

Ekonomická univerzita v Bratislave
Fakulta hospodárskej informatiky

Ing. Andrej Danko

Autoreferát dizertačnej práce

**TVORBA A GLOBALIZÁCIA ERP RIEŠENÍ
PRE MALÉ A STREDNÉ PODNIKY**

na získanie akademického titulu doktor
(philosophiae doctor, PhD.)
v študijnom a vednom odbore
20-11-9 Aplikovaná informatika

Bratislava november 2009

Dizertačná práca bola vypracovaná v externej forme doktorandského štúdia na Katedre aplikovanej informatiky Fakulty hospodárskej informatiky Ekonomickej univerzity v Bratislave.

Predkladateľ: Ing. Andrej Danko
SAP Slovensko s.r.o.
Plynárenská 7/A
821 09 Bratislava

Školiteľ: doc. Ing. Anna Kvietková, PhD.
Katedra aplikovanej informatiky
Fakulta hospodárskej informatiky
Ekonomická univerzita v Bratislave

Oponenti: prof. Ing. Pavol Návrat, PhD.
Fakulta informatiky a informačných technológií
Slovenská technická univerzita

prof. Ing. Peter Závodný, PhD.
Fakulta hospodárskej informatiky
Ekonomická univerzita v Bratislave

Ing. Dušan Praženka, PhD.
Infostat, Bratislava

Autoreferát bol rozoslaný dňa

Obhajoba dizertačnej práce sa koná o hod. na
Fakulte hospodárskej informatiky Ekonomickej univerzity v Bratislave,
Dolnozemska cesta 1/b, 852 35 Bratislava.

prof. Ing. Michal Fendek, PhD.
dekan Fakulty hospodárskej informatiky Ekonomickej univerzity v Bratislave

Obsah

1	ÚVOD	1
2	CIELE PRÁCE	1
3	VÝVOJ PODNIKOVÝCH APLIKÁCIÍ TYPU ERP A SEKTOR SMB.....	2
3.1	Vznik a definície ERP	2
3.2	Charakteristika malých a stredných podnikov (SMB)	3
3.3	Vplyv globalizácie na požiadavky ERP	4
3.4	Vývoj štandardných podnikových aplikácií typu ERP	4
3.5	Globalizácia softvérových produktov	6
3.6	Súčasnne otvorené otázky globalizácie podnikových aplikácií	7
4	FORMALIZÁCIA LOKALIZÁCIE A GLOBALIZÁCIE	7
4.1	Formalizácia procesnej globalizácie.....	8
4.2	Analytické dátové metamodely dát globalizácie.....	13
4.3	Prínosy novej formalizácie a metamodelov globalizácie	15
5	RÁMCOVÁ METODIKA TVORBY GLOBALIZOVANÝCH PODNIKOVÝCH APLIKÁCIÍ	16
5.1	Účel a cieľ rámcovej metodiky.....	16
5.2	Fázy životného cyklu rozšírené o globalizačné aspekty.....	16
6	NÁVRH PARCIÁLNEHO MODELU ERP.....	17
6.1	Analytický dátový model Internacionalizácia, jazyky a meny.....	18
6.2	Analytický dátový model Účtovníctvo a účtovné doklady.....	18
6.3	Všeobecná aplikácia procesnej konfigurácie v BPMN modeloch	19
6.4	Príklad procesnej konfigurácie v obchodnom procese	19
6.5	Zobrazenie funkčných variantov v BPMN modeloch.....	20
7	ZHRNUTIE A PRÍNOSY DIZERTAČNEJ PRÁCE.....	20
	REFERENCIE	22
	ZOZNAM PUBLIKOVANÝCH A NEPUBLIKOVANÝCH PRÁC AUTORA.....	24
	RESUMÉ.....	25

1 Úvod

Aplikácie na riadenie podniku sú v dnešnej dobe neodmysliteľnou súčasťou informačnej štruktúry firiem a ich úspešný výber, nasadenie a prevádzkovanie prináša v prvom rade prehľad o zdrojoch, transparentnosť v procesoch a v neposlednom rade i znižovanie prevádzkových nákladov a zvyšovanie konkurencieschopnosti podniku.

Pri súčasných globalizačných (v obchodnom zmysle) trendoch v ekonomike je čoraz dôležitejším faktorom možnosť podniku spolupracovať na nadnárodnej úrovni s obchodnými partnermi (v širšom slova zmysle), čo vedie aj k dodatočným požiadavkám na automatizáciu a funkčnosť podnikových systémov, ich prepojitelnosť a integráciu.

Segment malých a stredných podnikov bol až donedávna na okraji záujmu spoločnosti zaoberajúcich sa vývojom podnikových riešení. Pováčšine to boli a sú práve menšie lokálne softvérové firmy, ktoré dodávajú podnikový softvér do danej cieľovej skupiny a poskytované riešenia sú „šité“ na mieru konkrétnej krajine a regionálnym požiadavkám či zvyklostiam. Avšak v poslednej dobe i veľké (nadnárodné) softvérové spoločnosti hľadajú cesty, ako sa etablovať v segmente malých a stredných podnikov, nakoľko potenciál a veľkosť daného segmentu nie sú zanedbateľné z celosvetového pohľadu.

Predložená dizertačná práca sa zaoberá tvorbou tzv. ERP (angl. Enterprise Resource Planning – plánovanie podnikových zdrojov) riešení so špecifickým zameraním sa na segment malých a stredných podnikov s včlenením globalizačných postupov do vývojového procesu. Prostredie, ktoré vplyva na vývoj globálnych podnikových aplikácií v uvedenom podnikovom segmente je komplexné. Aspekty, akými sú koncepcia vývoja a globalizácia, adaptabilita a možnosť rýchlej aplikácie zmien, softvérová logistika, podpora a spätná väzba (jej evaluácia) či organizačná efektívnosť sú len niektorými, ktorých správna (či optimálna) štruktúra a riadenie má za následok úspešnosť produktu a jeho akceptáciu na rôznych trhoch vo svetovom meradle.

2 Ciele práce

V tejto práci sa venujeme skúmaniu oblasti podnikových aplikácií a demonštrujeme, že téma globalizácie podnikových aplikácií je aktuálnou a komplexnou, avšak bez detailnejšie definovaných pojmov, formalizácie a metodiky vývoja takýchto aplikácií.

Už v analytickej časti práci rozširujeme poznanie v rámci skúmanej domény o nové vedomosti. V prvom rade systematicky analyzujeme podnikové aplikácie, vymedzujeme ERP v ich kontexte a definujeme segment malých a stredných podnikov (SMB) z viacerých aspektov. Z pohľadu vývoja ERP aplikácií rozširujeme kvantitatívnu a kvalitatívnu charakteristiku segmentu SMB, ktorá je podkladom pre návrh a implementáciu v zmysle nefunkčných požiadaviek a taktiež vymedzujeme požiadavky a vplyv globalizácie na ne pri tvorbe podnikových aplikácií.

Z pohľadu vývoja aplikácií (softvérového inžinierstva) identifikujeme východiskové analytické dátové vzory, ktoré majú vplyv na tvorbu podnikových aplikácií a definujeme obsah a štruktúru procesných elementov, ktoré umožňujú popísať správanie sa aplikácie. V rámci globalizácie softvérových produktov poukazujeme na vplyv lokalizácie na dátové a funkčné modelovanie a v nadväznosti na ne určujeme okruhy problémov, ktoré je potrebné pri globalizácii riešiť.

Z prehľadu analýzy súčasného stavu a preskúmaných literárnych prameňov vyplýva hlavný cieľ práce: *systematicky definovať globalizáciu a lokalizáciu z pohľadu tvorby podnikových aplikácií a ich vplyv na procesnú a dátovú konceptuálnu architektúru systému ako aj ich integráciu do vývojového procesu a ich využitie v rámci tvorby ERP pre SMB*. Z hlavného cieľa vyplývajú nasledovné čiastkové ciele dizertačnej práce:

1. návrh formalizácie globalizácie a lokalizácie v kontexte podnikových aplikácií a architektúry softvérových produktov:
 - 1.1. návrh procesnej formalizácie príslušných analytických metamodelov,
 - 1.2. návrh analytických metamodelov dátovej globalizácie zo štruktúrneho a obsahového pohľadu;
2. definícia rámcovej metodiky budovania globalizovaných podnikových aplikácií rozšírením existujúcich metodológií a prístupov:
 - 2.1. stanovenie aplikácie formalizácie v rámci životného cyklu tvorby softvéru,
 - 2.2. rozšírenie fáz životného cyklu o nové kroky a postupy vyplývajúce z internacionalizácie, funkčnej lokalizácie a prekladov;
3. parciálny konceptuálny návrh ERP aplikácie pre segment SMB na základe (aplikovaním) navrhutej formalizácie a vybraných častí metodiky:
 - 3.1. konceptuálny návrh základnej všeobecnej (globálnej) štruktúry modulov ERP aplikácie pre segment SMB,
 - 3.2. vytvorenie nových modelov a rozšírenie uvedených analytických dátových vzorov riešiacich obmedzenia so zakomponovanými globalizačnými prvkami,
 - 3.3. konceptuálny návrh jednotlivých modulov pomocou analytických dátových a procesných modelov.

Východiskovým podkladom výskumu globalizácie podnikových aplikácií je dlhoročná aktívna participácia doktoranda pri tvorbe typových podnikových softvérov a identifikácii problémových oblastí. V rámci analýzy sme preskúmali súbor vybraných dostupných softvérových špecifikácií ako i podnikovú aplikáciu lokalizovanú pre 40 krajín. Preskúmané artefakty opisujú fungovanie podnikového softvéru ako takého a ich podrobným rozborom sme určili jednotlivé lokalizačné rozdiely. Predmet skúmania sa taktiež zamerl na systematickú analýzu spomenutých softvérových špecifikácií s cieľom identifikovať opakujúce sa vzory a súvislosti. Výstupom sú podklady pre formalizáciu globalizácie ako i návrh všeobecných metamodelov, ktoré sú aplikovateľné pri vývoji globalizovaných typových softvérových produktov.

3 Vývoj podnikových aplikácií typu ERP a sektor SMB

Vývoj podnikových aplikácií siaha do 20. storočia. Na začiatku ich éry to boli prevažne heterogénne autonómne systémy (angl. legacy systems), ktoré vykonávali individuálne činnosti v rámci podniku a ich integrácia s ostatnými systémami bola minimálna, ba žiadna. S potrebou vzrastajúcej výroby, jej kvantity a kvality vznikala i potreba integrovanejších riešení, ktoré by komplexne riešili riadenie podnikových zdrojov.

3.1 Vznik a definície ERP

Riešenia ERP sa vyvinuli z riešení MRP a MRP II. Rôzni autori odlišne definujú ERP a záleží na uhle pohľadu, ktorý vo svojich publikáciách preferujú. Jednou zo základných definícií je, že ERP je „softvérovým riešením, ktoré adresuje potreby podniku z jeho procesného pohľadu a dáva ich do súladu

s jeho organizačnými cieľmi pomocou úzkeho prepojenia všetkých funkcií daného podniku“ [ERP01]. Podobnou je i definícia podľa [CAR04], ktorá hovorí, že „ERP tvoria jadro súčasných štandardných IS podnikov, lebo ide o celopodnikové aplikácie zahrnujúce všetky hlavné oblasti riadenia podnikov.“

Z funkčného pohľadu môžeme ERP definovať ako množinu navzájom súvisiacich aplikácií, ktoré parciálne automatizujú činnosti v určitej podnikovej oblasti poskytujúc relevantné funkcie na zabezpečenie daných činností. Funkčné hľadisko sa najviac uplatňuje v oblasti charakteristiky ERP vzhľadom na to, že v rámci spoločnosti sa vykonávajú rôzne úlohy a ich premietnutím sú funkcie v rámci ERP, ktoré sa na ich vykonávanie používajú.

Gartner, výskumná agentúra v oblasti IT, definuje ERP ako „biznis stratégiu a softvér im napomáhajúci, ktorý integruje výrobu, financie a distribučné funkcie s cieľom dynamickej rovnováhy a optimalizácie podnikových zdrojov. ERP umožňuje spoločnostiam optimalizovať ich podnikové procesy a možnosti analýzy na ich zrýchlenie a zvýšenie efektívnosti“ [GAR04, s. 143].

Ďalším možným hľadiskom na analyzovanie ERP, naznačeným už v predošlej definícii, je procesné hľadisko, ktoré vyzdvihuje potrebu previazanosti procesov a ich podporu v rámci spomenutých aplikačných modulov. Z tohto vyplýva napríklad definícia, že „ERP stelesňuje previazanosť podnikových funkcií, vymedzujúc aplikácie ako podporu pre hlavné podnikové procesy s vedomím, že tieto procesy prechádzajú naprieč viacerými oddeleniami“ [CAL99 in KAC03].

Toto hľadisko je veľmi dôležité, pretože ERP riešenia ako také obsahujú neobsahujú iba funkcie na podporu určitých činností, ale zahŕňajú i implementáciu firemných procesov v zmysle integrovaného použitia ERP v rámci hospodárskej organizácie. Tento fakt má vplyv na to, že zmyslupnosť nasadenia ERP v spoločnostiach, ktoré chcú benefitovať z jednotnej informačnej základne a z obchodných procesov zahrnutých do ERP existuje, ak je možné ich procesy a dátové toky úspešne adaptovať pri nasadzovaní a zjednotiť ich s tými, ktoré sú v rámci zvoleného ERP implementované [AIK02]. Preto je častokrát nasadzovanie ERP zložité a zahŕňa reengineering biznis procesov (angl. Business Process Reengineering).

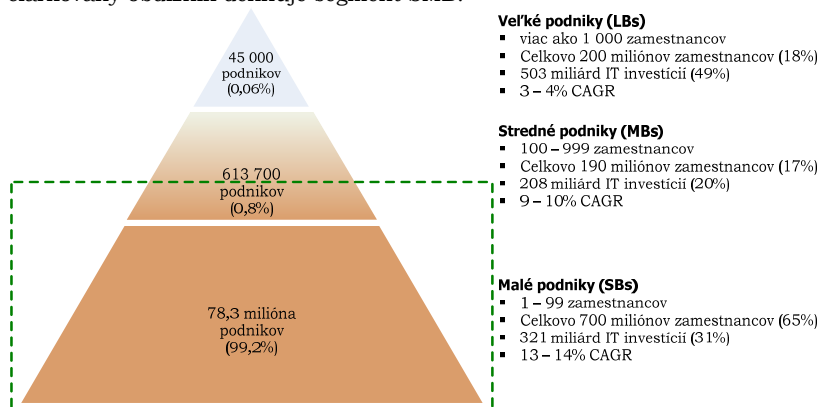
3.2 Charakteristika malých a stredných podnikov (SMB)

Najväčším trhovým segmentom (z kvantitatívneho pohľadu) je segment malých a stredných podnikov (angl. Small and Medium Businesses – SMB)¹. Jedným z možných pohľadov na definíciu SMB je kvantitatívny pohľad, ktorý ho definuje pomocou viacerých ekonomických ukazovateľov, analyzovaných v práci.

Rôzne výskumy definujú SMB segment odlišne, a to aj na základe regionálnych rozdielov či na základe potrieb a predmetu daného výskumu. To isté platí i u dodávateľov softvérových riešení pre podnikovú sféru. Napríklad spoločnosť s obratom 400 miliónov USD v Severnej Amerike môže byť považovaná za stredne veľkú, kým firma s podobnou veľkosťou by bola dodávateľmi v Taliansku považovaná za veľkú [BRO03, s. 2]. Z toho vyplýva, že v prípade definície trhu podnikových aplikácií vzhľadom na veľkosť zákazníka musíme prijať určité zovšeobecnenia.

¹ V literatúre i v praxi sa stretáme i s angl. pojmom Small and Medium Enterprises (SME) či slovenskou skratkou MSP (malé a stredné podniky). V tejto práci sa prikloníme k používaniu najpoužívanejšej (dovolíme si tvrdiť štandardnej) medzinárodnej skratky SMB.

Obr. 3-1 globálne definuje a kvantifikuje trh z pohľadu IT príležitosti, kde čiarkovaný obdĺžnik definuje segment SMB.



Obr. 3-1 – Globálna definícia trhu a kvantitatívne vymedzenie segmentu SMB podľa spoločnosti SAP [SAP05]

Ako je ďalej možno vidieť na obr. 3-1, celkový podiel malých podnikov je obrovský. Čo sa týka investícií do IT, tie tvoria pri malých podnikoch 31% z celkových svetových investícií do IT, čo nie je zanedbateľná časť hodná pozornosti dodávateľov ERP riešení.

3.3 Vplyv globalizácie na požiadavky ERP

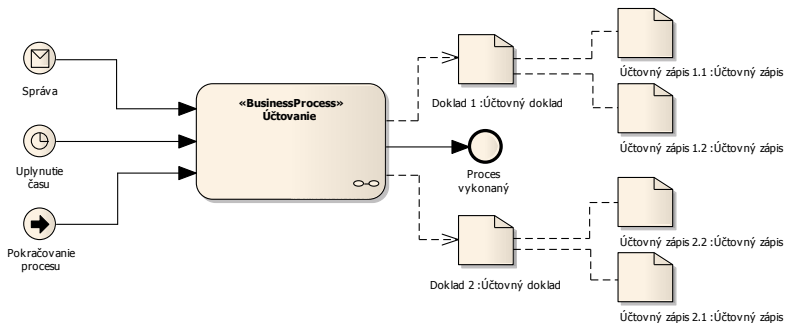
Dnešné ekonomické prostredie je otvoreným a medzinárodným, kde nadnárodné ekonomické aktivity razantne ovplyvňujú celkovú úroveň národného hospodárstva. Na jednej strane podniky musia byť schopné dodávať a odoberať tovary a služby do/z iných krajín, na strane druhej sa stávajú súčasťami podnikových sietí (angl. business networks), v rámci ktorých participujú v cezhraničných dodávateľsko-odberateľských reťazcoch. V dnešnej dobe už nestačí integrácia medzi obchodnými partnermi na úrovni faxu, telefónu či elektronickej pošty pri koordinácii aktivít v rámci ekonomického reťazca [FON08].

Podnikové siete sa postupne stávajú dôležitým aspektom firemných stratégií s obchodnými partnermi ako ich kľúčovým komponentom [WES07]. Toto platí aj pre firmy v segmente SMB, kde musia byť menší dodávatelia schopní uspokojiť potreby svojich častokrát veľkých zákazníkov, a to i na úrovni integrácie systémov medzi podnikmi.

3.4 Vývoj štandardných podnikových aplikácií typu ERP

Vytvoriť plnohodnotný ERP systém je zložitou a dlhotrvajúcou prácou. Najväčší softvéroví producenti zaoberajúci sa podnikovým softvérom ako i mnohé lokálne firmy sú na trhu desiatky rokov a ich dnešné výsledky predstavujú niekedy aj desaťročia práce, ktorá postupne zahŕňala kontinuálne vylepšovanie ich produktov v zmysle dopĺňania či zmien funkcionality ako aj ich architektonického re-inžinieringu. S postupom časom sa jednotlivé produkty snažili dostať na viacero trhov, pokryť nové trhové segmenty a odvetvia, čo prirodzene vyústilo do nových požiadaviek nielen z pohľadu toho, aké majú zákazníci očakávania, ale i z pohľadu architektonického a samotného vývoja ERP aplikácií.

Z obsahu poskytovanej funkcionality ERP vyplýva rôznorodosť potrieb na znalosť problematiky v odlišných oblastiach, akými sú účtovníctvo (finančné, nákladové), výkazníctvo, logistické a skladové procesy, výrobné procesy, atď. Táto charakteristika determinuje fakt, že pri vývoji je potrebné skĺbiť špecialistov na jednotlivé oblasti so špecialistami zaoberajúcimi sa vývojom softvéru.



Obr. 3-2 – Spracovanie udalostí a ich premietnutie do účtovníctva v BPMN diagrame (adaptované z [FOW00, s. 1])

Každý podnik pri vykonávaní svojej činnosti využíva zdroje (prácu, vstupné suroviny, služby, priestory, zariadenia a pod.), ktoré musia byť financované. Aby podnik mohol vykonávať svoju činnosť efektívne, zamestnanci potrebujú informácie o množstve daných zdrojov, spôsobe ich financovania a dosiahnutých výsledkoch na základe ich použitia. Taktiež okolie podniku potrebuje obdobné informácie, aby bolo schopné robiť rozhodnutia týkajúce sa danej organizácie. Z tohto dôvodu je účtovníctvo spôsobom a systémom, ako poskytovať takéto informácie [ANT89, s. 3], a preto ho považujeme za ústredný modul ERP aplikácii (schematicky znázornené na obr. 3-2). Ten vo väzbe na ostatné moduly poskytuje finančné vyjadrenie pohybu a stavov zdrojov podniku v štandardnej a komparatívnej štruktúre chronologicky, interne a externe.

V rámci práce z dátového analytického pohľadu skúmame rad analytických dátových vzorov [FOW97], [FOW00], [SES00] atď., na ktorých demonštrujeme ich relevanciu voči ERP na strane jednej ako aj ich obmedzenia z pohľadu globalizácie podnikových aplikácii na strane druhej.

Z procesného (funkčného) pohľadu pri analýze aplikácii a relevantnosti pre lokalizáciu definujeme nasledujúcu množinu procesných elementov (odvođených z BPMN, [OMG09]) v kontexte podnikových aplikácii typu ERP:

Definícia č. 3-1: obchodný proces (angl. Business Process)

Obchodný proces je usporiadaná množina obchodných transakcií, ktorých postupným vykonaním sa realizuje určitý cieľ procesu (okrem samotného predmetu jednotlivých obchodných transakcií). Príkladom môže byť obchodný proces objednávka - platba (angl. *order to cash*) alebo proces výroby a pod.



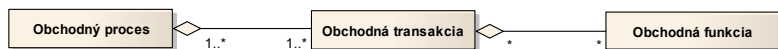
Definícia č. 3-2: obchodná transakcia (angl. Business Transaction)

Obchodná transakcia je súbor definovaných transformačných aktivít (pomocou obchodných funkcií), ktoré s množinou inštancií tried na jej vstupe (či už od používateľa alebo na základe iných už existujúcich inštancií dátových entít v systéme), modifikujú existujúce alebo vytvoria nové inštancie tried na jej výstupe.



Definícia č. 3-3: obchodná funkcia (angl. Business Function)

Obchodná funkcia atomická operácia s definovanou množinou vstupov a výstupov, ktorej cieľom je transformácia vstupných hodnôt na základe definovaného algoritmu na výstupné. Príkladom môže byť funkcia, ktorá overuje správnosť zadaného daňového identifikačného čísla na obrazovke.



Obr. 3-3 – Vzťah medzi obchodným procesom, transakciou a funkciou

Obr. 3-3 znázorňuje základné vzťahy medzi obchodným procesom, obchodnou transakciou a obchodnou funkciou.

3.5 Globalizácia softvérových produktov

Globalizácia je výsledkom efektívnej internacionalizačnej a lokalizačnej stratégie. Tvorený systém musí byť kultúrne a technicky neutrálny – internacionalizovaný – aby mohol byť lokalizovaný a použiteľný v rôznych regiónoch a krajinách [GLO02].

Pod internacionalizáciou rozumieme vývojové prostredie a architektonickú koncepciu aplikácie, ktoré vytvárajú vhodné prostredie a umožňujú lokalizáciu aplikácie, t.j. návrh aplikácie s korektnou vrstvou internacionalizácie umožní lokalizáciu aplikácie bez zásadných architektonických zmien (pozri napr. [KOK97]).

Z dátového aspektu sa môžeme pozerat' na internacionalizáciu z logickej a fyzickej stránky. Na úrovni logického modelu je dôležitý výber a aplikácia takých analytických dátových vzorov a z nich odvodený logický model bázy dát, ktorý umožní uchovanie celkovej globálnej štruktúry perzistentných údajov.

Pod lokalizáciou rozumieme proces modifikácie, konfigurácie a špecializácie podnikovej aplikácie takým spôsobom, ktorý zohľadní odlišnosti rôznych krajín. Hlavné faktory, ktoré vplyvajú na lokalizáciu sú (sčasti analyzované v [HAU08, str. 177-178]):

- *legislatíva* – zásadne ovplyvňuje lokalizáciu predovšetkým softvérových aplikácií typu ERP, pretože mnohé z nimi podporovaných procesov majú priamu reláciu na legislatívne prostredie jednotlivých krajín,
- *obchodné praktiky* (angl. best business practices) – zaužívané interakcie obchodných partnerov na základe historického kontextu či na základe transformácií, ktoré prebiehajú v ekonomike,
- *jazyk a kultúrne aspekty* – schopnosť interakcie s používateľmi v ich lokálnom jazyku a taktiež v ich kultúrnom kontexte,
- *technologické aspekty* – vyplývajúce buď z legislatívy (napr. nutnosť archivácie dokumentov a bázy dát softvérových produktov, dátové zabezpečenie a pod.) alebo s všeobecne akceptovaných pravidiel.

Z pohľadu softvérového inžinierstva existuje niekoľko prístupov, ktoré čiastočne riešia vybrané aspekty internacionalizácie a lokalizácie z funkčného hľadiska. Základným je použitie kondicionálnych príkazov v rámci štruktúrovaného programového kódu (pozri bližšie [DAN09a]) či využitie napojiteľných algoritmov a návrhových vzorov *Strategy* a *Factory*. Ich použitie umožňuje separáciu algoritmu vykonávajúcu určitý obchodný algoritmus vzhľadom na existenciu viacerých variantov pre rôzne lokalizované jednotky (pozri bližšie

[DAN09a] alebo [FOW97]). Uvedené možnosti avšak riešia iba časť zo spektra okruhov, na ktoré má globalizácia vplyv, najmä z pohľadu funkcií (algoritmov). Procesný ako i dátový pohľad je riešený len minimálne.

3.6 Súčasné otvorené otázky globalizácie podnikových aplikácií

Uvedená analýza sumarizuje existujúce aspekty tvorby ERP riešení vzhľadom na ich globalizáciu. Avšak holistický pohľad, ktorý by pokrýval jednak metodologické aspekty vývoja softvéru a taktiež by z funkčného (procesného) i dátového pohľadu definoval základné princípy analýzy a návrhu (z pohľadu globalizácie aplikácií), chýba.

Výsledkom dnešných globalizačných tendencií je skôr ad hoc snaha dostať softvér za „hranice“ krajiny a ex post dodefinovanie potrebných metodologických, procesných, funkčných, dátových a organizačných štruktúr ako ich včasné plánovanie a predpríprava. To má za následok častokrát nesprávne vykonanú analytickú a návrhovú časť základov softvéru, ktorých dodatočná reštrukturalizácia je náročná a hlavne nákladná.

Kým v softvéri, ktorý je legislatívne relatívne málo závislý (ako napr. operačné systémy, antivírusové programy a pod.) je potrebné zabezpečiť prevažne technickú internacionalizáciu (lokalizácia je v podstate synonymom prekladu), pri obchodnom softvéri sa situácia značne komplikuje funkčnou a dátovou lokalizáciou, ako je detailne analyzované i v [HOG04].

Z formálneho hľadiska dnes nie je jednoznačne definovaná globalizácia a lokalizácia v kontexte tvorby softvéru pre podniky. Pod lokalizáciou sa všeobecne rozumie prispôbenie existujúceho softvéru požiadavkám daného trhu, čo však nie je úplné.

Uvedený problém je rudimentárnym a vedie k ďalším úskaliam. Explicitne uvedieme hlavne prehľadnosť. Separáciu toho, čo je globálne a toho, čo je lokálne, považujeme pri väčšom počte lokalizovaných jednotiek za kritickú. To znamená, že kontinuálnymi (a v zmysle vyššie uvedeného i nekonceptnými) zmenami programového kódu sa stráca prehľad v tom, ktoré obchodné procesy sú globálne, a ktoré lokálne či používané len vo vybraných lokalizovaných jednotkách, koľko variantov obchodných funkcií existuje, a ktoré lokalizované jednotky ich involujú a pod. Z dátového analytického hľadiska sa jedná o prehľadnosť v štruktúrach entít, ich atribútov či relácií a to, ktoré z nich majú väzbu na partikulárne lokalizované jednotky, a ktoré z nich sú generické.

Ďalším dôležitým aspektom je vytvorenie novej lokalizovanej jednotky. Vzhľadom na už uvedené je to nemalý problém, pretože vo väčšine prípadov je potrebné prepísať, upraviť a dotvoriť značnú časť analytickej, návrhovej a implementačnej súčasti tvorby softvéru.

V neposlednom rade absencia metodiky tvorby globalizovaných podnikových aplikácií, ktorá by rozširovala existujúce metodológie tvorby softvérových produktov, má za následok nevedomosť o metódach, technikách a analyticko-návrhových vzoroch, ktoré je potrebné uplatniť pri prvotnom návrhu softvéru, ako i nevedomosť o dodatočných krokoch či fázach, ktoré je potrebné začleniť do vývojového cyklu, a ktoré vyplývajú z požiadaviek globalizácie.

4 Formalizácia lokalizácie a globalizácie

Definícia č. 3-1 až definícia č. 3-3 identifikovali základné procesné (funkčné) elementy a ich vzťahy. Následnou formalizáciou definujeme procesný obsah globalizácie a lokalizácie (pre množinu lokalizovaných jednotiek) ako

i zovšeobecniť model podporujúci ľubovoľné množstvo lokalizovaných jednotiek a s nimi previazaných obchodných procesov, transakcií, funkcií, dátových štruktúr a údajov.

Nami navrhnutá formalizácia je výsledkom syntézy systematického skúmania predmetu globalizácie a identifikácie vzťahov, zmien, variácií a konfigurácií v jeho relácii k lokalizovaným jednotkám.

4.1 Formalizácia procesnej globalizácie

Definícia č. 4-1: množina lokalizovaných jednotiek (angl. Localized Unit Set)

Usporiadanú množinu

$$L = \{L_1, L_2, \dots, L_n\} \quad (4.1)$$

budeme nazývať množinou lokalizovaných jednotiek (ďalej nedeliteľných hospodársko-ekonomicko-politických entít). Prírodné číslo $n \in M$ definuje počet lokalizovaných jednotiek.

◆

Poznámka: ak $n \geq 2$ tak množinu L budeme považovať za globálnu množinu lokalizovaných jednotiek v kontexte predmetnej aplikácie.

Definícia č. 4-2: množina obchodných procesov (angl. Business Process Set)

Množinu

$$P = \{P_1, P_2, \dots, P_m\} \quad (4.2)$$

budeme nazývať množinou obchodných procesov (definícia č. 3-1), kde každý obchodný proces má svoj cieľ. Prírodné číslo $m \in M$ definuje počet podporovaných obchodných procesov.

◆

Definícia č. 4-3: lokalizačná procesná matica (angl. Process Localization Matrix)

Maticu typu (m, n) prvkov³ PL_{ij}

$$A = \begin{pmatrix} PL_{11}, & PL_{12}, & \dots, & PL_{1n} \\ PL_{21}, & PL_{22}, & \dots, & PL_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ PL_{m1}, & PL_{m2}, & \dots, & PL_{mn} \end{pmatrix} \quad (4.3)$$

budeme nazývať lokalizačnou procesnou maticou, kde $P_i \in P$ ($1 \leq i \leq m$) a $L_j \in L$ ($1 \leq j \leq n$), pričom pre prvky PL_{ij} tejto matice platí

$$PL_{ij} = \begin{cases} 1 & \text{ak } P_i \text{ je prítomný proces v lokalizácii } L_j \\ 0 & \text{ak } P_i \text{ nie je prítomný v lokalizácii } L_j \end{cases} \quad (4.4)$$

◆

Poznámka: Matica A zobrazuje, ktoré procesy sú aktívne v ktorých lokalizovaných jednotkách.

Pre procesy, ktoré sú prítomné v jednotlivých lokalizovaných jednotkách platia nasledovné dva vzťahy

² $M = \{1, 2, \dots\}$ je množina kladných prirodzených čísel

³ Prvok PL_{ij} je zložený prvkom, kde index i asociujeme s P , kde P predstavuje množinu obchodných procesov (4.2) a index j asociujeme s L , kde L predstavuje množinu lokalizovaných jednotiek (4.1). Hodnota samotného zloženého prvku PL_{ij} je definovaná následne.

$$h_{P_i} = \sum_{j=1}^n PL_{ij} \quad \text{a} \quad h_{L_j} = \sum_{i=1}^m PL_{ij} \quad (4.5)$$

kde h_{P_i} je počet lokalizácií, v ktorých je proces P_i prítomný a h_{L_j} predstavuje počet procesov prítomných v lokalizácii L_j .

Definícia č. 4-4: globálny a lokálny proces (angl. Global and Local Process)

Proces P_i , ktorý je prítomný vo všetkých lokalizovaných jednotkách budeme nazývať *globálnym procesom s globálnym cieľom*, ak platí

$$h_{P_i} = n \quad (n \geq 2) \quad (4.6)$$

Ak

$$h_{P_i} = 1 \quad (4.7)$$

budeme proces P_i nazývať *lokálnym procesom s lokálnym cieľom* (daný proces je prítomný len v jednej lokalizovanej jednotke alebo aplikácia nie je globalizovaná, t.j. je určená len pre jednu lokalizovanú jednotku).

◆

Definícia č. 4-5: množina transakcií a ich usporiadaní (angl. Transaction and Transaction Order Sets)

Množinu

$$T^{P_i} = \{T_1^{P_i}, T_2^{P_i}, \dots, T_{r_{P_i}}^{P_i}\} \quad (r_{P_i} \geq 1) \quad (4.8)$$

budeme nazývať množinou obchodných transakcií, kde r_{P_i} je počet transakcií, z ktorých sa P_i skladá (zjednodušene $r_{P_i} = r$ a $T^{P_i} = T$ pre každé P_i).

Množinu

$$O^{P_i} = \{O_1^{P_i}, O_2^{P_i}, \dots, O_{s_{P_i}}^{P_i}\} \quad (1 \leq s_{P_i} \leq \min(h_{P_i}, r!)) \quad (4.9)$$

budeme nazývať množinou usporiadaní transakcií, kde s_{P_i} je počet usporiadaní, ktorý je maximálne rovný počtu lokalizácií, v ktorých je P_i prítomný (zjednodušene $s_{P_i} = s$ a $O^{P_i} = O$ pre každé P_i).

◆

Poznámka: nemôžeme mať väčší počet množín usporiadaní ako počtu lokalizácií, v ktorých je daný proces prítomný a zároveň permutácií počtu transakcií pre daný proces. Obvykle existuje menší počet usporiadaní, keďže viacero lokalizácií zdieľa to isté usporiadanie pre dané P_i .

Definícia č. 4-6: matica variantov obchodného procesu (angl. Process Variant Matrix)

Maticu typu (r, s) prvkov⁴ TO_{kl}

$$B^{P_i} = \begin{pmatrix} TO_{11} & TO_{12} & \dots & TO_{1s} \\ TO_{21} & TO_{22} & \dots & TO_{2s} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ TO_{r1} & TO_{r2} & \dots & TO_{rs} \end{pmatrix} \quad (4.10)$$

⁴ Prvok TO_{kl} je zložený prvkom, kde index k asociujeme s T , kde T predstavuje množinu obchodných transakcií (4.8) a index l asociujeme s O , kde O predstavuje množinu usporiadaní obchodných transakcií (4.9). Hodnota samotného zloženého prvku TO_{kl} je definovaná následne.

budeme nazývať maticou variantov obchodného procesu P_i , kde $T_k \in T$ ($1 \leq k \leq r$) a $O_l \in O$ ($1 \leq l \leq s$) pričom pre prvky TO_{kl} tejto matice platí

$$TO_{kl} = \begin{cases} p & 1 \leq p \leq r \text{ kde } p \text{ určuje poradie aktivizácie } T_k \text{ v } O_l \\ 0 & \text{ak } T_k \text{ nie je v } O_l \text{ aktivovaná} \end{cases} \quad (4.11)$$

pričom pre každé k platí

$$\sum_{l=1}^s TO_{kl} \geq 1 \quad (4.12)$$

◆

Poznámka: transakcia T_k musí byť aktivizovaná v množinách usporiadaní aspoň raz a matica \mathbf{B}^{P_i} zobrazuje množinu transakcií a možnosti poradia ich aktivizácie.

Definícia č. 4-7: procesná konfigurácia aplikácie (angl. Application Process Configuration)

Maticu typu (m, n) prvkov C_{ij}

$$\mathbf{C} = \begin{pmatrix} C_{11}, & C_{12}, & \dots, & C_{1n} \\ C_{21}, & C_{22}, & \dots, & C_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ C_{m1}, & C_{m2}, & \dots, & C_{mn} \end{pmatrix} \quad (4.13)$$

budeme nazývať maticou procesnej konfigurácie kde $1 \leq i \leq m$ a $1 \leq j \leq n$ pričom pre prvky C_{ij} tejto matice platí

$$C_{ij} = \begin{cases} l & 1 \leq l \leq s_{P_i} \quad \text{ak } PL_{ij} = 1 \\ 0 & \text{ak } PL_{ij} = 0 \end{cases} \quad (4.14)$$

◆

Poznámka: Prvok C_{ij} matice \mathbf{C} reprezentuje priradený variant procesu P_i lokalizácii L_j s tým, že každý variant procesu P_i musí byť priradený aspoň jednému L_j (inak by daný variant nebol použitý) a zároveň každé L_j má priradený práve jeden variant. Matica \mathbf{C} zobrazuje celkové priradenie variantov usporiadaní transakcií jednotlivým lokalizovaným jednotkám.

Definícia č. 4-8: globálna transakcia (angl. Global Transaction)

Transakciu $T_g \in T^{P_i}$ budeme nazývať *globálnou transakciou*, ak P_i je globálnym procesom a platí

$$\prod_{l=1}^{s_{P_i}} TO_{gl} \geq 1 \quad (4.15)$$

◆

Poznámka: Transakcia T_g je súčasťou globálneho procesu a je aktivizovaná v rámci každého jeho variantu.

Definícia č. 4-9: lokálna transakcia (angl. Local Transaction)

Transakciu $T_d \in T^{P_i}$ budeme nazývať *lokálnou transakciou*, ak existuje práve jedna dvojica $\{l, j\}$, pre ktorú platí

$$\left(\left(TO_{dl} \geq 1 \right) \wedge \left(\forall l': (l' \neq l) \wedge (TO_{dl'} = 0) \right) \right) \wedge \left(C_{ij} = l \right) \wedge \left(\forall j': (j' \neq j) \wedge (C_{ij'} \neq C_{ij}) \right) \quad (4.16)$$

kde $1 \leq l \leq s_{p_i}$ a $1 \leq l' \leq s_{p_i}$ a $1 \leq j \leq n$ a $1 \leq j' \leq n$.

◆

Poznámka: Transakcia T_d je aktivizovaná v rámci variantov procesu P_i iba raz a daný variant je priradený len jednej L_j . Z definícií taktiež vyplýva, že všetky transakcie lokálneho procesu sú lokálnymi transakciami.

V rámci ERP aplikácií sa nachádza množstvo obchodných funkcií, ktorých varianty sú využívané rôznymi lokalizovanými jednotkami. Obchodné funkcie sú invokované jednotlivými transakciami.

Definícia č. 4-10: množina obchodných funkcií a ich variantov (angl. Business Function Set and its Variants)

Množinu

$$F = \{F_1, F_2, \dots, F_c\} \quad (c \geq 1) \quad (4.17)$$

budeme nazývať množinou obchodných funkcií, pričom každá obchodná funkcia vykonáva obchodné pravidlo (definícia č. 3-3). Prirodené číslo² $c \in M$ definuje celkový počet obchodných funkcií.

Množinu

$$N^{F_b} = \{N_1^{F_b}, N_2^{F_b}, \dots, N_{z_{F_b}}^{F_b}\} \quad (1 \leq z_{F_b} \leq n) \quad (4.18)$$

budeme nazývať množinou variantov obchodnej funkcie F_b kde $1 \leq b \leq c$ a z_{F_b} je počet variantov obchodnej funkcie F_b , ktorý je maximálne rovný počtu lokalizovaných jednotiek, v ktorých sa F_b aktivizuje (zjednodušene $z_{F_b} = z$ a $N^{F_b} = N$ pre každé F_b).

◆

Definícia č. 4-11: lokalizačná matica variantov obchodnej funkcie (angl. Business Function Variants Matrix)

Maticu typu (z, n) prvkov⁵ NL_{vj}

$$D^{F_b} = \begin{pmatrix} NL_{11}, & NL_{12}, & \dots, & NL_{1n} \\ NL_{21}, & NL_{22}, & \dots, & NL_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ NL_{z1}, & NL_{z2}, & \dots, & NL_{zn} \end{pmatrix} \quad (4.19)$$

budeme nazývať maticou lokalizačných variantov obchodnej funkcie F_b , kde $N_v \in N$ ($1 \leq v \leq z$) a $L_j \in L$ ($1 \leq j \leq n$) pričom pre prvky NL_{vj} tejto matice platí:

$$NL_{vj} = \begin{cases} 1 & \text{ak } N_v \text{ je aktivizovaný variant } F_b \text{ v } L_j \\ 0 & \text{ak } N_v \text{ nie je aktivizovaný v } L_j \end{cases} \quad (4.20)$$

pričom pre každé v a j platí

⁵ Prvok NL_{vj} je zloženým prvkom, kde index v asociujeme s N , kde N predstavuje množinu variantov obchodnej funkcie (4.18) a index j asociujeme s L , kde L predstavuje množinu lokalizovaných jednotiek (4.1). Hodnota samotného zloženého prvku NL_{vj} je definovaná následne.

$$\left(\sum_{j=1}^n NL_{vj} \geq 1 \right) \wedge \left(\sum_{v=1}^z NL_{vj} = \begin{cases} 1 \\ 0 \end{cases} \right) \quad (4.21)$$

◆

Poznámka: variant obchodnej funkcie N_b musí byť aktivizovaný aspoň v jednej L_j a zároveň pre jedno L_j môže byť aktivizovaný maximálne jeden N_v . Matica D^{F_b} zobrazuje množinu variantov obchodnej funkcie F_b a jej použitie v jednotlivých lokalizovaných jednotkách. V práci je taktiež definovaná úroveň lokalizácie obchodnej funkcie u_{F_b} , ktorá určuje, aký veľký je pomer variantov obchodnej funkcie k počtu ich aktivizácií vynásobeným počtom lokalizovaných jednotiek, ktoré ju aktivizujú. Následne definujeme rôzne typy obchodných funkcií (globálne, lokálne, regionálne, atď.) na základe ich úrovne lokalizácie.

Definícia č. 4-12: celkový obsah procesnej globalizácie (angl. Complete Process Globalization Content)

Celkovým obsahom procesnej globalizácie pre množinu lokalizovaných jednotiek L budeme rozumieť:

a) blokovú maticu typu (m, n) prvkov G_{ij}

$$G = \begin{pmatrix} G_{11} & G_{12} & \dots & G_{1n} \\ G_{21} & G_{22} & \dots & G_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ G_{m1} & G_{m2} & \dots & G_{mn} \end{pmatrix} \quad (4.22)$$

kde $1 \leq i \leq m$ a $1 \leq j \leq n$, pričom každý prvok G_{ij} tejto matice je opäť matica a platí

$$G_{ij} = \begin{cases} \begin{pmatrix} TO_{1C_{ij}} \\ B_{*C_{ij}}^{P_i} = \begin{pmatrix} TO_{2C_{ij}} \\ \vdots \\ TO_{r_{P_i}C_{ij}} \end{pmatrix} \\ \mathbf{0} \end{pmatrix} & \text{ak } C_{ij} \geq 1 \\ \mathbf{0} & \text{ak } C_{ij} = 0 \end{cases} \quad (4.23)$$

kde $\mathbf{0}$ je nulová matica typu $(r_{P_i}, 1)$;

b) blokovú maticu typu (c, n) prvkov $D_{*j}^{F_b}$

$$D = \begin{pmatrix} D_{*1}^{F_1} & D_{*2}^{F_1} & \dots & D_{*n}^{F_1} \\ D_{*1}^{F_2} & D_{*2}^{F_2} & \dots & D_{*n}^{F_2} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ D_{*1}^{F_c} & D_{*2}^{F_c} & \dots & D_{*n}^{F_c} \end{pmatrix} \quad (4.24)$$

kde $1 \leq b \leq c$ a $1 \leq j \leq n$, pričom každý prvok $D_{*j}^{F_b}$ tejto matice je opäť matica a platí

$$D_{*j}^{F_b} = \begin{pmatrix} NL_{1j} \\ NL_{2j} \\ \vdots \\ NL_{z_{F_b}j} \end{pmatrix} \quad (4.25)$$

◆

Poznámka: Matica G predstavuje celkové nastavenie procesov, transakcií a ich usporiadaní priradených jednotlivým lokalizovaným jednotkám. Matica

D predstavuje celkovú množinu obchodných funkcií a ich variantov aktivizovaných jednotlivými lokalizovanými jednotkami.

Definícia č. 4-13: celkový obsah procesnej lokalizácie (angl. Complete Process Localization Content)

Celkovým obsahom procesnej lokalizácie pre lokalizovanú jednotku L_j budeme rozumieť:

- stĺpcovú blokovú maticu G_{sj} , ktorá je j-tým stĺpcom blokovej matice G (4.22),
- stĺpcovú blokovú maticu D_{sj} , ktorá je j-tým stĺpcom blokovej matice D (4.24).

◆

Poznámka: Jednotlivé stĺpce matice G a D reprezentujú procesný obsah príslušných lokalizácií.

Formalizácia procesnej globalizácie je doplnená v práci o nami navrhnutý *metamodel procesnej globalizácie*, ktorý na základe vzťahov medzi entitami vizualizuje uvedenú formálnu definíciu a rozširuje ju o dôležité modelovacie aspekty, ktoré slúžia ako vzor pri návrhu jednotlivých funkčných elementov.

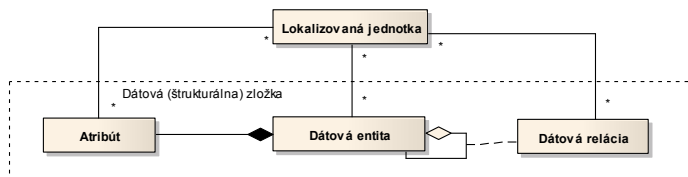
4.2 Analytické dátové metamodely dát globalizácie

Previazanosť lokalizovaných jednotiek existuje jednak na procesnej úrovni ale taktiež i na úrovni dát. Z dátového pohľadu definujeme dve zložky, z ktorých sa skladá:

- štruktúrnu* – určuje, ktoré dátové štruktúry (entity, ich atribúty a relácie medzi nimi) sú relevantné pre jednotlivé lokalizované jednotky,
- obsahovú* – určuje, ktoré dáta v rámci dátových štruktúr sú relevantné pre jednotlivé lokalizované jednotky.

Pri štruktúrálnej zložke nemusí ísť iba o dáta v zmysle spracovávaných údajov, ale môže sa jednať aj napr. o štruktúru používateľského rozhrania, na ktoré má globalizácia taktiež vplyv. Používateľské rozhranie môžeme namodelovať ako triedy, kde jednotlivé atribúty reprezentujú prvky používateľského rozhrania (napr. vstupné polia, príkazové tlačidlá, a pod.).

Pri návrhu dátových štruktúr⁶ je v kontexte lokalizácie potrebné určiť relácie medzi lokalizovanými jednotkami a dátovými štruktúrami. Cieľom je zmapovanie príslušnosti jednotlivých dátových štruktúr a vytvorenie metaúrovne, ktorá určí jednotlivé príslušnosti a svojou celkovou štruktúrou poskytne globalizovaný pohľad na štruktúru dát.



Obr. 4-1 – Metamodel lokalizácie a globalizácie dátových štruktúr

⁶ Pod dátovými štruktúrami v entito-relačnom kontexte chápeme bazu dát na logickej úrovni s entitami, ich atribútmi a reláciami; v objektovo-orientovanom zmysle sa jedná o triedy (dátové entity), ich atribúty a asociácie medzi triedami (či už agregácie alebo kompozície).

Relácia jednej lokalizovanej jednotky k množine dátových štruktúr, zobrazená na obr. 4-1, predstavuje dátový kontext lokalizácie pre danú lokalizovanú jednotku a množina všetkých relácií tvorí celkovú globalizáciu dátových štruktúr. Štruktúrálny pohľad je v analytickej a návrhovej rovine obsahovo neutrálny, t.j. všeobecný, pretože pojednáva o konečnom počte elementov, teda množine dátových štruktúr.

Definícia č. 4-14: lokálna a globálna dátová entita/trieda, lokálny a globálny atribút dátovej entity/triedy (angl. Local and Global Entity/Class, Local and Global Entity/Class Attribute)

Lokálnou entitou a lokálnym atribútom dátovej entity budeme nazývať príslušné dátové štruktúry, ktoré sú v relácii k jedinej lokalizovanej jednotke.

Globálnou entitou a globálnym atribútom dátovej entity budeme nazývať príslušné dátové štruktúry, ktoré sú lokalizačne neutrálne (t.j. sú v relácii so všetkými lokalizovanými jednotkami v množine L).

◆

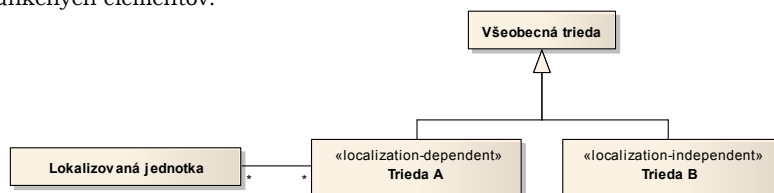
Definícia č. 4-15: lokálna a globálna dátová relácia (angl. Local and Global Entity Relationship)

Lokálnou dátovou reláciou budeme nazývať reláciu medzi dvoma dátovými entitami, z ktorých aspoň jedna je lokálna.

Globálnou dátovou reláciou budeme nazývať reláciu medzi dvoma globálnymi dátovými entitami.

◆

V prípade, že sa jedná o globálne dátové štruktúry, nie je potrebné robiť relácie s lokalizovanými jednotkami, obdobne ako pri univerzálnych typoch funkčných elementov.



Obr. 4-2 – Metamodel lokalizácie a globalizácie dátového obsahu (údajov)

Kým dátový štruktúrálny metamodel hovorí o tom, ktoré dátové štruktúry sú previazané s lokalizovanými jednotkami, musíme taktiež definovať previazanosť ich obsahu⁷ (údajov) s lokalizovanými jednotkami, ktorá je zobrazená metamodelom na obr. 4-2.

Definícia č. 4-16: lokalizačne závislé údaje a lokalizačne nezávislé /globálne/ údaje (angl. Localization-dependent Data and Localization-independent /Global/ Data)

Lokalizačne závislými údajmi budeme nazývať údaje, ktoré sú vždy v kontexte množiny lokalizovaných jednotiek. Lokalizačne nezávislými údajmi (globálnymi) budeme nazývať údaje bez kontextu lokalizovaných jednotiek.

◆

Uvedená definícia platí tak pre globálne dátové entity a atribúty ako i lokálne dátové entity a ich atribúty. Príkladom je trieda definujúca účtovné

⁷ Pod obsahom (údajmi) v entito-relačnom kontexte chápeme dátové vety (záznamy) a v objektovo-orientovanom kontexte inštalácie tried, t.j. objekty.

pravidlo, ktorého štruktúra je sama o sebe globálna, avšak jej konkrétna inštancia je platná pre konkrétnu množinu lokalizovaných jednotiek.

4.3 Prínosy novej formalizácie a metamodelov globalizácie

V novonavrhnutej formalizácii procesnej globalizácie, jej metamodeli ako i v navrhnutých metamodeloch dátových štruktúr a dátového obsahu sme definovali nové pojmy a ich význam, ktorých generický obsah je potrebný pri tvorbe globalizovaných aplikácií.

Samotná formalizácia a metamodely umožňujú systematicky riešiť nasledovné:

- kategorizáciu funkčných elementov a ich identifikáciu, či sa jedná o globálne, lokálne, prípadne iné druhy z pohľadu lokalizácie,
- previazanosť lokalizovaných jednotiek s funkčnými elementmi, a teda jasne determinovať, ktoré funkčné elementy sú používané (v širšom slova zmysle) ktorými lokalizovanými jednotkami,
- úroveň lokalizácie (pri obchodných funkciách), ktorá identifikuje mieru variabilnosti funkčnosti vzhľadom na lokalizované jednotky a tiež slúži ako indikátor výberu vhodnej stratégie pri analýze a návrhu funkčných elementov,
- previazanosť lokalizovaných jednotiek s dátovými štruktúrami a identifikáciu lokálnych a globálnych dátových štruktúr, ktorá je potrebná pri určení vplyvu napr. na procesnú zložku systému,
- previazanosť údajov s lokalizovanými jednotkami, ktorá vnáša do modelov dôležitú dimenziu separácie údajov do kontextu lokalizácie,
- zjednodušovanie procesných a dátových zmien (reinžiniering) vyplývajúcich z externých vstupov (najčastejšie zmien ovplyvnených legislatívou), pretože identifikácia predmetu daných zmien aj ich samotné vykonanie je jednoduchšie vzhľadom na stanovené relácie k lokalizovaným jednotkám a procesnej konfigurácii, ako i vzhľadom na iné lokalizované jednotky, ktoré môžu byť danými zmenami ovplyvnené (napr. pri zdieľaní určitého variantu obchodnej funkcie),
- uľahčenie dodávania nových lokalizácií (čiže rozšírenie množiny lokalizovaných jednotiek o nové prvky), pretože je možné vychádzať už z existujúcich lokalizovaných jednotiek a vytvorenie novej lokalizácie znamená vytvorenie a konfiguráciu nových variantov bez nutnosti zásadných architektonických zmien v systéme,
- vyššiu flexibilitu a testovateľnosť systému, pretože nami navrhnutý prístup poskytuje transparentný a ucelený pohľad na procesné a dátové zložky systému a ich previazanosť na lokalizované jednotky,
- previazanosť na štandardy UML a BPMN.

Predstavenú formalizáciu je možné aplikovať pri vývoji aplikácii typu ERP (a iných, lokalizačne podmienených podnikových aplikácií) pre regionálny či globálny trh, určiť hranice medzi spoločnými a rozdielnymi procesnými a dátovými oblasťami, ako i zjednodušiť implementácie zmien v rámci procesnej globalizácie, ktorá je najviac a najčastejšie ovplyvnená legislatívnymi zmenami. Prakticky je možné využiť definované zložky formalizácie a metamodelov v nasledovných oblastiach:

- pri špecifikácii systému (procesnej, funkčnej, dátovej, používateľského rozhrania atď.), v ktorej tvorcovia systému (analytici) okrem štandardných prvkov aplikujú i zložky formalizácie a metamodelov,

- v samotnej architektúre systému (v rámci všetkých jej komponentov vrátane používateľského rozhrania), v ktorej bude uplatnená metaúroveň lokalizovaných jednotiek,
- pri vytváraní testovacích scenárov, postupov alebo automatizovaných testovacích rutín, v rámci ktorých je potrebné stanoviť testovanie každej lokalizovanej jednotky,
- pri tvorbe rôznych typov dokumentácie, ktorá musí odzrkadľovať prepojenie s lokalizovanými jednotkami (napr. používateľská dokumentácia aplikácie musí pre určitú lokalizáciu popisovať jej správanie sa). Samotná architektúra systému by mala umožňovať generovanie technickej dokumentácie automatizovane.

Na záver podotknime, že využitie navrhnutej formalizácie ako i metamodelov z pohľadu tvoreného systému môže byť i širšie, všeobecnejšie (t.j. nie iba v rámci tvorby podnikových riešení ERP v uvažovanom segmente trhu). Musia byť však zohľadnené dodatočné aspekty, ktoré môžu vyplynúť z predmetu použitia, ktoré náš výskum nemusel obsiahnuť vzhľadom na jeho zameranie sa na podnikové riešenia ERP pre SMB. Príkladom sú riešenia určené pre rôzne odvetvia, kde napr. systémy vo verejnej správe sú taktiež v dnešnej dobe predmetom štandardizácie. Ich nasadzovanie v rôznych krajinách s prepojením na nadnárodné organizácie je aktuálne (napr. v rámci EÚ) a kladie požiadavky smerom ku globalizácii.

5 Rámcová metodika tvorby globalizovaných podnikových aplikácií

Navrhnutá rámcová metodika tvorby globalizovaných aplikácií je rozšírením (dodatkom) k existujúcim metodológiám. Keďže v dnešnej dobe existuje niekoľko desiatok rôznych prístupov k tvorbe softvéru, z ktorých každý má svoje výhody použitia, jednotlivé fázy a činnosti nebudeme viazať na žiadnu konkrétnu existujúcu metodológiu a začlenenie popísaných zmien ponecháme na konkrétne prípady.

5.1 Účel a cieľ rámcovej metodiky

Postup metodiky je kombinovaný (t.j. zhora nadol aj zdola nahor) a jej hlavnými cieľmi sú:

- koncepčne doplniť jednotlivé fázy životného cyklu požiadavkami globalizácie,
- systematicky rozpracovať a detailizovať modely (dátové a funkčné), na ktoré má globalizácia vplyv,
- načrtnúť vplyv organizácie a jej jednotlivých zložiek pri budovaní aplikácie (napr. nutnosť lokálnych znalostí pri testovaní a pod.),
- definovať kľúčové aktivity v rámci implementácie a testovania, ktoré je dodatočne potrebné vykonať,
- poukázať na aspekty podpory a údržby z pohľadu globalizácie.

5.2 Fázy životného cyklu rozšírené o globalizačné aspekty

Fáza *predbežnej analýzy* zahŕňa nasledujúce dodatočné kroky:

1. identifikovanie prvotnej množiny lokalizovaných jednotiek (4.1),
2. určenie atomickej úrovne, na ktorej definujeme lokalizované jednotky,
3. definovanie základných vlastností lokalizovaných jednotiek,
4. identifikovanie informačných zdrojov v lokalizovaných jednotkách, ktoré poznajú dané prostredie, legislatívu, obchodné praktiky atď.

Fáza *analýzy* zahŕňa nasledujúce dodatočné kroky:

1. identifikovanie základnej skupiny doménových tried a ich vzťahov; priradenie tried jednotlivým lokalizovaným jednotkám,
2. definovanie množiny obchodných procesov z doménovej oblasti (4.2), ich ciele a úroveň, vytvorenie lokalizačnej procesnej matice (4.3),
3. definovanie množiny obchodných transakcií (4.8) a ich usporiadani (4.9), z ktorých sa obchodné procesy skladajú,
4. vytvorenie procesnej konfigurácie aplikácie (4.13).

Fáza *návrhu* zahŕňa nasledujúce dodatočné kroky:

1. detailizovanie dátových modelov, ich rozšírenie o atribúty a ďalšie relácie a ich príslušnosť k lokalizovaným jednotkám,
2. aplikáciu metamodelu procesnej globalizácie,
3. definovanie obchodných funkcií pre jednotlivé transakcie a ich variantov,
4. identifikovanie počiatočného dátového obsahu,
5. určenie návrhu implementácie procesnej konfigurácie,
6. návrh testovania jednotlivých lokalizácií.

Fáza *implementácie, testovania a dokumentácie* zahŕňa nasledujúce dodatočné kroky:

1. určenie spôsobu a samotná implementácia prepojenia lokalizovaných jednotiek a procesných prvkov systému,
2. preklad jazykovo relevantných artefaktov systému,
3. zabezpečenie technickej internacionalizácie (podpora Unicode, atď.),
4. určenie a vykonanie overenia kvality (testovania) celkovej globalizácie a jednotlivých lokalizovaných jednotiek,
5. zabezpečenie organizačne relevantných expertov na testovanie lokalizácií.

Fáza *podpory a údržby* zahŕňa nasledujúce dodatočné kroky:

1. automatizáciu procesov podpory a inkrementálne (a podľa možnosti automatizované) dodávanie a distribúciu opráv,
2. zapracovanie legislatívnych zmien a iných požiadaviek vyplývajúcich z vyvíjajúceho sa prostredia jednotlivých lokalizovaných jednotiek,
3. dostupnosť podpory v lokálnom jazyku jednotlivých lokalizačných jednotiek.

Predstavená metodika rozšírila fázy životného cyklu o nové súčasti a poskytla rámcový koncept na aplikáciu definovanej formalizácie a metamodelov pri vývoji podnikového softvéru (ako aj iných softvérových systémov s globalizačnými požiadavkami).

6 Návrh parciálneho modelu ERP

Návrh parciálneho modelu ERP pre SMB je výsledkom aplikácie nových poznatkov z predchádzajúcich kapitol, v ktorom navrhujeme čiastočné modely (dátové i procesné). Tieto demonštrujú využitie procesnej formalizácie uvedených metamodelov a vybrané kroky z rámcovej metodiky ako aj ich projekciu do UML a BPMN.

Navrhnuté modely môžu taktiež slúžiť ako vzory pri tvorbe obdobných aplikácií, keďže vychádzajú z reálnych projektov implementácií ERP aplikácií pre mnoho krajín. V rámci autoreferátu predstavíme podmnožinu modelov, ktoré aplikujú nové poznatky ako i syntetizujú preskúmané doménové objekty v rámci vybraných trinástich lokalizovaných jednotiek.

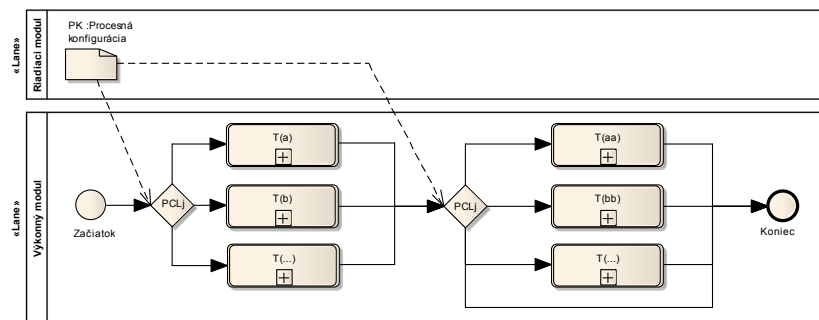
Druhým zásadným rozšírením je modelová implikácia podvojnosti účtovných zápisov pomocou špecializácie triedy Účtovný zápis na triedy Podrobný účtovný zápis a Sumačný účtovný zápis.

Tretím rozšírením je prídanie triedy Účtová osnova a asociatívnej triedy Účtový rozvrh s prepojením na triedu Typ účtu. Trieda Účtová osnova nám umožňuje vytvoriť viacero účtovných osnov, jednu napr. s účtami pre lokalizovanú jednotku a inú pre účty v štruktúre potrieb pre vykazovanie pohybov podľa vybraných medzinárodných štandardov (tzv. paralelné účtovanie).

V neposlednom rade je v rámci modelu aplikovaný metamodel globalizácie dátového obsahu pri všetkých triedach so stereotypom localization-dependent. Tieto rozšírenia nám umožnia definovať účtovné osnovy, rozvrhy a typy účtov pre rôzne lokalizované jednotky, pričom niektoré z nich (napr. tie v štruktúre medzinárodných štandardov) môžu byť nimi zdieľané.

6.3 Všeobecná aplikácia procesnej konfigurácie v BPMN modeloch

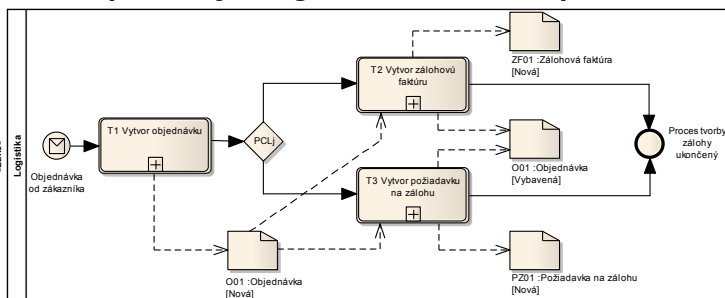
V rámci modelovania procesov pomocou BPMN využijeme element rozhranie (angl. Gateway) pomenovaný PCL_3 , ktorého vstupom je procesná konfigurácia (4.13) modelovanej aplikácie tak, ako je znázornené na obr. 6-3.



Obr. 6-3 – Využitie BPMN elementu Rozhranie (angl. Gateway) na zobrazenie procesnej konfigurácie podľa (4.13)

Aktuálna lokalizovaná jednotka určí (v čase návrhu, kompilácie či linkovania, podľa implementácie), ktorý variant aktuálne vykonávaného obchodného procesu (a teda ktorú transakciu) z procesnej konfigurácie je potrebné vykonať.

6.4 Príklad procesnej konfigurácie v obchodnom procese



Obr. 6-4 – Analytický procesný model Predaj tovaru so zálohovou platbou

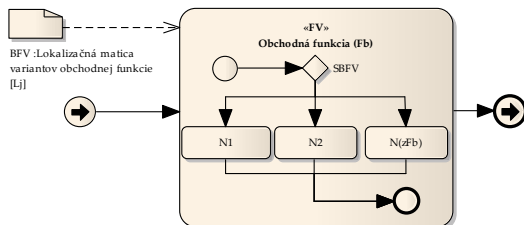
Proces Predaj tovaru so zálohovou platbou zobrazuje konkrétnu aplikáciu procesnej konfigurácie (obr. 6-4). Daný proces má dva varianty: jeden, ktorý aktivizuje transakciu T_2 , ktorá vytvára zálohovú faktúru a druhý, ktorý aktivizuje transakciu T_3 , ktorá vytvára požiadavku na zálohu (pozri tab. 6-1). Podľa legislatívnych požiadaviek lokalizovaných jednotiek sú im jednotlivé varianty priradené.

	O_1	O_2
T_1	1	1
T_2	2	0
T_3	0	3

Tab. 6-1 – Varianty obchodného procesu podľa (4.10)

6.5 Zobrazenie funkčných variantov v BPMN modeloch

Už v konceptuálnych modeloch musíme zobraziť možnosť existencie variantov obchodných funkcií a tým poukázať na lokalizačné rozdiely nastávajúce v predmetnej obchodnej funkcii. Na obr. 6-5 sa nachádza nami navrhnutá notácia v rámci BPMN, ktorá odzrkadľuje existenciu variantov obchodných funkcií.



Obr. 6-5 – Projekcia funkčných variantov obchodnej funkcie v BPMN

Vstupom do obchodnej funkcie (okrem samotného sekvenčného toku) je Lokalizačná matica variantov obchodnej funkcie (dátový objekt BFV) podľa (4.19), ktorá určuje, ktorý variant obchodnej funkcie je aktivizovaný pre ktorú lokalizovanú jednotku. Stav daného dátového objektu L_j odzrkadľuje aktuálnu lokalizovanú jednotku. Obchodné funkcie, pre ktoré existuje množina variantov budeme označovať v rámci BPMN modelov stereotypom FV.

7 Zhrnutie a prínosy dizertačnej práce

V dizertačnej práci sme popísali systematický prístup tvorby globalizovaných podnikových aplikácií typu ERP. Podrobným rozpracovaním nastolených otázok, problémov ako i z nich vyplývajúcich a stanovených čiastkových cieľov sme dospeli k nasledujúcim výsledkom:

1. *Nový prístup v oblasti formalizácie lokalizácie a globalizácie v kontexte tvorby podnikových aplikácií.* Formalizácia jednoznačne definuje kľúčové pojmy a obsahovo popisuje lokalizáciu a globalizáciu z procesného i dátového pohľadu. Dôležitým aspektom navrhnutej formalizácie je jej platformová nezávislosť (abstrakcia) a všeobecná použiteľnosť pri obdobných typoch aplikácií. Navrhnuté metamodely sú koncipované tak, aby boli využiteľné ako celok ale i ako jednotlivé časti vzhľadom na možné potreby projektov dotýkajúcich sa predmetnej oblasti. Ich použitie prináša nasledovné pozitívne praktické prínosy:

- zvýšenie flexibility architektúry navrhovaného softvérového riešenia, zjednodušenie a zrýchlenie zapracovávaní zmien vyplývajúcich z interného i externého prostredia, pretože identifikácia zmien voči lokalizovaným jednotkám je transparentná a deterministická v uvažovaných pohľadoch,
 - zníženie času potrebného na vytvorenie a podporu nových lokalizovaných jednotiek rozširujúcich existujúcu množinu. Nutnosť zásadne meniť celkovú architektúru systému sa minimalizuje, čo v konečnom dôsledku znižuje náklady a čas potrebný na investície do vývoja a podpory;
2. *Vytvorenie novej rámcovej metodiky tvorby globalizovaných podnikových aplikácií.* Predstavená metodika rozširuje existujúce metodiky vývoja softvéru o ďalšie kroky a postupy. Tieto je možné zapracovať do vývojových projektov, ktoré majú za úlohu pripraviť a zrealizovať architektúru systému pripravenú na internacionalizáciu a lokalizáciu. Samotná rámcová metodika systematicky nadväzuje na definovanú formalizáciu, čím dotvára celkový obraz o tvorbe globalizovaných podnikových aplikácií. Včlenenie navrhnutých postupov do vývojového procesu prináša nasledovné pozitívne praktické prínosy:
- celkové zníženie úsilia v jednotlivých fázach životného cyklu, ktoré je potrebné vynaložiť na definovanie, implementáciu či testovanie lokalizovaných jednotiek. V počiatočných štádiách síce môže viesť identifikácia metodiky k zvýšeným investíciám vzhľadom na nutnosť identifikovať všetky opísané súvislosti, avšak z dlhodobejšieho hľadiska prináša nesporné výhody, ktoré zvýšené vstupné náklady plne vyvážia a celkovo i znížia,
 - prehľadnosť, štruktúrovanosť a systematickosť v procese tvorby globalizovaných softvérových riešení;
3. *Návrh parciálneho konceptuálneho modelu ERP pre SMB.* Uvedený model demonštruje využitie formalizácie ako i aplikáciu rámcovej metodiky tvorby globalizovaných podnikových aplikácií. V rámci navrhnutého modelu sme jednak definovali všeobecný konceptuálny model, uviedli nové alebo rozšírili existujúce analytické dátové vzory, ako i navrhli nové procesné modely implementujúce relevantné prvky z formalizácie a metodiky tvorby globalizovaných podnikových aplikácií typu ERP.

Jedným z hlavných prínosov práce je komplexná analýza tvorby aplikácií v kontexte rôznych lokalizovaných jednotiek a teoreticko-metodologické rozpracovanie témy, ktorá doposiaľ podľa našich znalostí a výskumu nebola širokospektrálne rozvinutá. Uvedená práca by tak mohla prispieť k rozvoju oblastí, ktorých sa priamo dotýka, prevažne v sfére konceptuálnych architektúr softvérových systémov vo vedných odboroch Aplikovaná informatika, Softvérové inžinierstvo či Programové a informačné systémy.

Keďže výsledky práce sú založené na dlhoročnom bádani, práci v predmetnej oblasti a čerpajú z reálnych projektov, mnohé z uvedených dátových a procesných modelov (okrem samotnej formalizácie, metamodelov a rámcovej metodiky) sú využiteľné pri obdobných projektoch, či už ako inšpirácia alebo ako artefakty, ktoré možno rozšíriť či dotvoriť podľa konkrétneho projektu, v ktorom sa využijú. Tento aspekt práce možno považovať za jej praktický prínos.

Referencie

- [AIK02] Aiken, P.: *Enterprise Resource Planning (ERP) Considerations*. VCU/Institute for Data Research, november 2002.
- [ANT89] Anthony, R. N. – Reece, J. S.: *Accounting principles*. Sixth Edition, Irwin, IL, USA, 1989. ISBN 0-256-03568-7.
- [BRO03] Brown, R. – Browning, J.: *SMBs: The Biggest Little Outsourcing Market in the World*. Gartner Research, november 2003.
- [CAL99] Callaway, E.: *Enterprise Resource Planning: Integrating Applications and Business Processes Across the Enterprise*. Computer Technology Research Corp., South Carolina, 1999.
- [CAR04] Čarnický, Š.: *Manažérske informačné systémy podnikov*. Ekonóm, Bratislava, apríl 2004.
- [ERP01] *Enterprise Resource Planning (ERP) – Do we need it?* [online]. [cit. 02.03.2005] Dostupné z: <<http://www.erpfans.com/erpfans/erpdefinition/erp001.html>>.
- [FOW00] Fowler, M.: *Analysis Patterns 2 – Work In Progress: Accounting Patterns*. [online]. 2000. [cit. 04.02.2005]. Dostupné z: <<http://www.martin.fowler.com>>.
- [FOW97] Fowler, M.: *Analysis patterns: reusable object models*. Addison Wesley, Reading, MA, 1997.
- [GAR04] *The Gartner Glossary of Information Technology Acronyms and Terms*. Gartner, 2004. [cit. 03.05.2005]. Dostupné z: <http://www.gartner.com/6_help/glossary/Gartner_IT_Glossary.pdf>.
- [GLO02] *Globalization: meeting local and global requirements*. SAP AG, Nemecko, 2002.
- [HAU08] Hau, E. – Aparicio, M.: *Software Internationalization and Localization in Web Based ERP*. In: Proceedings of the 26th Annual ACM international Conference on Design of Communication, SIGDOC '08, ACM, New York, NY, 2008, str. 175-180.
- [HOG04] Hogan, J. – Montague, P. – Purvis, M. – Steketee, C.: *Key Challenges in Software Internationalization*. In: ACM International Conference Proceeding Series, Australian Computer Society, Darlinghurst, Australia, 2004, ročník 54., str. 187-194.
- [KAC03] Kaczmarek, L.: *Competitive comparison of business solutions for small and midsized enterprises* (diplomová práca). Fachhochschule Karlsruhe – University of Applied Sciences, november 2003.
- [KOK97] Kokkotos, S. – Spyropoulos, C.: *An Architecture for Designing Internationalized Software*. In: Proceedings of the 8th International Workshop on Software Technology and Engineering Practice (STEP '97), IEEE, 1997, pp. 13-21.
- [LOM07] Lommel, A.: *The Globalization Industry Primer: An introduction to preparing your business and products for success in international markets*. Localization Industry Standards Association (LISA), január 2007. ISBN 978-92-9228-025-3. Dostupné z: <<http://www.lisa.org>>.
- [OLE00] O'Leary, D.: *Enterprise Resource Planning Systems. Systems, Life Cycle, Electronic Commerce and Risk*. Cambridge University Press, New York, 2000.

-
- [OMG09] *Business Process Modeling Notation (BPMN)*. OMG, verzia 1.2, január 2009. Dostupné z: <<http://www.omg.org/spec/BPMN/1.2>>.
- [OUY09] Ouyang, C.: *From Business Process Models to Process-Oriented Software Systems*. ACM Trans. Softw. Eng. Methodol. 19, 1, August 2009, pp. 1-37.
- [PER04] Perry, R.: *Delivering the Business Value of Automating Business Processes to Small and Medium Enterprise*. IDC, apríl 2004.
- [REB00] Rebstok, M. – Selig, J.: *Development and Implementation Strategies for International ERP Software Projects*. ECIS 2000, Viedeň, 2000.
- [SAP05] SAP AG: *Global Market Definition & Sizing*. [interné materiály]. Máj 2005.
- [SES00] Šešera, L. – Mičovský, A. – Červeň, J.: *Architektúra softvérových systémov – Analytické dátové vzory*. STU, Bratislava, 2000, ISBN 80-227-1358-9.
- [SIE08] Siegel, J.: *In OMG's OCEB Certification Program, What is the Definition of Business Process? An OCEB Certification Program White Paper*, OMG, May, 2008.
- [WAN09] Wang, X. et al.: *Locating Need-to-Translate Constant Strings for Software Internationalization*. In: Proceedings of the 2009 IEEE 31st international Conference on Software Engineering, International Conference on Software Engineering, IEEE Computer Society, Washington, DC, 2009, str. 353-363.
- [WES07] Weston, R.: *The Performance-Driven Company: The New IT Story*. AMR Research, november 2007.
- [YEO01] Yeo, A.: *Global-Software Development Lifecycle: an Exploratory Study*. In: Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems, ACM, New York, NY, 2001, str. 104-111.

Zoznam publikovaných a nepublikovaných prác autora

- [DAN03] Danko, A.: *The concept of web search engines and metacrawlers within the Internet environment*. In: Kvantitatívne metódy v ekonómii – kompatibilita metodológie a praxe s podmienkami Európskej únie – 9. medzinárodná vedecká konferencia, EU FHI, Bratislava, 2003.
- [POL04] Polásek, I. et al.: *Objektovo-orientovaný návrh a implementácia aplikácií*. Nepublikované skriptá, Bratislava, 2004. Kapitola 3, VB.NET a jeho použitie pri tvorbe desktopových aplikácií, s. 37-88.
- [DAN06] Danko, A.: *Globalizácia vývoja ERP aplikácií pre segment malých a stredných podnikov – vybrané aspekty*. In: AIESA – participácia doktorandov na budovaní spoločnosti založenej na vedomostiach – 5. medzinárodná vedecká konferencia doktorandov, EU FHI, Bratislava, 2006.
- [DAN08] Danko, A.: *New Business Trends in Globalizing Economy and its Influence on Enterprise Information Systems Leveraging Enterprise Service Oriented Architecture*. In: Budovanie spoločnosti založenej na vedomostiach - 12. medzinárodná vedecká konferencia AIESA, EU FHI, Bratislava, 2006. ISBN 978-80-8078-233-7.
- [DAN09a] Danko, A.: *Metodologické základy lokalizácie pri vývoji podnikového softvéru*. Ekonomika a informatika, Bratislava, 01/2009. ISSN 1336-3514. Vedecká stať.
- [DAN09b] Danko, A.: *Formalization of Functional Aspects in Business Software Globalization*. IEEE Transactions on Software Engineering. Odoslané.

Resumé

The dissertation thesis addresses the topic of business software globalization with particular research related to Small and Medium Businesses (SMBs) and their requirements towards business software. The most typical representative of a business software is the Enterprise Resource Planning—ERP. Globalization is a natural entrepreneurial expansion step for vendors producing such applications beyond boundaries of their home countries, enabling them to increase revenues and market share significantly once their home markets are saturated. Ubiquitous internet and increasing importance of new software delivery options (Software-as-a-service) enable the vendors to reach new markets with unprecedented speed and extent.

When developing such a software, it needs to be designed in a way supporting the differences of various regions and countries. It has to deal with all the technical and methodological aspects that will enable its correct functioning across countries, ideally out-of-the-box. Standard components of software globalization are internationalization, localization and translation [LOM07] and it is the result of effective strategy that combines the three mentioned aspects. The designed system needs to be culturally and technically neutral—internationalized—to enable its localization and usage across the different countries [GLO02].

Software internationalization and localization causes a number of difficulties during the software development cycle nowadays: low transparency in terms of which functional elements are used in which countries (localizations), whether there are variants of functional elements invoked by different localizations, relevancy of data elements towards localization as well as functional elements or difficulties during functional testing and regression testing (especially when a portion of the source code/component changes for one localization, how other localizations are affected). In addition to that, introduction of new localizations (i.e. enabling the software for new countries) is cumbersome and costly, because the low transparency does not effectively facilitate a derivation of new localization from the existing ones (from a similar one) and requires expensive reengineering from the product requirements analysis up to design, implementation and testing of the new localization [HOG04].

The key contributions of this dissertation thesis are:

- introduction of a novel formalization of functional globalization that uses abstraction to depict variants of functional elements in relation to localized units and its generic application of the introduced formalization within the BPMN models,
- design of a new functional analysis meta-model (pattern) that complements the formalization of functional globalization serving as a guideline for design of functional elements,
- synthesis and design of new data analysis meta-models (patterns) that describe the system architecture design from the data entity perspective and its linkage to localized units,
- introduction of a new framework methodology extending existing software development lifecycle methodologies with globalization-related steps, techniques and procedures,
- application of the formalization, meta-models and framework methodology using UML and BPMN to demonstrate their usage to create a partial conceptual model of an ERP application for SMBs.