

RĪGAS TEHNISKĀ UNIVERSITĀTE
Datorzinātnes un informācijas tehnoloģijas fakultāte
Informācijas tehnoloģijas institūts

Solvita BĒRZIŠA

Doktora studiju programmas „Informācijas tehnoloģija” doktorante

**ZINĀŠANU UN LABĀS PRAKSES IZMANTOŠANA PROJEKTU
VADĪBAS INFORMĀCIJAS SISTĒMU KONFIGURĒŠANĀ**

Promocijas darba kopsavilkums

Zinātniskais vadītājs
Dr.sc.ing., profesors
J.GRABIS

RTU Izdevniecība

Rīga 2012

UDK 004.413+005.8](043.2)
Bē 777 z

Bērziša S. Zināšanu un labās prakses izmantošana projektu vadības informācijas sistēmu konfigurēšanā. Promocijas darba kopsavilkums.- R.:RTU Izdevniecība, 2012. – 34 lpp.

Iespiests saskaņā ar 2012.gada 2. marta ITI padomes sēdes lēmumu, protokols Nr. 12 – 02.



Darbs izstrādāts ar Eiropas Sociālā fonda atbalstu projektā „Atbalsts RTU doktora studiju īstenošanai” un Nacionālās programmas “Atbalsts doktorantūras programmu īstenošanai un pēcdoktorantūras pētījumiem” projektā „Atbalsts RTU doktorantūras attīstībai”

ISBN 978-9934-10-361-2

**PROMOCIJAS DARBS
IZVIRZĪTS INŽENIERZINĀTŅU DOKTORA GRĀDA IEGŪŠANAI
RĪGAS TEHNISKAJĀ UNIVERSITĀTĒ**

Promocijas darbs inženierzinātņu doktora grāda iegūšanai tiek publiski aizstāvēts 2012.gada 28. novembrī plkst. 14:30 Rīgas Tehniskās universitātes Datorzinātnes un informācijas tehnoloģijas fakultātē, Meža ielā 1, 3. korpusā, 202. auditorijā.

OFICIĀLIE RECENZENTI

Profesore, Dr.sc.ing. Mārīte Kirikova
Rīgas Tehniskā universitāte, Latvija

Profesore, Dr.sc.comp. Rudīte Čevere
Latvijas Lauksaimniecības universitāte, Latvija

Profesors, PhD Rimantas Butleris
Kauņas Tehniskā universitāte, Lietuva

APSTIPRINĀJUMS

Apstiprinu, ka esmu izstrādājusi doto promocijas darbu, kas iesniegts izskatīšanai Rīgas Tehniskajā universitātē inženierzinātņu doktora grāda iegūšanai. Promocijas darbs nav iesniegts nevienā citā universitātē zinātniskā grāda iegūšanai.

Solvita Bērziša
paraksts

Datums:

Promocijas darbs uzrakstīts latviešu valodā, satur ievadu, 5 nodaļas, secinājumus, literatūras sarakstu, 13 pielikumus, 27 tabulas, 47 attēlus, kopā 196 lappuses. Literatūras sarakstā ir 142 nosaukumi.

SATURS

VISPĀRĒJS DARBA RAKSTUROJUMS	5
Ievads	5
Tēmas aktualitāte	5
Promocijas darba mērķis un uzdevumi	6
Pētījuma objekts un priekšmets	6
Pētījuma metodika	7
Darba zinātniskais jaunievedums	7
Darba praktiskā nozīme	8
Darba aprobācija	8
Darba struktūra	10
1. PROJEKTU VADĪBAS INFORMĀCIJAS SISTĒMU KONFIGURĒŠANAS PIEEJA	11
Pieejas apraksts	11
Saistītie pētījumi	11
2. KONFIGURĀCIJAS PRASĪBU APRAKSTĪŠANAS SHĒMA	12
Projektu vadības konceptuālais modelis	12
XML shēma PVIS konfigurēšanai	15
3. ZINĀŠANU IZMANTOŠANA PVIS KONFIGURĒŠANĀ	17
Zināšanu uzkrāšana	18
Zināšanu izmantošana	18
4. PVIS KONFIGURĒŠANA	21
5. KONFIGURĒŠANAS PIEEJAS NOVĒRTĒJUMS	23
Zināšanu repozitorija izveide un XCPM validācija	23
PVIS konfigurācijas izveide un novērtēšana	23
REZULTĀTI UN SECINĀJUMI	26
LITERATŪRAS SARAKSTS	29

VISPĀRĒJS DARBA RAKSTUROJUMS

Ievads

Projektu vadība ir zināšanu, prasmju, rīku un tehnoloģiju izmantošana projekta īstenošanā, lai izpildītu projekta prasības, ņemot vērā projekta apjoma, laika, kvalitātes un izmaksu ierobežojumus. Projektu vadība ir sarežģīts process, kurā būtiska nozīme ir informācijas savākšanai, apstrādei un apmaiņai.

Projektu vadības informācijas sistēma (PVIS) ir informācijas sistēma, kas sastāv no metodēm un rīkiem, ko izmanto, lai savāktu, apstrādātu un izplatītu projektu vadības procesu rezultātus. PVIS ir viena no biežāk izmantotajām metodēm projektu vadības organizēšanā.

PVIS nodrošina dažādas funkcijas: 1) ideju ģenerēšanu un novērtēšanu; 2) portfeļa, programmu un projektu plānošanu, izpildi, kontroli un noslēgšanu; 3) projekta pārskatu sagatavošanu un zināšanu uzkrāšanu; 4) sistēmas administrēšanu un konfigurēšanu. Funkciju klāsts ir mainīgs un atkarīgs no PVIS izmantošanas mērķiem.

PVIS veido viena vai vairākas projektu vadības lietotnes (PVL). PVL ir uzņēmuma lietojumprogrammatūra, kas ir paredzēta projektu vadības procesu datorizēšanai, bet nav vēl speciāli pielāgota konkrēta projekta vai uzņēmuma vajadzībām.

PVL parasti ir nodrošinātas tās pielāgošanas un modificēšanas iespējas. PVL modificēšanu izstrādātāju paredzēto parametru ietvaros sauc par konfigurēšanu, kam nav nepieciešama PVL mainīšana koda līmenī. Konfigurēšanas rezultātā tiek iegūta konkrētajam projektam vai uzņēmumam atbilstoša PVIS konfigurācija.

PVIS konfigurēšanas laikā ir nepieciešamas atbilstošas projektu vadības zināšanas un informācija par PVIS konfigurēšanas labo praksi. Projektu vadības zināšanas ir iegūtas no pieredzes, apmācībās, novērojumos vai pētījumos. Tās veido izpratni par procesiem, praksi vai tehnoloģijām, vai rīku izmantošanu. Zināšanas ir gan teorētiskas (no metodoloģijām, standartiem), gan praktiskas (no iepriekšējos projektos iegūtās pieredzes). Specifiska zināšanu forma ir labā prakse, kurā tiek dokumentētas tehnikas, metodes, procesi, darbības, ieteikumi vai vadlīnijas, kuras ir izrādījušās visefektīvākās, lai iegūtu prognozējamu rezultātu.

Tēmas aktualitāte

PVIS ir viena no uzņēmuma informācijas sistēmām, un tās izmantošana ir viens no sekmīgas projektu vadības priekšnosacījumiem un tieši ietekmē projekta izpildes rezultātus [104]. Kritēriji, kas ietekmē PVIS izmantošanu un lietotāju apmierinātību un tādējādi arī individuālos, grupas un organizācijas ieguvumus, ir informācijas kvalitāte, lietojamība, funkcionālā, tehniskā un servisa kvalitāte [73]. Lietojamība, informācija kvalitāte un funkcionalitāte ir arī programmatūras raksturlielumi, kas kopā ar lietotāja, organizācijas un projekta raksturlielumiem ietekmē PVIS izmantošanas apjomu un lietotāju apmierinātību [9]. PVIS nodrošina informāciju projektu vadības lēmumu pieņemšanai, un lēmumpieņemšanas efektivitāte ir tieši atkarīga no PVIS pieejamās informācijas kvalitātes [75].

Lietojamība, informācijas kvalitāte un funkcionalitāte ir trīs faktori, kurus ir iespējams ietekmēt, izvēloties PVL, kas atbilst projekta vajadzībām, un konfigurējot PVL atbilstoši konkrēta projekta prasībām. PVIS funkcionālo prasību aprakstīšanai un atbilstošākās PVL izvēles procesam ir veltīti vairāki pētījumi un modeļi [6], [84].

PVIS ieviešanas un konfigurēšanas problēma nav plaši iztirzāta literatūrā. PVL ražotāji piedāvā vadlīnijas sistēmu ieviešanai un konfigurēšanai, piemēram, SAP projektu

vadības modulis vai *SharePoint* PVIS izveide. Dažiem PVL ir izstrādātas konfigurāciju sagataves atbilstoši kādai metodoloģijai, piemēram, *Team Foundation Server* ir paredzētas trīs PVIS konfigurācijas: MSF spējas programmatūras izstrādei, MSF CMMI un *Scrum*. Šie konfigurēšanas apraksti un sagataves ir izstrādāti vienai noteiktai PVL, neaplūkojot tās pielāgošanu konkrētam projektam. Esošajos pētījumos nav aplūkots kopējais risinājums PVIS pielāgošanai konkrēta projekta vajadzībām. Nepieciešamība nodrošināt projekta specifisku informācijas attēlošanu PVIS ir pamatota arī pētījumos par gudrām PVIS [70].

PVIS konfigurēšana ir veids, kā ietekmēt PVIS lietojamību un informācijas kvalitāti, tādējādi arī projektu vadības efektivitāti, PVIS izmantošanas apjomu, lietotāju apmierinātību un lēmumu pieņemšanas kvalitāti. PVIS konfigurēšana un projektam atbilstošas konfigurācijas izveide ir saistīta ar vairākām problēmām:

- 1) katrs projekts ir unikāls un tāpēc katrā projektā ir īpašas prasības, kas PVIS ir jānodrošina un tās mainās projekta dzīves cikla laikā;
- 2) nav izstrādātas sistemātiskas pieejas, kā organizēt PVIS konfigurēšanas procesu;
- 3) nav vienota standarta, kā aprakstīt PVIS izvirzītās prasības;
- 4) ne vienmēr projektu vadītājam ir zināšanas par konfigurēšanas iespējām, kas ietver informāciju par projektu vadības teoriju, metodoloģijām un labajām praksēm, PVL funkcionalitāti, tehniskām iespējām un konfigurēšanas detaļām;
- 5) konfigurēšana ir darbietilpīgs process.

Lai risinātu šīs problēmas un nodrošinātu PVIS konfigurēšanu, promocijas darbā ir izstrādāta pieeja PVIS konfigurēšanai atbilstoši projektu prasībām.

Promocijas darba mērķis un uzdevumi

Promocijas darba mērķis ir izstrādāt PVIS konfigurēšanas pieeju, kas ļauj uzņēmumiem identificēt konkrētajai situācijai un uzņēmuma metodiskajām prasībām atbilstošāko PVIS konfigurāciju un automatizēt PVL konfigurēšanas procesu. Konfigurēšanas pieeja ietver:

- standartizētu PVIS konfigurācijas prasību aprakstu;
- labās prakses un projektu vadības zināšanu izmantošanu prasību aprakstīšanas un konfigurēšanas laikā;
- automatizētu PVL konfigurēšanu.

Lai sasniegtu izvirzīto mērķi, ir definēti zemāk minētie uzdevumi:

- 1) standartizētas PVIS konfigurācijas datu un procesu aprakstīšanas shēmas izveide, kas nodrošinātu PVIS konfigurācijai izvirzīto prasību aprakstīšanu;
- 2) projektu vadības labās prakses un zināšanu uzkrāšanas un izmantošanas sistēmas konceptuālas arhitektūras izveide, lai nodrošinātu zināšanu lietošanu PVIS konfigurēšanas laikā;
- 3) dažādu PVL automātiskās konfigurēšanas iespēju analīze;
- 4) izstrādātās konfigurēšanas pieejas un zināšanu/labās prakses izmantošanas efektivitātes novērtējums.

Pētījuma objekts un priekšmets

Darba pētījuma objekts ir PVIS konfigurēšanas process. Darba pētījuma priekšmets ir PVIS konfigurēšanas pieeja, kas nodrošina standartizētu konfigurācijas prasību aprakstu un projektu vadības zināšanu izmantošanu.

Pētījuma metodika

Pētījuma metodika ir balstīta uz teoriju par gatavo jeb darbderīgo lietojumprogrammu ieviešanu uzņēmumā, kuras pamatā ir uzņēmuma biznesa vajadzību un gatavās lietojumprogrammās iespēju savstarpējās atbilstības analīze [109]. Neatbilstības gadījumā ir jāpārveido uzņēmuma darbība vai jāpielāgo gatavā lietojumprogramma.

Pētījuma rezultātā radīts jauns artefakts – PVIS konfigurēšanas pieeja. Jauna artefakta izstrāde veikta atbilstoši projektēšanas zinātnes principiem [122]. Darbā ir pamatota konfigurēšanas pieejas izstrādes nepieciešamība, veikta artefakta izstrāde un novērtēšana.

Izstrādātā konfigurēšanas pieeja var tikt izmantota dažādu uzņēmuma lietojumprogrammu konfigurēšanā, bet standartizētais prasību attēlojums ir specifisks tieši projektu vadības problēmapgabalam. Darba pamatā ir pieņēmums, ka projektu vadības problēmapgabals ir relatīvi noslēgts un ir iespējams izstrādāt tā visaptverošu konceptuālo modeli.

Izstrādātā PVIS konfigurēšanas pieeja aptver visas tradicionālās informācijas sistēmas ieviešanas fāzes [61]. Projekta vadības sākotnējo prasību izmantošana atbilst prasību noskaidrošanas fāzei. Standartizētās konfigurācijas datnes sagatavošana atbilst projektēšanas fāzei. Konfigurācijas datnes ielādēšana izvēlētajā PVL atbilst implementācijas fāzei. Darbā sīkāk netiek pētītas testēšanas un uzturēšanas fāzes.

Darbā lietotais zināšanu un labās prakses izmantošanas pamatprincips, nosaka, ka sekmīga projektu īstenošanas pieredze ir noderīga, lai atkārtotu projektu īstenošanas panākumus nākotnē. Promocijas darbā zināšanu apstrādei izmantota uz gadījumiem balstīta spriešana.

Visaptveroša projektu vadības problēmapgabala konceptuālā modeļa izveidē izmantota shēmu integrācijas pieeja, lai apkopotu esošos projektu vadības problēmapgabala modeļus. Konfigurēšanas nolūkos konceptuālais modelis pārveidots XML shēmas veidā. Izstrādātajā XML shēmā izmantots arī esošais XML bāzes standarts - XPDL.

Izstrādātā konfigurēšana pieeja ir novērtēta eksperimentāli un empīriski. Eksperimentāli novērtēta iespēja automatizēt PVL konfigurēšanu. Empīriski novērtēta konfigurācijas datnes spēja aprakstīt dažādus projektus un iegūtās PVIS konfigurācijas efektivitāte.

Konceptuālajā modelī, XML shēmā un PVL izmantotie koncepti, elementi, datu entītijas, darba vienumi, atribūti un procesi darbā ir saglabāti oriģinālvalodā - angļu valodā.

Darba zinātniskais jaunievedums

Promocijas darba zinātniskie jaunievedumi ir:

- PVIS konfigurēšanas pieeja, kas definē konfigurēšanas procesu no projekta specifisku konfigurācijas prasību definēšanas līdz izpildāmai PVIS. Pieeju ir iespējams vispārināt;
- visaptveroša projektu vadības problēmapgabala konceptuālā modeļa – PMCM (*Project Management Concept Model*) izstrāde, integrējot esošos specializētos problēmapgabala modeļus;
- PVIS konfigurēšanas XML shēma – XCPM (*XML schema for Configuration of Project Management information systems*), kas nodrošina standartizētu formu PVIS konfigurācijas definēšanai un aprakstīšanai;
- XCPM un esošā darbplūsmu modelēšanas standarta XPDL integrācija, lai nodrošinātu projektu vadības statisko un dinamisko elementu definēšanu;

- projektu vadības zināšanu uzkrāšanas un izmantošanas sistēmas konceptuālā arhitektūra, kas nodrošina labās prakses, metodoloģiju un pieredzes uzkrāšanu, meklēšanu un attēlošanu;
- uz gadījumiem balstītas spriešanas izmantošana formālai PVIS konfigurēšanas labās prakses ieteikumu ģenerēšanai.

Darba praktiskā nozīme

Galvenais konfigurēšanas pieejas mērķis ir nodrošināt PVIS konfigurēšanu atbilstoši projekta prasībām. Pieejas praktiskā izmantošana nodrošina:

- PVIS konfigurēšanas darbietilpības samazināšanu, jo pieeja nodrošina standartizētu prasību aprakstu un automātisku PVIS konfigurēšanu atbilstoši uzdotajam aprakstam;
- projektu vadības zināšanu un labās prakses uzkrāšanu un izmantošana, kas nodrošina konfigurācijas sagatavotāju ar rekomendācijām prasību aprakstīšanas laikā (zināšanu izmantošana palīdz izveidot projektam atbilstošu PVIS konfigurāciju un uzlabot konfigurācijas kvalitāti);
- viena konfigurācijas apraksta izmantošanu vairāku PVL konfigurēšanā, lai atvieglotu vairāku uzņēmumu sadarbību viena projekta ietvaros;
- konfigurēšanas pieeja nodrošina projektu vadības prakses vai metodoloģijas izplatīšanu uzņēmumiem, kas strādā pēc vienādiem likumiem, tādējādi samazinot individuālajam uzņēmumam PVIS konfigurēšanai nepieciešamo laiku (metodoloģiju uzturošā organizācija var izveidot metodoloģijas standartizēto aprakstu XCPM un izplatīt to uzņēmumiem, kas aprakstu izmanto savu PVL konfigurēšanā; šāda pieeja būtu aktuāla, piemēram, Eiropas struktūrfondu projektu administrēšanā);
- repozitorijs, kas satur empīrisku informāciju par Latvijas informācijas tehnoloģiju projektiem, ko var izmantot citos pētījumos par projektu vadības praksi.

Darba aprobācija

Par promocijas darba rezultātiem ir nolasīti ziņojumi 8 starptautiskās zinātniskajās konferencēs:

1. RTU 52. starptautiskā zinātniskā konference. Rīga, Latvija. 12.–16. oktobris, 2011
2. The 15th IEEE International Conference on Intelligent Engineering Systems 2011 (INES 2011). Poprad, Slovakia. June 23th–25th, 2011
3. The 1st International Workshop on Project and Knowledge Management Trends (PKMT 2011). Torre Canne (Br), Italy. June 20th, 2011
4. The 17th International Conference on Information and Software Technologies 2011 (IT 2011). Kaunas, Lithuania. April 27th–29th, 2011
5. The 9th Conference on Databases and Information Systems 2010 (DB&IS 2010). Riga, Latvia. July 5th–7th, 2010
6. RTU 50. starptautiskā zinātniskā konference. Rīga, Latvija. 12.–16. oktobris, 2009
7. The 13th East-European Conference on Advances in Databases and Information Systems (ADBIS 2009). Riga, Latvia. September 7th–10th, 2009

8. 7. starptautiskā zinātniski praktiskā konference „Vide. Tehnoloģijas. Resursi”. Rēzekne, Latvija. 25.–27. jūnijs, 2009

Darbā izstrādes laikā veikto pētījumu rezultāti ir atspoguļoti 11 zinātniskajās publikācijās:

1. Bērziša S., Grabis J. Evaluation of Similarity and Reuse of Project Management processes // RTU zinātniskie raksti. – 2011 – 5. sērija Datorzinātne – 49. sējums – 59.–65. lpp. (*Versita, EBSCO, ProQuest, VINITI*)
2. Bērziša S., Grabis J. Combining Project Requirements and Knowledge in Configuration of Project Management Information Systems // Short Papers, Doctoral Symposium and Workshops of the 12-th International Conference of Product Focused Software Development and Process Improvement, PROFES 2011, 2nd proceedings Torre Canne, Italy, June 20th–22th, 2011 / Caivano D., Baldassarre M.T., Garcia F.O. uc. – New York, USA: ACM, 2011. – pp. 89–95. (*ACM Digital Library*)
3. Bērziša S., Grabis J. Knowledge Reuse in Configuration of Project Management Information Systems: A Change Management Case Study // Proceedings of the 15th IEEE International Conference on Intelligent Engineering Systems, INES 2011, Poprad, Slovakia, June 23th–25th, 2011. – Poprad, Slovakia: IEEE, 2011. – pp. 51–56. (*IEEE Xplore, Scopus*)
4. Bērziša S. Project Management Knowledge Retrieval: Project Classification // Environment. Technology. Resource : Proceedings of the 8-th International Scientific and Practical Conference, Volume II, Rēzekne, Latvia, June 20th–22th, 2011. – Rēzekne: Rēzeknes Augstskola, 2011. – pp.10–18.
5. Bērziša S., Grabis J. A Framework for Knowledge-Based Configuration of Project Management Information Systems // Proceedings of the 17th International Conference on Information and Software Technologies - IT2011, Kaunas, Lithuania, April 27th–29th, 2011. / Butleris R., Butkiene R. – Kaunas, Lithuania: Kaunas University of Technology, 2011. – pp. 31–38. (*ISI Proceedings*)
6. Bērziša S. XML-based Specification of the Project Management Domain and Its Application // Databases and Information Systems VI. Frontiers in Artificial Intelligence and Applications, Volume 224: [Selected Papers from the 9th International Baltic Conference, DB&IS 2010, Riga, Latvia, July 5th–7th, 2010] / Barzdins J., Kirikova M. – Amsterdam: IOS Press, 2011. – pp. 213–226. (*ACM Digital Library*).
7. Bērziša S. XML Schema for Configuration of Project Management Information Systems // Proceedings of the 9th Conference on Databases and Information Systems, DB&IS 2010, Riga, Latvia, July 5th–7th, 2010./ Barzdins J., Kirikova M. – Riga: University of Latvia, 2010. – pp. 109–124.
8. Bērziša S. The Baseline Configuration of Project Management Information System // RTU zinātniskie raksti. – 2009. – 5. sērija Datorzinātne – 40. sējums. – 59.–65.lpp (*Versita, EBSCO, ProQuest, VINITI*)
9. Bērziša S. Towards an XML Scheme for Configuration of Project Management Information Systems: Conceptual Modelling // Advances in Databases and Information Systems Associated Workshops and Doctoral Consortium of the 13th East European Conference, ADBIS 2009, Riga, Latvia, September 7-10, 2009, LNCS vol. 5968. / Grundspenkis J., Kirikova M., Manopoulos Y., Novickis L. –

- New York: Springer, 2009 – pp. 229–237. (*ACM Digital Library, Scopus, ACM Digital Library*)
10. Bērziša S. Projektu vadības procesu definēšana un formalizēta attēlošana // Vide. Tehnoloģija. Resursi: 7. starptautiskās zinātniski praktiskās konferences materiāli, 2. sējums, Rēzekne, Latvija, 25.–27. jūnijs, 2009. – Rēzekne: Rēzekne augstskola, 2009. – 154–161. lpp.
 11. Bērziša S., Grabis J. An Approach for Implementation of Project Management Information Systems // Information Systems Development: Towards a Service Provision Society: [Proceedings of the 17th International Conference on Information Systems Development (ISD2008), Paphos, Cyprus, 25–27 August 2008] / Papadopoulos G.A., Wojtkowski G., Wojtkowski W. u.c. – New York: Springer, 2009, – pp. 423–431. (*SpringerLink, Scopus*)

Promocijas darba rezultāti ir izmantoti divos zinātniskajos projektos:

1. IZM-RTU R. 7392 „Uzņēmuma lietojumprogrammu dinamiskas pielāgošanas risinājumu izstrāde” (2008). Projekta vadītājs Jānis Grabis.
2. LZP 09.1564 „Imitācijas modelēšanas un skaitļošanas intelekta metodes loģistikas un elektronisko pakalpojumu optimizācijai” (2010–2012). Projekta vadītājs Jurijs Merkurjevs.

Darba struktūra

Promocijas darbs sastāv no ievada, 5 nodaļām, rezultātiem un secinājumiem, 13 pielikumiem un izmantotās literatūras saraksta. Darbs uzrakstīts latviešu valodā.

Ievadā izskaidrots PVIS jēdziens, pamatota promocijas darba tēmas aktualitāte, noformulēts darbam izvirzītais mērķis un uzdevumi, aprakstīts darba pētījuma objekts un priekšmets, izmantotās pētījuma metodes, darba zinātniskais jaunievedums, praktiskais lietojums un aprobācija.

Promocijas darba 1. nodaļā „Projektu vadības informācijas sistēmu konfigurēšanas pieeja” aprakstītas PVIS konfigurēšanas problēmas, darbā izstrādā PVIS konfigurācijas pieeja un tās izmantošanas iespējas. Nodaļā aprakstīti saistītie pētījumi, kas izmantoti, novērtēti vai papildināti konfigurācijas pieejas izveidē un novērtēšanā.

Promocijas darba 2. nodaļā „Konfigurācijas prasību aprakstīšanas shēma” aprakstīta izstrādātā XML shēma PVIS konfigurācijas prasību aprakstīšanai (XCPM) un tās izveides process, kas ietver projektu vadības konceptuālā modeļa izveidošanu un tā izmantošanu shēmas izveidē.

Promocijas darba 3. nodaļa „Zināšanu izmantošana PVIS konfigurēšanā” apraksta izstrādāto konceptuālo sistēmas arhitektūru projektu vadības zināšanu un labās prakses izmantošanai PVIS konfigurēšanas laikā. Šī arhitektūra nodrošina zināšanu uzkrāšanu repozitorijā, izgūšanu un projektu vadības datu un procesu apstrādi.

Promocijas darba 4. nodaļā „PVIS konfigurēšana” ir veikts XCPM shēmas izmantošanas novērtējums trīs PVL automatiskā konfigurēšanā.

5. nodaļā „Konfigurācijas pieejas novērtējums” ir izklāstīts PVIS konfigurācijas pieejas novērtēšanas process un rezultāti. Novērtēšanas process ir sadalīts divās fāzēs. Pirmajā fāzē novērtēta standartizētā konfigurācijas prasību apraksta kvalitāte, aprakstot reālu projektu konfigurācijas prasības. Otrajā fāzē novērtēta zināšanu izmantošanas ietekme uz

konfigurāciju kvalitāti, ja izveidotu PVIS konfigurāciju esošam projektam, balstoties tikai uzkrātās informācijas apstrādi, un piemērotu jauno konfigurāciju esošā projekta datiem.

Rezultāti un secinājumi ir promocijas darba noslēguma nodaļā.

Izmantotās literatūras saraksts ar 142 avotiem un 13 pielikumi.

1. PROJEKTU VADĪBAS INFORMĀCIJAS SISTĒMU KONFIGURĒŠANAS PĪEEJA

Pieejas apraksts

Ar PVIS konfigurēšanu saistīto problēmu risināšanai darbā izstrādāta PVIS konfigurēšanas pieeja, kas organizē konfigurēšanas procesu no projektam specifisku PVIS prasību definēšanas līdz izpildāmai PVIS konfigurācijai (autora publikācija [23]). Konfigurēšanas procesa galvenās aktivitātes ir dotas 1.1. attēlā. Procesu sākot, tiek definētas projekta j prasības R_j . Šīs prasības ir neformālā veidā un ietver projekta vides aprakstu, metodoloģijas, standartus u.c. informāciju. Konfigurēšanas procesa laikā prasības tiek analizētas, papildinātas un transformētas, lai beigās iegūtu izpildāmu PVIS konfigurāciju I_j^k , kur k ir PVL indekss. Konfigurācijas procesā ir divu veidu transformācijas:

- 1) transformācija T_1 nodrošina prasību R_j aprakstīšanu standartizētā veidā, ko definē datu shēma S , rezultātā iegūstot konfigurācijas datni C_j :

$$C_j = T_1(R_j, S)$$

Šī transformācija notiek manuāli, izmantojot konfigurēšanas klientu un informāciju no zināšanu repozitorija. Konfigurēšanas klients ir pieejas lietotāja saskarne, kas nodrošina interfeisu prasību aprakstīšanai atbilstoši datu shēmai S un zināšanu attēlošanai. Datu shēma S strukturē PVIS prasību aprakstīšanu, kas ietver gan datus, gan procesus.

- 2) transformācija T_2^k nodrošina konfigurācijas datnē C_j esošas informācijas izmantošanu izvēlētajā PVIS konfigurācijas I_j^k iegūšanā:

$$I_j^k = T_2^k(C_j)$$

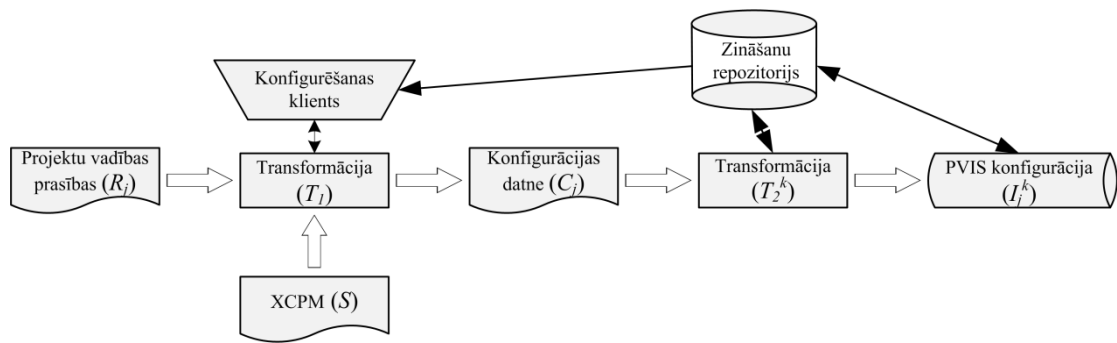
Katrai k -tai PVL ir sava transformācija T_2^k . Vienu konfigurācijas datni C_j var izmantot dažādu PVL konfigurēšanā, lietojot dažādas transformācijas T_2^k .

PVIS konfigurēšanas pieeju izmanto dažādiem mērķiem, sākot ar vienkāršu PVL konfigurēšanu līdz PVIS konfigurācijas standartizācijai. Pamatā pieeju lieto, uzsākot jaunu projektu vai ieviešot PVL, bet to ir iespējams lietot arī esošas PVIS konfigurācijas papildināšanai.

Saistītie pētījumi

Darba izstrādes laikā izanalizēti dažādi esošie pētījumi, kas promocijās darbā ir izmantoti, salīdzināti vai papildināti.

PVIS ieviešana un konfigurēšana ir radnieciska ar citām uzņēmuma sistēmām jeb COTS un darbplūsmu sistēmām. PVIS ir līdzīgas darbplūsmu sistēmām, bet ir orientētas specifiskam lietojuma apgabalam – projektu vadībai. Uzņēmuma un darbplūsmu sistēmu konfigurēšanā tiek lietotas divas pieejas konfigurācijas aprakstīšanai: biznesa procesu modeļi un XML datnes. PVIS konfigurēšanā ir izmantota XML datne.



1.1. att. PVIS konfigurēšanas pieeja

PVIS prasības esošajos pētījumos ir definētas no sistēmu izstrādes perspektīvas. Šim mērķim ir izstrādāts etalonmodelis Ref-Mod^{PM}, kas apraksta PVIS funkcionalitāti, un prasību analīzes metode, kas formalizē prasību aprakstīšanas procesu. Literatūras analīzē nav identificēti pētījumi par PVIS konfigurēšanu vai pielāgošanu konkrētu projektu vajadzībām. Pielāgošanas problēma ir apskatīta tikai tehniskajā dokumentācijā, ko piedāvā konkrētās PVL izstrādātājs.

Prasību aprakstīšanas datu shēmas izveidošanai izmantotas vairākas esošas projektu vadības problēmapgabala konceptualizācijas un apraksti: ontoloģijas, metodoloģijas un standarti, XML shēmas. Projektu vadības vai kādu tās apgabalu aprakstīšanai ir izstrādātas vairākas ontoloģijas: PROMONT, PMO, projekta metrikas ontoloģija, būvniecības projekta komandu aprakstošā ontoloģija, pētniecības programmas projekta plāna ontoloģija, pētniecības projekta ontoloģija, biznesa projektu vadības ontoloģija (BProjM). Ir izmantotas vispārējās (PMBOK, PRINCE2 un *Scrum*) un ar noteiktu apgabalu saistītās (RUP un MSF) projektu vadības metodoloģijas. PVL izmatotās XML shēmas projekta datu apmaiņai ir PMXML un *MS Project XML*.

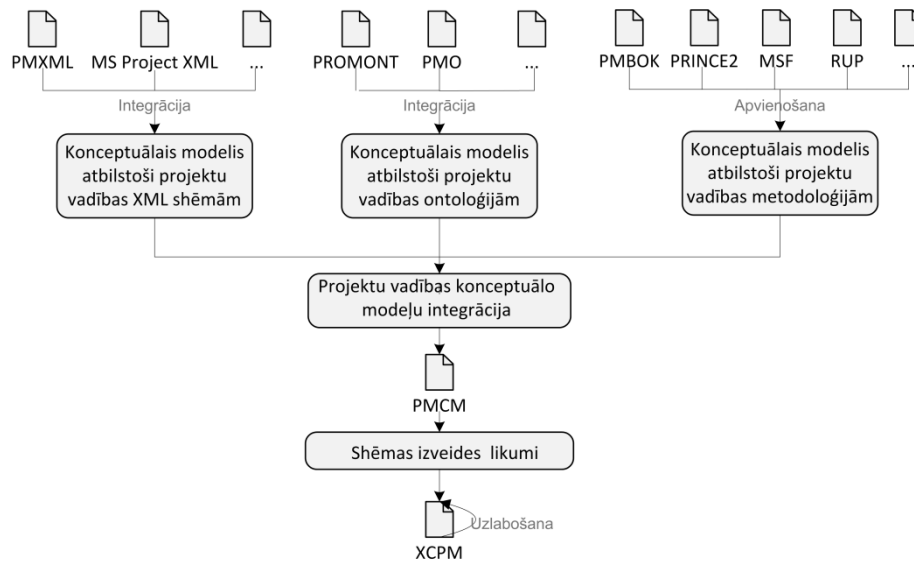
Nozīmīga sadaļa PVIS konfigurācijas pieejā ir zināšanu/labās prakses izmantošanas nodrošinājums, kas ir veidots kā zināšanu balstīta sistēma, kas satur zināšanu repozitoriju un izmanto gadījumu balstītu spriešanu kā secināšanas dzini. Esošos pētījumos projektu vadības zināšanu izmantošanas risinājumi ir izstrādāti plānošanas un darbietilpības novērtēšanas atbalstam. Uz gadījumiem balstītas spriešanas būtiska sastāvdaļa ir līdzīgu situāciju identifikācija. Projektu vadībā ir jānovērtē arī procesu līdzība. Promocijas darbā ir izmantotas vairākas no esošajām procesu salīdzināšanas metodēm.

2. KONFIGURĀCIJAS PRASĪBU APRAKSTĪŠANAS SHĒMA

PVIS konfigurēšanas pamatā ir prasību aprakstīšanas datu shēma *S*. Shēma ir definēta XML shēmas veidā un nosaukta par XCPM. PVIS konfigurēšanas aprakstam jānodrošina dažādu projektu un projektu vadības situāciju definēšana. Šajā nolūkā, XCPM shēma ir veidota atbilstoši visaptverošam projektu vadības konceptuālajam modelim (PMCM), kurš ir iegūts, integrējot/apvienojot informāciju, kas iegūta no projektu vadībā izmantotām problēmapgabala konceptualizācijām. XCPM shēmas izveides process ir attēlots 2.1. attēlā.

Projektu vadības konceptuālais modelis

Projektu vadības konceptuālais modelis PMCM (autora publikācija [30]) apraksta projektu vadības problēmapgabalā izmantotos konceptus jeb jēdzienus un saites starp tiem.



2.1. att. XCPM shēmas izveides process

Konceptuālo modeļu integrēšanai darbā piedāvāts izmantot datu bāzu un XML shēmu integrēšanas principus. Integrācijas algoritms sastāv no četrām fāzēm: pirmsintegrācijas, saskaņošanas, apvienošanas un restrukturizācijas (2.2. attēls).



2.2. att. Modeļu integrācijas algoritms

Pirmsintegrācijas fāzē tiek analizēti pieejamie konceptuālie modeļi (CM), tie tiek transformēti uz vienu izvēlētu notāciju un izvēlēta to integrācijas secība.

Saskaņošanas fāzē tiek identificēti un risināti konflikti starp integrējamiem modeļiem (CM_a un CM_b). Rezultātā tiek iegūti divi saskaņoti modeļi CM_a' un CM_b' :

$$Conf(CM_a, CM_b) \rightarrow CM_a', CM_b'$$

Par konfliktu starp diviem modeļiem tiek uzskatīts neidentiski aprakstīts viens un tas pats reālās dzīves koncepts. Konfliktu veidi ir nosaukuma un semantiskie konflikti.

Apvienošanas fāzē tiek apvienoti abi saskaņotie modeļi (CM_a' un CM_b'), lai iegūtu vienu modeli:

$$Merge(CM_a', CM_b') \rightarrow CM^*$$

Restrukturizācijas fāzē tiek uzlabots apvienotais modelis (CM^*), samazinot liekās struktūras (atribūtus un attiecības), tādējādi iegūstot uzlabotu integrēto modeli CM_{new} :

$$Restr(CM^*) \rightarrow CM_{new}$$

Restrukturizācija ietver gan tehnisko restrukturizāciju ($Restr^T$), izmantojot restrukturizācijas transformācijas, gan zināšanu balstīto ($Restr^K$) restrukturizāciju, izmantojot ekspertu zināšanas par problēmapgabalu.

Identificētās esošās projektu vadības apgabala konceptualizācijas ir integrētas atbilstoši procesam, kas attēlots 2.1. attēlā un aprakstīts 2.1. tabulā.

2.1. tabula

Projektu vadības konceptuālā modeļa izveides process

Posms	Ieejas dati	Darbības	Rezultāts
1.	CM_{PMXML} CM_{MS_Proj}	Projektu vadības XML integrācija. 1. solis: Saskaņošana $Conf(CM_{PMXML}, CM_{MS_Proj}) \rightarrow CM'_{PMXML}, CM'_{MS_Proj}$ 2. solis: Apvienošana $Merge(CM'_{PMXML}, CM'_{MS_Proj}) \rightarrow CM_{PM_XML_Schema}$	$CM_{PM_XML_Schema}$
2.	$CM_{PROMONT}$ CM_{PMO} CM_{Pr_metric} CM_{Pr_kom} CM_{Plan_ont} CM_{Sc_proj} CM_{BProjM}	Projektu vadības ontoloģiju integrācija. 1. solis: Saskaņošana $Conf(CM_{PROMONT}, CM_{PMO}) \rightarrow CM'_{PROMONT}, CM'_{PMO}$ 2. solis: Apvienošana $Merge(CM'_{PROMONT}, CM'_{PMO}) \rightarrow CM_1$ 3. solis: Saskaņošana $Conf(CM_1, CM_{Pr_metric}) \rightarrow CM'_1, CM'_{Pr_metric}$ 4. solis: Apvienošana $Merge(CM'_1, CM'_{Pr_metric}) \rightarrow CM_2$ 5. solis: Saskaņošana $Conf(CM_2, CM_{Pr_kom}) \rightarrow CM'_2, CM'_{Pr_kom}$ 6. solis: Apvienošana $Merge(CM'_2, CM'_{Pr_kom}) \rightarrow CM_3$ 7. solis: Saskaņošana $Conf(CM_3, CM_{Plan_ont}) \rightarrow CM'_3, CM'_{Plan_ont}$ 8. solis: Apvienošana $Merge(CM'_3, CM'_{Plan_ont}) \rightarrow CM_4$ 9. solis: Saskaņošana $Conf(CM_4, CM_{Sc_proj}) \rightarrow CM'_4, CM'_{Sc_proj}$ 10. solis: Apvienošana $Merge(CM'_4, CM'_{Sc_proj}) \rightarrow CM_5$ 11. solis: Saskaņošana $Conf(CM_5, CM_{BProjM}) \rightarrow CM'_5, CM'_{BProjM}$ 12. solis: Apvienošana $Merge(CM'_5, CM'_{BProjM}) \rightarrow CM_{PM_Ontology}$	$CM_{PM_Ontology}$
3.	Metodoloģijas PMBOK, PRINCE2, RUP, MSF un Scrum	Projektu vadības metodoloģiju apvienošana. 1. solis: Apkopo konceptus no metodoloģiju vārdnīcām. 2. solis: Atrīsina nosaukumu konfliktus. 3. solis: Noskaidro attiecības starp konceptiem. 4. solis: Izveido $CM_{PM_Methodology}$	$CM_{PM_Methodology}$
4.	$CM_{PM_XML_Schema}$ $CM_{PM_Ontology}$ $CM_{PM_Methodology}$	1. – 3. posmā iegūto konceptuālo modeļu integrācija. 1. solis: Saskaņošana $Conf(CM_{PM_XML_Schema}, CM_{PM_Ontology}) \rightarrow CM'_{PM_XML_Schema}, CM'_{PM_Ontology}$ 2. solis: Apvienošana $Merge(CM'_{PM_XML_Schema}, CM'_{PM_Ontology}) \rightarrow CM_A$ 3. solis: Saskaņošana $Conf(CM_A, CM_{PM_Methodology}) \rightarrow CM'_A, CM'_{PM_Methodology}$ 4. solis: Apvienošana $Merge(CM'_A, CM'_{PM_Methodology}) \rightarrow CM_B$ 5. solis: Tehniskā restrukturizācija $Restr^T(CM_B) \rightarrow CM_C$ 6. solis: Zināšanu balstīta restrukturizācija $Restr^K(CM_C) \rightarrow CM_{PMCM}$	CM_{PMCM}

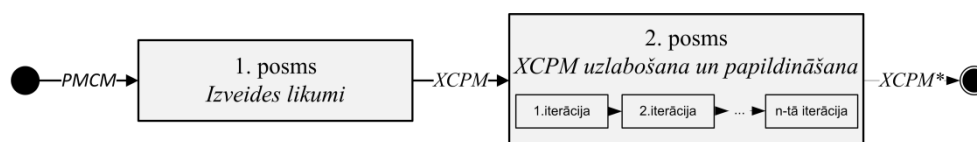
Iegūtais konceptuālais modelis CM_{PMCM} jeb PMCM apkopo visus galvenos projektu vadības problēmapgabala konceptus (entītijas) un attiecības. Konceptuālajā modelī ir 116 koncepti un 276 relācijas. PMCM pārskatāmībai koncepti ir sagrupēti 29 grupās. Pēc būtības visi koncepti sadalās divās daļās: datus un procesus aprakstoši. Centrālais koncepts modelī ir ‘Projekts’. Visi pārējie koncepti ir tieši vai pastarpināti saistīti ar projekta konceptu.

XML shēma PVIS konfigurēšanai

Atbilstoši projektu vadības konceptuālam modelim ir izstrādāta standartizēta prasību aprakstīšanas datu shēma XCPM (autora publikācija [32]), izmantojot XML shēmu valodu XSD. XCPM elementi tiek veidoti atbilstoši PMCM definētajām datu entītijām. Konfigurācijas prasību aprakstam ir jāietver informācija:

- 1) par projektā izmantotajām datu entītijām;
- 2) par katras datu entītijas atribūtiem;
- 3) par datu entītijām piesaistītiem procesiem.

XCPM shēmas izveides procesā vispirms no PMCM ir radīta shēmas sākotnējā versija, balstoties uz shēmas izveides likumus, un pēc tam veikta shēmas uzlabošana (2.3. attēls).



2.3. att. XCPM shēmas izveides posmi

1. posmā ir izmantoti zemāk minētie shēmas izveides likumi:

- XCPM shēmas galvenais elements ir projekts un pirmā līmeņa elementi jeb datu entītijas shēmā ir koncepti no PMCM, kuriem ir tiešā saite ar projekta konceptu;
- relācijas starp elementiem var uzdot, izmantojot atsauces vai apakšelementus;
- shēmā ir jāparedz abstrakti elementi;
- ar vienu elementu drīkst aprakstīt vairākus līdzīga tipa konceptus / datu entītijas;
- procesu apraksta elementiem („Process” un „ProjectLifeCycle”) ir jānodrošina gan procesu aprakstīšana, gan to sasaiste ar konkrētām datu entītijām;
- shēmā ir jāparedz gan konfigurācijas aprakstīšana, gan datu glabāšana.

2. posma uzlabošanas un papildināšanas aktivitātes ir veiktas, pamatojoties uz zemāk minētajiem nosacījumiem:

- eksperimentos atklātas nepilnības shēmas elementu aprakstā vai organizācijā;
- ir nepieciešamība iekļaut jaunus PVIS konfigurācijas datus vai konfigurējamus elementus;
- ir nepieciešama shēmas optimizācija.

Uzlabošanas un papildināšanas aktivitāšu rezultātā ir uzlabota shēmas organizācija, elementu apraksts un saites.

Pēc izveides no PMCM, atbilstoši formulētajiem likumiem, un divām uzlabošanas un papildināšanas posma iterācijām ir iegūta XCPM shēma, kuras galvenie elementi ir doti 2.4. attēlā. XCPM shēmas struktūra ir paredzēta dažādu datu entītijas definēšana – gan jau shēmā paredzētu, gan neparedzētu („OtherElement”). Struktūrā ir maz noklusēto atribūtu un

3. ZINĀŠANU IZMANTOŠANA PVIS KONFIGURĒŠANĀ

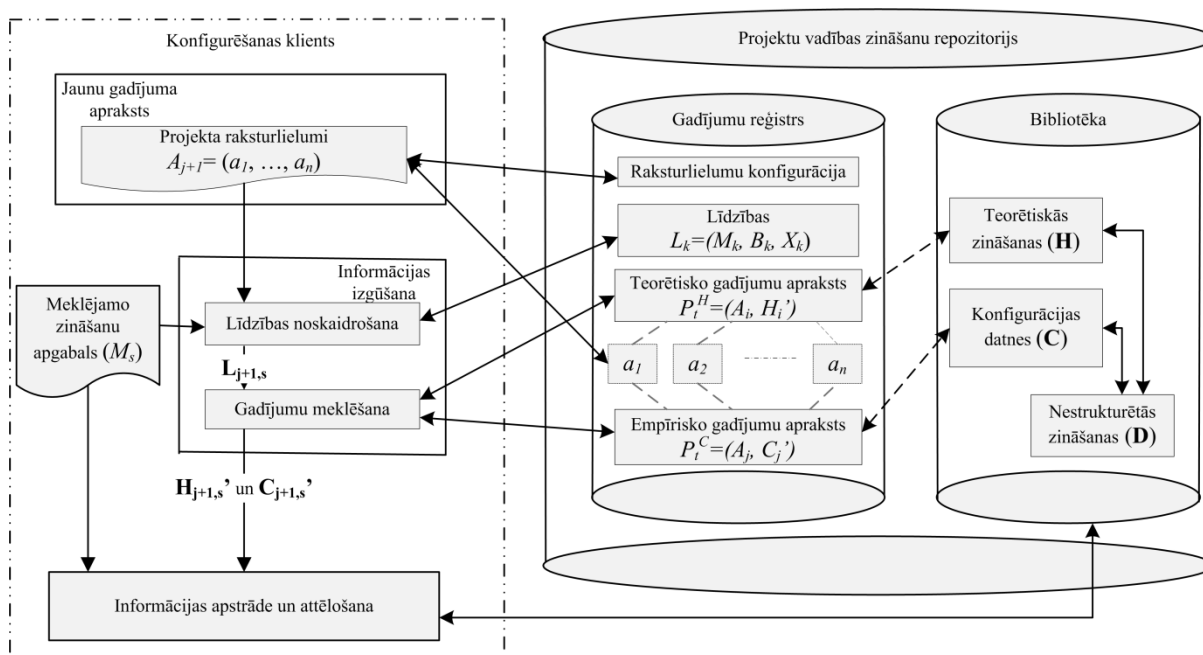
PVIS konfigurācijas izveidošanas laikā ir nepieciešamas zināšanas par to, kādai ir jābūt konfigurācijai, jo ne vienmēr konfigurācijas sagatavotajam tās ir pieejamas. Šīs zināšanas un labā prakse tiek iegūtas no iepriekšējiem, līdzīgiem projektiem. Lai nodrošinātu PVIS konfigurēšanas zināšanu iegūšanu, apkopošanu un izmantošanu, darbā ir izstrādāta projektu vadības zināšanu balstīta konfigurēšanas sistēmas konceptuālā arhitektūra (3.1. attēls) (autora publikācija [27]). Tā realizē gadījumu balstītu spriešanu. Gadījumi PVIS konfigurēšanā ir: 1) konfigurācijas datnes, kas izmantotas PVIS konfigurēšanā ($C_j, j=1, \dots, m$) 2) teorētiskās zināšanas, kas aprakstītas ar metodoloģijām, standartiem un labajām praksēm ($H_i, i=1, \dots, p$). Gadījumi tiek uzkrāti projektu vadības zināšanu repozitorijā.

Piekluve zināšanām ir nodrošināta ar konfigurēšanas klientu (3.1. attēls), izmantojot trīs moduļus:

1. gadījumu aprakstīšanas modulis noskaidro jaunā projekta kategorizāciju, izmantojot projekta raksturlielumus A_{j+1} , kur $j+1$ identificē jauno gadījumu;
2. informācijas izgūšanas modulis nodrošina līdzīgu gadījumu izgūšanu, meklējot tos atbilstoši jaunā projekta raksturlielumiem, meklējamās informācijas zināšanu apgabalam M_s un definētajiem gadījumu līdzības aprakstiem L_k . Rezultātā ir kopas ar līdzīgiem gadījumiem $H_{j+1,s}$ ' (teorētiskie) un $C_{j+1,s}$ ' (empīriskie);
3. informācijas apstrādes un attēlošanas modulis nodrošina izgūto līdzīgu gadījumu informācijas apstrādi un zināšanu attēlošanu.

Gadījumu balstītās spriešanas apmācīšana jeb jaunu gadījumu saglabāšana zināšanu repozitorijā tiek veikta pēc tam, kad sagatavotā konfigurācijas datne C_{j+1} ir izmantota PVIS konfigurēšanā.

Arhitektūra tiek izmantota divos zināšanu pārvaldības apakšprocesos: 1) zināšanu iegūšana; un 2) zināšanu izmantošana.



3.1. att. PVIS konfigurēšanas zināšanu izmantošanas sistēmas konceptuālā arhitektūra

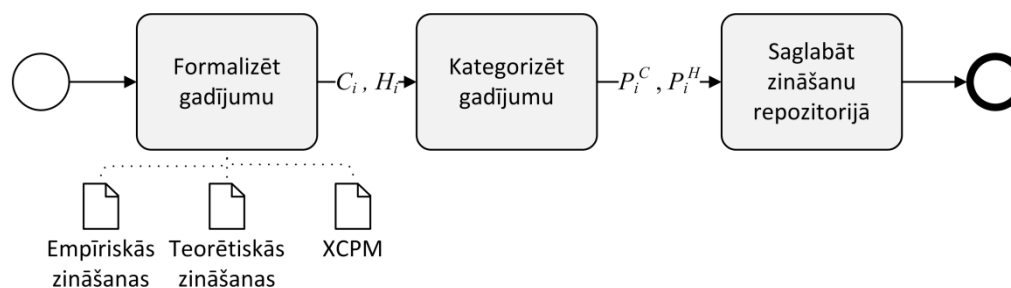
Zināšanu uzkrāšana

Projektu vadības zināšanu repozitorijs sastāv no divām daļām: bibliotēkas un gadījumu reģistra. Bibliotēkā ir uzkrāti dati par iepriekšējiem gadījumiem/projektiem, kas ir aprakstīti atbilstoši XCPM shēmas struktūrai un saglabāti XML datņu veidā. Bibliotēkā ir uzkrātas teorētiskas, empīriskas un vēl arī nestrukturētas zināšanas $\mathbf{D} = \{D_l | l=1, \dots, s\}$, kas ir dažādā formātā pieejama informācija, piemēram, diagrammas, sagataves, dokumenti u.c. nodēriģa informācija. Katrs gadījums ietver projektu vadības datu un procesu aprakstus.

Gadījumu reģistrā ir apkopota informācija, kas nepieciešama, lai nodrošinātu zināšanu organizēšanu, meklēšanu un izgūšanu. Reģistrā tiek uzturēta informācija par:

- projektu klasificēšanas raksturlielumiem un to vērtībām: $A_j = (a_1, \dots, a_n)$. Raksturlielumi apraksta projekta veidu, produktu, apmērus, organizāciju, izmantotās vadlīnijas un pieejas;
- gadījumu aprakstiem: $\mathbf{P}^H = \{P_t^H | t=1, \dots, x\}$ un $\mathbf{P}^C = \{P_t^C | t=1, \dots, y\}$, kuros uzkrāj informāciju par katra konkrēta gadījuma raksturlielumiem ($P_t^H=(A_i, H_i')$ un $P_t^C=(A_j, C_j')$);
- gadījumu līdzības aprakstiem: $\mathbf{L} = \{L_k | k=1, \dots, z\}$, kur $L_k=(M_k, B_k, X_k)$, $k= 1, \dots, n$. Līdzības mērs X_k nosaka raksturlielumus, pēc kuriem tiks veikta gadījumu meklēšana. Līdzības mēra izvēle ir atkarīga no diviem parametriem: meklējamo zināšanu apgabala M_k , kurš norāda kādas projektu vadības zināšanas tiek meklētas, un zināšanu tipa B_k , kurš norāda uz zināšanu veidu - teorētiskās (H) vai empīriskās (C). Līdzības mērs $X_k=(x_1, \dots, x_n)$ apraksta katra raksturlieluma nozīmi līdzīgo gadījumu meklēšanā, kur x_i vērtība ir 0 vai 1.

Zināšanu uzkrāšanas process apraksta, kā katrs gadījums tiek iekļauts zināšanu repozitorijā (3.2. attēls).



3.2. att. Zināšanu uzkrāšanas process

Zināšanu izmantošana

Zināšanu izmantošanas rezultātā konfigurācijas sagatavotājam tiek sniegtas PVIS konfigurēšanas rekomendācijas jeb labā prakse, kā ir veikta konfigurēšana līdzīgās situācijās.

Informācijas izgūšanas modulis identificē līdzīgos gadījumus atbilstoši jaunā projekta raksturlielumiem A_{j+1} un meklējamo zināšanu apgabalam M_s , $s = 1, \dots, v$. Rezultātā no gadījumu reģistra ir atlasīta kopa ar līdzīgo gadījumu identifikatoriem $\mathbf{H}_{j+1,s}'$ un $\mathbf{C}_{j+1,s}'$. Izgūšanas process sastāv no diviem soļiem:

1. *solis*: Līdzības noskaidrošana, kas nosaka, kādi līdzības mēri ir aktuāli meklējamo zināšanu apgabalam M_s : $\mathbf{L}_{j+1,s} = \{L_k | L_k \in L \text{ un } M_k = M_s \text{ un } k = 1, \dots, n\}$

2. *solis*: Līdzīgo gadījumu meklēšana, izmantojot gadījumu līdzību aprakstus no $L_{j+1,s}$ un gadījumu aprakstus \mathbf{P}^H un \mathbf{P}^C . Līdzības L_k parametrs B_k nosaka, uz kuru gadījumu aprakstu kopu attiecas uzdotais līdzības mērs X_k . Meklēšana notiek divās daļās:

2.1. teorētisko gadījumu meklēšana kopā \mathbf{P}^H . Meklēšana notiek pēc katras līdzības $L_k \in L_{j+1,s}$, kuras zināšanu tips ir teorētiskās $B_k = H$. Rezultātā tiek atlasīta kopa ar gadījumu identifikatoriem $\mathbf{H}_{j+1,s} = \{H'_z | H'_z \in P_z^H\}$, kuriem raksturlielumu vērtībās a_{iz} ir vienādas ar jauna gadījuma raksturlielumu vērtībām a_{ij+1} , tiem raksturlielumiem, kuriem līdzības mērs ir viens ($x_i=1$) ($\sum_{i=1}^n (x_i | x_i \in X_k \text{ un } X_k \in L_k) = \sum_{i=1}^n (x_i | x_i \in X_k \text{ un } X_k \in L_k) * (1 \text{ if } \exists ((a_{iz} | a_{iz} \in A_z \text{ un } A_z \in P_z^H) = (a_{ij+1} | a_{ij+1} \in A_{j+1})))$);

2.2. empīrisko gadījumu meklēšana kopā \mathbf{P}^C . Meklēšana notiek pēc katras līdzības $L_k \in L_{j+1,s}$, kuras zināšanu tips ir empīriskās $B_k = C$. Rezultātā tiek atlasīta kopa ar gadījumu identifikatoriem $\mathbf{C}_{j+1,s} = \{C'_z | C'_z \in P_z^C\}$, kuriem raksturlielumu vērtībās a_{iz} ir vienādas ar jauna gadījuma raksturlielumu vērtībām a_{ij+1} , tiem raksturlielumiem, kuriem līdzības mērs ir viens ($x_i=1$) ($\sum_{i=1}^n (x_i | x_i \in X_k \text{ un } X_k \in L_k) = \sum_{i=1}^n (x_i | x_i \in X_k \text{ un } X_k \in L_k) * (1 \text{ if } \exists ((a_{iz} | a_{iz} \in A_z \text{ un } A_z \in P_z^C) = (a_{ij+1} | a_{ij+1} \in A_{j+1})))$).

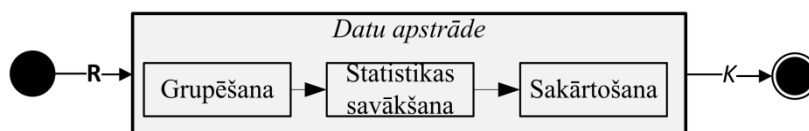
Mainoties meklējamo zināšanu apgabalam M_s , informācijas izgūšanas process ir jāatkārto no jauna, jo mainās gadījumu līdzības apraksti L_k .

Informācijas apstrādes un attēlošanas modulis nodrošina līdzīgo gadījumu apstrādi un informācijas attēlošanu lietotājam, sniedzot PVIS konfigurācijas rekomendācijas. Apstrādei saņemtā informācija ietver gan vienkāršu datu, gan procesu aprakstus, un tās apstrāde ir sadalīta 4 posmos:

1. posms: datu entītijū identificēšana un apstrāde. Šajā posmā ar vienkāršo datu apstrādes metodi tiek analizētas datu entītijas, kas ir izmantotas norādītajā zināšanu apgabalā M_s ;
2. posms: datu entītijas atribūtu identificēšana un apstrāde. Šajā posmā ar vienkāršo datu apstrādes metodi tiek analizēti atribūti, kas izmantoti katrā datu entītijā;
3. posms: izmantoto procesu identificēšana un apstrāde. Šajā posmā ar procesu datu apstrādes metodi tiek analizēti visi procesi, kas ir izmantoti norādītajā zināšanu apgabalā M_s un ir saistīti ar identificētajām datu entītijām;
4. posms: datu entītijā iekļauto datu analīze, izmantojot vienkāršo datu apstrādes metodi.

Katrā posmā iegūtā informācija tiek attēlota konfigurācijas sagatavotājam, un nākošajos posmos apstrādājama informācijas apjoms ir atkarīgs no tā, ko konfigurācijas sagatavotājs izvēlējies vai darījis iepriekšējā posmā. Informācija/zināšanas tiek attēlotas ieteikuma formā.

Vienkāršo datu apstrādes metode nodrošina saņemtās ierakstu kopas ($\mathbf{R} = \{r_i, i=1..d\}$) apstrādi, izpildot 3.3. attēlā aprakstītās aktivitātes. Ieraksti ir datu entītijū, atribūtu, statusu vai citu informācijas elementu nosaukumi.



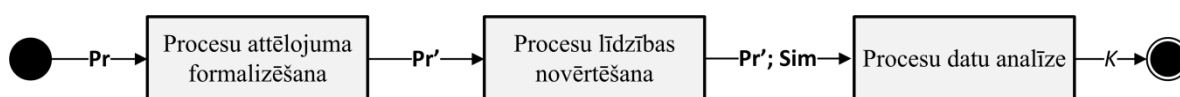
3.3. att. Vienkāršo datu apstrādes metodes algoritms

Grupējot tiek izveidotas identisko ierakstu grupas. Vienā grupā ietilpst ieraksti, kuriem ir spēkā kāds no nosacījumiem:

- abiem ierakstiem ir vienādi nosaukumi ($r_a = r_b$, kur $r_a, r_b \in \mathbf{R}$);
- ierakstu nosaukumi ir uzskatāmi par sinonīmiem ($syn(r_a, r_b) = 1$, kur $r_a, r_b \in \mathbf{R}$). Sinonīmi ir uzkrāti sinonīmu vārdnīcā, kurā tiek apkopotas sinonīmu vērtības, norādot informācijas elementu, uz kuru tas attiecas (vienums, atribūts, vērtība vai procesa statuss);

Statistikas savākšana nodrošina informācijas apkopošanu par katras identificētās grupas lietošanas biežumu (%) ierakstu kopā \mathbf{R} . Sakārtošana nodrošina identificēto ierakstu grupu sakārtošanu pēc to biežuma dilstošā secībā, nodrošinot, ka biežāk lietotās ierakstu grupas ir sākumā. Rezultātā ir iegūta sargrupēta un sakārtota ierakstu kopa, ko attēlot konfigurācijas sagatavotājam.

Procesu datu apstrādes metode (autora publikācija [25]) nodrošina saņemtās procesu kopas $\mathbf{Pr} = \{pr_i, i=1..e\}$ apstrādi (procesi ir saglabāti XPDL formātā). Procesu kopas \mathbf{Pr} apstrādes algoritms sastāv no trim posmiem (3.4. attēls).



3.4. att. Procesu datu apstrādes metodes algoritms

Procesu attēlojuma formalizēšana $\mathbf{Pr}'=F(\mathbf{Pr})$ nodrošina vienādu skatījumu uz procesiem, kas attēloti uz objektu orientētā un uz aktivitātēm orientētā pieejā, lai padarītu tos savstarpēji salīdzināmus. Formalizācijas laikā visi procesi tiek pārveidoti uz objektu orientētos procesos.

Procesu līdzības novērtēšanā tiek identificēti procesi, kuri ir uzskatāmi par līdzīgiem, t.i., to līdzības novērtējums ir lielāks par definēto līdzības sliekšni. Līdzības noteikšanai ir izmantota semantiskā līdzība. Divu procesu līdzība $sim(pr_i, pr_k)$, kur $pr_i, pr_k \in \mathbf{Pr}'$, ir noteikta, izmantojot izteiksmi (3.1.). Aprēķins ir atkarīgs no aktivitāšu līdzības $sem(a_{i,s}, a_{k,t})$, ko aprēķina ar izteiksmi (3.2.).

$$sim(pr_i, pr_k) = \frac{\sum_{s=1}^x \max(\forall_{t=1}^y a_{k,t} | sem(a_{i,s}, a_{k,t}))}{N}, \quad (3.1.)$$

kur:

- x – aktivitāšu skaits procesā pr_i ;
- y – aktivitāšu skaits procesā pr_k ;
- $sem(a_{i,s}, a_{k,t})$ – aktivitāšu līdzība (sk. 3.2. formulu);
- $N = \max(x, y)$ – maksimālais aktivitāšu skaits.

$$sem(a_{i,s}, a_{k,t}) = \begin{cases} 1, ja a_{i,s} = a_{k,t} \\ 1, ja syn(a_{i,s}, a_{k,t}) = 1 \\ \frac{|(a_{i,s} \cap a_{k,t})| + \sum_{c \in a_{i,s}/a_{k,t}} syn(c,b)}{\max(|a_{i,s}|, |a_{k,t}|)} \end{cases}, \quad (3.2)$$

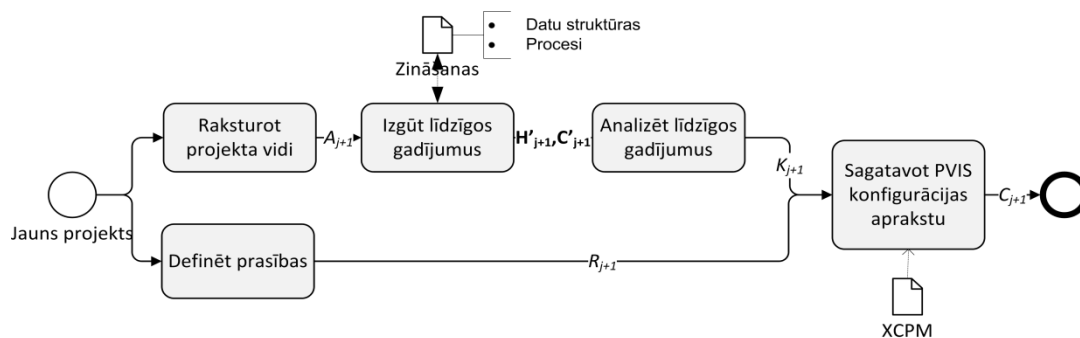
kur:

$a_{i,s} \in pr_i - s$ aktivitāte i -tajā procesā;
 $a_{k,t} \in pr_j - t$ aktivitāte k -tajā procesā;
 $syn(c, b) = \begin{cases} 1, ja c \text{ un } b \text{ ir sinonīmi} \\ 0, ja c \text{ un } b \text{ nav sinonīmi} \end{cases}$

Līdzību novērtē visiem procesu pāriem no \mathbf{Pr}' . Rezultātā iegūst divdimensiju matricu $M[z, z]$ ar procesu savstarpējām līdzībām, kur z ir procesu skaits kopā \mathbf{Pr}' . Divi procesi ir uzskatāmi par līdzīgiem, ja to līdzība ir lielāka vai vienāda ar definēto līdzības sliekšni sim_{lim} . Līdzīgo procesu apakškopu veido procesi, kuru savstarpējā līdzība ir lielāka vai vienāda ar sim_{lim} . Procesu līdzības novērtēšanas rezultātā ir kopa \mathbf{Sim} , kas sastāv no līdzīgo procesu apakškopām.

Procesu datu analīze līdzīgo procesu grupā tiek veikta katrai līdzīgo procesu apakškopai atsevišķi, izpildot vienkāršo datu apstrādi, kurā tiek apkopota informācija par procesos izmantotajām aktivitātēm (statusiem) un transakcijām.

3.5. attēlā ir sniegts zināšanu izmantošanas procesa apkopojums, kas sākas ar nepieciešamību sagatavot PVIS konfigurāciju jaunam projektam. Šim projektam tiek definēti projekta vides raksturlielumi un noformulētas prasības PVIS konfigurācijai. Izmantojot projekta vides raksturojumus, zināšanu repozitorijā tiek sameklēti līdzīgi gadījumi, kurus tālāk analizē, veicot gan vienkāršo, gan procesu datu apstrādi. Izmantojot analīzes rezultātā iegūtās zināšanas un kombinējot ar prasībām, tiek sagatavots PVIS konfigurācijas apraksts.



3.5. att. Zināšanu izmantošanas process

4. PVIS KONFIGURĒŠANA

PVIS konfigurācijai ir jāietver elementi, kas nodrošinātu visus PVIS lietojumus: projektu plānošanu un kontroli; resursu pārvaldību; kvalitātes pārvaldību; risku pārvaldību; izmaiņu pārvaldību; komunikācijas pārvaldību; atskaitīšanos par paveikto; iepirkumus; konfigurācijas pārvaldību; pārvaldības dokumentus; projekta procesus; inicializāciju; projekta zināšanas; komandas sadarbību un personīgās informācijas pārvaldību (autora publikācija [29]). Ne visas PVL nodrošina visu šo lietojumu realizāciju, un katrai PVL ir savādāka pieeja

informācijas organizēšanai un apstrādei. Katras PVL konfigurācijas uzdošanas veids ir atšķirīgs un atšķiras arī automātiskās konfigurēšanas transformācijas T_2^k realizācija.

Transformācijās T_2^k , neatkarīgi no izvēlētās PVL, ir jāveic šādas darbības:

- 1) analizē konfigurācijas datnē C_{j+1} iekļautos elementus, lai noskaidrotu vai k -tā PVL nodrošina tā realizāciju;
- 2) kartē konfigurācijas datnes elementus uz k -tajā PVL izmantoto formātu (XML vai datu bāzes struktūrām);
- 3) izmantojot sinonīmu vārdnīcu, analizē informāciju, kas jau ir k -tajā PVL, un, vai to ir iespējams izmantot atkārtoti jaunajā konfigurācijā;
- 4) papildina PVL ar konfigurācijas informāciju, kā rezultātā iegūst PVIS konfigurāciju I_{j+1}^k .

Katrai PVL ir jādefinē sava transformācija T_2^k , ko var izmantot ik reizi, kad ir nepieciešama k -tās PVL papildināšana ar jaunu konfigurācijas aprakstu C_{j+1} . Transformācijas T_2^k rezultātā C_{j+1} aprakstītas datu entitijas tiek pārvērstas PVIS konfigurācijā I_{j+1}^k izmantotos darba vienumu tipos (nodrošinot arī procesu/darbpilsumu definēšanu). Automātiskās konfigurēšanas īpatnības ir salīdzinātas un novērtētas, izstrādājot transformācijas T_2^k trim PVL: *MS Project Server*, *Team Foundation Server* (TFS) un *JIRA* (autora publikācija [26]).

MS Project Server konfigurēšanas aktivitātes ir iedalītas divās grupās:

- 1) *MS Project Server* konfigurēšana (informācija par projektiem, to uzdevumiem, resursiem un dažādām atskaitēm), kuras automatizācija ir ierobežota, jo ietekmē visus projektus;
- 2) *MS Project Server* (*MS SharePoint*) projekta tīmekļa vietnes konfigurēšana. Jauna *MS Project Server* projekta vietnes tiek veidota, izmantojot *MS SharePoint* vietnes sagataves un definējumus. Vietnes sagatave un definējums ir aprakstīts ar XML datņu kopu, kas izvietota *MS Project Server* failu sistēmā. Automātiskās konfigurēšanas laikā ir jāizveido jauna sagatave, veicot transformāciju T_2^{MPS} starp konfigurēšanas datni un sagataves XML datnēm.

MS Project Server var konfigurēt dažāda veida sarakstus (darba vienumu tipus), to laukus, darbplūsmas, tiesības, notifikācijas, servera parametrus, resursus, prasmes un atskaites.

Team Foundation Server (TFS) projektu vides konfigurēšanai izmanto procesu sagataves, kas sastāv no XML datņu kopas. Lai nodrošinātu TFS automātisku konfigurēšanu atbilstoši prasībām, ir jādefinē transformācija T_2^{TFS} starp XCPM un procesu sagataves XML datnēm.

TFS var konfigurēt darba vienumu tipus, to laukus, to izvietojumu ekrānā un darbplūsmas, klasifikācijas (versijas un apgabali), vaicājumus, atskaites, darba vienumu saites, *SharePoint* vietnes konfigurāciju u.c.

Projektu vadība lietotne *JIRA* nodrošina plašu administrēšanas saskarni, kurā var definēt konfigurāciju, kas saistoša vienam vai vairākiem projektiem. Konfigurācijas datu importēšanas un eksportēšanas iespējas ir ierobežotas – tiek nodrošināta tikai darbplūsmas apmaiņa ar XML datnēm. Lai nodrošinātu automātisko konfigurēšanu, ar transformācijām T_2^{JIRA} jāpapildina datu bāze. Darbplūsmas vispirms ir jātransformē uz *JIRA* darbplūsmas XML shēmu, lai pēc tam importētu *JIRA*, izmantojot darbplūsmu importētāju.

JIRA var konfigurēt: projekta informāciju; versijas un komponentus; darba vienumu tipus, to laukus un izvietojumu ekrānā dažādos režimos; darbplūsmas statusus, transakcijas un to ekrānus; lietotāju lomas un tiesības; drošības iestatījumus; prioritātes, rezolūcijas; atgādinājumu izsūtīšanas nosacījumus; darba vienumu saites; filtras; darbvirsmas u.c.

Apskatītās PVL kopā ar PVL pieejamajiem spraudņiem nodrošina gandrīz visu XCPM pamatelementu realizēšanu. XCPM shēmā neaprasa datu izkārtojumu, piekļuves režīmus un lietotāju tiesības, ko ir iespējams konfigurēt vairums PVL.

5. KONFIGURĒŠANAS PIEEJAS NOVĒRTĒJUMS

Lai novērtētu PVIS konfigurēšanas pieeju, jāatbild uz trīs jautājumiem. Pirmkārt, vai izveidotā XCPM struktūra nodrošina visas PVL konfigurēšanai nepieciešamās informācijas uzdošanu, otrkārt – vai uz zināšanu pamata izveidotā PVIS konfigurācija ir pietiekami efektīva un atbilstoša konkrēta projekta vajadzībām un treškārt - vai XCPM datnē esošo aprakstu var izmantot PVL konfigurēšanā. Uz pēdējo jautājumu atbilde sniegta 4. nodaļā, kur analizētas dažādu PVL automatiskās konfigurēšanas iespējas. Atbildes uz pirmajiem diviem jautājumiem dotas šajā nodaļā uz piemēru bāzes.

Zināšanu repozitorija izveide un XCPM validācija

Lai nodrošinātu zināšanu bāzi izmaiņu pārvaldības konfigurācijas aprakstīšanai, informācija par 49 projektu vadības gadījumiem ir uzkrāta zināšanu repozitorijā, no kuriem 12 ir teorētiskie un 37 ir empīriskie gadījumi, kas apkopo informāciju par izmaiņu pārvaldību. Teorētiskās zināšanas ir apkopotas no vispārīgās un IT projektu vadības metodoloģijām, labajām praksēm un PVL izstrādātāju piedāvātajām konfigurācijām. Empīriskās zināšanas par izmaiņu pārvaldību ir savāktas no 37 Latvijā realizētiem informācijas tehnoloģiju projektiem.

XCPM validācijai un projekta prasību aprakstīšanas demonstrācijai darbā plašāk ir aprakstīts viens no 37 empīriskajiem gadījumiem – projekta „P2” datu un procesu apraksts atbilstoši shēmā definētajām struktūrām. Konfigurācijas prasību apraksts C_2 ir definēts atbilstoši izvēlētajam projekta pārvaldības un projekta kvalitātes nodrošināšanas plānam, esošai PVIS (*JIRA* un *Confluence*) un labajai praksei.

Projekta aprakstošajā PVIS konfigurācijas datnē C_2 ir izmantoti 38 aprakstošie elementi (kas apraksta projektu vadības datu entītijas, jeb PVIS konfigurācijā izmantotus darba vienumu tipus), starp tiem – 7 nestandarta elementi („*OtherElement*”). Aprakstā ir definēti 9 zināšanu apgabali. Projekta „P2” konfigurācijas aprakstā nav izmantoti sekojoši XCPM elementi: kalendārs, materiālie resursi, pamata izpildes indikatori („*KPI*”), kontrakti („*CBS*”) un apgūtās zināšanas („*LessonLearnedLog*”). Ar XCPM nevarēja aprakstīt lietotāju tiesības, elementa lauku izvietojumu un pieejamību dažādos režimos (skatīt, labot, izveidot).

PVIS konfigurācijas izveide un novērtēšana

Darbā zināšanu izmantošanas ieguvuma novērtēšanai ir izveidota PVIS izmaiņu pārvaldības apgabala konfigurācija vienam projektam. Analīzei izvēlētais projekts ir programmatūras izstrādes projekts (turpmāk tekstā saukts par „P3”), kurā ir izmantota uzņēmumā noklusētā PVIS konfigurācija I_{eks} . Pieci darba vienumu tipi (atbilst datu entītijām

konfigurācijas datnē) ir paredzēti I_{eks} (5.1. attēls), un katram darba vienumu tipam ir savi atribūti un process.

Projekta „P3” PVIS izmaiņu pārvaldības apgabala konfigurācija I_3 ir izveidota atbilstoši zināšanu izmantošanas procesam, izmantojot informāciju no līdzīgiem gadījumiem, kas ir uzkrāti zināšanu repozitorijā, un analizējot tajos izmantotos: darba vienumu tipus, darba vienumu atribūtus, procesus un statusus.

Lai formalizētu lēmumu pieņemšanu, gadījuma analīzes laikā ir pieņemts, ka:

- darba vienumu tipi un to atribūti tiek iekļauti PVIS konfigurācijā I_3 , ja to lietošanas biežums ir lielāks par 30%;
- procesu līdzības sliekšnis ir 0,70;
- procesu statusi tiek iekļauti PVIS konfigurācijā I_3 , ja to lietojuma biežums ir lielāks par 25%, bet var iekļaut arī statusus, kuru biežums ir mazāks, ja statuss ietilpst līdzīgo procesu grupā, kas veido vismaz 40% no analizējamo procesu kopas.

Izmantojot projekta „P3” raksturlielumus, zināšanu repozitorijā meklē līdzīgus gadījumus. Ir pieņemts, ka gadījumu līdzības mēri izmaiņu pārvaldībai gadījumu meklēšanā ir:

- empīriskiem gadījumiem: aktivitāte, produkts, projekta dzīvescikls;
- teorētiskiem gadījumiem: projekta dzīvescikls.

Līdzīgo gadījumu meklēšanas rezultātā ir identificēti desmit līdzīgi empīriskie gadījumi un astoņi teorētiskie gadījumi: PMBOK, PRINCE2, MSF-CMMI, RUP, labās prakses [36] un [17], TFS MSF-CMMI un JIRA noklusētā konfigurācija.

Darba vienumu tipu (jeb datu entītijū) identificēšanai ir apkopota informācija par darba vienumu tipiem, kas izmantoti izmaiņu pārvaldības organizēšanai visos 18 līdzīgajos gadījumos. Visbiežāk izmantotie tipi ir izmaiņu pieprasījums (83%), uzdevums (67%), problēma (56%) un kļūda (33%). Atbilstoši definētajam datu izvēles kritērijam (>30%), projekta „P3” konfigurācijā I_3 ir iekļauti darba vienumu tipi: izmaiņu pieprasījums („*Change request*”), uzdevums („*Task*”), problēma („*Issue*”) un kļūda („*Bug*”).

Katram identificētajam darba vienumam tipam ir analizēti to aprakstošie atribūti. Katram darba vienumu tipam ir apkopota informācija par atribūtu izmantošanu līdzīgos gadījumos un tie atribūti, kuru lietošanas biežums ir lielāks par 30% ir ietverti jaunajā konfigurācijā I_3 . Visiem darba vienumu tipiem izmantoto atribūtu saraksts ir gandrīz identisks.

Līdzīgi ir noskaidroti arī procesi jeb darbplūsmas katram darba vienumu tipam, tikai papildus veicot arī procesu salīdzināšanu, lai identificētu līdzīgo procesu kopas un katrā kopā veiktu izmantoto statusu un transakciju analīzi. Projekta „P3” gadījumā procesu apstrādei visi saņemtie procesi ir uz objektu orientēti, tādējādi nav nepieciešama procesu formalizēšana. Salīdzināšanas laikā ir izmantotas statusu sinonīmu vērtības, kas uzkrātas sinonīmu vārdnīcā. Rezultātā katram vienuma tipam ir izveidots savs process (statusu nosaukumi ir angļu valodā):

- izmaiņu pieprasījumam: „*Closed*”, „*Open*”, „*In progress*”, „*Resolved*”, „*Approval*”, „*Testing*”, „*On hold*”, „*Ready for testing*”, „*Tested*” un „*Clarification*”;
- problēmai: „*Closed*”, „*Open*”, „*In progress*”, „*Resolved*”, „*Testing*”, „*Reopened*” un „*Clarification*”;

- uzdevumam: „Closed”, „In progress”, „Open”, „Resolved”, „Testing”, „Ready for testing”, „Tested”, „Approval” un „Reopened”;
- kļūdai: „Closed”, „Open”, „In progress”, „Resolved”, „Testing”, „Ready for testing”, „Reopened” un „Cancelled”.

Lai novērtētu izveidotās projekta „P3” PVIS konfigurācijas I_3 uzlabojumus salīdzinājumā ar esošo PVIS konfigurāciju I_{eks} , ir veikta esošās konfigurācijas I_{eks} datu izmantošanas analīze. Novērtēšanai no esošās PVIS ir paņemta informācija par 155 slēgtiem darba vienumiem. Vērtēšanā ir izmantota informācija no:

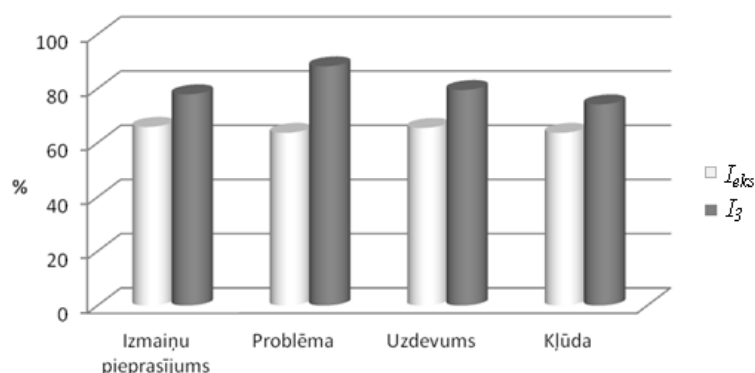
- 1) izmantotajiem darba vienumu tipiem (saraksts 5.1. attēlā);
- 2) darba vienumu atribūtu lietojuma biežuma statistikas (5.2. attēls);
- 3) darba vienumu statusu maiņas vēstures (5.3. attēls).

Salīdzinot uz zināšanu pamata izveidoto konfigurāciju I_3 ar PVIS noklusēto konfigurāciju I_{eks} , secināts:

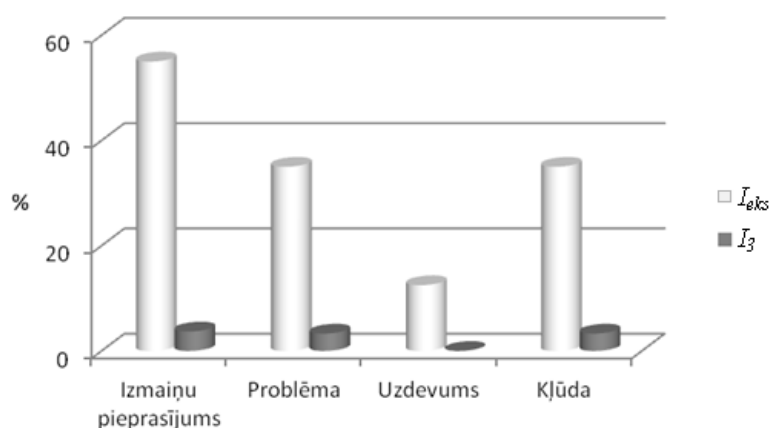
- 1) konfigurācijā I_3 visbiežāk neiekļautie darba vienumu atribūti ir tiek, kuru lietošanas biežums ir tuvu nullei;
- 2) pielāgojot izveidoto konfigurāciju esošā projekta datiem, darba vienumu atribūtu vērtību lietojuma biežums no aptuveni 65% palielinās līdz 80% (5.2. attēls);
- 3) konfigurācijas I_3 darba vienumu darbplūsmas samazina fiktīvo transakciju lietošanas biežumu gandrīz līdz nullei (5.3. attēls);
- 4) tomēr konfigurācijā I_3 ir iekļauti darba vienumu atribūti/statusi, kuri nav nepieciešami, vai otrādi, nav iekļauti atribūti/statusi, kuri ir nepieciešami. Tādējādi konfigurācijas izveidē nevar paļauties tikai uz zināšanu repozitorijā uzkrātajām zināšanām un definētu iekļaušanas nosacījumu, nepieciešama konfigurācijas sagatavotāja iesaistīšanās PVIS konfigurācijas prasību apraksta sagatavošanā ar savām zināšanām, pieredzi un prasībām.

Esošā konfigurācija I_{eks}	Izveidotā konfigurācija I_3
New Feature Improvement	Change Request
Bug	Issue Bug
Task	Task
Question	-

5.1. att. Darba vienumu tipu izmantojums esošajā un izveidotajā konfigurācijā



5.2. att. Darba vienumu atribūtu lietojuma biežums



5.3. att. Darba vienumu fiktīvu transakciju lietojuma biežums

REZULTĀTI UN SECINĀJUMI

Promocijas darbā ir izstrādāta projektu vadības informācijas sistēmu konfigurēšanas pieejas, kas nodrošina zināšanu un labās prakses izmantošanu, lai uzlabotu konfigurācijas kvalitāti.

Promocijas darba galvenie rezultāti ir:

- formulēta PVIS konfigurēšanas pieeja;
- izstrādāts konceptuālo modeļu integrācijas algoritms, lai nodrošinātu informācijas apkopošanu no dažādiem datu avotiem;
- izveidots projektu vadības konceptuālais modelis (PMCM), kas apraksta projektu vadības konceptus un attiecības. Konceptuālais modelis ir iegūts no integrācijas algoritma rezultātā apkopotās informācijas no projektu vadības XML shēmām, ontoloģijām un metodoloģijām;
- izstrādāta standartizēta PVIS konfigurācijas prasību apraksta XML shēma (XCPM), kas nodrošina gan projektu vadības datu, gan procesu aprakstīšanu. XML shēmā procesu apraksts ir nodrošināts, integrējot tajā XPD L shēmas elementus;
- izstrādāta konceptuālā sistēmas arhitektūra projektu vadības zināšanu izmantošanai PVIS konfigurācijas sagatavošanas laikā. Arhitektūrā ir izmantots zināšanu repozitorijs un gadījumu balstītas spriešanas princips;
- izstrādāta projektu klasifikācijas sākotnējo kritēriju kopa (jeb projekta vides raksturlielumi), kas tiek izmantoti gadījumu identificēšanai zināšanu repozitorijā un zināšanu izgūšanas laikā;
- izstrādāta projektu vadības procesu datu analīzes metode, kas nodrošina dažādu procesu attēlojumu formalizēšanu un līdzīgo procesu apakškopu identificēšanu;
- izanalizētas automātiskās konfigurēšanas iespējas trīs PVL (*MS Project Server*, TFS un *JIRA*), izmantojot konfigurāciju apraksta datni (XCPM) un transformācijas. Secināts, ka automātisko konfigurēšanu ir iespējams nodrošināt sistēmām ar vienotu konfigurēšanas mehānismu (piemēram, XML datnes), pārējos gadījumos automātiskā konfigurēšana ir ierobežota un sarežģīta;
- parādīts vienas konfigurācijas datnes lietojums trīs PVL konfigurēšanā;

- parādīts projekta konfigurācijas prasību apraksts atbilstoši XCPM struktūrai, uzkrājot gadījumus zināšanu repozitorijā. Viena projekta prasību apraksts ir detalizēts, lai demonstrētu, kā XCPM shēma nodrošina visas projektam nepieciešamās konfigurācijas aprakstu;
- parādīts zināšanu balstīts konfigurācijas sagatavošanas piemērs, kas apraksta projekta izmaiņu pārvaldības darba vienumu tipus. Zināšanu balstīta konfigurācija ir izveidota esošam projektam un salīdzināta ar esošo konfigurāciju;
- izanalizēts esošas konfigurācijas darba vienumu atribūtu un procesa statusu lietojumus un salīdzināts ar zināšanu balstītas konfigurācijas darba vienumu atribūtu un procesa statusu izmantojumu. Rezultātā iegūts, ka darba vienumu atribūtu lietojuma biežums palielinās no 65% līdz 80%, jo jaunajā konfigurācijā netika iekļauta daļa atribūtu, kas vispār netiek lietoti. Līdzīgi apskatot darba vienumu statusus lietojumu, secināts, ka jaunajā konfigurācijā darba vienumu, kuriem ir veiktas fiktīvas transakcijas darbplūsmas ierobežojumu dēļ, lietojuma biežums samazinājies līdz dažiem gadījumiem.

Promocijas darba galvenie secinājumi ir:

- Izstrādātā PVIS konfigurēšanas pieeja nodrošina sistemātisku PVIS konfigurēšanas procesu, kurā ir paredzēta projekta PVIS konfigurācijas prasību aprakstīšana standartizēta veidā, izmantojot zināšanas un labo praksi, kas ir uzkrāta zināšanu repozitorijā. Process noslēdzas ar PVIS konfigurēšanu.
- Izstrādātā konfigurēšanas pieejas izmantošana ļauj samazināt PVIS konfigurēšanai patērēto laiku: 1) izmantojot automātiskās konfigurēšanas transformācijas; 2) izmantojot esošo konfigurācijas datņu fragmentus un sagataves; 3) izmantojot rekomendācijas un labās prakses, kas tiek piedāvātas konfigurācijas sagatavošanas laikā.
- Shēmu integrācijas principu izmantošana konceptuālo modeļu integrēšanā: 1) nodrošina informācijas nezaudēšanu modeļu apvienošanas laikā; 2) paplašina integrācijas likumu izmantošanas iespējas.
- PMCM izmantošana XCPM shēmas izveidē nodrošina projektu vadības konceptu ietveršanu XML shēmā vai to definēšanas iespēju nodrošināšanu.
- Standartizēts PVIS konfigurācijas apraksts nodrošina prasību formalizēšanu, un vienlaicīgi XCPM nodrošina arī nestandarta elementu aprakstīšanu, tādējādi nodrošinot unikālu projekta prasību ietveršanu konfigurācijas aprakstā.
- XPDL2.1 izmantošana PVIS konfigurācijas aprakstīšanā ļauj pilnvērtīgi aprakstīt projektu vadības procesus un izmantot dažādas notācijas procesu definēšanā, jo daudzas no tām paredz datu transformēšanu uz XPDL.
- Projektu vadības zināšanu un pieredzes uzkrāšanas un izmantošanas process nodrošina PVIS konfigurēšanas labās prakses apkopošanu un attēlošanu konfigurācijas sagatavotājam.
- Zināšanu un labās prakses izmantošana konfigurēšanas laikā ļauj samazināt lieko datu apjomu PVIS, darbā apskatītajā piemērā tas tika samazināts par 15%. Bet labu konfigurāciju nevar izveidot bez konfigurācijas sagatavotāja iesaistīšanās.
- Izstrādāto konfigurēšanas pieeju ir iespējams izmantot citu uzņēmuma lietojumprogrammu konfigurēšanā, kuru darbība ir saistīta ar darba vienumiem un to procesiem, piemēram, dokumentu pārvaldības sistēmās. Bet, lai to varētu

izdarīt, jādefinē savs problēmapgabala standartizētais prasību apraksts un raksturlielumi gadījumu identificēšanai zināšanu repozitorijā.

- Konfigurēšanas pieeju var izmantot PVL sistēmām ar vienotu konfigurēšanas mehānismu, piemēram, *MS Project Server*, *MS SharePoint*, TFS, *JIRA* un citas. Izmantojot šo pieeju, nevar konfigurēt darbvirsmas PVL, piemēram, *MS Project*, un ERP sistēmu projektu vadības moduļus, piemēram, SAP PS.
- PVIS konfigurēšanas pieejas izmantošana un automātiska PVL konfigurēšana nepaplašina PVL iespējas, ja izstrādātājs to nav paredzējis.

Galvenie turpmāko pētījumu iespējamie virzieni ir:

- projektu vadības zināšanu izmantošana no PVIS projekta realizācijas laikā;
- PVIS konfigurēšana atbilstoši lietotāju lomu vajadzībām dažādās projekta dzīvescikla fāzēs;
- standartizētā PVIS konfigurācijas prasību apraksta izmantošana PVL izvēlē.

LITERATŪRAS SARAKSTS

1. Aalst W.M.P. van der, Hee K.M. van. Workflow management: models, methods, and systems – USA: The MIT Press, 2004. – p. 384.
2. Aalst W.M.P. van der., Aldred L., Dumas M., Hofstede A.H.M. ter. Design and implementation of the YAWL system // *Advanced Information Systems Engineering, LNCS vol. 3084* – Vācija: Springer Berlin / Heidelberg, 2004. – p. 281-305.
3. Aamodt A., Plaza E. Case-based reasoning: Foundational issues, methodological variations, and system approaches // *AI communications*. – 1994. – Vol. 7 – No. 1 – pp. 39–59.
4. Aarts R.J. A CBR architecture for project knowledge management // *Advances in case-based reasoning, LNCS vol. 1488*, – Vācija: Springer Berlin / Heidelberg, 1998. – pp. 414-424.
5. Abels S., Ahlemann F., Hahn A., Hausmann K., Strickmann J. PROMONT - A Project Management Ontology as a Reference for Virtual Project Organizations. // *On the Move to Meaningful Internet Systems 2006, OTM 2006 Workshops, LNCS vol. 4277* – Vācija: Springer Berlin/Heidelberg, 2006. – pp. 813-823.
6. Ahlemann, F. Towards a conceptual reference model for project management information systems // *International Journal of Project Management* – 2009. – Vol. 27 – No. 1 – pp. 19-30.
7. Ahlemann F. *Project Management Software Systems: Requirements, Selection Process and Products (6th Edition)*. – Vācija: OXYGON Verlag GmbH, 2010 – p. 360
8. Aleksandraviciene A., Butleris, R. A comparative review of approaches for database schema integration. // *Advances in Information Systems Development: New Methods and Practice for the Networked Society: [Proceedings of the 15th International Conference on Information Systems Development (ISD2006), Budapest, Hungary, 31st Augusts – 2nd September 2006]* – USA: Springer, 2007 – pp. 111–122.
9. Ali A.S.B., Anbari F.T., Money W.H. Impact of organizational and project factors on acceptance and usage of project management software and perceived project success. // *Project Management Journal* – 2008 – Vol. 39 – No. 2 – pp. 5-33.
10. Alonso F., Caraça-Valente J.P., González A.L., Montes C. Combining expert knowledge and data mining in a medical diagnosis domain. // *Expert Systems with Applications* – 2002. – Vol. 23 – No. 4 – pp. 367-375.
11. Aalsta W.M.P. van der, Hofstede A.H.M. ter. YAWL: Yet Another Workflow Language. // *Information Systems* – 2005. – Vol. 30 – No. 4 – pp. 245-275.
12. Atlassian: JIRA / Internets. – <http://www.atlassian.com/software/jira/overview>
13. Atlassian: Confluence Documentation / Internets – <http://confluence.atlassian.com/display/DOC/Confluence+Documentation+Home>
14. Atlassian: Integrating with a Source Control System / Internets – <http://confluence.atlassian.com/display/JIRA044/Integrating+with+a+Source+Control+System>
15. Atlassian: JIRA Database Schema / Internets. – <http://confluence.atlassian.com/display/JIRA040/Database+Schema>
16. Atlassian: JIRA Administrator's Guide / Internets. – <http://confluence.atlassian.com/display/JIRA044/JIRA+Administrator's+Guide>
17. Baine, K. R. *Integrated IT Project Management: A Model-Centric Approach*. – USA: Artech House Publishers, 2004. – p. 502
18. Batini C., Lenzerini M., Navathe, S. A comparative analysis of methodologies for database schema integration. // *ACM Computing Surveys (CSUR) – 1986 – Vol. 18 – No. 4* – pp. 323–364.
19. Bingi P., Sharma M.K., Godla J.K. Critical issues affecting an ERP implementation. // *Information systems management* – 1999. – Vol. 16 – No. 3 – pp. 7-14.
20. Blankenship E., Woodward M., Holliday G., Keller B. *Professional Team Foundation Server 2010*. – USA: Wrox, 2011 – p. 720.
21. Boreisha, Y. and Myronovych O. Web-Based Decision Support Systems as Knowledge Repositories for Knowledge Management Systems. // *UbiCC Journal* – 2008. – Vol. 3 – No. 2 (http://www.ubicc.org/files/pdf/BoreishaUBICC_IKE07_202_202.pdf)
22. Brooks F.P. No silver bullet essence and accidents of software engineering. // *Computer* – 1987. – Vol. 20 – No. 4 – pp. 10-19.
23. Bērziša S., Grabis J. An Approach for Implementation of Project Management Information Systems // *Information Systems Development: Towards a Service Provision Society: [Proceedings of the 17th*

- International Conference on Information Systems Development (ISD2008), Paphos, Cyprus, 25–27 August 2008] / Papodopoulos G.A., Wojtkowski G., Wojtkowski W. u.c. – New York: Springer, 2009, – pp. 423–431.
24. Bērziša S., Grabis J. Knowledge Reuse in Configuration of Project Management Information Systems: A Change Management Case Study // Proceedings of the 15th IEEE International Conference on Intelligent Engineering Systems, INES 2011, Poprad, Slovakia, June 23th – 25th, 2011. – Poprad, Slovakia: IEEE, 2011. – pp. 51–56.
 25. Bērziša S., Grabis J. Evaluation of Similarity and Reuse of Project Management processes // RTU zinātniskie raksti. – 2011 – 5. sērija Datorzinātne – 49. sējums – 59.–65. lpp.
 26. Bērziša S., Grabis J. Combining Project Requirements and Knowledge in Configuration of Project Management Information Systems // Short Papers, Doctoral Symposium and Workshops of the 12-th International Conference of Product Focused Software Development and Process Improvement, PROFES 2011, 2nd proceedings Torre Canne, Italy, June 20th – 22th, 2011 / Caivano D., Baldassarre M.T., Garcia F.O. uc. – New York, USA: ACM, 2011. – pp. 89–95.
 27. Bērziša S., Grabis J. A Framework for Knowledge-Based Configuration of Project Management Information Systems // Proceedings of the 17th International Conference on Information and Software Technologies - IT2011, Kaunas, Lithuania, April 27th –29th, 2011. / Butleris R., Butkiene R. – Kaunas, Lithuania: Kaunas University of Technology, 2011. – pp. 31.–38.
 28. Bērziša S. Projektu vadības procesu definēšana un formalizēta attēlošana // Vide. Tehnoloģija. Resursi: 7. starptautiskās zinātniski praktiskās konferences materiāli, 2. sējums, Rēzekne, Latvija, 25.–27. jūnijs, 2009. – Rēzekne: Rēzekne augstskola, 2009. – 154–161. lpp.
 29. Bērziša S. The Baseline Configuration of Project Management Information System // RTU zinātniskie raksti. – 2009. – 5. sērija Datorzinātne – 40. sējums. – 59.–65.lpp.
 30. Bērziša S. Towards an XML Scheme for Configuration of Project Management Information Systems: Conceptual Modelling // Advances in Databases and Information Systems Associated Workshops and Doctoral Consortium of the 13th East European Conference, ADBIS 2009, Riga, Latvia, September 7-10, 2009, LNCS vol. 5968. / Grundspenkis J., Kirikova M., Manopoulos Y., Novickis L. – New York: Springer, 2009 – pp. 229-237.
 31. Bērziša S. XML Schema for Configuration of Project Management Information Systems // Proceedings of the 9th Conference on Databases and Information Systems, DB&IS 2010, Riga, Latvia, July 5th -7th, 2010./ Barzdins J., Kirikova M. – Riga: University of Latvia, 2010. – pp. 109 –124.
 32. Bērziša S. XML-based Specification of the Project Management Domain and Its Application // Databases and Information Systems VI. Frontiers in Artificial Intelligence and Applications, Volume 224: [Selected Papers from the 9th *International Baltic Conference, DB&IS 2010, Riga, Latvia, July 5th –7th, 2010*] / Barzdins J., Kirikova M. – Amsterdam: IOS Press, 2011. – pp. 213–226.
 33. Bērziša S. Project Management Knowledge Retrieval: Project Classification // ENVIRONMENT. TECHNOLOGY. RESOURCES: Proceedings of the 8-th International Scientific and Practical Conference, Volume II, Rēzekne, Latvia, June 20th - 22th, 2011. – Rēzekne: Rēzeknes Augstskola, 2011. – pp.10–18.
 34. Chen C.C., Law, C., Yang, S.C. Managing ERP implementation failure: A project management perspective. // IEEE Transactions on Engineering Management – 2009. – Vol. 56 – No. 1 – pp. 157-170.
 35. Cardoso J., Bostrom R.P., Sheth A. Workflow Management Systems vs . ERP Systems : Differences, Commonalities, and Applications.// Information Technology and Management – 2004. – Vol. 5 – No. 3–4 – pp. 319-338.
 36. Charvat J. Project Management Methodologies: Selecting, Implementing, and Supporting Methodologies and Processes for Projects. – USA: Wiley, 2003. – p. 264.
 37. Cheung C.F., Lee W.B., Wang W.M., Chu K.F., To, S. A multi-perspective knowledge-based system for customer service management. // Expert Systems with Applications – 2003. – Vol. 24 – No. 4. – pp. 457-470.
 38. Chi R.T.H., Kiang, M.Y. Reasoning by coordination: an integration of case-based and rule-based reasoning systems. // Knowledge-Based Systems – 1993. – Vol. 6 – No. 2 – pp. 103-113.
 39. Chi Y.-L. A consumer-centric design approach to develop comprehensive knowledge-based systems for keyword discovery. // Expert Systems With Applications – 2009. – Vol. 36 – No. 2 – pp. 2481-2493.
 40. Chow H.K.H., Choy K.L., Lee W.B., Chan, F.T.S. Design of a knowledge-based logistics strategy system. // Expert Systems with Applications – 2005. – Vol. 29 – No. 2 – pp. 272–290.
 41. Collins, M.J. Pro Project Management with SharePoint 2010. – New York, USA: Apress, 2010. – p. 424.
 42. Dijkman R., Dumas M., Dongen B.V., Reina, K. Similarity of Business Process Models : Metrics and Evaluation. // Information Systems – 2011. – Vol. 36. – No. 2 – pp. 498– 516.

43. Doar M.B. Practical JIRA Administration. – USA: O’Reilly Media, 2011. – p. 94
44. Dowling K. SAP Project System Handbook. – USA: McGraw-Hill Osborne Media, 2008. – p. 293
45. Dreiling A, Rosemann M., Aalst W.M.P. van der., Sadiq, W. From conceptual process models to running systems: A holistic approach for the configuration of enterprise system processes // *Decision Support Systems* – 2008. – Vol. 45 – No. 2 – pp. 189-207.
46. Dupont L., Gholipour V., Morel L., Bignon J.C., Guidat C. From Urban Concept to Urban Engineering: The Contribution of Distributed Collaborative Design to the Management of Urban Projects. // *Journal of Urban Design* – 2012. – Vol. 17 – No. 2 – pp. 255-277.
47. Dvir D., Lipovetsky S., Shenhar A., Tishler A. In search of project classification: a non-universal approach to project success factors. // *Research Policy* – 1998. – Vol. 27 – No. 9 – pp. 915-935.
48. Ehrig M., Koschmider A., Oberweis A. Measuring Similarity between Semantic Business Process Models. // *Proceedings of the fourth Asia-Pacific conference on Conceptual modelling (APCCM’07)* – Austrālija: Australian Computer Society, 2007. – pp. 71–80.
49. Embley D.W., Thalheim B. *Handbook of Conceptual Modeling*. – Vācija: Springer Berlin / Heidelberg, 2011. – p. 608.
50. Freudenstein P. *Web engineering for workflow-based applications: models, systems and methodologies / Dissertation* – Vācija:KIT Scientific Publishing, 2009. – p. 252
51. Gibbs R.D. *Project Management with the IBM(R) Rational Unified Process(R): Lessons From The Trenches*. – USA: IBM Press, 2006. – p. 312.
52. Gochberg D., Stewart R. *Microsoft Office Project Server 2007: The Complete Reference*. – USA: McGraw-Hill Osborne Media, 2008. – p. 647.
53. Google: Google Translate Help / Internets. - <http://translate.google.com/support/>
54. Gottschalk F., Aalst W.M.P. van der, Jansen-Vullers M.H., Rosa, M. La. Configurable workflows models. // *International Journal of Cooperative Information Systems* – 2008. – Vol. 17 – No. 2 – pp. 177–221
55. Gousset M., Keller B., Krishnamoorthy A., Woodward M. *Professional Application Lifecycle Management with Visual Studio 2010 (Wrox Programmer to Programmer)*. – Indianapolis, USA: Wrox, 2010. – p. 696
56. Gruber T.R. A Translation Approach to Portable Ontology Specifications. // *Knowledge Acquisition* – 1993. – Vol. 5 – No. 2 – pp. 199-220.
57. Gugerdil P., Gaillard, G. Model-driven ERP implementation.// 8-th International Conference on Enterprise Information Systems (ICEIS’2006), *Paphos, Cyprus, May 2006*. – Spānija: INSTICC Press, 2006. – pp. 77–87.
58. Harris P.E. *Planning and scheduling using Microsoft Project 2010*. – Austrālija: Eastwood Harris Pty Ltd, 2010. – p. 372
59. Havey M. *Essential business process modeling*. – USA: O’Reilly Media, 2005. – p. 354
60. Hedeman H.F.B., Heemst, G.V.V. *Project Management Based on PRINCE2 (Best Practice)*. – Nīderlande: Van Haren Publishing, 2006. – p. 250
61. Hoffer J.A., George J.F., and Valacich J.S. *Modern systems analysis and design (6th edition)*. – USA: Pearson Prentice Hall, 2010. – p. 576.
62. Holliday J., Alexander J., Julian J., et al. *Professional SharePoint 2007 Development*. – Indianapolis, USA: Wrox, 2007. – p. 744.
63. Hong K.K., Kim, Y.G. The critical success factors for ERP implementation: an organizational fit perspective. // *Information & Management* – 2002. – Vol. 40 – No. 1 – pp. 25–40.
64. Huang M.-J., Chen M.-Y. Lee S.-C. Integrating data mining with case-based reasoning for chronic diseases prognosis and diagnosis. // *Expert Systems with Applications* – 2007. – Vol. 32 – No. 3 – pp. 856-867.
65. Humphrey W.S. *Managing the software process*. – USA: Addison-Wesley Reading, 1989. – p. 512.
66. IBM: IBM Rational Method Composer (rīks) – Help
67. IBM: IBM Rational Method Composer (rīks) – Rational Process Library.
68. IBM: Lotus Workflow Process Designer’s Guide / Internets. – http://www-12.lotus.com/ldd/doc/lwf/6.5.1/lwf_process_designer_en.nsf
69. JAPISoft: EditiX XML Editor / Internets – <http://www.editix.com/>
70. Jaafari A., Manivong K. Towards a smart project management information system. // *International Journal of Project Management* – 1998. – Vol. 16 – No. 4 – pp. 249-265.

71. Jiang, P., Newman, J., Mair, Q., et al: Workflow Implementation of Change Lifecycle for Product Configuration Management. / Internets – http://www.inf.brad.ac.uk/~pjiang/Papers/Workflow_final_031209.pdf
72. Jones S. eGovernment Document Management System: A case analysis of risk and reward. // International Journal of Information Management – 2012. (In Press)
73. Kaiser M.G., Ahlemann F. Measuring Project Management Information Systems Success - Towards a Conceptual Model and Survey Instrument // 18th European Conference on Information Systems – 2010. / Internets – <http://is2.lse.ac.uk/asp/aspecis/20100126.pdf>
74. Kantardzic M. Data mining: concepts, models, methods, and algorithms. – USA: Wiley-IEEE Press, 2011. – p. 552.
75. Karim A.J. Project Management Information Systems (PMIS) Factors: An Empirical Study of Their Impact on Project Management Decision Making (PMDM) Performance. // Research Journal of Economics, Business and ICT – 2011. – Vol.2 – pp. 22-27.
76. Kirk D., Tempero .E. A lightweight framework for describing software practices. // Journal of Systems and Software – 2012. – Vol. 85 – No. 3 – pp. 582-595.
77. Lai, L.F. A knowledge engineering approach to knowledge management. // Information Sciences – 2007. – Vol. 177 – No. 19 – pp. 4072-4094.
78. Lai, Y.-C. IT-code: IT in COLlaborative Design (Thesis) – Dānija: Aalborg University, 2006. – p. 197.
79. Lee, G.H. Rule-based and case-based reasoning approach for internal audit of bank. // Knowledge-Based Systems – 2008. – Vol. 21 – No.2 – pp. 140-147.
80. Lee J., Lee N. Least modification principle for case-based reasoning: a software project planning experience. // Expert Systems with Applications – 2006. – Vol. 30 – No. 2 – pp. 190-202.
81. Leon A. Enterprise resource planning. – Indija: Tata McGraw-Hill Education Private Limited, 2007. – p. 388.
82. Li P. JIRA 4 Essentials. – UK: Packt Publishing, 2011. – p. 352
83. Liao, S.-H. Expert system methodologies and applications -a decade review from 1995 to 2004. // Expert Systems with Applications – 2005. – Vol. 28 – No. 1 – pp. 93-103.
84. Liu W., Zhao S., Sun Y., Yin M. An Approach to Project Management Information System Requirements Analysis. // Proceedings of the 2008 International Conference on Intelligent Computation Technology and Automation - Volume 02 (ICICTA '08) – USA: IEEE Computer Society, 2008. – pp. 957-961.
85. MSDN: MSF for CMMI Process Improvement / Internets – <http://msdn.microsoft.com/library/dd997574.aspx>
86. MSDN: Visual studio SCRUM / Internets – <http://msdn.microsoft.com/library/ff731587.aspx>
87. MSDN: Site Definitions and Configurations / Internets – <http://msdn.microsoft.com/en-us/library/aa978512.aspx>
88. MSDN: Collaborative Application Markup Language Core Schemas / Internets. – <http://msdn.microsoft.com/en-us/library/ms462365.aspx>.
89. MSDN: MSF for Agile Software Development / Internets – <http://msdn.microsoft.com/library/dd380647.aspx>
90. Mayers B.C., Oberndoft P. Managing software acquisition: open systems and COTS products. – USA: Addison-Wesley, 2001. – p. 400
91. McBrien P., Poulouvassilis A. A Formalisation of semantic schema integration. // Information Systems – 1998. – Vol. 23 – No. 5 – pp. 189–214.
92. Microsoft: MSF for Agile Software Development Process Guidance / Internets – <http://www.microsoft.com/downloads/en/details.aspx?FamilyId=9F3EA426-C2B2-4264-BA0F-35A021D85234&displaylang=en>
93. Microsoft: MSF for CMMI Process Improvement / Internets – <http://www.microsoft.com/downloads/en/details.aspx?FamilyID=10B578F1-B7A4-459F-A783-04BC82CB2359>
94. Mikulakova E., Konig M., Tauscher E., Beucke K. Knowledge-based schedule generation and evaluation. // Advanced Engineering Informatics – 2010. – Vol. 24 – No. 4 – pp. 389–403.
95. Miles R., Hamilton, K. *Learning UML 2.0*. USA: O'Reilly Media, 2006. – p. 295.
96. Moreno García M.N., Quintales L.A.M., Peñalvo F.J.G., Martín M.J.P. Building knowledge discovery-driven models for decision support in project management. // Decision Support Systems – 2004. – Vol. 38 – No. 2 – pp. 305–317.

97. Nejati S., Sabetzadeh M., Chechik M., Easterbrook S., Zave P. Matching and Merging of Statecharts Specifications. // Proceedings of the 29th international conference on Software Engineering (ICSE'07) – USA: IEEE Computer Society, 2007 – pp. 54–64
98. OMG: Business Process Model and Notation (BPMN) / Internets – <http://www.omg.org/spec/BPMN/2.0/PDF>
99. OMG: OMG Unified Modeling Language TM (OMG UML) 2.4. / Internets – <http://www.omg.org/spec/UML/2.4/Superstructure>.
100. OMG: OMG MOF 2 XMI Mapping Specification / Internets – <http://www.omg.org/spec/XMI/2.4.1/PDF/>.
101. Poon J., Potts K., Cooper R. Identification of success factors in the construction process. // Proceedings of COBRA 2001,3-5 September, 2001, Glasgow Caledonian University, – UK: Caledonian University, 2001. – pp. 423–433.
102. Project Management Institute. A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK® Guide 4ed). – USA: Project Management Institute, 2008. – p. 459.
103. Rahman A.A., Sahibuddin S., Ibrahim S. A study of process improvement best practices. // Proceeding of International Conference on Information Technology and Multimedia: “Ubiquitous ICT for Sustainable and Green Living”, ICIM 2011 – p. 5
104. Raymond L., Bergeron F. Project management information systems: An empirical study of their impact on project managers and project success. // International Journal of Project Management – 2008. – Vol. 26 – No. 2 – pp. 213–220.
105. Recker J., Mendling J., Aalst W.V.D. van der, Rosemann M. Model-driven Enterprise Systems Configuration // Proceedings of the 18th international conference on Advanced Information Systems Engineering (CAiSE'06) – Vācija: Springer-Verlag Berlin, Heidelberg, 2006 – pp. 369–383.
106. Redding G.M.: Object-centric Process Models and the Design of Flexible Processes (*Thesis*) / Internets – http://eprints.qut.edu.au/31113/1/Guy_Matthew_Redding_Thesis.pdf
107. Reh F.J.: Key performance indicators (KPI) / Internets – <http://management.about.com/cs/generalmanagement/a/keyperfindic.htm>
108. Reisig W., Rozenberg, G. Lectures on Petri Nets I: Basic Models: Advances in Petri Nets. LNCS vol. 1491 – USA: Springer, 1998. – p. 477
109. Rolland C., Prakash, N. Bridging the gap between organisational needs and ERP functionality. // Requirements Engineering – 2000. – Vol. 5 – No. 3 – pp. 180–193.
110. Ruiz-Bertol F.J., Dolado J. A Domain Ontology for Project Management. Software Quality Management XV: Software Quality in the Knowledge Society. – UK: British Computer Society, 2007. – pp. 317–326.
111. Lee S.-K., Yu J.-H. Success model of project management information system in construction. // Automation in Construction – 2012. – Vol. 25 – pp. 82–93.
112. Schwaber K. Agile Project Management with Scrum. – USA: Microsoft Press, 2004. – p. 163.
113. Shenhar A.J. One size does not fit all projects: Exploring classical contingency domains. // Management Science – 2001. – Vol. 47 – No. 3 – pp. 394–414.
114. Simic D., Budimac Z., Kurbalija V. Ivanovic M. Case-Based Reasoning for Financial Prediction. // Innovations in Applied Artificial Intelligence, LNCS, Vol. 3533. – USA: Springer, 2005. – pp. 839–841.
115. Soffer P., Golany B., Dori D. Aligning an ERP system with enterprise requirements: An object-process based approach. // Computers in Industry – 2005. – Vol. 56 – No. 6 – pp. 639–662.
116. Stephenson, D.: XML Schema best practices. Internets – <http://xml.coverpages.org/HP-StephensonSchemaBestPractices.pdf>.
117. Stumptner M. An overview of knowledge-based configuration. // AI Communications – 1997. – Vol. 10 – No. 2 – pp. 111–125.
118. Sureephong P., Chakpitak N., Ouzrout Y., Bouras A. An Ontology-based Knowledge Management System for Industry Clusters.// lobal Design to Gain a Competitive Edge [Proceeding of International Conference on Advanced Design and Manufacture (ICADAM 2008)] – UK: Springer-Verlag London – pp. 333–343.
119. Sy, D.R. SharePoint for Project Management: How to Create a Project Management Information System (PMIS) with SharePoint. USA: O'Reilly Media, 2009. – p.256
120. Together: Professional graphical XPD and BPMN Workflow editing / Internets – <http://www.together.at/prod/workflow/twe>
121. Turner M.S.V. Microsoft Solutions Framework Essentials: Building Successful Technology Solutions. – USA: Microsoft Press, 2006. – p. 310.

122. Vaishnavi V. and Kuechler B. Design Science Research in Information Systems. / Internets – <http://desrist.org/design-research-in-information-systems/>.
123. Vlist E. van der. XML schema: The W3C's Object-Oriented Descriptions for XML – USA: O'Reilly Media, 2002. – p. 400.
124. White D. and Fortune J. Current practice in project management-an empirical study. // International Journal of Project Management – 2002. – Vol. 20 – No. 1 – pp. 1–11.
125. White, S.A.: XPDL and BPMN. / Internets. – http://www.omg.org/bpmn/Documents/XPDL_BPMN.pdf
126. Wideman, R.M.: Wideman Comparative Glossary of Common Project Management Terms v.3.1. / Internets – <http://www.maxwideman.com/pmglossary/index.htm>
127. Wong, S.M., Lafaye, J.Y., Boursier, P. Developing PMIS for Business Projects Based on Social Science Research Findings and Ontology Modelling. // Proceeding of IADIS International Conference on Information Systems (IADS'10) - Portugãle: IADIS Press, 2010. – pp. 283-291
128. Wong, S.M. Firm-Based Investigation Into Business Project Failure and Developing Business Project Management (Thesis), 2010. – p. 308. (http://hal.archives-ouvertes.fr/docs/00/55/66/09/PDF/MainThesis_Final_for_ULR_.pdf)
129. Workflow Management Coalition: XPDL Implementations / Internets – <http://www.wfmc.org/xpdl-implementations.html>
130. Workflow Management Coalition. Workflow Standard Process Definition Interface -- XML Process Definition Language. – USA: Workflow Management Coalition, 2008 – p. 217.
131. Yang H.-L., Wang, C.-S. Recommender system for software project planning one application of revised CBR algorithm. // Expert Systems with Applications – 2009. – Vol. 36 – No. 5 – pp. 8938–8945.
132. Zhuang Z., Churilov L., Burstein F., Sikaris K. Combining data mining and case-based reasoning for intelligent decision support for pathology ordering by general practitioners. // European Journal of Operational Research – 2009. – Vol. 195 – No. 3 – pp. 662–675.
133. Reasearch project ontology / Internets – <http://www.daml.org/ontologies/3>
134. Summary project plan / Internets – <http://www.daml.org/2001/02/projectplan/projectplan>
135. Project Management XML Schema (PMXML). / Internets – <http://schemas.liquid-technologies.com/Other/PMXML/2.0/>
136. Project Metrics Ontology / Internets – <http://www.daml.org/2002/03/metrics/metrics-ont>
137. A rdf schema to describe the project team of a building project / Internets – <http://www.civil.auc.dk/~i6ycl/itcode/test/itcode-projectteam.rdf>
138. Web Services Business Process Execution Language Version 2.0 / Internets – <http://docs.oasis-open.org/wsbpel/2.0/wsbpel-v2.0.pdf>
139. Workflow Management Coalition: XML Process Defintion Language 2.1 - XML schema. / Internets – http://www.wfmc.org/standards/docs/bpmnxml_31.xsd
140. The Best Practice Network: Definition of a best practice. / Internets – <http://www.best-practice.com/>
141. Cover Pages: Project Management XML Schema (PMXML) / Internets – <http://xml.coverpages.org/projectManageSchema.html>
142. Microsoft Project 2007 XML schema, / Internets – schemas.microsoft.com/project/2007/mspdi_pj12.xsd