

Enterprise Engineering - A New Organizational Discipline (2)

Asist. Liviu-Gabriel CREȚU

Catedra de Informatică Economică, Universitatea "AL.I.Cuza" Iași

The e-business ecosystem generates pressure on modern companies to invest massively in technologies that can bring them into the digital world of business. In their race to become a player in the global information system, companies have accumulated many layers of software that, in turn, generated what is now known as the software complexity issue. What is missing in most organizations is a mechanism that can align or "bridge the gap" between the concerns of corporate strategists and IT project managers. As a consequence, a new discipline has evolved, enterprise engineering, to deal with enterprise architectures. The enterprise architecture describes the logical linkages between the enterprise business, information and technical architectures and the enterprise IT solutions. Standards for building the enterprise architecture have been lately adopted in order to draw the architectural guidelines for enterprise engineers. This paper continues a series of articles that will provide an overview of frameworks, metamodels and technologies available today for enterprise engineering.

Keywords: Enterprise Engineering, Business Process Modeling, Enterprise Modeling Standards

1 Introducere

Analizând direcția spre care se îndreaptă industria TI în ultimii ani, putem spune că mediul economic actual se află într-un proces de reconsiderare a relațiilor B2B. Dincolo de transport (protocol de rețea) și încărcătură (sintaxa și semantica mesajelor), alte aspecte, precum *coordonarea* și monitorizarea activităților desfășurate în comun sau *orchestrarea* proceselor, trebuie luate în considerare de către partenerii care vor *coopera* pentru rezolvarea unei cereri specifice. Vorbim, astfel, de *colaborare* B2B, concept esențial în caracterizarea organizațiilor-rețea și virtuale.

Sistemele colaborative fac obiectul unei discipline relativ noi în peisajul științelor ce au ca obiect sistemele informaționale. În urma unui studiu asupra literaturii în domeniu, profesorul Ștefan Nițchi concluzionează că sistemele colaborative au la bază trei concepte [Nițchi, oct. 2005]: comunicare, coordonare, cooperare. Tot el consideră că cea mai clară definiție este dată de Butenko: "*un sistem colaborativ este o colecție de obiecte dinamice care comunică și cooperează pentru a atinge o țintă comună și partiționată. Cooperarea presupune mai mult decât schimb de mesaje construite după un formalism standardizat, și anume: acțiuni care urmăresc un*

scop comun, diviziunea muncii, coordonare factuală și socială (sau coordonarea actorilor)".

Dintr-o perspectivă istorică, în direcția automatizării relațiilor de colaborare se remarcă următoarele tendințe :

- *Integrare* – utilizarea unor modele comune, standardizate;
- *Unificare* – platforme eterogene construite pe baza unui metamodel comun;
- *Federalizare* – nici un șablon comun.

Integrarea software, promovată de sistemele ERP, s-a dovedit a fi un obiectiv puțin probabil de atins în mediul interorganizațional. În acest sens, Vivvek Ranadive afirma: "*răspunsul evident la haosul IT (colectarea și agregarea informațiilor din zeci de surse eterogene), generat prin încercarea de a construi un sistem integrat uriaș, este acela că o asemenea abordare este, pur și simplu, impracticabilă. Ar fi imposibil de a-i determina pe toți cei implicați să adopte un set comun de standarde.*" [The Economist, feb. 2002].

Unificarea (figura 1) presupune definirea unor concepte și metamodele, cât mai generale și universal valabile. Partenerii își păstrează, în mare măsură, specificul intern (organizarea activităților, reguli de conduită

etc.) dar, în relațiile de colaborare, aderă la respectivele standarde. Este tendința actuală și promite mult din perspectiva sorților de izbândă în obținerea interoperabilității la nivel global.

Federalizarea presupune adaptarea dinamică a sistemului organizației, în funcție de relații-

le de cooperare pe care le stabilește la un moment dat. Tendința este, de regulă, asociată cu știința reprezentării cunoașterii (ramură a inteligenței artificiale) și se află, astăzi, în plină efervescență, prin noua orientare dată de tehnologiile Semantic Web.

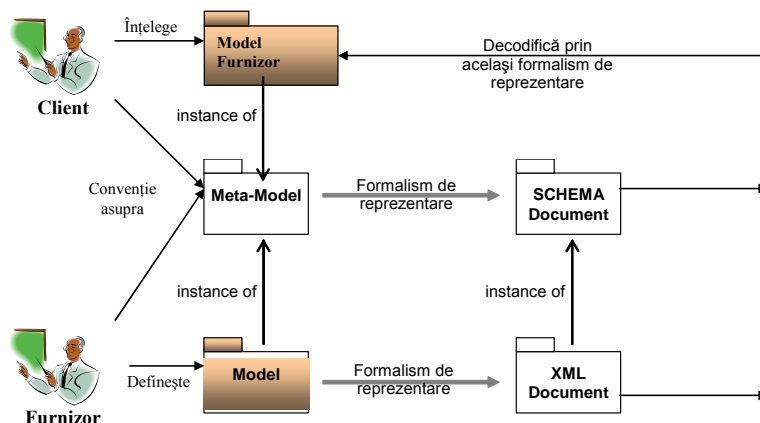


Fig.1. Modelul unificat. Standardele facilitează interoperabilitatea prin consens semantic

La o privire generală, eforturile de unificare semantică în construirea și reprezentarea modelelor de întreprindere sunt direcționate astfel:

- două tipuri de instituții: (1) standarde reglementate ISO; (2) standarde „deschise” (consorții nonprofit generează specificații și unelte software suport cu scopul de a deveni standarde „de facto”, față de cele reglementate);
- din perspectiva domeniului abordat: metodologii; concepte și metamodele; notații și semantică pentru modelare conceptuală; structuri sintactice pentru reprezentare și execuție software; structuri pentru obținerea interoperabilității (comunicații, mesagerie); dicționare de termeni și modele;

Dacă în primul articol, din această serie, prezentăm metodologiile pentru crearea viitoarelor arhitecturi de întreprindere, în lucrarea de față vom aborda, pe scurt, standardele disponibile pentru elaborarea modelelor de întreprindere, atât a celor conceptuale (independente de platformă) cât și a celor de proiectare și tehnologice (de implementare).

2. Standarde în modelarea întreprinderii

Într-o manieră sintetizată, figura 2 ilustrează

standardele elaborate pe parcursul timpului pentru construirea arhitecturii întreprinderii, din perspectiva nivelului de modelare abordat. Dintre acestea, unele au fost trecute în dosarul “istorie”, altele au dezvoltat ideile anterioare și sunt astăzi propuse spre adopție.

2.1 Concepte și metamodele de întreprindere

Literatura ultimilor ani abundă în articole orientate spre identificarea unui metamodel și unificarea conceptelor general valabile pentru modelarea întreprinderii. Iată doar câteva inițiative:

- Propuneri de unificare a modelelor ERP (PURDUE, BAAN, SAP) [Dalal, 2004] – construirea unei baze teoretice unice, necesitatea introducerii elementelor de QS (Quality of Service), perspective multiple care să includă și perspectiva economică.
- Object Process Metodology [Soderborg, 2003] - obiectele (ce?) și procesele (cum?) sunt primitive de modelare cu importanță egală, dar un proces nu poate exista decât dacă transformă un anumit obiect. Metodologia introduce un nou formalism grafic.
- Levi&Arsanjani [Levi, 2002] încearcă definirea unei metodologii de armonizare a

arhitecturii afacerii cu cea software, pornind de la concepte organizaționale precum: enti-

ități de întreprindere, obiective, procese, reguli economice.

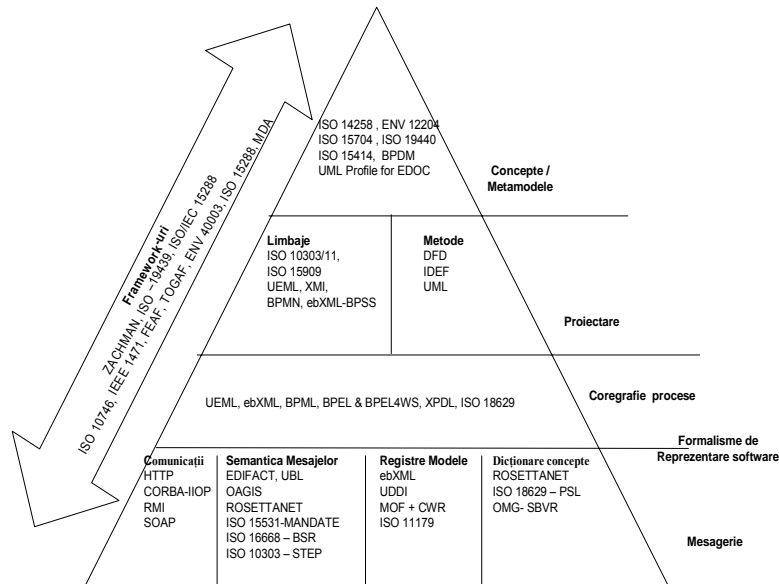


Fig. 2. Standarde pentru modelarea întreprinderii

- Crețu [Crețu, 2005] – în respectivul articol propuneam modelarea întreprinderii pornind de la o arhitectură SOA (Service Oriented Architecture) și un metamodel, ce extinde UML, cu următoarele stereotipuri: resurse, produs, proces, operații, reguli (și mecanism de priorități), roluri (actori), context (obiective și set de reguli).
- Marshall [Marshall, 2000] definește un metamodel și extensii UML (stereotipuri) pentru conceptele fundamentale: scop, proces, entitate, organizație.
- Eriksson și Penker [Eriksson, 2000] definesc un metamodel UML ce descrie relații între următoarele concepte de modelare: proces economic (activități executate într-o anumită ordine, dependente de anumite condiții și evenimente), activități (pași ai procesului), eveniment (activează un proces sau este generat de acesta), resurse, scop, reguli economice.
- Metamodelul olandez [Jokers,2003] - o abordare ce constă definirea de concepte general valabile pentru a descrie aspecte ale unui sistem, precum structura, comportamentul și informațiile, pentru trei perspective de modelare preluate de la standardul ISO

10746 (modelul economic, aplicații, tehnologii).

Totuși, cu toată diversitatea de abordări teoretice în această direcție, “fără standarde nu vom obține interoperabilitate” [Kosanke, 2003]. Astfel, activitatea de standardizare, din ultimii ani, ce se adresează modelării întreprinderii, urmărește trei direcții principale de acțiune: (1) elaborarea de limbaje pentru descrierea și execuția proceselor economice; (2) elaborarea de dicționare e-business; (3) concepte și metamodelle economice, într-o manieră independentă de un anumit limbaj.

Trei standarde pot fi considerate suficient de mature pentru a fi luate în considerare: ISO 19440 și ISO 15414 și BPDM (creat de OMG). Prin sintagma „suficient de mature” ne referim pe de o parte la notorietatea comunităților ce le promovează (ISO sau OMG sunt deja recunoscute ca lideri în domeniu), iar pe de altă parte la baza metodologică pe care sunt construite (fiecare din cele trei standarde reprezintă o continuare a metodologiilor anterior prezentate).

Standardul **ISO 19440** (Constructs for Enterprise Modeling) este rezultatul unui efort de unificare a conceptelor și elemente-

lor de modelare a întreprinderii, definite anterior de alte standarde sau organizații europene. Actualmente, ISO 19440 se află într-un proces de revizuire și aprobare. ISO 19440 definește câte un metamodel și concepte specifice pentru fiecare aspect de modelare propus de ISO 19439 (descriș în articolul anterior), astfel [Martin, 2005; Kosanke, 2004]: Funcțional (*proces economic, activitate, eveniment*); Informațional

(*obiect-organizațional, aspect-obiect și obiecte specializate, precum produs, comanda*); Resurse: *resursa, capacitate, entitate funcțională*; Organizațional: *celulă organizațională, centru decizie, unitate organizațională*.

Pentru a surprinde diferitele aspecte de modelare, standardul introduce conceptul *ViewObiect*, care cuprinde un subset de atribute ale unui *obiect-organizațional*. Este evident că aspectul funcțional nu se referă la funcții organizaționale (în accepțiunea clasică) ci se adresează explicit modelării organizației dintr-o perspectivă orientată pe procese economice. Astfel, o *resursă* poate suporta mai multe *activități* care, la rândul lor, alcătuiesc un *proces*. Conceptul de *eveniment* este introdus pentru a identifica diferite momente în execuția unui proces (declanșare, suspendare execuție, terminare). Fiecare *eveniment* trebuie să fie generat de cel puțin un *domeniu* (*proces economic sau activitate*) și poate fi asociat unei resurse (prin *ViewObiect*). Fiecare *proces economic* trebuie să angajeze cel puțin o activitate sau un alt proces. Noțiunea de *regulă economică* este evidențiată ca entitate distinctă (un aspect important, după cum vom vedea în continuare). Restricțiile se aplică și pentru *obiecte-organizaționale, aspecte-obiect, produs și comanda*

Important de remarcat că, pe lângă elementele arhitecturale de bază, standardul definește un mecanism de extindere a metamodelelor prin *concepte complementare* (nedezvoltate complet ca elemente fundamentale) dar strict necesare în modelare: *regulă de comportament, regulă de integritate, restricție, obiectiv, regulă declarativă, operație funcțională, element-capacitate, indicator de performanță*;

Elementele conceptuale pot avea *roluri* diferite în contexte diferite și la momente diferite pe parcursul ciclului de viață al sistemului.

ISO 15414 (RM-ODP – Enterprise Language) continuă activitatea de standardizare ISO 10746 (vezi articolul anterior). Pentru modelarea sistemului din perspectiva economică, ISO 10746-RM-ODP-2 (Foundations) propune concepte de bază care „trebuie să exprime existența și activitățile ... expresia a ceea ce există, unde se află și ce face”. Aceste concepte fundamentale sunt: *obiect, interfață, acțiune* (asociată cu cel puțin un obiect), *activitate, comportament*. *Obiectul* este modelul unei entități interne sau externe sistemului. *Interfața* reprezintă abstractizarea comportamentului, subsetul de interacțiuni la care poate participa alături de un set de restricții. Acțiunile pot fi interne sau *interacțiuni* între mai multe obiecte. Comportamentul obiectului este dat de setul de acțiuni și restricții asociate cu acel obiect. Un graf orientat aciclic de acțiuni formează o *activitate*. Pe lângă alte concepte pe care le asociem, de regulă, cu paradigma orientată-obiect (tip, clasă, stare, instanțiere, subtip/supertip, compoziție etc.) sunt definite și concepte precum: *rol, contract, contract cu mediul*. Un rol identifică (etichetează) un comportament, și se poate asocia unui obiect prin compoziție.

ISO 15414 definește elemente conceptuale ceva mai sofisticate, dedicate modelării din perspectiva întreprinderii. Astfel, obiectele pot fi grupate pentru a forma *comunități*. Comunitățile sunt reprezentate, la rândul lor, de obiecte compozite notate *C-obiecte*. În acest caz, ele vor furniza *comportamentul* necesar pentru a atinge *obiectivele* comunității. Comportamentul este identificat printr-un *rol*. Rolurile pot fi: actor, artefact, resursă. O colecție de *pași* (definiție abstractă a acțiunii, prin care se ignoră obiectele asociate) constituie un *proces*. O *politică* definește un set de reguli legate de un țel particular. O *regulă* poate fi exprimată sub formă de: *obligatie, autorizare* (un comportament particular nu va fi împiedicat), *permisiune sau restricție*. Politicile pot fi aplicate unei comunități sau unui obiect (oarecum evident, având în vedere că

un obiect este reprezentat printr-o comunitate). Fiecare comunitate are un singur *obiectiv*.

Proiectul **BPDM** (Business Process Definition Metamodel) este caracterizat de OMG ca fiind o încercare de unificare a conceptelor definite în majoritatea limbajelor orientate pe reprezentarea și execuția fluxurilor de activități ale unui proces economic. Scopul final este de a obține un set de elemente fundamentale de modelare, care, alături de un metamodel, o notație grafică și o metodologie, să constituie baza de pornire în construirea modelelor de procese reale, dintr-o perspectivă MDA (independentă de platformă).

Metamodelul descrie termeni precum : (1) compoziția procesului (sarcini, subproces); (2) intrările sau ieșirile procesului (entitate - resursă/produs); (3) entitățile ce declanșează sau coordonează procesul (roluri); mecanismul de control asupra desfășurării activităților (reguli economice); (4) mecanismul de decuplare a sarcinilor, coordonarea acestora realizându-se prin intermediul evenimentelor pe care le pot declanșa sau la care pot răspunde. Modelul descrie angajarea în colaborări prin intermediul evenimentelor. Este chiar o cerință esențială, pe baza căreia a fost construit.

Specificația definește, de asemenea: (1) extensiile UML necesare, extensii care, actualmente, au fost deja adoptate în varianta UML 2.0 [OMG, 2005; OMG, 2004]; (2) corespondența de notații cu BPMN și BPEL.

2.2 Reguli economice

Modelarea *regulilor economice* este considerată o activitate distinctă în procesul de proiectare al întreprinderii. Deși, la origini, în categoria regulilor economice erau incluse termeni, fapte, derivări, astăzi, prin reguli economice înțelegem constrângeri structurale sau comportamentale, o revizuire a terminologiei propusă chiar de Ross [Ross, 2003] (recunoscut pentru contribuția teoretică în domeniu), și adoptată de BRG (Business Rules Group): "*regulile se construiesc pe fapte și faptele pe concepte exprimate ca termeni*" [Business Rules Group, 2003].

Există câteva idei general acceptate privind formalizarea reprezentării regulilor economice

[Ross, 2003; BRG, 2003]: reprezentare declarativă; atomicitate; reprezentare prin entități distincte; trebuie descoperite la momentul definirii modelelor economice și nu la modelarea perspectivei de proiectare sau tehnologice. Așadar, în esență, regulile trebuie reprezentate izolat de procesele sau entitățile la care se referă. The Business Rules Manifesto include chiar o directivă în acest sens: "*regulile nu trebuie să fie incluse în procese sau proceduri*" [BRG, 2003]. Mai mult, modelul trebuie să furnizeze facilitatea exprimării regulilor într-o manieră declarativă. O dată reprezentate ca entități separate, regulile pot fi "traduse" în diverse formalisme.

Și în această direcție există mai multe inițiative - OMG-BRWG, BRG, W3C, IBM etc. - independente din păcate, care au ca obiect construirea unei "interlingua" (BRML, RuleML, SRML+RIF, DAML etc.) pentru formalizarea regulilor economice dintr-o perspectivă computer-operabilă. Scopul final este de a obține interoperabilitate la nivel de motoare de reguli (între cele utilizate de cumpărător și vânzător, spre exemplu) pe baza unei forme canonice de reprezentare.

2.3 Metode și limbaje de proiectare

Fiecare dintre metodologiile de modelare a organizației (prezentate în articolul precedent) propune și utilizarea unei metode (sau chiar mai multe) de proiectare. În mod tradițional, au fost (și încă mai sunt) utilizate cu succes diagrame entitate-relație (DER - pentru modelarea structurilor de date), diagrame ale fluxurilor de date (DFD- pentru reprezentarea relațiilor între procese și subproces precum și a intrărilor și ieșirilor fiecărui proces) și diagrame de structură (DS - pentru modelarea comportamentului). O altă metodă este dată de IDEF (Integrated computer-aided manufacturing DEFINITION), inițial definită (în 1981 de US Air Force) pentru a modela fluxul de procese (IDEF0), iar apoi extinsă (IDEF1) pentru a modela structuri de date.

Totuși, actualmente, este evidentă tendința industriei și a inițiativelor de standardizare de a „urma calea” UML. Atât cele trei standarde de modelare conceptuală (perspectiva economică), cât și toate abordările teoretice utilizează diagrame UML pentru a prezenta

metamodelul întreprinderii. Dezvoltat pentru a descrie modele computaționale conform paradigmei orientate-obiect, limbajul este reconstruit pentru a oferi stereotipuri și șablonuri arhitecturale necesare în activitatea de modelare a întreprinderii. Astfel, UML 2.0 aduce, ca noutate, stereotipuri pentru modelarea conceptelor economice (preluate din specificația Enterprise Collaboration Architecture (ECA) [OMG, 2004])

2.4 Execuția și coregrafia proceselor. Perspectiva de implementare

Platforma de implementare a arhitecturii întreprinderii este dată de ansamblul de tehnologii care oferă suportul de execuție și orchestrare a proceselor și a conexiunilor informaționale dintre ele. Tabelul 1 prezintă doar standardele actuale (recomandate de producători) focalizate pe reprezentarea și execuția în colaborare a proceselor software.

Tabelul 1 - Standarde pentru reprezentarea modelelor de procese și orchestrarea proceselor executabile

Standard	Tip	Observații
BPML – Business Process Modeling Language (BPML)	Limbaj de reprezentare	Definește un metalimbaj pentru reprezentarea software a proceselor economice. Actualmente, BPML a renunțat la acest limbaj și participă la dezvoltarea BPEL4WS
XMI (OMG)	Limbaj de reprezentare	Poate reprezenta orice model UML și poate fi utilizat pentru schimb de modele între procese software, cu posibilitatea interpretării acestora.
BPEL4WS – BPEL for WebServices (Microsoft+IBM+BEA+SAP)	Limbaj de coregrafie a proceselor exprimate în WSDL	Notăție XML pentru descrierea proceselor automatizate și semnificația execuției acestora (versiunea originală a fost modificată ulterior de OASIS)
BPXL - Business Process Extension Layer (BPML)	Coregrafie	Extensie BPEL pentru tranzații și reguli economice
XPDL - XML Process Definition Language (WfMC)	Limbaj de reprezentare	Creat cu scopul de a facilita interschimbul de modele între diverse instrumente de modelare (Similar OMG-XMI)
ebXML – actualmente standard ISO 15000 (OASIS)	Limbaj de reprezentare și coregrafie	
RosettaNet (consorțiu format din 500 companii TI&C)	Limbaj de reprezentare a mesajelor interschimbate și bază de ontologii (format proprietar)	Dicționar de termeni și procese specifice pentru automatizarea colaborărilor pe lanțul de distribuție (SCM).
WSDL (W3C)	Limbaj de reprezentare și coregrafie	Arhicunoscuta specificație W3C definită cu scop de a reprezenta o formă canonică a proceselor (operații/intrări/ieșiri), după un formalism bazat pe XML

Marea majoritate a instrumentelor larg utilizate actual (precum WSDL, BPEL sau XPDL) se focalizează asupra construirii unui limbaj (de regulă bazat pe XML) pentru descrierea formalizată a proceselor după modelul SOA. Sunt, astfel, definite structuri sintactice generale pentru: descrierea interfețelor public accesibile, reprezentarea parametrilor de execuție a proceselor, aspecte privind compunerea proceselor, execuția și orchestrarea proceselor, delimitarea tranzațiilor economice. Principalul dezavantaj al acestor limbaje constă în stilul de reprezenta-

re a proceselor compozite: cod monolitic ce include întreaga logică de compunere a respectivelor procese. Ca urmare, regulile economice sunt greu de modificat, fără a afecta întreaga specificație.

În ultima perioadă însă, standardul ebXML pare să se distanțeze de competitori printr-o abordare arhitecturală de tip ESB (Enterprise Service Bus), cu suport din ce în ce mai larg din partea producătorilor de instrumente software. ebXML a fost, de la bun început, un proiect complex (patronat de OASIS și UNCEFACT) pentru a modela și implementa

colaborări economice bazate pe schimburi de mesaje XML între părți. Ulterior, standardul a fost construit pentru a oferi atât un mecanism reprezentare a proceselor de afaceri la nivel software, cât și de implementare a unui serviciu fizic de mesagerie .

3. Concluzii

Din cele prezentate în paragrafele anterioare putem extrage cel puțin două concluzii evidente: (1) arhitectura întreprinderii presupune gestionarea coerentă a unei multitudini de modele și existența unor instrumente de transformare, în timp real, a modelelor conceptuale în cele de proiectare și, în final, de implementare; (2) se constată o bază de selecție diversă în privința combinației de standarde ce pot fi adoptate pentru modelarea întreprinderii.

Într-un ultim articol din această serie vom efectua o analiză comparativă, în sensul identificării combinației optime de standarde ce pot fi utilizate pentru crearea și întreținerea modelelor conceptuale, de proiectare și fizice (de implementare) ce constituie, împreună, arhitectura întreprinderii.

Bibliografie

- 1 Business Rules Group - The Business Rules Manifesto, <http://www.businessrule-group.org/brmanifesto.htm>, 2003
- 2 Crețu, L - *Tehnologia informației în sprijinul remodelării întreprinderii* (3), Revista de Informatică Economică nr 33/(1)2005
- 3 Dalal, P.N., et all – *Toward an Integrated Framework for modeling enterprise processes*, CACM, martie 2004, vol 47/3
- 4 Eriksson, H., Penker, M – *Business Modeling with UML*, John Wiley&Sons, 2000
- 5 ISO TC184 SC5 WG1 - *Modeling and Architecture Work program and key resources*, <http://www.mel.nist.gov/sc5wg1/wg1-on-a-page.pdf>, 2000
- 6 ISO/IEC JTC1/SC21/WG7 - *ISO 10746-ODPRM Architecture* - <ftp://ftp.dstc.edu.au/pub/DSTC/arch/RM-ODP/PDFdocs/part3.pdf>, 2002
- 7 ISO/IEC JTC1/SC21/WG7 - *ISO 10746-ODPRM Foundations*, <ftp://ftp.dstc.edu.au/pub/DSTC/arch/RM-ODP/PDFdocs/part2.is.pdf>, 2002

- 8 ISO/IEC JTC1/SC21/WG7 - *ISO 15414 – ODPRM -6 Enterprise Language*, http://www.joaquin.net/ODP/DIS_15414_X.911.pdf, 2004
- 9 Jokers,H., et al - *Towards a Language for Coherent Enterprise Architecture Descriptions*, Proceedings of the Seventh IEEE International EDOC Conference, 2003
- 10 K. Kosanke- *Standards in Enterprise Inter- and Intra-Organisational Integration*, CIMOSA Asoc, <http://www.eil.utoronto.ca/ICEIMT04/kosanke.pdf>, 2004
- 11 Kosanke K.- *Overview on EM standardisation and international consensus activities*, CIMOSA Association, www.cimosa.de/Standards/EMstand02.pdf, 2003
- 12 Levi, K., Arsanjani, A. – *A Goal Driven Approach to Enterprise component identification and specification*, CACM, oct 2002, vol. 45/10
- 13 Marshall, C. – *Enterprise modeling with UML*, Addison-Wesley, 2000
- 14 Martin, R- *ISO 19439&19440 -Framework and Constructs for enterprise modelling*, OMG-BEIDTF, 2005
- 15 Nițchi, Ș. - *Distributed, Cooperative and Collaborative support systems – a general framework*, în vol. Innovative Applications of information technologies in business and management, PIM, Iași, 2005
- 16 Nițchi, Ș., Nițchi, R. – *On the paradigm of collaborative support systems*, în vol. Collaborative support systems in business and education, RisoPrint, Cluj-Napoca, oct. 2005
- 17 OMG – *BPDM*, <http://www.bpmn.org/Documents/BPDM/OMG-BPD-2004-01-12-Revision.pdf>, 2004
- 18 OMG – *Enterprise Collaboration Architecture Specification*, <http://www.omg.org/docs/formal/04-02-01.pdf>, 2004
- 19 OMG – *UML 2.0 Superstructure*, www.omg.org/docs/formal/05-07-04.pdf, 2005
- 20 Ross, R - *Principles of the Business Rule Approach*, Adisson Wesley, 2003
- 21 Soderborg, N., Crawley, E.F, Dori, D. – *System function and architecture: OPM based definitions and operational templates*, CACM, oct 2003, vol 46/10
- 22 * * *, *A survey of the real time economy*, The Economist, 02 feb 2002