, J. C.: Gross Job Creation, Gross Job Destruction, and Employment Reallocation. *Hoover Institution Working Papers in Economics*, No. E-89-33 (1989).
- [3] Davis, S. J., Haltiwanger, J. C.: Gross Job Creation and Destruction: Microeconomic Evidence and Macroeconomic Implications. In: Blanchard, O. J., Fischer, S. (eds.): *NBER Macroeconomics Annual 1990*. The MIT Press, Cambridge, MA 1990, 123-168.
- [4] Davis, S. J., Haltiwanger, J. C., Schuh, S.: *Job Creation and Destruction*. The MIT Press, Cambridge, MA 1996.
- [5] Duspivová, K., Spáčil, P.: Dopad současné hospodářské krize na zaměstnanost v ekonomických subjektech s 250 a více zaměstnanci. *Statistika*, Vol. 90 (2010), No. 6, 459–478.
- [6] Duspivová, K., Spáčil, P.: Dopad současné krize na zaměstnanost a odměňování v České republice. In: Langhamrová, J. (ed.): *Reprodukce lidského kapitálu – Vzájemné vazby a souvislosti* [CD-ROM]. Praha 2010, 1-12.
- [7] Ibsen, R., Westergaard-Nielsen, N.: Job Creation and Destruction over the Business Cycles and the Impact on Individual Job Flows in Denmark 1980-2001. *Advances in Statistical Analysis*, Vol. 89 (2005), No. 2, 183-207.
- [8] Jurajda, Š., Terrell, K.: What Drives the Speed of Job Reallocation during Episodes of Massive Adjustment? *CERGE-EI Working Papers*, No. 170 (2001).
- [9] Jurajda, Š., Terrell, K.: Job Growth in Early Transition: Comparing Two Paths. *CERGE-EI Working Papers*, No. 201 (2002).
- [10] Tornquist, L., Vartia, P., Vartia, Y.: How Should Relative Change Be Measured? *The American Statistician*, Vol. 39 (1985), No. 1, 43-46.

Summary

Quantification of Labour Market Indicators with use of the Average Earnings Information System

The main aim of this article is to present a new approach to the analysis of the data on employment available in the Average Earnings Information System (AEIS). With the help of this approach, we can quantify the impact of economic crisis on economic subjects that employed more than 10 employees at least at one year taken into consideration (i.e. in one year from 2006 to 2009). With data on job flows and employees' flows from the data source mentioned above, we show that the economic crisis has probably taken some effect in the economic subjects classified into our sample. Furthermore, we show that jobs in some industries have been destroyed more frequently than jobs in the others. Last but not least we show that employees, who have left economic subjects (voluntarily or involuntarily) more often than other employees, have been blue-collar workers and employees older than 50 years.

Statistické aspekty oceňování objemové flexibility energetických kontraktů

Jiří Hron

Doktorand oboru Statistika

Abstrakt. Článek formou jednoduchého příkladu seznamuje čtenáře s problematikou objemové flexibility energetických kontraktů (elektřina a zemní plyn). Flexibilita je v podstatě speciálním druhem opce (v anglicky psané literatuře se často nazývá *swing option*), jejíž ocenění zahrnuje řadu zajímavých statistických aspektů; některé z nich jsou v článku shrnuty. V článku také je navržena metoda statistického odhadu a testování korelace mezi spotřebami energie v portfoliu zákazníků. Tato korelace má vliv na ocenění individuální flexibility v portfoliovém kontextu.

Klíčová slova: energetický kontrakt, objemová flexibilita, portfoliový efekt, odhad korelace, simulace Monte Carlo

1 Úvod

V souvislosti s nedávnou liberalizací energetických trhů v USA a Evropě se oceňování energetických kontraktů stává dynamicky se rozvíjející disciplínou finanční teorie. Vlastnosti energií (např. elektřina není skladovatelná), jejich distribuce (plynová i elektrická soustava musí být v rovnováze v každém okamžiku), zvyklosti obchodování a organizace národních trhů mají za následek jednak unikátnost konkrétních modelů a jednak omezenou přenositelnost standardních přístupů vypracovaných pro oceňování např. na akciových trzích. Pro korektní oceňování je naprosto nezbytná nejen znalost detailů obchodování, ale i *aplikace statistických principů*, které se uplatňují jak při formulaci stochastického modelu tak i při odhadu jeho parametrů. Navíc leckdy není možné obdržet analytické řešení, takže je zapotřebí použít propracovaných metod Monte Carlo simulace [5]. Problematika oceňování energetických kontraktů je předmětem méj disertační práce.

Část 2 příspěvku je věnována objemové flexibilitě, která je pro energetické kontrakty typická. Prostřednictvím jednoduchého příkladu seznamuji čtenáře s jejími principy a základními vlastnostmi. Následně zmiňuji některé statistické aspekty vyskytující se při oceňování flexibility. Vzhledem k omezenému rozsahu příspěvku jde víceméně o jejich výčet; podrobná analýza je součástí méj disertační práce.

V části 3 pak naznačuji souvislost mezi oceněním flexibility jednotlivého kontraktu a korelací mezi objemovými odchylkami v portfoliu kontraktů. Pro odhad a testování této korelace jsem navrhl metodu, která je prezentována v základní podobě v části 3.1.

2 Objemová flexibilita

Problematika rizika a oceňování kontraktů na elektřinu a zemní plyn je velmi široká. Hlubší analýza vyžaduje detailní popis mechanismů obchodování, konstrukce a vlastností kontraktů; to je součástí méj disertační práce. Zde se zaměřím na problematiku *objemové flexibility*, která je pro energetické kontrakty typická. Její princip demonstruji na příkladu jednoduchého kontraktu. V praxi se však vyskytují i mnohem komplikovanější konstrukce.

2.1 Příklad jednoduchého kontraktu

Následující schéma zachycuje vztahy mezi účastníky kontraktu:

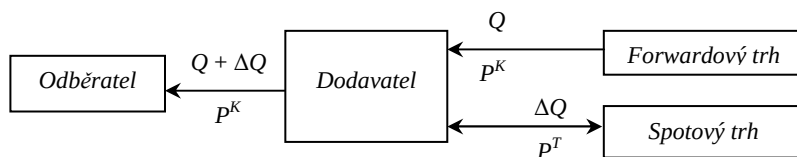


Schéma 1. Znázornění jednoduchého energetického kontraktu. Šipky představují toky energie, symboly nad šipkami množství energie v MWh a symboly pod šipkami pak jednotkovou cenu energie.

Vysvětlení ke schématu 1 je následující:

- A. Odběratel s dodavatelem uzavře smlouvu na dodávku energie v nějakém budoucím období. Součástí smlouvy je jednotková cena kontraktu P^K plus *riziková prémie* (bude vyjádřena později), dále množství Q a procentně vyjádřené pásmo kolem Q v němž se může skutečný budoucí odběr pohybovat. Jinými slovy, jde o vymezení intervalu pro pohyb objemové odchylky ΔQ ; tento interval se nazývá *pásmem flexibility*.
- B. Dodavatel typicky nakoupí smluvní množství Q za jednotkovou cenu P^K na forwardovém trhu, ovšem *bez flexibility*. Objemovou odchylku ΔQ , kterou odběratel uplatní v rámci svého pásma flexibility, dodavatel zobchoduje na svůj účet na spotovém trhu za předem neznámou tržní cenu P^T . Dodavateli tak nezávisle na jeho vůli vznikají zisky nebo ztráty ve výši

$$\Lambda = (P^K - P^T)\Delta Q \quad (2.1)$$

- C. Mezi růstem tržní ceny P^T a růstem spotřeby $\Delta Q > 0$ existuje *kladná korelace*. Nejde o to, že by odběratel růstem své poptávky přímo zvyšoval tržní cenu; spíše existují společné faktory jako např. atmosférická teplota nebo hospodářský cyklus paralelně ovlivňující poptávku celého segmentu odběratelů. Kupříkladu studená zima způsobí zvýšení agregátní poptávky, což má za následek tlak na růst tržní ceny.
- D. Předpokládejme, že $E(\Delta Q_C) = 0$, tj. očekávaná spotřeba je Q . Kvůli kladné korelaci je očekávaná hodnota náhodné veličiny (2.1)

$$E(\Lambda) = -C(P^T, \Delta Q) < 0, \quad (2.2)$$

kde C označuje (kladnou) kovarianci. Tedy už v době uzavření kontraktu očekává dodavatel ztrátu v důsledku flexibility, která vyjadřuje její cenu. Tuto ztrátu platí odběratel, který flexibilitu využívá; jde v podstatě o *cenu objemové opce*, resp. *opční prémii*.

- E. U standardní opce platí její držitel (zde odběratel) vypisovateli (zde dodavateli) opční premii *předem*. U opce na flexibilitu je však zvykem zahrnovat opční prémium (2.2) do jednotkové ceny formou *rizikové prémie*

$$\Pi = E\left[\frac{-\Lambda}{Q + \Delta Q}\right] = E\left[\frac{(P^T - P^K)\Delta Q}{Q + \Delta Q}\right] = E\left[\frac{\Delta P \Delta Q}{Q + \Delta Q}\right] > 0 \quad (2.3)$$

- Změna ceny a změna objemu jsou korelované náhodné veličiny.
- Růst flexibility způsobí růst volatility náhodné veličiny ΔQ , což má za následek růst rizikové premie Π .
- Zde popsaná konstrukce je příkladem *demand-driven swing option*, u které existuje pouze nepřímá souvislost mezi cenou a spotřebou (viz bod C). V literatuře (viz např. [2], [4]) je předmětem zájmu především *price-driven swing option*, u které se předpokládá, že její držitel má přístup na spotový trh. Pak od dodavatele nakupuje jen tehdy, je-li to výhodné, tj. pokud $\Delta P > 0$. Při jejím oceňování nelze použít vzorec (2.3); používá se metodika oceňování amerických opcí. Pro odběratele bez vazby na spotový trh používajícího energii k vytápění nebo výrobě je však předpoklad přímé závislosti spotřeby na tržní ceně zcela nereálný.
- Konečná prodejní cena bez marže je $P^P = P^K + \Pi$.
- Ignorují zde rizikové neutrální pravděpodobnosti a diskontování.

2.1 Statistické aspekty ocenění flexibility kontraktu

- A. Např. v případě elektřiny probíhají dodatečné nákupy nebo prodeje ΔQ_i na hodinové bázi. Pro ocenění ročního kontraktu je tedy zapotřebí modelovat 8 760 hodinových cen P_i^T . Tyto řady obsahují denní, týdenní i měsíční *sezónnost* a vykazují charakteristiky *vysokofrekvenčních řad*.
- B. V případě plynu je prodejní cena P^P obvykle platná měsíc. Nemusí však být fixní, ale např. je dána vzorcem (indexem) závislým na budoucích cenách jiných tržních komodit jako např. ropa, topné oleje, uhlí atd. Taková cena je tudíž známá až v době dodávky, stejně jako cena P^T . Při modelování rozdílu mezi P^T a P^P (tj. ΔP) lze uplatnit myšlenku *kointegrace časových řad* [1].
- C. Někdy je cena P^P v jiné měně (v ČR typicky v CZK) než P^T (typicky je v EUR). Pak je třeba modelovat *vícerozměrné závislosti rizik*, tj. objemového, komoditního a měnového.
- D. Jak bylo zmíněno v bodu C. části 2.1, mezi ΔQ_i a ΔP_i existuje kladná korelace. U plynu jsou odchylky ΔQ_i a ΔP_i obvykle měsíční bázi, takže korelaci lze statisticky identifikovat a modelovat. Avšak u hodinových odchylek v elektřině není Pearsonova korelace vhodnou měrou. Při odhadu i modelování se spíše uplatní jiné *robustní míry závislosti* [3].

E. Dodavatel má obvykle portfolio odběratelů, z nichž každý vytváří objemovou odchylku ΔQ_i . Na spotovém trhu však dodavatel nakupuje nebo prodává celkové množství $\sum \Delta Q_i$. Protože se odchylky mohou eliminovat, odchylka $\sum \Delta Q_i$ vztažená k celkovému objemu portfolia $\sum Q_i$ může být menší než relativní odchylka $\Delta Q_i/Q_i$ v případě jednoho kontraktu. Riziková prémie (2.3) pak může být adekvátně snížena v důsledku působení portfoliového efektu. *Kvantifikace a odhad portfoliového efektu* je statistický aspekt, který je podrobněji rozebrán v následující části.

3 Portfoliový efekt objemových odchylek

V bodu C části 2.1 bylo řečeno, že existují společné faktory ovlivňující spotřebu celé skupiny odběratelů. Jde tedy o systematický faktor, způsobující *systematickou odchylku*. Dále na každého odběratele působí jedinečný nesystematický vliv, mající za následek *nesystematickou odchylku*. Každá z odchylek je brána jako logaritmická změna vůči smluvnímu množství Q_i . Uvažujme portfolio $n \geq 2$ odběratelů. Předpokládejme, že celková objemová odchylka i -tého odběratele je součtem dvou nezávislých náhodných veličin, resp.

$$Y_i = X_i + F, \quad (3.1)$$

kde

$X_i \sim N(0, \sigma_X^2)$ reprezentuje nesystematický vliv,

$F \sim N(0, \sigma_F^2)$ reprezentuje systematický vliv.

Pro $i, j = 1, 2, \dots, n$ a $i \neq j$ je zřejmě korelace

$$\rho = \frac{E(Y_i Y_j)}{\sigma_Y^2} = \frac{\sigma_F^2}{\sigma_F^2 + \sigma_X^2}. \quad (3.2)$$

Předpokládejme, že portfolio je *objemově homogenní*, tj. smluvní množství každého odběratele je právě Q .

Pak objemová odchylka portfolia je zřejmě $\bar{Y} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n Y_i$ a její volatilita

$$\sigma_{\bar{Y}}(n) = \sigma_Y \sqrt{\frac{1}{n} + \frac{n-1}{n} \rho}. \quad (3.3)$$

Výraz pod odmocninou je menší než jedna a kvantifikuje portfoliový efekt: snižuje volatilitu σ_Y individuálně nahlíženého kontraktu jako v důsledek diverzifikace. Lze ukázat, že v této proporci může být snížena individuální riziková prémie (2.3). Pro nekonečně velké portfolio je dolní mez diverzifikace zřejmě $\rho^{0.5}$.

3.1 Odhad a testování korelace ρ v portfoliu

Předpokládejme, že je dána matice $\mathbf{M}$ vesměs nezávislých náhodných veličin reprezentující pozorované odchylky

$$\mathbf{M} = \begin{pmatrix} Y_{11} & \dots & Y_{1m} \\ \dots & \dots & \dots \\ Y_{n1} & \dots & Y_{nm} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} X_{11} + F_1 & \dots & X_{1m} + F_m \\ \dots & \dots & \dots \\ X_{n1} + F_1 & \dots & X_{nm} + F_m \end{pmatrix}. \quad (3.4)$$

Sloupcové vektory představují průřezová pozorování odchylek a řádkové vektory časová pozorování.

Nechť T_1 je statistika definovaná jako výběrový rozptyl ze sloupcových průměrů, tj.

$$T_1 = \frac{1}{m-1} \sum_{j=1}^m \left(\bar{Y}_{\bullet j} - \frac{1}{m} \sum_{k=1}^m \bar{Y}_{\bullet k} \right)^2, \text{ kde } \bar{Y}_{\bullet j} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n Y_{ij}. \quad (3.5a)$$

Snadno lze spočítat střední hodnotu

$$E(T_1) = \frac{\sigma_X^2}{n} + \sigma_F^2. \quad (3.5b)$$

Dále definuji statistiku T_2 jako průměr ze sloupcových výběrových rozptylů, tj.

$$T_2 = \frac{1}{m} \sum_{j=1}^m \left[\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n \left(Y_{ij} - \frac{1}{n} \sum_{k=1}^n Y_{kj} \right)^2 \right]. \quad (3.6a)$$

Střední hodnota je zřejmě

$$E(T_2) = \sigma_X^2. \quad (3.6b)$$

Dosazením středních hodnot (3.5b) a (3.6b) do (3.2) máme

$$\rho = \frac{nE(T_1) - E(T_2)}{nE(T_1) + (n-1)E(T_2)}. \quad (3.7)$$

Tato deterministická rovnice platí přesně. V praxi jsou však k dispozici pouze výběrové hodnoty statistik T_1 a T_2 , je tedy přirozené definovat estimátor populační korelace ρ jako náhodnou veličinu

$$\rho^* = \frac{nT_1 - T_2}{nT_1 + (n-1)T_2}. \quad (3.8)$$

Druhou přímočařejší alternativou odhadu populační korelace ρ je estimátor založený na průměru korelací mezi všemi různými dvojicemi řádkových vektorů $\mathbf{y}_i$ matice $\mathbf{M}$, tj. náhodná veličina

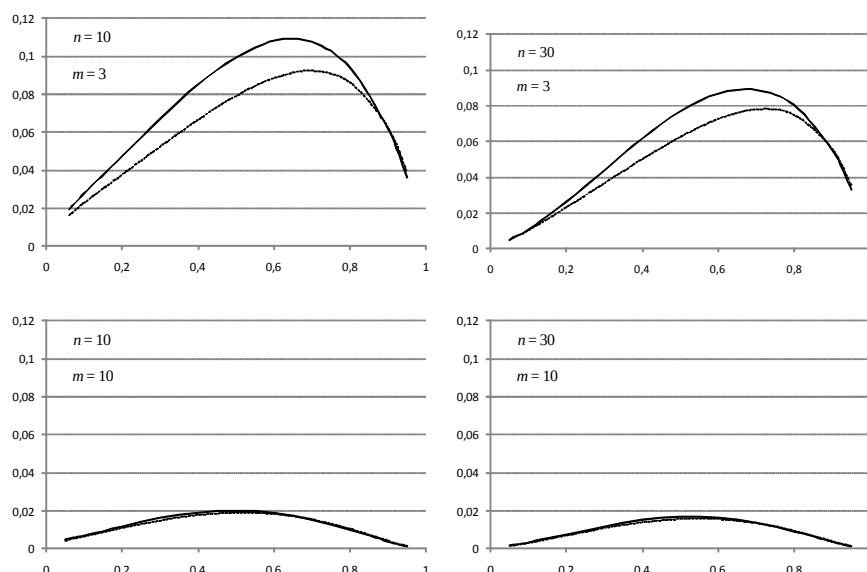
$$\bar{\rho} = \frac{2}{n(n-1)} \sum_{i=1}^{n-1} \sum_{j=i+1}^n R(\mathbf{y}_i, \mathbf{y}_j). \quad (3.9)$$

Z porovnání obou estimátorů lze konstatovat, že

- pro větší n je výpočetní náročnost $\bar{\rho}$ mnohem větší než ρ^* , protože je třeba

počítat průměr z $\frac{n(n-1)}{2}$ korelačních koeficientů;

- ze simulačních experimentů vyplývá větší vychýlení $\bar{\rho}$ ve srovnání s ρ^* ; u rozptylu je relace opačná. Srovnání MSE uvádí graf na následující straně.



Graf 1. Odhady MSE estimátorů ρ^* (čárkovaná čára) a $\bar{\rho}$ (plná čára). Na ose X je populační korelace ρ a na ose Y pak MSE. Odhady, $E(\rho^* - \rho)^2$ resp. $E(\bar{\rho} - \rho)^2$ byly pro každé dané m, n a ρ získány jako výběrové průměry z 10 000 simulací Monte Carlo.

Z grafu 1 je vidět, že estimátor ρ^* je pro malá m vydatnější. To v praxi odpovídá situaci, kdy máme k dispozici pozorování za málo období. Velikost portfolia n hraje mnohem menší roli. S růstem m a n je vydatnost takřka totožná.

Pro malá m a n však lze vydatnost estimátoru ρ^* poněkud zvýšit. Myšlenka je následující: estimátor (3.8) rozvinu v okolí středních hodnot $E(T_1)$ a $E(T_2)$ do Taylorovy řady na kterou aplikuji operátor E a vezmu dva členy, u kterých se vyskytují rozptyly statistik T_1 a T_2 . Použitím (3.2) pak dostanu odhad očekávaného vychýlení estimátoru ρ^* jako funkci m , n a populační korelace ρ

$$E(\rho^*) - \rho \approx -\frac{2(1-\rho)[1+(n-1)\rho]}{n^2} \left[\frac{1+(n-1)\rho}{m-1} - \frac{(1-\rho)}{m} \right]. \quad (3.10)$$

Pišme vychýlení jako funkci

$$\beta_{m,n}(\rho) = E(\rho^*) - \rho. \quad (3.11)$$

„Průměrné“ vychýlení jako funkci m a n lze vyjádřit integrálem

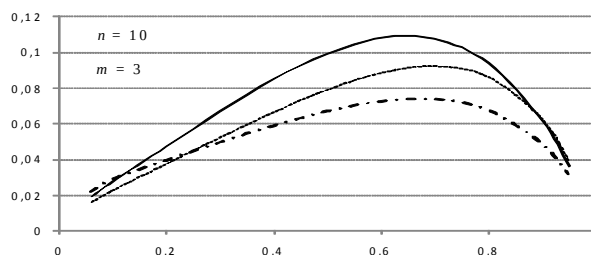
$$\bar{\beta}_{m,n} = \int_0^1 \beta_{m,n}(\rho) d\rho. \quad (3.12)$$

Předchozí výpočet implicitně předpokládá, že se neznámá populační korelace ρ může vyskytnout kdekoliv v intervalu $[0, 1]$ se stejnou pravděpodobností. Pokud by ale byla k dispozici apriorní informace ve formě apriorní hustoty $\pi(\rho)$, lze počítat baysovské vychýlení

$$\bar{\beta}_{m,n}^B = \int_0^1 \beta_{m,n}(\rho) \pi(\rho) d\rho. \quad (3.13)$$

Tento integrál většinou nelze spočítat analyticky, takže je nutné použít numerickou integraci nebo některou z metod integrace Monte Carlo [5].

Vychýlení (3.12) nebo (3.13) se odečte od estimátoru ρ^* . Následující graf ukazuje snížení MSE při použití $\bar{\beta}_{3,10} = -343/3600 \approx -0,095$.



Graf 2. Odhady MSE estimátorů jako v grafu 1, jen je přidána čerchovaná čára zahrnující korekci vychýlení. Jak je vidět, pro korelace ρ menší než cca 0,2 dochází k mírnému zvýšení MSE v porovnání s ρ^* (čárkovaná čára). Je to způsobeno tím, že pro vyšší korelace ρ existuje vyšší vychýlení, které se díky „průměrování“ přenáší i do nižšího pásma. Proto je žádoucí zohledňovat apriorní informaci formou baysovského vychýlení (3.13).

Standardní testování korelace se opírá o její asymptoticky normální rozdělení [3], což snižuje sílu testu hlavně u malých výběrů. V případě navrženého estimátoru ρ^* však lze postupovat jinak: hypotéza o nulové populační korelaci ρ je ekvivalentní hypotéze o nulovém rozptylu náhodné veličiny F v rovnici (3.1). Tu lze testovat z výběru (3.4) F-testem formálně shodným s testem pro jednofaktorovou analýzu rozptylu. Lze ukázat, že při platnosti $H_0: \rho = 0$ má náhodná veličina

$$T = \frac{nT_1}{T_2} \quad (3.14)$$

rozdělení $F(m-1, m(n-1))$. Test tedy využívá statistiky T_1 a T_2 použité pro výpočet ρ^* . Protože test není založen na asymptotických vlastnostech, je vhodný i pro malé výběry. Teoretické odvození silofunkce a analýza síly testu jsou obsaženy v mé disertační práci.

4 Závěr

V článku je navrženo ocenění flexibility jednoduchého energetického kontraktu. Podrobněji je zmíněn portfoliový přístup jako jeden z aspektů ocenění. Prezentované výsledky platí pro objemově homogenní portfolio. Korelace objemových odchylek v portfoliu má za následek existenci nediverzifikovatelného rizika, které ovlivňuje ocenění individuální flexibility. Pro odhad této korelace je v příspěvku navržen estimátor ρ^* . V porovnání s přímým výpočtem průměrné korelace je výpočetně efektivnější a vydatnější pro malé výběry, v jejichž případě lze vydatnost ještě zvýšit zahrnutím bayesovské korekce vychýlení. Test o nulové korelaci se neopírá o asymptotickou distribuci, ale o standardní F-test a je proto silnější, hlavně pro malé výběry. Cílem mého dalšího výzkumu bude mj. zobecnění estimátoru ρ^* uvolněním předpokladu normality a nezávislosti.

Literatura

- [1] Arlt, J., Arltová, M.: *Ekonomické časové řady*. Grada Publishing, Praha 2003.
- [2] Eydeland, A., Wolyniec, K.: *Energy and Power Risk Management: New Developments in Modeling, Pricing and Hedging*. John Wiley & Sons, 2003.
- Hebák, P., Hustopecký, J., Malá I.: *Vícerozměrné statistické metody* (2). INFORMATORIUM s.r.o. 2005.
- [3] Kaminski, V.: *Managing Energy Price Risk: The New Challenges and Solutions, Third Edition*. Incisive Media Investments Limited, 2004.
- [4] Robert, Ch., Casella, G.: *Monte Carlo statistical methods*. New York Springer, c2002.

Summary

Volume Flexibility Pricing in Energy Contracts and its Statistical Aspects

The notion of volume flexibility is explained via example of a simple energy contract. The volume flexibility is alternatively known as swing option. To evaluate this option it is reasonable to distinguish between price- and demand-driven swing. The paper is focused on crucial features of demand-driven swing options. Some of statistical aspects related to the pricing are summarized. As a particular issue the portfolio approach to the pricing is analyzed. In this context an estimator of correlation is proposed which is appropriate also for small samples. The test statistic does not rely on asymptotical distribution like in case of standard correlation testing hence the test power is higher.

Evropa 2020: Výběr metody určení vah pro sestavení kompozitního ukazatele

Lenka Hudrlíková

Doktorandka oboru Statistika

Abstrakt. Kompozitní ukazatele jsou mimo jiné nástrojem mezinárodního srovnávání pro srovnání dle více ukazatelů. Hodnotu kompozitního ukazatele výrazně ovlivňují zvolené váhy jednotlivých ukazatelů. Metody určení vah lze rozdělit do dvou skupin – zda jsou založeny pouze na statistických metodách či zda jsou založeny na názorech a postojích odborníků. Tento článek se zabývá objektivními metodami (metoda stejných vah, metoda hlavních komponent (faktorová analýza) a analýza Benefit of Doubt. Ukazatele Evropa 2020 jsou v současné době sledovanými indikátory, jelikož monitorují cíle Strategie Evropa 2020. Tyto ukazatele byly zvoleny jako základ pro výpočet vah, resp. kompozitních ukazatelů pro 27 členských zemí. Následně bylo provedeno mezinárodní srovnání evropských zemí.

Klíčová slova: kompozitní ukazatel, Evropa 2020, systém vah, agregace

1 Úvod

Evropa 2020 je soustava ukazatelů, jež mají sledovat plnění základních cílů, které si předsevzala Evropská komise ve Strategii pro inteligentní a udržitelný růst podporující začlenění. Ukazatele sledují tři oblasti – ekonomickou, sociální a environmentální. Hlavních ukazatelů je osm [1]:

Míra zaměstnanosti osob ve věku 20-64 let	(EMP)
Hrubé domácí výdaje na výzkum a vývoj jako podíl HDP	(GERD)
Emise skleníkových plynů (základ rok 1999)	(GH)
Podíl obnovitelných zdrojů na hrubé konečné spotřebě energie	(RE)
Energická náročnost ekonomiky	(EN)
Studenti ve věku 18-24 předčasně ukončující docházku	(EL)
Podíl osob ve věku 30-34, kteří úspěšně ukončili terciární vzdělání	(TE)
Podíl osob v populaci na hranici chudoby a sociálního vyloučení	(POV)

Při mezinárodním srovnání zemí podle těchto osmi ukazatelů je potřeba vypořádat se s problémem vícestranného srovnávání. Vzniká tak potřeba vyjádřit tyto ukazatele pomocí jednoho „čísla“. Tím je kompozitní ukazatel, který je vytvořen agregováním dílčích ukazatelů; v tomto případě se jedná o ukazatele Evropa 2020.

Pomocí vícerozměrných statistických metod lze posoudit, zda jsou ukazatele Evropa 2020 vhodné k agregaci a k určení váhového systému. Právě zvolené váhy pro jednotlivé ukazatele a metoda agregace mají zásadní vliv na hodnotu kompozitního ukazatele. Dvěma hlavními přístupy vedoucími k určení vah u kompozitních ukazatelů jsou metody vah založené na statistických metodách a přístup založený na názorech expertů (více v [4]). Pro určení vah v kompozitním ukazateli využíváme pouze informace z dat samotných. Po určení vah následuje srovnání 27 evropských zemí dle hodnot kompozitních ukazatelů spočítaných dle různých metod.

2 Použité metody

Metody používané k určení váhového systému lze rozdělit na metody, jež jsou založeny čistě na statistických metodách a nepotřebují žádnou další informaci (tzv. objektivní metody), druhým typem metod jsou metody vycházející z hodnocení (subjektivní metody). V tomto článku jsou porovnány pouze metody, jež jsou objektivní. Jednotlivé metody jsou představeny v následujících odstavcích.

2.1 Stejně (rovnoměrné) váhy (Equal weighting, EW)

Každému ukazateli je přiřazena stejná váha w_q pro všechny země.

$$w_q = \frac{1}{Q}, \quad (1)$$

kde w_q je váha přiřazená q -tému ukazateli ($q = 1, \dots, Q$).

2.2 Metoda hlavních komponent a faktorová analýza (principal component analysis and factor analysis, PCA and FA)

Model faktorové analýzy lze chápat jako zobecnění modelu komponentní analýzy. Více o těchto vícerozměrných statistických metodách lze najít v literatuře např. [2]. Metody lze využít pro ověření vhodnosti zařazení ukazatelů pomocí posouzení korelační struktury a počtu faktorů. V tabulce 1 lze vidět, že ukazatelé Evropa 2020 nejsou korelovány. Tedy tyto metody nevedou ke značné redukci proměnných v úloze (více v [3]).

Tabulka 1. Korelační matice

	EMP	GERD	GH	RE	EN	EL	TE	POV
EMP	1,000	-0,073	-0,095	-0,457	0,241	-0,037	-0,142	-0,110
GERD	-0,073	1,000	0,018	0,334	-0,115	0,207	-0,058	0,350
GH	-0,095	0,018	1,000	-0,071	0,215	0,240	-0,115	-0,089
RE	-0,457	0,334	-0,071	1,000	-0,373	-0,012	0,184	0,221
EN	0,241	-0,115	0,215	-0,373	1,000	0,190	-0,495	-0,252
EL	-0,037	0,207	0,240	-0,012	0,190	1,000	-0,273	-0,044
TE	-0,142	-0,058	-0,115	0,184	-0,495	-0,273	1,000	0,196
POV	-0,110	0,350	-0,089	0,221	-0,252	-0,044	0,196	1,000

Metodu hlavních komponent a faktorovou analýzu nelze z tohoto považovat za vhodnou. Přesto jsou dále uvedeny výsledky, tedy váhové schéma zjištěné pomocí této metody.

2.3 Agregace u metody EW a PCA (FA)

Pro získání hodnoty kompozitního ukazatele při užití stejných vah i při metodě hlavních komponent (faktorové analýze) je použita nejběžnější metoda lineární agregace (2).

$$CI_c = \sum_{q=1}^Q I_{qc} w_{qc}, \quad (2)$$

kde I_{qc} je dílčí ukazatel a w_{qc} váha pro q tý ukazatel ($q=1,\dots,Q$), a zemi c ($c = 1, \dots, M$).

2.4 Benefit of Doubt analýza (BOD)

Analýza Benefit of Doubt (český překlad není ustanoven) je upravená metoda analýza obalu dat (Data envelopment analysis, DEA) pro využití při konstrukci kompozitních indikátorů. Metoda je založena na výpočtu tzv. hraniční hodnoty pomocí metod lineárního programování. Tato hranice slouží k porovnání, a tedy vyjádření relativní úrovně zemí.

Data je třeba normalizovat pomocí metody min-max. Každá hodnota x_{qc}^t ukazatele q pro zemi c a čas t (zde stále stejný rok 2008) je transformována pomocí vzorce:

$$I_{qc}^t = \frac{x_{qc}^t - \min_c (x_q^t)}{\max_c (x_q^t) - \min_c (x_q^t)}, \quad (3)$$

přičemž všechny hodnoty leží mezi 0 a 1.

U tohoto přístupu není jeden stejný váhový systém pro všechny země. Pro každou zemi jsou používány váhy, jež jsou pro ni „nejvýhodnější“. Tak je zaručeno, že každá země bude na nejlepší možné pozici. S použitím jakéhokoliv jiného váhového systému by relativní pozice země byla horší. Váhy, resp. hodnoty kompozitních ukazatelů, získáme řešením úlohy lineárního programování:

$$CI_c^* = \max \sum_{q=1}^Q I_{qc} w_{qc}, \quad (4)$$

za podmínek

$$\sum_{q=1}^Q I_{qk} w_{qk} \leq 1, \quad (5)$$

$$w_{qk} \geq 0$$

$$\forall k = 1, \dots, M; \forall q = 1, \dots, Q$$

3 Provedené experimenty

Systém vah určený za pomoci metody hlavních komponent v tomto případě vychází z extrakce dle hlavních komponent a bez rotace faktorů. Při použití metody maximální věrohodnosti by váhy mohly být odlišné, stejně tak pokud by došlo k rotaci faktorů. Jelikož, jak bylo výše řečeno, metoda hlavních komponent i faktorová analýza nejsou díky nekorelovanosti příliš vhodné, jsou v tabulce 2 uvedeny pouze váhy určené ze čtyř faktorů (dle analýzy nejvhodnější počet faktorů). V tabulce 2 jsou uvedeny také váhy při užití rovného systému vah. Z věcného hlediska je zajímavé, že váhy nevycházejí pomocí obou metod příliš rozdílně.

Tabulka 2. Porovnání vah dle EW a MHK

	EMP	GERD	GH	RE	EN	EL	TE	POV
EW	0,125	0,125	0,125	0,125	0,125	0,125	0,125	0,125
PCA	0,132	0,129	0,153	0,129	0,111	0,095	0,131	0,121

Srovnání vah získaných pomocí těchto dvou metod není možné porovnat s vahami získanými metodou BOD. Váhy při aplikaci metody BOD je třeba určit pro každou zemi zvlášť. V tabulce 3 jsou hodnoty vah pro jednotlivé země.

Tabulka 3. Váhy a srovnání zemí dle metody BOD

	EMP	GERD	GH	RE	EN	EL	TE	POV
Dánsko	0,000	0,000	0,000	0,000	1,000	0,000	0,000	0,000
Kypr	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	1,000	0,000
Lotyšsko	0,000	0,000	1,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Nizozemsko	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	1,000
Polsko	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	1,000	0,000	0,000
Švédsko	1,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Slovinsko	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,998	0,000	0,006
Itálie	0,000	0,000	0,000	0,000	1,000	0,000	0,000	0,000
Litva	0,000	0,000	0,974	0,000	0,000	0,000	0,072	0,000
Řecko	0,000	0,000	0,000	0,000	1,000	0,000	0,000	0,000
Finsko	0,000	0,958	0,000	0,000	0,000	0,000	0,050	0,000
Estonsko	0,000	0,000	0,971	0,000	0,000	0,000	0,000	0,084
Španělsko	0,000	0,000	0,000	0,000	1,000	0,000	0,000	0,000
Česká rep.	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,057	0,000	0,953
Portugalsko	0,000	0,000	0,000	0,096	0,959	0,000	0,000	0,000
V. Británie	0,000	0,000	0,150	0,000	0,898	0,000	0,000	0,000
Rumunsko	0,000	0,000	0,920	0,000	0,000	0,116	0,000	0,000
Bulharsko	0,000	0,000	0,920	0,000	0,000	0,116	0,000	0,000
Slovensko	0,000	0,000	0,228	0,000	0,000	0,830	0,000	0,000
Rakousko	0,000	0,000	0,000	0,084	0,730	0,290	0,000	0,000
Irsko	0,000	0,000	0,000	0,000	0,643	0,441	0,000	0,000
Německo	0,000	0,045	0,584	0,000	0,548	0,000	0,000	0,000
Lucembursko	0,000	0,000	0,030	0,000	0,384	0,000	0,000	0,628
Malta	0,000	0,000	0,000	0,000	0,400	0,000	0,000	0,633
Francie	0,000	0,000	0,247	0,000	0,376	0,565	0,000	0,000
Belgie	0,000	0,000	0,247	0,000	0,376	0,565	0,000	0,000
Maďarsko	0,000	0,000	0,247	0,000	0,376	0,565	0,000	0,000

Hlavní nevýhodou této metody je, že bez stanovení minimálního a maximálního podílu ukazatele v kompozitu, je celá váha přiřazena ukazateli, v němž je daná země „nejsilnější“. Jak lze vidět v tabulce 3, v několika případech je u zemí váha jednoho ukazatele 1. Řešením tohoto problému je určení mezí, v nichž se musí nacházet hodnota váhy každého ukazatele. To však již přináší subjektivní prvek, jelikož hranice musí být určeny např. odbornou veřejností.

Tyto výsledky ukazují, u kterého ukazatele je která země „silná“. V případě České republiky je to oblast sociální – ukazatel podíl osob v populaci žijících na hranici chudoby a sociálního vyloučení (POV).

Hodnoty kompozitních ukazatelů pro jednotlivé země jsou uvedeny v tabulce 4. Jako hraniční hodnota je chápána hodnota 1. U metody BOD má kompozit roven hodnotě jedna šest států. To jsou státy, jež mají nejlepší

hodnotu alespoň jednoho dílčího ukazatele. Tato metoda tedy bude poskytovat využitelné výsledky pouze při stanovení mezí podílu jednoho ukazatele v kompozitu.

Tabulka 4. Srovnání zemí dle různých metod a hodnoty kompozitních ukazatelů.

	EW	EW-CI	PCA	PCA-CI	BOD	BOD-CI
Švédsko	1	0,91	1	0,91	1	1,00
Finsko	2	0,84	2	0,83	11	0,91
Dánsko	3	0,81	3	0,80	1	1,00
Rakousko	4	0,69	5	0,67	20	0,59
Nizozemsko	5	0,69	4	0,68	1	1,00
Francie	6	0,66	7	0,65	25	0,43
Německo	7	0,66	6	0,66	22	0,55
Slovinsko	8	0,63	10	0,61	7	0,99
Estonsko	9	0,63	8	0,63	12	0,91
Lucembursko	10	0,62	12	0,61	23	0,53
Belgie	11	0,62	11	0,61	26	0,42
Irsko	12	0,62	14	0,60	21	0,57
V. Británie	13	0,62	9	0,61	16	0,81
Litva	14	0,61	13	0,60	9	0,92
Lotyšsko	15	0,58	15	0,59	1	1,00
Česká rep.	16	0,55	16	0,53	14	0,90
Kypr	17	0,53	17	0,51	1	1,00
Španělsko	18	0,49	18	0,48	13	0,91
Slovensko	19	0,47	20	0,46	19	0,71
Portugalsko	20	0,47	19	0,47	15	0,84
Polsko	21	0,46	21	0,45	1	1,00
Řecko	22	0,44	22	0,42	10	0,92
Itálie	23	0,43	23	0,42	8	0,95
Maďarsko	24	0,43	24	0,41	27	0,4
Bulharsko	25	0,37	25	0,37	18	0,75
Rumunsko	26	0,34	26	0,34	17	0,77
Malta	27	0,28	27	0,28	24	0,48

Jelikož váhy dle metody stejných vah i dle metody hlavních komponent nebyly příliš rozdílné, ani pořadí zemí není tak rozdílné jako v případě BOD přístupu. Dle srovnání zemí na prvním místě dle všech metod je Švédsko. Česká republika na 16., resp. 14 místě také výrazně nemění svoji pozici. Některé hodnoty získané BOD analýzou však přinášejí velké rozdíly v pořadí zemí oproti prvním dvěma metodám.

4 Závěr

Všechny uvedené metody pro stanovení vah mají určité výhody a nevýhody. V případě, že je silný věcný podklad dílčích ukazatelů, mohou tyto metody být užitečné. U ukazatelů Evropa 2020 je možné hovořit o dobře definovaném souboru ukazatelů. Přesto analýza ukázala, že pro lepší posouzení určení vah je třeba přistoupit i k metodám založeným na postojích odborníků či veřejnosti. Zároveň je třeba při rozpracování tématu v budoucnu prověřit i další metody agregace, zejména se pokusit vypořádat s problémem zastupitelnosti hodnoty určitého ukazatele jinými, a provést citlivostní analýzu.

Poděkování

Příspěvek je zpracován jako součást výzkumného projektu IGA č. F4/19/2011 “Jednofaktorová a vícefaktorová produktivita v kontextu meziodvětvových tabulek a kompozitních indikátorů”.

Literatura

- [1] Eurostat. Europe 2020, Dostupný z WWW:
http://epp.eurostat.ec.europa.eu/portal/page/portal/europe_2020_indicators/headline_indicators
- [2] Heblák P. a kol.: *Vícerozměrné statistické metody* (3). Praha: Informatorium, 2007. 271 s. ISBN 80-7333-039-3.

- [3] Hudrlíková L.: *Indikátory Evropa 2020 a možnosti redukce proměnných*. Forum Statisticum Slovaca, 2010, roč. VI, č. 5, s. 69–73. ISSN 1336-7420.
- [4] OECD. *Handbook on Constructing Composite Indicators*. Methodology and User Guide. Paris: Organisation for Economic Co-operation and Development, 2008. 158 s. ISBN 978-92-64-04345-9.

Summary

Europe 2020: Selection of Methods of Setting Weights to Construct Composite Indicator

Composite indicators are the way how to deal with multi-dimensional approach in comparison of countries performance. One of the steps in building composite indicators is weighting and aggregation. Weighting scheme has a heavy influence on composite indicators. The paper is focus just on different weighting methods based on statistical models i.e. Equal weighting, Principal component analysis (Factor analysis) and Benefit of doubt approach. There is no subjective element, no additional information, no opinions of experts or policymakers. Weights are calculated for Europe 2020 indicators which are used to monitoring EU headline targets in A strategy for smart, sustainable and inclusive growth.

Weights obtained by applying EW and PCA (FA) are quite similar. But BOD approach gives different results. It is caused by no boundaries for each sub-indicator. If there is min-max contribution of one sub-indicators, results will be utterly different. On the other hand, boundaries have to be set up by experts, policymakers, researchers or public. Simply the method is no longer based only on objective information but is changed to subjective one. Subjective methods of setting weight are planned for the future work; as well as another aggregation methods and uncertainty and sensitivity analysis.

Předpovědi v FMCG firmách

Jana Kolářová

Doktorandka oboru Statistika

Abstrakt. V FMCG (*Fast Moving Consumer Goods*) neboli rychloobrátkových firmách jsou důležití lidé, technologie a informace, které se zapojují do pohybu výrobku nebo služby od dodavatele k zákazníkovi. V FMCG firmách je předpovídání (forecastování) velmi důležitým obchodním procesem, který musí být schopen reagovat na rychle rostoucí spotřebu služeb a zboží. Na rychlém a přesném předpovídání závisí výkonnost firmy a její pozice na trhu. Výnosy a náklady výrobních prostředků jsou ovlivněny kvalitou, včasností a přesností předpovídání. U FMCG firem se setkáváme s různými metodami předpovídání.

Klíčová slova: FMCG, Holt-Winter Model, Forecastig

1 Úvod

U kvantitativních metod předpovědí, založených na časových řadách, předpokládáme, že budoucí chování lze obtížně předvídat pomocí deterministických funkcí, využitelnější jsou adaptivní metody a metody založené na stochastických procesech. Mezi nejznámější patří jednoduchý a klouzavý průměr, exponenciální vyrovnávání a Box-Jenkinsova metodologie.

V článku jsme se pokusili předpovědět tržby pro FMCG firmu pomocí Wintersova modelu. Tento výpočet by měl sloužit k upřesnění vývoje firmy na dalších 6 měsíců. Předpovídání v FMCG pro firmy může být na roční, kvartální, měsíční nebo denní bázi. Zvolili jsme data měsíční, která nejlépe vystihují chování firmy. Tato data byla očištěna o promo akce, které probíhaly v průběhu roku. Tyto akce jsou velmi náhodné a nedá se vysledovat jejich pravidelnost nebo sezónnost. Předpověď musí být schopna ošetřit sezónní výkyvy, ale také reagovat na extrémní situace, jako je např. porucha výrobního stroje. Předpověď, kterou tvoří statistický software, je ručně upravena, než se dostane do finální fáze. Různé metody předpovídání nemůžou předpokládat, že se firma rozhodne prodávat určitý výrobek v promo akcích nebo výrobky stáhnout z trhu. Předpovědní metody pouze navrhuji, jak by daná předpověď mohla vypadat za určitých podmínek.

2 Wintersův model

Jeden z nejpoužívanějších předpovědních modelů byl vyvinut v roce 1960. Bylo to lineární exponenciální vyrovnání Charlese C. Holta, které odhaduje v čase t parametry podle rekurentních vztahů

$$\hat{\beta}_{0,t} = \alpha y_t + (1 - \alpha)(\hat{\beta}_{0,t-1} + \hat{\beta}_{1,t-1}), \quad (1)$$

$$\hat{\beta}_{1,t} = \beta(\hat{\beta}_{0,t} - \hat{\beta}_{0,t-1}) + (1 - \beta)\hat{\beta}_{1,t-1}, \quad (2)$$

kde $\hat{\beta}_{0,t}$ je odhad úrovně lineárního trendu v čase t , $\hat{\beta}_{1,t}$ je odhad směrnice lineárního trendu v čase t , $\hat{\beta}_{0,t-1}$ je odhad úrovně lineárního trendu v čase $t-1$, $\hat{\beta}_{1,t-1}$ je odhad směrnice lineárního trendu v čase $t-1$.

Tento model byl rozšířen Petr R. Wintersem. Model zachycuje sezónnost na základě tří vyrovnávacích rovnic (vyrovnání úrovně, vyrovnání sezónnosti, vyrovnání trendů). Holtův-Wintersův model tvoří rovnice:

$$\hat{U}_t = \alpha(y_t / \hat{S}_{t-s}) + (1 - \alpha)(\hat{U}_{t-1} + \hat{T}_{t-1}), \quad (3)$$

$$\hat{T}_t = \beta(\hat{U}_t - \hat{U}_{t-1}) + (1 - \beta)\hat{T}_{t-1}, \quad (4)$$

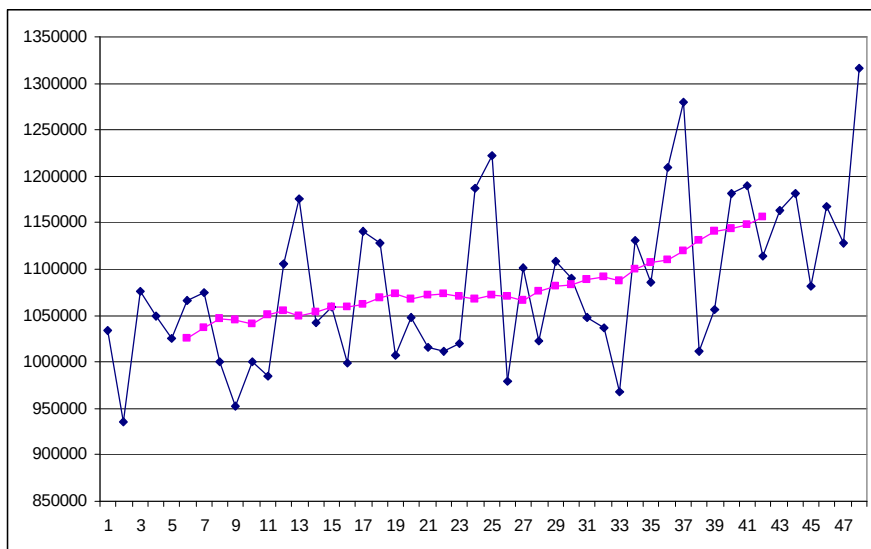
$$\hat{S}_t = \gamma(y_t / \hat{U}_t) + (1 - \gamma)\hat{S}_{t-s}, \quad (5)$$

kde $\hat{U}_t$ je odhad úrovně lineárního trendu v čase t , $\hat{T}_t$ odhad směrnice lineárního trendu v čase t , y_t hodnota časové řady v čase t , $\hat{U}_{t-1}$ odhad úrovně lineárního trendu v čase $t-1$, $\hat{T}_{t-1}$ odhad směrnice lineárního trendu v čase $t-1$, $\hat{S}_{t-s}$ odhad sezónního výkyvu v čase $t-s$.

3 Výsledky Holt-Wintersovy metody

Jako vstupní data pro model jsme použili čisté tržby v € od roku 2007 do první poloviny roku 2010. Finanční data mají nejlepší vypovídající hodnotu. Je třeba vést v patrnosti, že oproti údajům o prodeji mají přibližně měsíční zpoždění. Ten je způsoben splatností faktur, která může činit až 60 dní. To znamená, že sezónní výkyvy se v časové řadě objevují s tímto zpožděním.

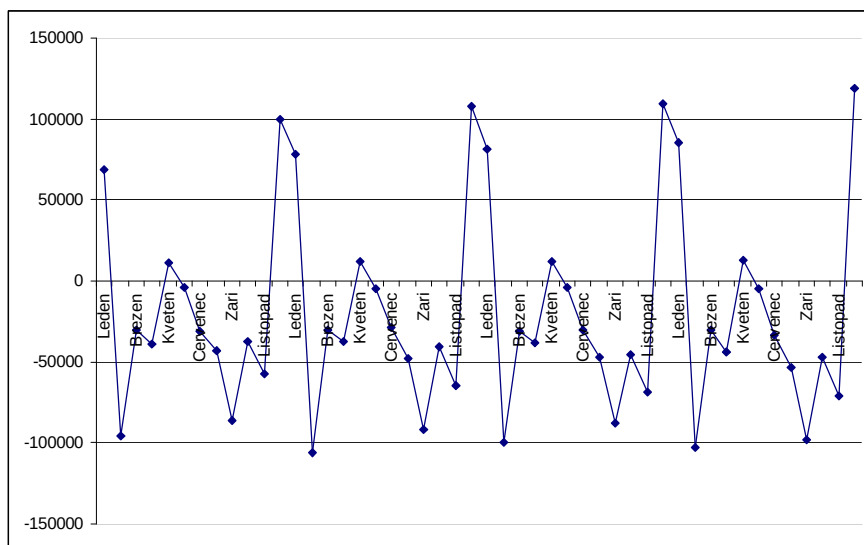
Pokud se podíváme na trendovou funkci, ta má rostoucí tendenci, což naznačuje růst firmy po finanční stránce. Na dnešním trhu je tento jev standardní. Firmy se pokoušejí maximalizovat svůj zisk a minimalizovat náklady. Graf vyjadřující trend si můžeme prohlédnout níže.



Obrázek 1. Čisté tržby za roky 2007-2010

Mezi roky 2008 a 2009 není rostoucí trend příliš zřetelný. Tržby stouply o pouhé dvě procenta. Tento pomalý vzestup byl zapříčiněn restrukturalizací firmy a příchodem nových odchodních zástupců a vedoucích pracovníků.

Při pohledu na sezónní index můžeme říci, že největší tržby má firma v prosinci a lednu. Vliv sezónnosti je zde znatelný. Pokud bychom se dívali na prodej za stejné období, tak by vykazoval mnohem nižší hodnoty. To je zapříčiněno zmíněnou dobou splatnosti faktur. Ve skutečnosti je období největších prodejů od poloviny listopadu do poloviny prosince, kdy se supermarkety a hypermarkety předzásobují před Vánoci. Na graf který ukazuje sezónnost se můžeme podívat níže.



Obrázek 2. Sezónnost za roky 2007-2010

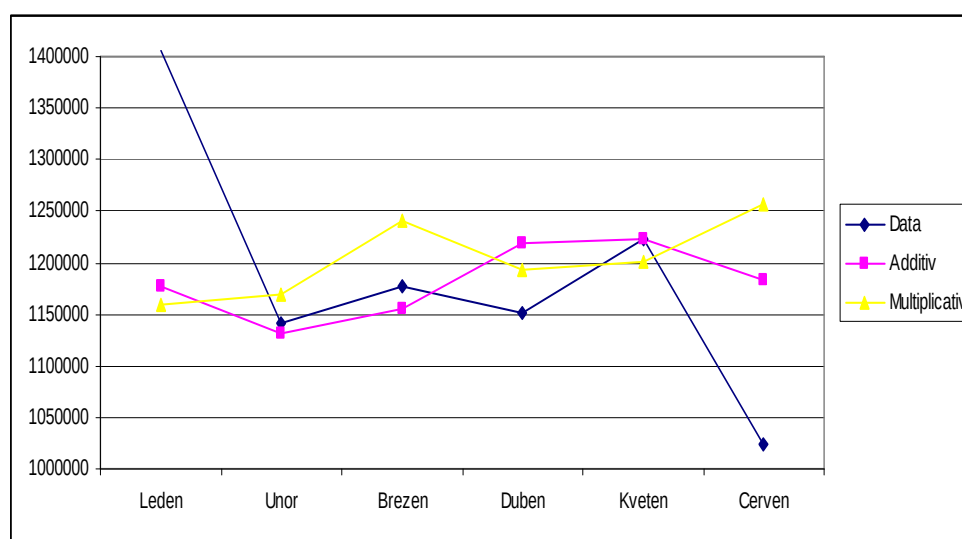
Pro určení jestli použít aditivní nebo multiplikativní model jsme použili ukazatele ME a MAPE a odhady vyrovnávacích konstant pro oba modely.

Pro aditivní model jsme vypočítali hodnoty konstanty pro (α) 0,0064, (β) 1,0 a (γ) je rovno hodnotě 0,1590. Pro multiplikativní model jsou hodnoty (α) 0,0755, (β) 1,0 a (γ) 0,204.

Pro aditivní model jsme vypočítali hodnotu ME 1,72 a pro multiplikativní model 0,04.

Dále jsme vypočítali průměrnou absolutní procentuální odchylku odhadu. Tato odchylka je v praxi hojně používána. Zjišťuje odchylku od předpovědi a pro managery má velkou vypovídající hodnotu, protože je počítána po jednotlivých výrobcích. Velkou nevýhodou je, že pokud se jeden výrobek znatelně odchýlí od předpovědi, tak celá hodnota MAPE je zkreslena. V našem případě je odchylka MAPE pro aditivní model 6,04% a multiplikativní model 7,25%.

Údaje z roku 2010 byly použity pro přesné srovnání předpovědí, které lze vidět na Obrázku č. 3.



Obrázek 3. Chování Holt-Wintersova modelu při známých datech

Tabulka č. 1, kterou můžeme vidět níže, ukazuje výsledky získané pomocí Wintersovy metody.

Tabulka 1. Aditivní a Multiplikativní model předpovědi Holt-Wintersovy metody

	Aditivní model				Multiplikativní model		
	Porovnávaná data	Předpokládaná data	Error	%Abs Error	Předpokládaná data	Error	%Abs Error
Leden	1406290	1177873	118,4	16,24	1159309	246,98	17,56
Únor	1142125	1131182	10,94	0,96	1169871	27,746	2,43
Březen	1177625	1155617	22,01	1,87	1240644	63,019	5,35
Duben	1151626	1218342	-66,8	5,8	1192540	40,975	3,56
Květen	1223095	1222148	946	0,8	1200943	22,151	1,81
Červen	1023630	1183176	-160	15,64	1257239	233,61	22,82

4 Závěr

Porovnávali jsme dva modely, aditivní a multiplikativní, na základě ME a testovali, který model bude vhodnější pro předpovídání. Na základě výsledků, které vyplynuly ze statistických výpočtů, můžeme říci, že vhodnější model je aditivní. Holt-Wintersův model patří mezi jeden z nejpopulárnějších předpovědních modelů a byl by naší první volbou pro vytváření předpovědí. V této době již nicméně existují nástroje, kterými se předpovědní program učí z vlastních chyb a je schopen přepínat mezi jednotlivými modely automaticky – to znamená, že můžeme pro předpověď na každou kategorii výrobků použít jiný statistický model. Pro výrobky ve stejné

kategorii se nedoporučuje používat různé metody předpovídání z důvodu porovnatelnosti. Pro firmu je velmi důležité vybrat správnou metodu předpovídání a podpořit tak svoji pozici na trhu.

Ani trh s rychloobrátkovým zbožím nebyl ušetřen dopadů hospodářského poklesu. Podle výzkumu společnosti Nielsen nárůst objemu prodeje FMCG zboží totiž v prvních čtyřech měsících značně zpomalil a v březnu a dubnu byl objem prodeje v KČ dokonce nižší než ve stejném období před rokem. „V roce 2010 byl meziroční nárůst prodejů v FMCG tažen zejména zvýšením průměrné ceny potravin. Nezaznamenali jsme trvalejší nárůst v objemu prodejů,“ řekla Lucie Hrušová, client service director společnosti.

Literatura

- [1] Huang,G.,Lua,J. and Mak,K.: *The impacts of sharing production information supply chain dynamic:a revie of the literature*,*Internation Jurnal of Production Research* 41(7),1483-1517, 2003.
- [2] Yaffee, R. A. & McGee, M: *An international to time series analysis and forecasting with application of SAS and SPSS: Burling Academic Press, 2000*
- [3] Marek, L.,a kolektiv .: *Statistika pro ekonomy aplikace*:Professional Publishing Praha 2007
- [4] Arlt, J.,Arltová,M.,Rublíková,,E.:*Analýza ekonomických časových řad s příklady*: Praha 2002
- [5] Šusta, M.: *Modelování a simulace* [online]. 15.2.2006 [cit. 2010-01-10]. Dostupný z WWW: <http://www.e-profess.cz/data/art/Modelovani_a_simulace.pdf>.

Summary

Forecasting in the FMCG companies

The most important elements in FMCG (Fast Moving Consumer Goods) companies which participace in the movement of product or service from supplier to customer are human resources, technology and information. Forecasting is highly important business process in FMCG as well. It has to be able to respond to the rapidly increasing consumption of goods and services. The company's performance and market position depends on how fast and accurate this process is. Moreover, the quality and timeliness of forecasting affects directly the income and expenses of the means of production. Various methods of forecasting could be identified among FMCG companies.

Vícestavová analýza nezaměstnanosti a další statistické metody pro modelování nezaměstnanosti

Martina Miskolczi

Doktorandka oboru Statistika

Abstrakt. Článek se zabývá představením statistických metod, které budou použity při analýze nezaměstnanosti a trhu práce, zaměřeným na Českou republiku. Zejména se jedná o využití vícestavové analýzy nezaměstnanosti, regresní modely, simultánní modely a analýzu časových řad. Cílem práce je vyhodnotit, které metody jsou pro modelování nezaměstnanosti a predikci jejího vývoje, případně pro další charakteristiky trhu práce, použitelné, jaké mají možnosti a omezení.

Klíčová slova: vícestavová analýza, regresní analýza, simultánní model, nezaměstnanost, trh práce

1 Úvod

Ukazatele zaměstnanosti a nezaměstnanosti ukazují rovnováhu sil na trhu práce. Patří mezi sledované makroekonomické indikátory, protože ovlivňují (a jsou ovlivňovány) výkonem ekonomiky, zároveň jsou důležitým faktorem pro sociální a politickou stabilitu.

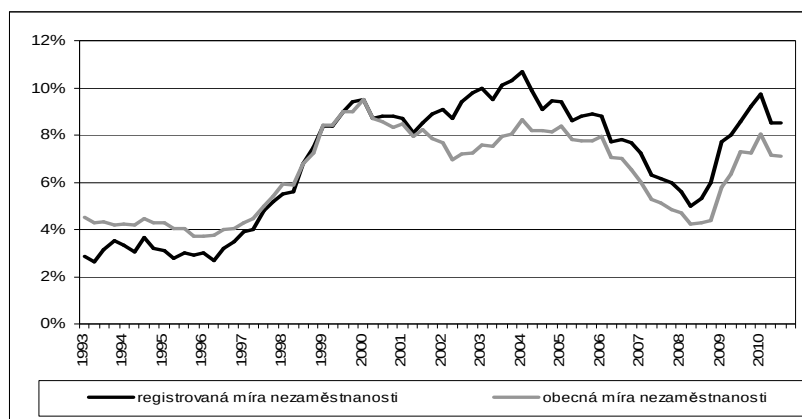
V práci jsou uvedeny první výsledky použití různých statistických metod, které budou představeny v dizertační práci „Vícestavová analýza nezaměstnanosti a další statistické metody pro modelování nezaměstnanosti“. Jejím cílem je využít různé statistické a demografické přístupy k analýze, modelování a predikci nezaměstnanosti aplikované na data za Českou republiku od poloviny 90. letech 20. století. Výsledkem bude porovnání kvality statistických modelů a kvality předpovědí a zejména zhodnocení použitelnosti různých statistických přístupů.

2 Použité metody

Pro měření a sledování nezaměstnanosti se používá poměrový ukazatel míra nezaměstnanosti. Míra nezaměstnanosti v České republice se měří dvěma způsoby:

- Okresní úřady práce (ÚP) registrují uchazeče o zaměstnání podle bydliště a měsíční souhrny jsou až po úroveň obcí s rozšířenou pravomocí publikovány Ministerstvem práce a sociální věci České republiky (MPSV ČR). *Registrovaná míra nezaměstnanosti* se počítá jako podíl počtu dostupných uchazečů o zaměstnání evidovaných na ÚP (to jsou ti uchazeči, kteří mohou bezprostředně nastoupit do nového zaměstnání při nabídce vhodného pracovního místa) a pracovní síly (tj. celkový počet zaměstnaných v národním hospodářství včetně pracujících cizinců + počet registrovaných dosažitelných uchazečů o zaměstnání). Do června 2004 se v čitateli uváděl počet všech registrovaných uchazečů o zaměstnání, což neodpovídalo plně doporučením ILO a Eurostatu a výsledná míra nezaměstnanosti bylo o zhruba jeden procentní bod vyšší. Ve jmenovateli se pracovní síla počítá na základě klouzavého průměru za poslední čtyři čtvrtletí, respektive za posledních dvanáct měsíců).
- Český statistický úřad provádí periodické čtvrtletní Výběrové šetření pracovních sil (VŠPS) na vzorku 0,6 % trvale obydlených bytů, které postihuje více než 50 tisíc osob 15ti letých a starších. (Metodické popisy ukazatelů VŠPS, 2010). Respektuje při tom definice ILO a doporučení Eurostatu. Zjišťuje charakteristiky ekonomické aktivity a neaktivity (aktuální strukturu zaměstnanosti podle pohlaví, věku a kvalifikace, odvětví, charakteru zaměstnání, podzaměstnanost, souběhu zaměstnání, mobilitě pracovních sil; strukturu nezaměstnanosti z hlediska sociálního, profesního, kvalifikačního, délky trvání nezaměstnanosti) a další ad-hoc moduly. Výsledky výběrového šetření se převažují na celkovou populaci ČR podle statistik obyvatelstva a salda migrace a prezentují se jako průměrné údaje za hodnocené čtvrtletí. Zde zjištěný podíl nezaměstnaných z úhrnu ekonomicky aktivního obyvatelstva (ve jmenovateli jsou zaměstnaní a nezaměstnaní) se nazývá *obecná míra nezaměstnanosti*.

Obě metody poskytují rozdílné výsledky, které vyplývají z toho, že existují jednak osoby, které se registrují na úřadu práce s cílem získat podporu v nezaměstnanosti, aniž práci skutečně hledají (buď pracují neoficiálně, nebo nemají zájem pracovat), jednak skupiny osob, které se neregistrují, ačkoliv práci chtějí. Hlavní rozdíl plyne z rozdílné definice zaměstnané a nezaměstnané osoby.

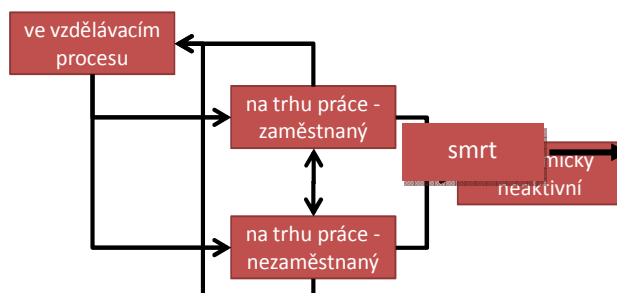


Obrázek 1. Porovnání míry nezaměstnanosti registrované a obecné (ČR, 1.čtvrtletí 1993 – 4.čtvrtletí 2010). Zdroj: MPSV ČR, VŠPS

3 Provedené experimenty

3.1 Vícetavová analýza nezaměstnanosti

Vícetavová analýza nezaměstnanosti vychází z principů vícetavové demografie, rozvinuté a aplikované od 70. let 20. století zejména A. Rogersem a F. Willekenssem, v demografii F. Koschinem. Pro tuto metodu je potřeba navrhnout model stavů, možnosti přechodů mezi nimi a odhadnout intenzity pravděpodobností přechodu.



Obrázek 2. Návrh vícetavového modelu trhu práce. Zdroj: vlastní návrh

Použití metody naráží na dostupnost dat o individuálních kariérách osob na trhu práce a nutností použít podstatná zjednodušení, týkající se stejnorodosti chování ekonomicky aktivních a neaktivních osob na trhu práce. Zejména jako veliký problém se ukazují návraty do vzdělávacího procesu ze zaměstnání, případně ze stavu nezaměstnanosti, a opětovný návrat na trh práce, které jsou v podstatě nezachytitelné ve veřejně publikovaných datech.

Dále platí, že ani stav ekonomické neaktivity není absorpční. Za absorpční stav lze považovat smrt subjektu.

3.2 Korelační analýza

Mezi indikátory, které připadají v úvahu z pohledu makroekonomického, tedy sada makroekonomických veličin, existuje vysoký stupeň lineární těsnosti, tj. vysoký korelační koeficient. Tento fakt následně komplikuje výběr proměnných do modelů. Následující korelační matice ukazuje korelační koeficienty mezi proměnnými:

- y_1 počet zaměstnaných [tis.]
- y_2 počet nezaměstnaných [tis.]
- y_3 počet ekonomicky aktivních [tis.]
- x_1 jednotkový vektor
- x_2 míra nezaměstnanosti %]
- x_3 HDP ve stálých cenách, sezónně očištěno [mld.Kč]
- x_4 výdaje na konečnou spotřebu - domácnosti [mld.Kč]
- x_5 výdaje na konečnou spotřebu - vláda [mld.Kč]
- x_6 tvorba hrubého kapitálu [mld.Kč]
- x_7 saldo zahraničního obchodu [mld.Kč]

- x_8 export [mld.Kč]
 x_9 import [mld.Kč]
 x_{10} inflace [%]
 x_{11} průměrná hrubá měsíční mzda na přepočtené osoby [tis.Kč]
 x_{12} HDP ve stálých cenách, sezónně očištěno (t-1) [mld.Kč]
 x_{13} Počet zaměstnaných (t-1) [tis.]
 x_{14} Počet nezaměstnaných (t-1) [tis.]
 x_{15} tempo růstu reálného HDP (vůči předchozímu čtvrtletí) [%]

Tabulka 1. Korelační matice

	y1	y2	y3	x2	x3	x4	x5	x6	x7	x8	x9	x10	x11	x12	x13	x14	x15
y1	1.0000	-0.8993	0.8229	-0.9193	0.9452	0.9226	0.8751	0.7488	0.7741	0.8814	0.8833	0.5303	0.8913	0.9557	0.9573	-0.9052	-0.4453
y2	-0.8993	1.0000	-0.4915	0.9988	-0.7881	-0.7074	-0.6179	-0.8344	-0.6342	-0.8127	-0.8355	-0.6762	-0.6575	-0.7862	-0.8374	0.9350	0.2897
y3	0.8229	-0.4915	1.0000	-0.5328	0.8582	0.9180	0.9397	0.4071	0.7175	0.6993	0.6733	0.1774	0.9206	0.8814	0.8183	-0.5877	-0.5104
x2	-0.9193	0.9988	-0.5328	1.0000	-0.8138	-0.7381	-0.6526	-0.8340	-0.6570	-0.8296	-0.8503	-0.6660	-0.6894	-0.8129	-0.8584	0.9400	0.3078
x3	0.9452	-0.7881	0.8582	-0.8138	1.0000	0.9596	0.9313	0.7510	0.8804	0.9424	0.9304	0.5182	0.9073	0.9935	0.9037	-0.7865	-0.3305
x4	0.9226	-0.7074	0.9180	-0.7381	0.9596	1.0000	0.9712	0.6021	0.7667	0.8289	0.8203	0.3714	0.9338	0.9703	0.9279	-0.7782	-0.4458
x5	0.8751	-0.6179	0.9397	-0.6526	0.9313	0.9712	1.0000	0.5084	0.7739	0.7860	0.7654	0.2774	0.9015	0.9381	0.8778	-0.6875	-0.4011
x6	0.7488	-0.8344	0.4071	-0.8340	0.7510	0.6021	0.5084	1.0000	0.5929	0.8271	0.8643	0.6316	0.5787	0.7383	0.6503	-0.7229	-0.2065
x7	0.7741	-0.6342	0.7175	-0.6570	0.8804	0.7667	0.7739	0.5929	1.0000	0.9091	0.8575	0.5864	0.7469	0.8446	0.6947	-0.5642	-0.0498
x8	0.8814	-0.8127	0.6993	-0.8296	0.9424	0.8289	0.7860	0.8271	0.9091	1.0000	0.9939	0.6813	0.8086	0.9164	0.7893	-0.7247	-0.1702
x9	0.8833	-0.8355	0.6733	-0.8503	0.9304	0.8203	0.7654	0.8643	0.8575	0.9939	1.0000	0.6858	0.8005	0.9077	0.7906	-0.7454	-0.1971
x10	0.5303	-0.6762	0.1774	-0.6660	0.5182	0.3714	0.2774	0.6316	0.5864	0.6813	0.6858	1.0000	0.3740	0.4969	0.4410	-0.5656	-0.0561
x11	0.8913	-0.6575	0.9206	-0.6894	0.9073	0.9338	0.9015	0.5787	0.7469	0.8086	0.8005	0.3740	1.0000	0.9263	0.8497	-0.6823	-0.5050
x12	0.9557	-0.7862	0.8814	-0.8129	0.9935	0.9703	0.9381	0.7383	0.8446	0.9164	0.9077	0.4969	0.9263	1.0000	0.9162	-0.8004	-0.4348
x13	0.9573	-0.8374	0.8183	-0.8584	0.9037	0.9279	0.8778	0.6503	0.6947	0.7893	0.7906	0.4410	0.8497	0.9162	1.0000	-0.9276	-0.4276
x14	-0.9052	0.9350	-0.5877	0.9400	-0.7865	-0.7782	-0.6875	-0.7229	-0.5642	-0.7247	-0.7454	-0.5656	-0.6823	-0.8004	-0.9276	1.0000	0.3995
x15	-0.4453	0.2897	-0.5104	0.3078	-0.3305	-0.4458	-0.4011	-0.2065	-0.0498	-0.1702	-0.1971	-0.0561	-0.5050	-0.4348	-0.4276	0.3995	1.0000

Zdroj: vlastní výpočet

3.3 Lineární regresní model

Pro účely jednoduché lineární analýzy byl navržen model vícenásobné lineární regrese. Korelační analýza však limituje použití různých žádoucích kombinací vysvětlujících proměnných.

Návrh lineárního regresního modelu s konstantou a náhodnou složkou:

$$y_t = \beta_1 x_{1t} + \beta_{10} x_{10,t} + \beta_{11} x_{11,t} + \beta_{15} x_{15,t} + u_t \quad (1)$$

Odhad metodou nejmenších čtverců:

$$y_t = 634,196 - 18,857 x_{10,t} - 11,923 x_{11,t} + 1,483 x_{15,t} \quad (2)$$

Ekonomická verifikace

- Jestliže vzroste inflace o 1 procentní bod, pak se počet nezaměstnaných sníží o 18857 osob. Očekávání, že při růstu inflace nezaměstnanost klesá, se potvrdila.
- Jestliže vzroste průměrná hrubá měsíční mzda o 1 tisíc Kč, pak se počet nezaměstnaných sníží o 11923 osob. I zde se potvrdilo očekávání, že při růstu mzdy klesá nezaměstnanost.
- Jestliže vzroste mezičtvrtletní tempo růstu HDP o 1 procentní bod, pak se počet nezaměstnaných sníží o 1483 osob. Očekávání, že při růstu tempa růstu HDP se nezaměstnanost sníží, se nepotvrdila.

Statistická verifikace

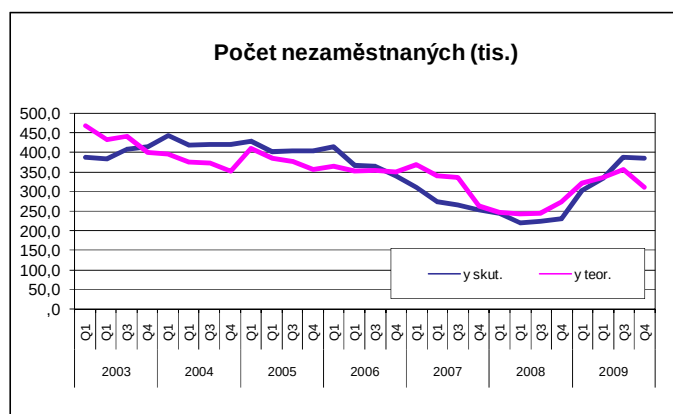
Jednotlivé t-testy pro všechny odhady ukazují, že konstanta, inflace a mzdy jsou statisticky významné na hladině významnosti $\alpha = 0,05$. Naopak parametr pro mezičtvrtletní míru růstu HDP není statisticky významný regresní parametr.

Tabulka 2. Statistická verifikace v modelu lineární regrese

proměnná	odhad	směrodatná odchylka	t-value	kritická hodnota	
x_1	634,196	81,415	7,790	2,064	**
x_{10}	-18,857	4,938	3,819		**
x_{11}	-11,923	4,041	2,950		*
x_{15}	1,483	6,336	0,234		

Koeficient determinace je $R^2 = 64,84\%$. Ukazuje, že 64,84% variability vysvětlované proměnné je vysvětleno navrženým a odhadnutým modelem a změnami vysvětlujících proměnných.

Durbin-Watsonův test na autokorelaci reziduí 1.řádu je $DW = 0,413$. Tato hodnota ukazuje, že v modelu zůstala statisticky významná autokorelace reziduí 1.řádu. Systematickou složku lze odstranit doplněním např. zpožděné proměnné.



Obrázek 3. Porovnání skutečných a teoretických hodnot počtu nezaměstnaných (ČR 1.čtvrtletí 1993 – 4.čtvrtletí 2009). Zdroj: VŠPS

3.4 Simultánní ekonometrický model

Z navrženého rozsáhlého třírovnicevého simultánního ekonometrického modelu byla vzhledem k hrozbě multikolinearity a možného znehodnocení výsledků vyloučena velká řada zařazených predeterminovaných proměnných. Nakonec byl *dvoustupňovou metodou nejmenších čtverců* odhadnut model, který obsahuje tři rovnice, z čehož první a druhá rovnice jsou stochastické a třetí rovnice identita. První dvě rovnice jsou neidentifikované.

$$\begin{aligned}
 y_{1t} &= \beta_{12}y_{2t} + \gamma_{11}x_{1t} + \gamma_{16}x_{6t} + \gamma_{18}x_{8t} + \gamma_{1,11}x_{11t} + \gamma_{1,13}x_{13,t} + \gamma_{1,15}x_{15,t} + u_{1t} \\
 y_{2t} &= \beta_{21}y_{1t} + \gamma_{21}x_{1t} + \gamma_{2,10}x_{10,t} + \gamma_{2,11}x_{11,t} + \gamma_{2,13}x_{13,t} + \gamma_{2,14}x_{14,t} + \gamma_{2,15}x_{15,t} + u_{2t} \\
 y_{3t} &= y_{1t} + y_{2t}
 \end{aligned} \quad (3)$$

$$\begin{aligned}
 y_{1t} &= -0,426y_{2t} + 2896,737x_{1t} - 0,179x_{6t} + 0,197x_{8t} + 7,782x_{11,t} + 0,386x_{13,t} - 5,116x_{15,t} + u_{1t} \\
 y_{2t} &= -0,706y_{1t} + 653,565x_{1t} - 1,954x_{10,t} + 3,119x_{11,t} + 0,571x_{13,t} + 0,856x_{14,t} - 4,690x_{15,t} + u_{2t} \\
 y_{3t} &= y_{1t} + y_{2t}
 \end{aligned} \quad (4)$$

Ekonomická verifikace 1.rovnice

- Jestliže vzroste počet nezaměstnaných o 1 tisíc, pak se počet zaměstnaných sníží o 426. (předpoklad potvrzen)
- Jestliže vzroste hrubá tvorba kapitálu (tj. investice) o 1 mld.Kč, pak se počet zaměstnaných sníží o 179. (předpoklad nepotvrzen)
- Jestliže vzroste export o 1 mld.Kč, pak se počet zaměstnaných zvýší o 197. (předpoklad potvrzen)
- Jestliže vzroste průměrná hrubá měsíční mzda o 1 tis.Kč, pak se počet zaměstnaných zvýší o 7782. (předpoklad potvrzen)

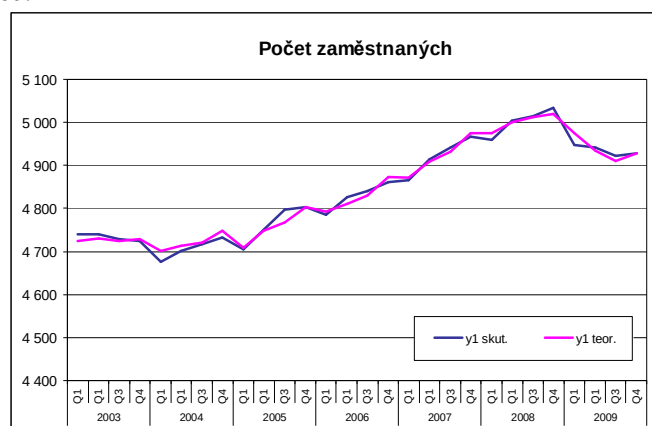
- Kdyby byl hypoteticky počet zaměstnaných v minulém čtvrtletí o 1 tisíc vyšší, byl by současný počet zaměstnaných vyšší o 386. (předpoklad potvrzen)
- Jestliže vzroste tempo růstu HDP o 1 procentní bod, pak je počet zaměstnaných nižší o 5116. (předpoklad nepotvrzen)

Ekonomická verifikace 2.rovnice

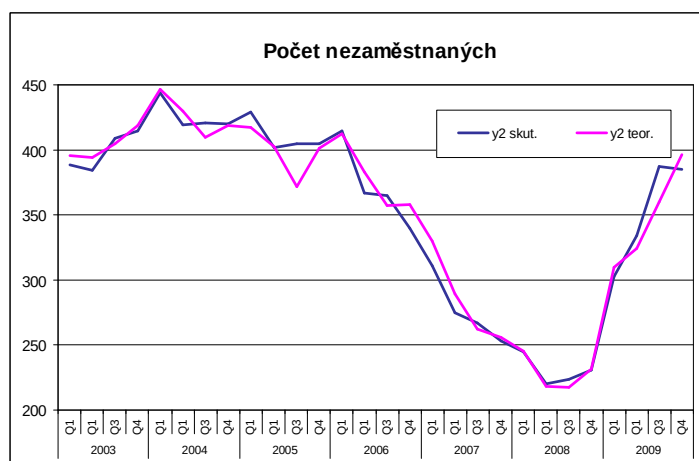
- Jestliže vzroste počet zaměstnaných o 1 tisíc, pak se počet nezaměstnaných sníží o 706. (předpoklad potvrzen)
- Jestliže vzroste inflace o 1 procentní bod, pak se počet nezaměstnaných sníží o 1954. (předpoklad potvrzen)
- Jestliže vzroste průměrná hrubá měsíční mzda o 1 tis.Kč, pak se počet nezaměstnaných zvýší o 3119. (předpoklad nepotvrzen)
- Kdyby byl hypoteticky počet zaměstnaných v minulém čtvrtletí o 1 tisíc vyšší, byl by současný počet nezaměstnaných vyšší o 571. (předpoklad nepotvrzen)
- Kdyby byl hypoteticky počet nezaměstnaných v minulém čtvrtletí o 1 tisíc vyšší, byl by současný počet nezaměstnaných vyšší o 856. (předpoklad potvrzen)
- Jestliže vzroste tempo růstu HDP o 1 procentní bod, pak je počet nezaměstnaných nižší o 4690. (předpoklad potvrzen)

Statistická verifikace

Individuální t-testy pro všechny vysvětlující proměnné v první rovnici ukazují, že konstanta, počet nezaměstnaných, export, mzda a počet zaměstnaných v minulém čtvrtletí jsou statisticky významné, tj. do modelu patří, ale investice a tempo růstu HDP po čtvrtletích je statisticky nevýznamné a do modelu nepatří. Ve druhé rovnici se jako statisticky významné projeví proměnné současný i o čtvrtletí zpožděný počet zaměstnaných, zpožděný počet nezaměstnaných a čtvrtletní tempo růstu HDP. Statisticky nevýznamné proměnné jsou: konstanta, inflace a mzda.



Obrázek 4. Porovnání skutečných a teoretických hodnot počtu zaměstnaných v simulacním modelu (ČR, 1.čtvrtletí 1993 – 4.čtvrtletí 2009). Zdroj: VŠPS



Obrázek 5. Porovnání skutečných a teoretických hodnot počtu nezaměstnaných v simulacním modelu (ČR, 1.čtvrtletí 1993 – 4.čtvrtletí 2009). Zdroj: VŠPS

Výsledky odhadu lineárního regresního modelu a simultánního regresního modelu potvrdily oprávněnost zařazených některých proměnných, u některých proměnných naopak potvrzeny nebyly. Vzájemným porovnáním lze zjistit, že některé výsledky nekorespondují mezi jednorovnicovým a víceroovnicovým modelem. Inflace a mzdy byly potvrzeny jako statisticky významné vysvětlující proměnné v lineárním regresním modelu, ale v komplexnějším simultánním modelu jejich význam potvrzen nebyl. To může být způsobeno faktem, že do modelů byly zařazeny různé sady proměnných, v modelech může částečně působit multikolinearita, některé důležité proměnné do modelů zařazeny nebyly, ať z důvodu jejich nedostupnosti nebo nemožnosti právě kvůli vysokému stupni korelace. Výsledky potvrdily, že počet zaměstnaných a nezaměstnaných skutečně působí proti sobě a inflace působí pozitivně na počet zaměstnaných a negativně na počet nezaměstnaných (tím se potvrzuje Phillipsova křivka). Na druhou stranu se nepotvrdily očekávané vztahy ohledně vlivu investic na počet zaměstnaných i nezaměstnaných, mzdy na nezaměstnanost či tempa růstu na zaměstnanost.

4 Závěr

Použití různých statistických a demografických metod na data popisující trh práce, zejména nezaměstnanost v České republice naráží na různé problémy. Jedná se zejména o kolinearitu mezi vstupními daty, která charakterizují ekonomický, sociální a demografický vývoj v ČR, čímž je omezena možnost při návrhu modelů. Na druhou stranu dosavadní výsledky i omezených modelů ukazují, že schopnost predikce u některých z nich je dostatečná.

Poděkování

Příspěvek je zpracován jako součást výzkumného projektu 2D06026 Reprodukce lidského kapitálu financovaného MŠMT v rámci Národního programu výzkumu II.

Literatura

- [1] Anděl, J. *Statistické metody*. Matfyzpress, Praha, 1998.
- [2] Arltová, M., Langhamrová, J.: *Reprodukce lidského kapitálu*. In Acta Oeconomica Pragensia, Praha, Vol. 18, No. 2, pp. 96-98, 2010. ISSN 0572-3043.
- [3] Arlt, J., Arltová, M. *Ekonomické časové řady*. Professional Publishing, Praha, 2008.
- [4] Brockwell, P.J., Davis, R.A. *Introduction to Time Series and Forecasting*. Springer-Verlag, New York, 2002.
- [5] Cipra, T. *Analýza časových řad s aplikacemi v ekonomii*. SNTL, Praha, 1986.
- [6] Draper, N., Smith, H. *Applied Regression Analysis*. John Wiley, New York, 1998.
- [7] Fischer, J., Mazouch, P.: *Souvislosti vzdělanosti, nezaměstnanosti a ekonomického růstu z regionálního hlediska*. In Demografie [CD-ROM], 2007, Vol. 49, No. 4, pp. 182-188. ISSN 0011-8265.
- [8] Froyen, R. T.: *Macroeconomics. Theories and Policies*. 2nd ed. Macmillan Publishing Company, New York, 1986. ISBN 0-02-339410-2.
- [9] Heblák, P. *Příklady z regrese*. SPN, Praha, 1987.
- [10] Hindls, R., Hronová, S., Seger, J. *Statistika pro ekonomy*. Professional Publishing, Praha, 2006.
- [11] Holman, R.: *Ekonomie*. 2nd ed. C. H. Beck, Praha, 2001. ISBN 80-7179-255-1.
- [12] Jírová, H.: *Trh práce a politika nezaměstnanosti*. VŠE Praha, Praha, 2006. ISBN 80-7079-635-9.
- [13] Koschin, F. *Vícestavová demografie*. VŠE, Praha, 1992
- [14] Kotýnková, M.: *Trh práce na přelomu tisíciletí*. Oeconomica, Praha, 2006. ISBN 80-245-1149-5.
- [15] Langhamrová, J., Fiala, T., Hulík, V., Miskolczi, M., Kačerová, E.: *Prognóza lidského kapitálu obyvatelstva České republiky do roku 2050*. In Demografie, 2010, Vol. 52, No. 3, pp. 181-196, 2010. ISSN 0011-8265.
- [16] Ledent, J. *Multistate life tables: movement versus transition perspectives*. Environment and Planning A 12, 1980. s. 233-265
- [17] Liaw K.-L., Leden, J. *Discrete Approximation of a Continuous Model of Multistate Demography*. IIASA A-2361, professional paper. 1980.
- [18] Mach, M.: *Makroekonomie II pro magisterské (inženýrské) studium 1. a 2. část*. Melandrium, Praha, 1998. ISBN: 80-86175-18-9.

- [19] Miskolczi, M.: *Trends in Unemployment in the Czech Republic and Regions*. In IDIMT-2010 Information Technology – Human Values, Innovation and Economy, Vol. 32, pp. 219-228. Trauner Verlag, Linz, 2010. ISBN 978-3-85499-760-3.
- [20] Miskolczi, M., Langhamrová, J.: *Analysis of Unemployment of Males and Females*. In PEFnet 2010. Vydavatelství MU Brno, Brno, 2010. ISBN 978-80-7375-450-1.
- [21] Pavlík, Z., Rychtaříková, J., Šubrtová, A. *Základy demografie*. Academia, Praha, 1986.
- [22] Rogers, A. *Introduction to Multiregional Mathematical Demography*. John Wiley and Sons, New York, 1975.
- [23] Roubíček, V. *Základní problémy obecné a ekonomické demografie*. VŠE, Praha, 1996.
- [24] Tvrdoň, J., Peterová, J., Hálová, P. *Cvičení z ekonometrie*. Praha: ČZU PEF Praha, 2007. ISBN 80-213-0790-0.
- [25] Tvrdoň, J. *Ekonometrie*. Praha: ČZU PEF Praha, 2008. ISBN 80-213-0819-2.
- [26] Willekens, F. *Multiregional Demography*. NIDI Working Paper 59. Voorburg, Nizozemsko, NIDI 1985.
- [27] Zvára, K. *Regresní analýza*. Academia, Praha, 1989.
- [28] Zákon č. 435/2004 Sb., o zaměstnanosti

Summary

Multistate Analysis of Unemployment and Other Statistical Methods for Unemployment Modeling

The article introduces several statistical methods that are used in order to analyze unemployment and labor market with special attention to the Czech Republic. Mainly, doctoral thesis will be targeted to apply multistate analysis on labor market and unemployment rate. Further, there will be presented results from linear regression, simultaneous models, time series analysis etc. Their use or limitations for economy and social politics (both as models and predictions) will be widely discussed.

Issues in deflation of non-financial national accounts

Lenka V. Půlpánová

Ph.D. student in Statistics

Abstract. The article theoretically discusses price and volume measures and real income measures in the system of national accounts and analyses prospects of their integration in the national accounting framework. It explores possibilities of compilation of a complete set of deflated non-financial sector account and concludes that such an exercise faces many methodological obstacles, which have not yet been satisfactorily solved. However, price and volume measures for individual transactions, notably in products and also by institutional sector, and some real income measures for distributive transactions could be meaningfully constructed. A practical development of such measures is a subject of further work.

Key words: ESA95, non-financial sector accounts, price and volume measures, real income measures.

1 Introduction

The problem of the national accounting system in volume or in real terms is by its nature a problem of comparability of time series, as changes in the price levels and structure preclude any direct comparison of economic flows. Accounts in current prices do not allow comparisons over time when the rates of inflation vary between countries or between different sectors in each country. If expressed in comparable prices (i.e. mostly price deflated), two or more sets of national accounts could be analysed relating to different countries or aggregates of countries at different time periods. These issues are generally discussed in national accounts within the concept of price and volume measures and real income measures, [4] or [5] and [1].

Price and volume measures are only considered for categories that have a price and a quantity dimension. All transactions involving an exchange of goods and services and the stocks of non-financial assets have this characteristic. In contrary, income flows, financial assets and liabilities and balancing items do not have price and quantity (volume) dimensions and thus cannot be decomposed in a similar way. Nonetheless, any income flow and some balancing items can be expressed in so called “real” terms.

In the next two sections we analyse main properties of price and volume measures (section 2) and real income measures (section 3) in national accounts. In section 4, we consider possibilities and difficulties of compilation of a complete set of non-financial national accounts in comparable prices, implying a need for integration of the price and volume and real income measures concepts. At the same time, no particular attention is given to index formulae and the fundamental index number problems. Section 5 concludes.

2 Price and volume measures in national accounts

Price and volume measures address the problem of making comparisons for clearly selected entries of national accounts between different time periods in such a way that they are adjusted as far as possible for effects of changing prices in different parts of the economy. Such a comparison is achieved through construction of price and quantity index numbers. These measures are reserved for flows of goods and services (i.e., products) produced as outputs from processes of production, coded as “P”, and for a few other items. Price components should include changes arising solely from price changes, while all other changes (relating to quantity, quality and compositional changes) should be included in the volume components. National accounts aim at providing guidelines on measures of changes in prices and volumes for the main aggregates and establish a set of interdependent measures that make it possible to carry out analyses of inflation and economic growth [4]. Additional details are available in the Eurostat Handbook [2], which recommends best practices, while methodologically focusing on the total economy.

Construction of price and volume measures is possible for all items of the Goods and services account (compiled only for the total economy and individual industries). This account consists of transactions in products and of the valuation term taxes on products minus subsidies on products. The breakdowns of the values into price and volume components should be done preferably within the framework of supply and uses tables and each item should be deflated by an appropriate price index, eventually using alternative (direct) indicators of the volume growth in a particular case (e.g. non-market services). The following account, Production account, covers GDP components according to the output approaches. The breakdown in price and volume components for the items of this account does not lead to many theoretical difficulties, as flows like output or intermediate consumption are directly linked to the quantity or volume of the goods and services. Special attention needs to be

paid to balancing item – value added, which is an accounting residual and cannot be expressed in volume terms directly, but only indirectly (double deflation). Less obvious, but still theoretically feasible is then a breakdown into price and volume components of items from the Generation of income account (compensation of employees, taxes and subsidies on production). Balancing item operating surplus / mixed income poses however specific questions.

In practice, deflators by individual sectors are often not available and therefore, deflators or volume measures broken down by industries (NACE) or by products (CPA) might be used as a proxies, assuming that certain industries correspond with certain sectors. An appropriate data source for these calculations would be the supply and use tables as these tables include most of the information needed broken down by industries.

3 Real income measures in national accounts

Many economic flows recorded in the system of national accounts do not represent transactions in products, but (re-)distributive transactions coded in national accounts as “D”, also called income flows (except for capital transfers, see further). By their nature, such transactions cannot be thought of as the product of prices and quantities (volumes).

Therefore, for income flows, the national accounts adopted a different viewpoint, and considered the specific uses of such an income flow. If one can identify a basket of goods and services on which the income is typically spent and uses the price index of this basket as a deflator of current incomes, then the deflated income flows are measured in so called real terms, which express their real purchasing power. By comparing the deflated value of the income with the actual value of the income in the base (reference) year, it is possible to determine by how much the purchasing power of the income has changed. Seen from this perspective, real incomes determine changes in purchasing power over some selected basket. While any income deflated in this way is described as a real income, real-income measures vary according to the choice of a basket and its price deflator. In national accounts only a few income flows and balancing items are discussed and at the level of the total economy only.

3.1 Conceptual issues

The measurement of the income flows and balancing items in real terms (and by institutional sector) faces many methodological obstacles, which have not yet been explicitly settled.

First, “real” incomes measures are artificial constructs and as there are arbitrary, often controversial or not obvious, choices of the basket over which to measure the purchasing power. This question admits as many answers as there are collections of items which are deemed relevant. It may also be appropriate to choose different baskets (and deflators) for different units although these pay or receive the same kind of transfers. Moreover, a flow such as wages and salaries can be treated in two quite different ways, as the two parties involved with the same transaction generally experience different average changes in prices for its own incoming and outgoing transactions. For example, wages in real terms could imply different change in purchasing power of their recipients and different real wage cost for their payers as the two sides of the transaction may face different price developments. Moreover, nominal wages are one of few income flows that could be reasonably decomposed to volume (working hours plus productivity) and price (average wage net of productivity growth) components.

Second, if two institutional units are involved in two distinct transactions (outgoing and incoming), during a period in which e.g. prices, tax rates, wage rates etc. are all changing by varying proportions, some units will tend to benefit at the expenses of others if the average increases or rates for their incoming transactions exceed for their outgoings. Such units experience “trading gains” while others experience “trading losses”. The terms of trade represent one example in transactions of the national economy with the rest of the world, but there are many others at a less aggregative level [3]. Because each unit will generally experience different average changes in prices for their own incoming and outgoing transactions, it is difficult to capture relative changes in prices between institutional sectors.

Third, the choice of a price index (deflator) is always arbitrary, as income is seldom spent specifically for purchases during the period in question. Some of it may be saved and used in later periods or, alternatively, the purchases during the period may be partly financed from savings made earlier. In general, the choice of an appropriate price index depends on the objective (purpose) of the analysis. As a result, the choice of a valuation method in real terms can only be a convention and cannot be performed in a unique way (as it is done within the integrated system of price and volume measures). As there may often be no obvious or uncontroversial choice of the basket (and a corresponding price deflator), there has always been some reluctance to show real incomes in national accounts on the grounds that the choice should be left to the user of the statistics and not the compiler.

These methodological difficulties imply that within the current national accounting framework it is not possible to compile a single, consistent multi-purpose set of accounts in real terms embracing all entries in the accounts [5]. The measurements of real incomes is thus examined by national accounts on the level of the total economy only.

Finally, real income measures (involving a selection of a relevant collection of items in terms of which purchasing power can be measured) are conceptually different from decomposing flows into their price and volume components, and thus should be confused with one another.

Notwithstanding these methodological difficulties, some real income aggregates that are widely used and their economic definitions are broadly shared by data users, may reasonably be compiled, as e.g. real disposable income of households, real social benefits received by households or real compensation of employees, all deflated by the price index for household consumption, etc.

3.2 Specific flows

To reach the final balancing item of non-financial accounts net lending/borrowing, there are some entries left: capital transfers, acquisition less disposals of non-financial non-produced assets. Gross capital formation is regarded as a flow related to goods and services (section 2). Capital transfers are not income flows, they redistribute saving or wealth rather than income, while acquisition less disposals of non-financial non-produced assets is other flow. None of these items is mentioned in the national accounts in the context of price and volume or real income measures, as it is rather inconceivable to deflate them in any meaningful way.

4 Complete national accounts in comparable prices

Sections 2 and 3 showed that the price and volume measures and the real income measures are two different concepts. In this section we go one step further and investigate possibilities for an integration of the two concepts and compilation of a complete set of deflated non-financial national accounts.

A complete system of accounts in comparable prices should be established by deflation of items such as distributive or balancing items by price indices calculated for various flows of goods and services. Thus items which cannot themselves be factored into price and volume components are deflated by price indices which are intended to reflect changes in purchasing power of these items. The objective of such a complete exercise are to use the methodology of accounting for the construction of price and volume measures in such a way as to build up as an extensive system of accounts as possible of integrated measures in parallel and consistent with the system in current prices [3].

Many prominent economists-statisticians accepted the challenge, but always with mixed results [6]. Major contributions in this field were carried out between the 1950s and the early 1970s, some attempts followed later. The approaches which received attention of the community of national accountants were proposed by Stone (1956), Geary and Burge (1957), Stuvel (1959), Courbis (1964), Broderick (1967), Kurabayashi (1971) and Keuning (1995).

When attempting to construct a complete set of deflated non-financial accounts, the required price indices may be regarded as unknowns to be chosen in such a way that accounting constraints of the system remain satisfied. If there are n unknown price indexes and N accounts in the system, then the n price indexes are to be determined so that N independent constraints (or equations) were satisfied. If $n > N$ and there are more variables than equations (accounting identities), which is usually the case, the unique solution cannot be found in an accounting system such that the accounts continue to be balanced in real terms.

A way out often proposed is to set some price indices arbitrarily in order to reduce a number of unknown variables in the equations (i.e. to determine residually values of at most N transactions in a system of $N+1$ accounts). As a result however, some variables may be deflated by price deflators that are not appropriate in all circumstances for all sectors. The results then might be of doubtful economic significance. Similarly, a reduction in a number of variables can be achieved through higher degree of accounts' consolidation with the effect of a reduction of the number of variables. As regards the calculation of balancing items, they cannot be constructed as a simple difference between respective flows in real terms, as the results obtained lack clear economic meaning. Therefore, it is necessary to calculate the balancing items directly using an appropriate price index.

Finally, when all variables are deflated by the most appropriate price deflator, the accounts need to be balanced through a system of gap variables. They are also sometimes called "adjusting" or "(re-)balancing" variables / terms, eventually "income", "expenditure", "productivity" or "trading" gains (or losses). Such gap variables are usually difficult to interpret and they do not have any counterpart in the system of current prices.

For example, more options have been proposed of how to calculate trading gain or loss from changes in terms of trade.

To sum up, there are not enough accounting constraints to define all implicit deflators without introduction of arbitrary assumptions. Even if sufficient constraints were introduced, the resulting deflators might not have a clear economic interpretation. So, unless a good reason can be found in economic terms for accepting one set of simplifying assumptions rather than others, the formal solutions cannot be regarded as satisfactory.

5 Conclusions

The national accounting framework clearly distinguishes between price and volume changes (for goods and services flows) and the price and real changes (for income flows). These two concepts are treated in national accounts differently, but in the statistical practice they are interconnected, as the real income flows are usually calculated by using price deflators estimated for flows of goods and services.

For all flows from the Goods and services account, the Production account and the Generation of income account, it is theoretically possible to derive price and volume components by institutional sector. In practice many of these items are already estimated on the level of the total economy, but not yet by institutional sector. In the absence of most sector price indices, bridging sectors to NACE classification could be of help.

Such an approach is in most cases not possible for the items in the (re-) distribution of income accounts, as no meaningful price and volume measures can be defined. However, any income flow might be expressed in the real terms, i.e., an income flow can be split in price change and real change components – the latter expressing a change in terms of constant (comparable) price of an arbitrarily selected expenditure basket. The issue however becomes more complex if real income measures by institutional sector are considered. Such an exercise poses many methodological challenges. Most importantly, for two different parties (sectors) of the same transaction a different deflator is often appropriate. The use of weighted averages of various deflators or use of one general price deflator for all income flows does not seem to be an optimal solution in this case, as it disregards changes in relative price and cost structures. The choice of deflators for real incomes derivation is inevitably arbitrary and subjective, as there are often no obvious or more baskets of goods and services. As a consequence, a set of accounts, which is obtained by choosing ad hoc price deflators, cannot be regarded as an integrated system.

While it has often been suggested to develop a complete set of deflated accounts, to allow for a full comparability between national accounts and/or individual sectors across countries and over time, the literature on this subject is rather limited and inconclusive. A few attempts have been made in this direction, however, all of them encountered methodological problems that have not yet been satisfactorily solved. This is mainly due to the fact that the national accounting system does not provide for enough accounting constraints in order to produce a unique set of deflators and that balancing items lose their economic meaning if derived as residuals from real income flows. Several authors have tried to overcome these problems by using certain conventions, a high level of accounts consolidation (i.e. reducing a number of variables), introducing gap variables, and an arbitrary choice of price deflators or by disregarding some important methodological obstacles. As a result, in most cases the economic meaningfulness of the results remains unclear. Therefore, none of these approaches has become convincing enough to be widely acknowledged and regularly implemented in practice. At the same time, for the reasons mentioned above, integration of price and volume and real income measures has never been officially covered by national accounts (including 2008 SNA or future ESA 2010). It clearly signals that none of the approaches has qualified as being internationally recognized. As a result, there is currently no sufficient support for a compilation of the complete and integrated system of deflated accounts, which would serve universal purposes. National accountants, however, do not exclude real income measures (for any income flow) in the context of well-defined one-way oriented analyses or purposes and argue that these issues should be left to users rather than compilers of statistics. Such an analysis, involving also quantitative exercise could be a subject of future work. Finally, we conclude, in line with [3] that the investigation of an impact of price developments on different sectors of the economy or different kinds of economic units is a highly important exercise, but analysis of this kind should be separated from the official presentation of statistical data.

References

- [1] European system of accounts (ESA 1995). Eurostat, Luxembourg 1996.
- [2] Handbook on price and volume measures in national accounts. Eurostat, Luxembourg 2001.
- [3] Hill, P.: A System of Integrated Price and Volume Measures (Indices), *Statistical Studies and surveys*, No. 3, Statistical Office of the European Communities, Luxembourg 1972.

- [4] System of National Accounts 1993. European Commission, IMF, OECD, UN and WB, Brussels/Luxembourg, New York, Paris, Washington 1993.
- [5] System of National Accounts 2008. European Commission, IMF, OECD, UN and WB, New York 2009.
- [6] Vanoli, A.: *A history of National Accounting*. IOS Press, Amsterdam 2005.

Shrnutí

Problémy deflace nefinančních národních účtů

Problematika deflace nefinančních účtů je obecně diskutována v systému národního účetnictví v rámci cenových a objemových měr a reálných měr. Článek se zabývá těmito mírami a jejich eventuální integrací v rámci národních účtů tj. teoreticky prozkoumává možnost sestavení kompletní sekvence nefinančních sektorových účtů očištěných o cenový vývoj. Na základě dostupné literatury a provedené analýzy je vyvozen závěr, že takovýto cíl je velmi těžko splnitelný z důvodu mnoha metodologických problémů, které dosud nebyly uspokojivě vyřešeny. Nicméně alespoň cenové a objemové míry, týkající se zejména jednotlivých transakcí v produktech (a několika dalších transakcí), mohou být teoreticky konstruovány nejen za celou ekonomiku, ale i pro jednotlivé institucionální sektory. Dále je možné vymezit i omezený okruh reálných měr pro distribuční transakce. Praktická kompilace těchto měr je předmětem pokračujícího výzkumu.

Forecasting Volatility Based on the Relevance Vector Machine

David Žižka

Doktorand oboru Statistika

Abstract. The Relevance Vector Machine (RVM) is a probabilistic method which is very powerful for prediction problems. This paper introduces an application the RVM to predictions GARCH, EGARCH and GJR-GARCH models. First, daily returns from Czech financial market were modeled by volatility models. Second, the results of estimating these models were used as input to the RVM. The best models obtained from training were used for one step ahead forecasting. Final part was focused on comparison the predictive power of classical volatility models and models based on the RVM.

Keywords: relevance vector machine, volatility models, financial time series

1 Introduction

Forecasting volatility of financial time series is very important activity in the financial markets. Typically, parametric models of volatility are used for these predictions. This paper introduces an alternative probabilistic method called the Relevance Vector Machine (RVM) for obtain more accurate predictions. The main goal is to investigate the predictive power of the classical GARCH and the RVM models. This paper is divided into two parts; theoretical overview and experimental section.

The input data to the experimental section are close daily values of the PX index (Prague Market Index). The reference period is during 5.1.2004 – 31.3.2010. Logarithmic returns expressed as percentages will be used.

First part is focused on estimating the best volatility models during 5.1.2004-30.12.2009. Specifically, GARCH, EGARCH and GJR-GARCH models are used for the in-sample estimation. Subsequently, these results are used as input to train the RVM. This training set is used to learn a model of the dependency of the targets on the inputs with the objective of making accurate predictions.

Final part is focused on comparing the predictive ability of the RVM with parametric volatility models. For this purpose is used out-of-sample time period during 4.1.2010-31.3.2010, i.e. it covers 63 daily values.

2 Overview of Methods

2.1 Forecasts of Volatility Models

GARCH model

GARCH means Generalized Autoregressive Conditional Heteroscedasticity model. Bollerslev (1986) proposes a useful extension of ARCH model known as the generalized ARCH model. Bollerslev extended ARCH model of delayed conditional variance. Detailed description of this model can be found in [1].

One step ahead forecast of GARCH (1,1)

$$\sigma_{t+1}^2 = \omega + \alpha_1 \varepsilon_t^2 + \beta_1 \sigma_t^2. \quad (1)$$

EGARCH model

Exponential GARCH model by Nelson (1991) describes an asymmetric effect between positive and negative asset returns. The asymmetric effect or the leverage effect occurs when negative shocks (bad news) increase predictable volatility more than positive shocks (good news) of similar magnitude. Detailed description of this model can be found in [4].

One step ahead forecast of EGARCH (1,1)

$$\ln(\sigma_{t+1}^2) = \omega + \beta_1 \ln(\sigma_t^2) + \alpha_1 \left[\varepsilon_t / \sigma_t - \sqrt{2/\pi} \right] + \gamma_1 \varepsilon_t / \sigma_t. \quad (2)$$

GJR GARCH model

GJR GARCH model by Glosten, Jagannathan and Runkle (1993) is similar to Threshold GARCH model by Zakoian [8]. Though the GJR model is designed to capture the leverage effect between asset return and volatility,

the way is not the same as EGARCH model. The leverage coefficients of the EGARCH model are directly applied to the actual innovations while the leverage coefficients of the GJR model can connect to the model through an indicator variable. For this case if the asymmetric effect occurs the leverage coefficients should be negative for the EGARCH model and positive for the GJR model. Detailed description of this model can be found in [2].

One step ahead forecast of GJR (1,1)

$$\begin{aligned}\sigma_{t+1}^2 &= \omega + \beta_1 \sigma_t^2 + \alpha_1 \varepsilon_t^2 \text{ for } \varepsilon_t > 0 \text{ and} \\ \sigma_{t+1}^2 &= \omega + \beta_1 \sigma_t^2 + \alpha_1 \varepsilon_t^2 + \gamma_1 \varepsilon_t^2 \text{ for } \varepsilon_t < 0.\end{aligned}\quad (3)$$

2.2 Relevance Vector Machine

The Relevance Vector Machine (RVM) introduced by Tipping (2000) [6] has become a powerful tool for prediction problems as it uses a Bayesian approach with a functional form identical to the Support Vector Machine (SVM) introduced by Vapnik (1995) [7]. It enjoys the benefit of the SVM based techniques, including generalization and sparsity. Noticeably, the RVM does not have the limitations of SVM. Hence it has more advantages over SVM in the sense that the RVM generates probability based prediction. This approach relaxes Mercer's condition on Kernel basis functions used for training and the RVM does not need to estimate the trade-off parameter C .

Tipping (2001) [5] illustrated the RVM's predictive ability on some popular benchmarks by comparing it with the SVM. The empirical analysis also proved that the RVM outperformed the SVM. Hence are investigated the volatility models based on the RVM.

In supervised learning we are given a set of examples of input vectors $\{\mathbf{x}_n\}_{n=1}^N$ along with corresponding targets $\{t_n\}_{n=1}^N$. From this learning set we wish to learn a model of the dependency of the targets on the inputs with the objective of making accurate predictions of t for previously unseen values of $\mathbf{x}$.

The predictions are based on some function $y(\mathbf{x})$ defined over the input space and learning is the process of inferring this function. A flexible and popular formula for $y(\mathbf{x})$ is:

$$y(\mathbf{x}; \mathbf{w}) = \sum_{j=1}^M \omega_j \phi_j(\mathbf{x}) = \mathbf{w}^T \boldsymbol{\phi}(\mathbf{x}), \quad (4)$$

where basic function $\boldsymbol{\phi}(\mathbf{x}) = (\phi_1(\mathbf{x}), \phi_2(\mathbf{x}), \dots, \phi_m(\mathbf{x}))^T$ is nonlinear, $\mathbf{w} = (\omega_1, \omega_2, \dots, \omega_m)^T$ is weight vector and $\mathbf{x}$ is input vector.

2.3 Combined Models

Nonlinear RVM models based on GARCH, EGARCH and GJR models are presented in following points. The function f is estimated by the RVM algorithm presented in (4).

RVM based on GARCH model

$$\sigma_t^2 = f(x_{t-1}, x'_{t-1}),$$

where σ_t^2 is dependent variable, $x_{t-1} = \sigma_{t-1}^2$ and $x'_{t-1} = \varepsilon_{t-1}^2$ are independent variables,

GARCH forecast

$$\hat{\sigma}_t^2 = \sigma_{t+1}^2 = f(x_t, x'_t). \quad (5)$$

RVM based on EGARCH model

$$\ln(\sigma_t^2) = f(x_{t-1}, x'_{t-1}, x''_{t-1}),$$

where $\ln(\sigma_t^2)$ is dependent variable, $x_{t-1} = \ln \sigma_{t-1}^2$,

$x'_{t-1} = |\varepsilon_{t-1}| / \sigma_{t-1} - E(|\varepsilon_{t-1}| / \sigma_{t-1})$ and $x''_{t-1} = \varepsilon_{t-1} / \sigma_{t-1}$ are independent variables. EGARCH forecast is defined as exponential transformation,

EGARCH forecast

$$\hat{\sigma}_t^2 = \sigma_{t+1}^2 = \exp(f(x_t, x'_t, x''_t)). \quad (6)$$

RVM based on GJR model

$$\sigma_t^2 = f(x_{t-1}, x'_{t-1}, x''_{t-1}),$$

where σ_t^2 is dependent variable, $x_{t-1} = \sigma_{t-1}^2$, $x'_{t-1} = \varepsilon_{t-1}^2$ and $x''_{t-1} = S_{t-1}^- \varepsilon_{t-1}^2$ are independent variables,

GJR GARCH forecast

$$\hat{\sigma}_t^2 = \sigma_{t+1}^2 = f(x_t, x'_t, x''_t). \quad (7)$$

3 Experimental Results

The Prague Market Index (PX) is investigated in this section. The reference period is during 5.1.2004-31.03.2010 (it contains 1571 values). This period is divided into two parts: 5.1.2004-30.12.2009 (1508 values) and 4.1.2010-31.03.2010 (63 values). First part is used for in-sample estimating the volatility models and training the RVM. Second part is taken for out-of-sample forecasting. Logarithmic returns expressed as percentages are used for this analysis.

Subsequently, Maximum likelihood estimates of parametric models are computed in GiveWin software. Further, these models are trained in R 2.12.1 with Kernlab package by Karatzoglou (2004). Detailed description of this package can be found in [3].

3.1 Volatility Models

Estimations of parameters are statistically significant for all models (see Tables 1-3). The Portmanteau test does not confirm an autocorrelation for all models. Further, the asymptotic test does not confirm a normal distribution and the ARCH test does not confirm a conditional heteroscedasticity for all models.

The GJR GARCH (1,1) is more adequate than other in accordance with AIC.T and log-likelihood (LL) criteria.

Table 1. GARCH (1,1) Model Parameters

GARCH	Coefficient	Std.Error	t-value
Ω	0.0446	0.0117	3.25*
α_1	0.1555	0.0205	5.94*
β_1	0.8345	0.0187	39.6*

Note: Significant at the: 1% level *, 5% level **

Table 2. EGARCH (1,1) Model Parameters

EGARCH	Coefficient	Std.Error	t-value
Ω	0.0329	0.0076	3.18*
β_1	0.9638	0.0080	91.8*
eps -1	-0.0854	0.0177	-3.50*
eps -1	0.2986	0.0294	8.93*

Note: Significant at the: 1% level *, 5% level **

Table 3. GJR GARCH (1,1) Model Parameters

GJR	Coefficient	Std.Error	t-value
Ω	0.0661	0.01512	3.23*
α_1	0.0876	0.01800	4.86*
β_1	0.8209	0.02107	31.3*
Threshold	0.1427	0.03780	2.5*

Note: Significant at the: 1% level *, 5% level **

3.2 Relevance Vector Machine for PX

The results in Table 4 include the best Gaussian Kernel parameter γ obtained from training, number of relevance vectors, training error and variance. From this training has GJR-RVM model the lowest values of kernel parameter and relevance vectors. On the other hand, the EGARCH-RVM has the lowest values of variance and training error. Generally, high levels of variance are caused by extreme changes during the market decline (2008-2009).

Table 4. Training Results for the RVM

	GARCH	EGARCH	GJR-GARCH
Gamma	76.62	67.98	45.87
No. of Relevance Vectors	87	109	82
Variance	17.49	9.54	17.39
Training Error	16.73	8.98	16.62

3.3 Predictive Power of Forecasts

The predictive power of models is measured by Mean Square Error (MSE), Root Mean Square Error (RMSE) and Mean Absolute Error (MAE). Table 5 includes complete results. The best predictive power of parametric models is achieved in the case of the GJR GARCH model. Also the best predictive power of hybrid models is achieved in the case of the GJR-RVM model. Generally, the RVM models have better forecasts than classical volatility models.

Table 5. Goodness of Fit Measures

	MSE	RMSE	MAE
GARCH	6.4093	2.5317	3.7559
GARCH RVM	6.1977	2.4895	1.6710
EGARCH	6.1894	2.4879	1.6593
EGARCH RVM	5.7414	2.3961	1.5723
GJR GARCH	6.0288	2.4554	1.5513
GJR GARCH RVM	5.4882	2.3427	1.5708

4 Conclusion

First, the best linear and nonlinear models of volatility were fitted for returns of the PX index. The different effects of positive and negative returns on the conditional variance were confirmed. The GJR GARCH model was more adequate than other based on chosen criteria.

Subsequently, these results were used as input to train the RVM. From this training had GJR-RVM model the lowest values of kernel parameter and relevance vectors. On the other hand, the EGARCH-RVM had the lowest values of variance and training error.

Second, the predictive power was measured by MSE, RMSE and MAE. The best predictive power of parametric models was achieved in the case of the GJR GARCH model. Also the best predictive power of hybrid models was achieved in the case of the GJR-RVM model. Generally, the RVM models had better forecasts than classical volatility models, at least for the PX index. In future, it is planned to apply time series of exchange rates as well.

References

- [1] Bollerslev, T., Chou, R., Kroner, K.: ARCH modeling in finance, *Journal of Econometrics*, Vol 52 (1992).
- [2] Glosten L., Jagannathan R., Runkle D.: On the relationship between the expected value and the volatility of the nominal excess return on stocks, *Journal of Finance*, Vol 46 (1993), 779-801.
- [3] Karatzoglou, A., Smola, A., Hornik, A., Zeileis, A.: An S4 Package for Kernel Methods in R. *Journal of Statistical Software*, 2004.
- [4] Nelson, D.B.: Conditional Heteroskedasticity in Asset Returns: A New Approach. *Econometrica*, Vol 59 (1991), 347-370.
- [5] Tipping, M.E.: Sparse Bayesian Learning and the Relevance Vector Machine. *Journal of Machine Learning Research*, Vol 1 (2001), 211-244.

- [6] Tipping, M.E.: Relevance Vector Machine. *Microsoft research*, Cambridge, UK 2000.
- [7] Vapnik, V.N.: The nature of statistical learning theory. Springer-Verlag, New York 1995.
- [8] Zakoian, M.: Threshold Heteroscedastic Models, *Journal of Economic Dynamics and Control*, Vol 18 (1994) 931-955.

Shrnutí

Předpovědi volatility založené na Relevance Vector Machine

Relevance Vector Machine (RVM) je pravděpodobnostní metoda, která poskytuje velmi dobré výsledky predikcí. Tento článek představuje aplikaci RVM na předpovědi modelů volatility GARCH, EGARCH a GJR-GARCH. V první části byly odhadnuty modely volatility pro denní výnosy indexu PX. V druhé části byly výsledky odhadů těchto modelů použity jako vstup do RVM. Nejlepší modely získané z „trénování“ RVM byly použity pro předpovědi volatility časové řady. Závěrečná část byla zaměřena na srovnání prediktivní síly klasických modelů volatility a modelů založených na RVM. Výsledky experimentů ukázaly, že použití RVM zlepšilo prediktivní sílu parametrických modelů volatility, alespoň pro index PX.