

VILNIAUS UNIVERSITETAS

Stasys Peldžius

**PROGRAMŲ KŪRIMO PROCESŲ VERTINIMAS,
NAUDOJANT KELETAŲ PROCESŲ VERTINIMO
MODELIŲ**

Daktaro disertacija
Fiziniai mokslai, informatika (09 P)

Vilnius, 2014

Disertacija rengta 2010–2014 metais Vilniaus universitete.

Mokslinis vadovas:

prof. dr. Romas Baronas (Vilniaus universitetas, fiziniai mokslai,
informatika – 09P)

Padėka

Dėkoju darbo vadovui prof. dr. Romui Baronui už vertingas konsultacijas.

Dėkoju doc. dr. Sauliui Ragaišiui už idėjas, patarimus ir nuolatinę pagalbą.

Nuoširdžiai dėkoju žmonai Ingai už jos begalinę kantrybę ir supratingumą.

Ačiū dukrai Ditei, kad svarbiausiais momentais leido išsimiegoti.

Turinys

Santrumpos	8
Terminų žodynas.....	10
Įvadas	12
Tyrimų sritis ir problemos aktualumas	12
Tyrimų objektas.....	13
Darbo tikslas ir uždaviniai	13
Tyrimų metodika.....	14
Darbo rezultatai ir mokslinis naujumas	14
Praktinė darbo rezultatų reikšmė.....	15
Ginami teiginiai.....	15
Darbo rezultatų aprobavimas.....	16
Disertacijos struktūra.....	19
1. Pagrindai	21
1.1. ISO/IEC 15504	23
1.2. CMMI	24
2. Procesų vertinimo modeliai.....	26
2.1. Apibendrinto modelio idėja.....	28
2.2. Modelių palyginimas	31
2.3. Modelių vizualus aprašymas	35
2.4. Apibendrinimas.....	38

3.	Procesų vertinimo modelių abipusiai atvaizdavimai ..	39
3.1.	CMMI-DEV atvaizdavimas į tolydinį ISO/IEC 15504.....	45
3.2.	CMMI-DEV atvaizdavimas į pakopinį ISO/IEC 15504 ...	50
3.3.	ISO/IEC 15504 atvaizdavimas į tolydinį CMMI-DEV.....	53
3.4.	ISO/IEC 15504 atvaizdavimas į pakopinį CMMI-DEV ...	56
3.5.	Apibendrinimas.....	58
4.	Tarpinis procesų vertinimo modelis	59
4.1.	Vieninga įtraukiamų vertinimo modelių terminija.....	61
4.2.	Vieningas modelių aprašymas.....	66
4.3.	Empirinis ir aprašomasis modelis.....	69
4.4.	Naujo PAM įtraukimo metodika.....	69
4.4.1.	Patikrinti naujojo PAM suderinamumą.....	71
4.4.2.	Pasirinkti įtraukiamus PAM procesus.....	71
4.4.3.	Nustatyti PAM praktikų ryšius.....	72
4.4.4.	Susieti bendrąsias savybes.....	81
4.4.5.	Demonstracinis PAM įtraukimas į TPAM	82
4.4.6.	Metodikos apibendrinimas.....	85
4.5.	Vertinimo rezultatų interpretavimas.....	85
4.5.1.	Praktikų įverčiai.....	87
4.5.2.	Bendrųjų savybių įverčiai	88
4.5.3.	Vardinių procesų įverčiai.....	89
4.5.4.	Apibendrinimas	90

4.6.	Vertinimo rezultatų atvaizdavimas	91
4.6.1.	PAM atvaizdavimas į TPAM.....	92
4.6.2.	Atvaizdavimai tarp TPAM versijų	97
4.6.3.	TPAM atvaizdavimas į PAM.....	98
4.7.	Automatizuoti atvaizdavimai	101
4.8.	Apibendrinimas.....	103
5.	Modelių įtraukimas į tarpinį modelį	104
5.1.	ISO/IEC 15504-5:2006 įtraukimas	104
5.2.	CMMI-DEV V1.3 įtraukimas.....	105
5.2.1.	„Ką daryti“ tipo praktikų įtraukimas	108
5.2.2.	Skirtingo detalumo praktikų įtraukimas	108
5.2.3.	Susijusių tame pačiame PAM praktikų įtraukimas ...	111
5.2.4.	CMMI-DEV įtraukimo apibendrinimas.....	113
5.3.	Atvaizdavimai įtraukus CMMI-DEV V1.3.....	114
5.4.	ISO/IEC 15504-5:2012 įtraukimas	115
5.5.	Atvaizdavimai įtraukus ISO/IEC 15504-5:2012	119
5.6.	Kitų modelių įtraukimas į TPAM.....	120
5.7.	Apibendrinimas.....	121
6.	Tarpinio modelio korektiškumo vertinimas.....	122
6.1.	DSDM vertinimas pagal CMMI-DEV	123
6.2.	DSDM vertinimas pagal TPAM.....	131
6.3.	DSDM vertinimas pagal ISO/IEC 15504.....	132

6.4. Vertinimo rezultatų palyginimas.....	133
6.5. Apibendrinimas.....	136
Išvados.....	137
Literatūra.....	139
Priedai.....	154
1 priedas. ISO/IEC 15504 gebėjimo lygių nustatymas.....	154
2 priedas. CMMI gebėjimo lygių nustatymas.....	156

Santrumpos

CMMI	Integruotas gebėjimo brandos modelis (angl. <i>Capability Maturity Model Integration</i>).
DSDM	Dinamiškas sistemų kūrimo procesas (angl. <i>Dynamic systems development method</i>)
EPF	Procesų aprašymo įrankis (angl. <i>Eclipse Process Framework</i>)
ISO/IEC 15504-2	Proceso vertinimo atlikimo standartas (angl. <i>Performing an assessment</i>)
ISO/IEC 15504-5	Pavyzdinis procesų vertinimo modelis (angl. <i>An exemplar Process Assessment Model</i>)
ISO/IEC 15504-7	Brandos vertinimo modelis (angl. <i>Assessment of Organizational Maturity</i>)
MOF	Meta objektų aprašymo priemonė (angl. <i>Meta Object Facility</i>).
OWL	Žiniatinklio ontologijų kalba (angl. <i>Web Ontology Language</i>)
PAM	Procesų vertinimo modelis (angl. <i>Process Assessment Model</i>).
PRM	Procesų etaloninis modelis (angl. <i>Process Reference Model</i>).

QMIM	Kokybės užtikrinimas valdant gerinimą ir matavimus (angl. <i>Quality through Managed Improvement and Measurement</i>).
RDF	Resursų aprašymo kalba (angl. <i>Resource Description Framework</i>).
SEPRM	Programų inžinerijos procesų etaloninis modelis (angl. <i>Software Engineering Process Reference Model</i>).
SPEM	Programų ir sistemų procesų inžinerijos metamodelis (angl. <i>Software & Systems Process Engineering Metamodel</i>).
TPAM	Tarpinis procesų vertinimo modelis (angl. <i>Transitional Process Assessment Model</i>), trumpiau „Tarpinis modelis“.

Terminų žodynas

Gebėjimo profilis	Procesų gebėjimo įvertinimas, nurodant kiekvieno proceso gebėjimo lygį.
Pakopinės architektūros vertinimo modelis	Procesų vertinimo modelis, skirtas vertinti visuminio organizacijos proceso brandą.
Praktika	Veikla, kuri tinkamai atliekama padeda pasiekti proceso tikslus.
Proceso branda	Charakteristika, nusakanti, kiek visuminis procesas yra valdomas, apibrėžtas, matuojamas, kontroliuojamas ir nuolatos gerinamas.
Proceso brandos lygis	Aiškiai apibrėžta pakopa visuminio proceso brandos evoliucijoje.
Proceso gebėjimas	Charakteristika, nusakanti rezultatų, kuriuos galima gauti taikant procesą, pasiskirstymą, t. y. tikėtinumą, kad procesas pasieks jam keliamus tikslus.
Proceso gebėjimo lygis	Įvertis diskrečioje skalėje, nusakantis proceso gebėjimą.
Proceso sritis	Susijusių praktikų rinkinys, kurį įgyvendinus pasiekiami tos srities tikslai, pripažįstami reikšmingais esminiam srities gerinimui.
Procesų etaloninis modelis	Gyvavimo ciklo procesų (vardinių procesų) rinkinio apibrėžimai, išreikšti tikslais ir rezultatais.
Procesų vertinimo modelis	Modelis, skirtas organizacijos procesų gebėjimo ar visuminio proceso brandos vertinimui.

Programų kūrimo procesai	Vardiniai procesai, sudarantys visuminį programų kūrimo procesą.
Tolydinės architektūros vertinimo modelis	Modelis, skirtas organizacijos procesų gebėjimo vertinimui.
Vardinis procesas	Rinkinys veiklų, susijusių pagal tikslus programinio produkto gyvavimo cikle.
Visuminis programų kūrimo procesas	Tarpusavyje susijusių ar sąveikaujančių veiklų visuma, kurios vykdomos kuriant programinį produktą.

Įvadas

Tyrimų sritis ir problemos aktualumas

Dauguma programinę įrangą kuriančių įmonių susiduria su problemomis: projektai vėluoja, viršijamas biudžetas, klientai nepatenkinti produktų kokybe [1]–[4]. Pastaraisiais dešimtmečiais padėtis pagerėjo, nors, pagal Standish Group 2013 metų ataskaitą, sėkmingų projektų vis dar yra mažiau nei pusė (39%) [5]. Sėkmingų projektų dalis nuolatos auga, nes buvo ieškomos nesėkmių priežastys. Pirmiausia šias problemas buvo bandoma spręsti technologinėmis priemonėmis, bet buvo suprasta, kad daugelis problemų kyla dėl nebrandaus programų kūrimo proceso, pagal kurį įmonė įgyvendina projektus [6].

Programų kūrimo procesų vertinimo modelių atsiradimą inicijavo užsakovų poreikiai turėti objektyvius kriterijus, renkantis tinkamiausią projekto vykdytoją. Jau nuo pat modelių kūrimo pradžios ne mažiau svarbus buvo vertinimo modelių tinkamumas proceso gerinimui. Kuo proceso branda/gebėjimas didesnis, tuo įmonės projektuose mažiau aptinkama defektų, ženkliai mažėja darbo sąnaudos, tiksliau prognozuojami projekto terminai ir biudžetas [7]–[16].

Populiariausi pasaulyje programų kūrimo procesų vertinimo modeliai yra tarptautinis standartas ISO/IEC 15504 ir CMMI, kuris yra tapęs standartu *de facto* [17]. Įmonės, norėdamos būti oficialiai pripažintos platesnėje aplinkoje, renkasi vieną iš šių dviejų modelių.

Pažymėtina, kad modelio pasirinkimą dažniausiai nulemia ne paties modelio savybės, bet išorinės aplinkybės, pavyzdžiui, jei įmonė siekia dirbti su JAV užsakovais, ji neabejotinai renkasi CMMI. Lietuvos įmonės dažniausiai pasirenka CMMI [18], [19], kadangi jis yra nemokamas ir yra daug papildomos informacijos apie jo taikymą, o valstybės remiamuose projektuose skatinama naudoti ISO/IEC 15504 [20], [21], kadangi jis yra tarptautinis procesų vertinimo standartas.

Įmonės susiduria su problema, kad skirtingi užsakovai reikalauja skirtingų procesų vertinimo modelių. Todėl įmonėms yra aktualu turėti instrumentą, kuris atvaizduotų jos vertinimo rezultatus iš vieno procesų vertinimo modelio į kitą, neatliekant kaskart realaus įmonės procesų vertinimo. Pavyzdžiui, įmonė, turinti savo procesų gebėjimo vertinimą pagal ISO/IEC 15504 modelį, galėtų automatiškai gauti tų pačių procesų gebėjimą pagal CMMI-DEV modelį, ar naujesnę (senesnę) ISO/IEC 15504 versiją.

Tyrimų objektas

Šios disertacijos tyrimų objektas yra programų kūrimo procesų vertinimas ir gerinimas, naudojant keletą procesų vertinimo modelių.

Darbo tikslas ir uždaviniai

Darbo tikslas – sukurti metodą organizacijos programų kūrimo procesų gebėjimo vertinimo rezultatų pagal pasirinktą procesų vertinimo modelį atvaizdavimui į vertinimo rezultatus pagal kitus procesų vertinimo modelius.

Tikslui pasiekti buvo sprendžiami šie uždaviniai:

1. Ištirti atskirus programų kūrimo procesų vertinimo rezultatų atvaizdavimo atvejus: sukurti atvaizdavimus tarp labiausiai paplitusių programų kūrimo procesų vertinimo modelių.
2. Pasiūlyti metodą programų kūrimo procesų vertinimo rezultatų pagal kelis procesų vertinimo modelius gavimui, atlikus vieną procesų vertinimą. Šis metodas turi apimti:
 - naujų procesų vertinimo modelių įtraukimo metodiką;
 - vertinimo rezultatų automatizuotą atvaizdavimą.
3. Atlikti pasiūlyto metodo korektiškumo vertinimą.

Tyrimų metodika

Disertacijoje modelių atvaizdavimai buvo sudaryti, taikant turinio analizės metodą. Tarpinis modelis sukonstruotas pagal tarptautinio standarto ISO/IEC 15504-2 reikalavimus. Tarpinio modelio korektiškumas vertintas atliekant atskiro atvejo tyrimą su konkrečia sistemų kūrimo proceso vertinimo rezultatų atvaizdavimu.

Darbo rezultatai ir mokslinis naujumas

1. Sudaryti tarpusavio ryšiai tarp ISO/IEC 15504-5:2006, ISO/IEC 15504-7:2008 ir CMMI-DEV V1.3 modelių.
2. Sukurtas tarpinio programų kūrimo procesų vertinimo modelio kūrimo ir vertinimo rezultatų atvaizdavimo metodas.
3. Sukurtas tarpinis programų kūrimo procesų vertinimo modelis, apimantis ISO/IEC 15504-5:2006, ISO/IEC 15504-7:2008, ISO/IEC 15504-5:2012 bei CMMI-DEV V1.3 procesų vertinimo modelius.
4. Sukurtas automatizuoto atvaizdavimo bandomasis maketas, kuris

gali kaupti vertinimo rezultatus ir juos atvaizduoti į kitus procesų vertinimo modelius.

5. Sudaryti DSDM užtikrinami CMMI-DEV V1.3 ir ISO/IEC 15504-5:2006 gebėjimo profiliai, pagal kuriuos įmonės gali iš anksto sužinoti, ką gali užtikrinti DSDM taikymas.

Praktinė darbo rezultatų reikšmė

Disertacijoje pateiktas tarpinis programų kūrimo procesų vertinimo modelis yra instrumentas įmonėms, siekiančioms kurti programų sistemas automobilių, krašto apsaugos, kosmoso, medicinos ir kitose pramonės šakose, gauti vertinimo rezultatus pagal įvairius procesų vertinimo modelius, atliekant vieną procesų vertinimą.

Pagal pasiūlytą tarpinio programų kūrimo procesų vertinimo modelio kūrimo metodą galima kurti tarpinius modelius ir kitų sričių procesams vertinti. Pavyzdžiui, galima konstruoti tarpinį modelį paslaugas teikiančioms organizacijoms, apimančią CMMI-SVC ir ISO/IEC 15504-8 vertinimo modelius, arba tarpinį modelį bet kokia veikla užsiimančioms organizacijoms, apimančią Enterprise SPICE ir FAA-iCMM vertinimo modelius.

Pagal disertacijoje pasiūlytus ir bandomajame makete išbandytus principus sukurtu įrankiu įmonės galėtų automatizuotai gauti gebėjimo profilius pagal kelis procesų vertinimo modelius, taip pat analizuoti, kaip pasikeistų gebėjimo profiliai, pagerinus pasirinktus vardinius procesus.

Ginami teiginiai

1. Organizacijos programų kūrimo procesų vertinimo pagal vieną

procesų vertinimo modelių rezultatai gali būti atvaizduoti į vertinimo rezultatus pagal kitus modelius.

2. Taikant tarpinio programų kūrimo procesų vertinimo modelio kūrimo metodą, galima sukurti tarpinį programų kūrimo procesų vertinimo modelį, kuris apimtų CMMI ir ISO/IEC 15504 modelius.
3. Tarpinio programų kūrimo procesų vertinimo modelio kūrimo metodą galima pritaikyti kitų dalykinių sričių tarpinių procesų vertinimo modelių kūrimui.

Darbo rezultatų aprobavimas

Straipsniai recenzuojamuose periodiniuose mokslo leidiniuose

1. S. Peldzius, S. Ragaisis, V. Valaitis. Seeking Process Maturity with DSDM Atern. *Computational Science and Techniques*, Vol. 2, 2013, p. 193 – 204. ISSN 2029-9966
2. S. Peldžius, S. Ragaišis. Reikalavimai tarpiniam programų kūrimo procesų vertinimo modeliui. *Informacijos mokslai*, 56 tomas, 2011, p. 138 – 145. ISSN 1392-0561
3. S. Peldzius, S. Ragaisis. Investigation Correspondence between CMMI-DEV and ISO/IEC 15504. *International Journal of Education and Information Technologies*, 5(4), 2011, p. 361 – 368. ISSN 2074-1316

Publikacijos konferencijų medžiagoje

1. S. Peldzius, S. Ragaisis. Tool for Usage of Multiple Process Assessment Models. *Communications in Computer and Information Science*, Vol. 447, 2014. Software Process Improvement and

- Capability Determination. 14th International Conference, SPICE 2014, Vilnius, Lithuania, November 4-6, 2014. Proceedings. Eds. A. Mitasiunas, T. Rout, R.V. O'Connor, A. Dorling, p. 106 – 117, ISBN 978-3-319-13035-4
2. S. Peldzius, S. Ragaisis. Usage of Multiple Process Assessment Models. *Communications in Computer and Information Science*, Vol. 349, 2013. ISSN 1865-0929. Software Process Improvement and Capability Determination. 13th International Conference, SPICE 2013, Bremen, Germany, June 4-6, 2013. Proceedings. Eds. A. Dorling, T. Woronowicz, T. Rout, R.V. O'Connor, p. 223 – 234, ISBN 978-3-642-38832-3
 3. S. Peldzius, S. Ragaisis. Framework for usage of multiple software process models. *Communications in Computer and Information Science*, Vol. 290, 2012. ISSN 1865-0929. Software Process Improvement and Capability Determination. 12th International Conference, SPICE 2012, Palma, Spain, May 29-31, 2012. Proceedings. Eds. A. Mas, A. Mesquida, T. Rout, R.V. O'Connor, A. Dorling, p. 210 – 221, ISBN 978-3-642-30438-5
 4. S. Peldžius. Tarpinio programų kūrimo procesų vertinimo modelio formalizuotas aprašymas. *Informacinės technologijos 2012*, 17-oji tarpuniversitetinė magistrantų ir doktorantų konferencija, p. 89 – 92, ISSN 2029-249X
 5. S. Peldzius, S. Ragaisis. Comparison of maturity levels in CMMI-DEV and ISO/IEC 15504. *Applications of Mathematics and*

Computer Engineering. Proceeding AMERICAN-MATH'11/CEA'11 Proceedings of the 2011 American Conference on Applied Mathematics (AMERICAN-MATH '11) and 5th WSEAS International Conference on Computer Engineering and Applications, Puerto Morelos, Mexico. WSEAS Press, 2011. Eds. A. Zemliak and N. Mastorakis, p. 117 – 122, ISBN 978-960-474-270-7

6. S. Ragaisis, S. Peldzius, J. Simenas. Mapping CMMI-DEV Maturity Levels to ISO/IEC 15504 Capability Profiles. *9th WSEAS International Conference on Telecommunications and Informatics (TELE-INFO'10)*, Catania, Italy, WSEAS Press, 2010, p 13 – 18, ISSN 1790-5117

Pranešimai mokslinėse konferencijose

1. Konferencija „Software Process Improvement and Capability Determination - 14th International Conference, SPICE 2014“, Vilnius, Lithuania, November 4-6, 2014. Pranešimo tema „Tool for Usage of Multiple Process Assessment Models“.
2. Ketvirtoji jaunujų mokslininkų konferencija „Tarpdalykiniai tyrimai fiziniuose ir technologijos moksluose - 2014“, Vilnius, 2014 m. vasario 11 d. Pranešimo tema „Programų kūrimo proceso modeliavimas“.
3. Konferencija „Software Process Improvement and Capability Determination - 13th International Conference, SPICE 2013“, Bremen, Germany, Jun 4-6, 2013. Pranešimo tema „Usage of Multiple Process Assessment Models“.

4. Konferencija „Kompiuterininkų dienos 2013“, Šiauliai, 2013 m. rugsėjo 19–21 d. Pranešimo tema „Seeking Process Maturity with DSDM Atern“.
5. Konferencija „Software Process Improvement and Capability Determination - 12th International Conference, SPICE 2012“, Palma, Spain, May 29-31, 2012. Pranešimo tema „Framework for Usage of Multiple Software Process Models“.
6. Konferencija „17-oji tarpuniversitetinė magistrantų ir doktorantų konferencija“, Kaunas, 2012 m. balandžio 20 d. Pranešimo tema „Tarpinio programų kūrimo procesų vertinimo modelio formalizuotas aprašymas“.
7. Konferencija „Kompiuterininkų dienos 2011“, Klaipėda, 2011 m. rugsėjo 22–24 d. Pranešimo tema „Reikalavimai tarpiniam programų kūrimo procesų vertinimo modeliui“.
8. Konferencija „American Conference on Applied Mathematics and 5th WSEAS International Conference on Computer Engineering and Applications“, Puerto Morelos, Mexico, January 29-31, 2011. Pranešimo tema „Comparison of maturity levels in CMMI-DEV and ISO/IEC 15504“.

Disertacijos struktūra

Disertaciją sudaro 6 skyriai. Pirmajame skyriuje pateikiami procesų vertinimo modelių pagrindai.

Antrajame skyriuje pateikiama literatūros analizė. Jame nagrinėjami programų kūrimo procesų vertinimo modelių atvaizdavimų pasiekimai.

Trečiajame skyriuje pateikiami programų kūrimo procesų vertinimo modelių atvaizdavimai. Šiame skyriuje parodoma, kad populiariausi modeliai yra suderinami ir galima atlikti vertinimo rezultatų atvaizdavimus tarp jų.

Ketvirtajame skyriuje formuluojami tarpinio modelio (toliau tekste naudojama santrumpa TPAM) reikalavimai, pateiktas jo konstravimo būdas. Aprašyti vertinimo rezultatų interpretavimas ir atvaizdavimas. Atvaizdavimai atliekami, taikant sukurtą bandomąjį maketą, atvaizduojantį vertinimo rezultatus tarp modelių.

Penktajame skyriuje pateikti procesų vertinimo modelių (toliau tekste naudojama santrumpa PAM) įtraukimai į TPAM pagal sukurtą PAM įtraukimo metodiką. Parodyti vertinimo rezultatų atvaizdavimų pavyzdžiai pagal skirtingus vertinimo modelius, naudojant tarpinį modelį.

Šeštajame skyriuje atliktas TPAM korektiškumo vertinimas. Analizuojami vieno populiariausių pasaulyje sistemų kūrimo proceso užtikrinamų gebėjimo profilių skirtumai: gauto tiesiai pagal CMMI-DEV su gautu atvaizdavus iš TPAM į CMMI-DEV.

1. Pagrindai

Įmonės programų kūrimo proceso branda turi tiesioginį ryšį su vykdomų projektų sėkme, todėl pradėta intensyviai vystyti šią programų sistemų inžinerijos sritį. Carnegie Melon universiteto profesorius W. Humphrey dar 1987 metais pasiūlė programų kūrimo procesų vertinimo idėją ir vėliau ją realizavo [22]. Procesų vertinimas yra naudojamas tirti programinę įrangą kuriančias įmones ir nustatyti jų programinės įrangos kūrimo proceso kokybę. Įvertinus procesą, galima inicijuoti veiksmus, kurie pagerintų proceso būseną [23].

Nuo to laiko buvo sukurta nemažai modelių ir standartų, kurie apibrėžia įmonės procesų charakteristikas [24]–[27]. Kuriant įvairius modelius ir standartus, užsakovai įgavo priemonę efektyviau atsirinkti projektus vykdančias organizacijas, pareikalaudamos, kad įmonės, norėdamos dalyvauti konkurse, turi atitikti atitinkamų modelių keliamus reikalavimus, taip tikintis, kad jos laiku sukurs kokybišką produktą.

JAV 1991 metais pasirodė pilnai užbaigta SW-CMM 1 versija, o 1993 metais pasirodė 1.1 versija [28]. Toliau vystant šį modelį, 2002 metais išleista CMMI-SW V1.1 [29]. Europoje 1993 metais atsirado BOOTSTRAP [30], kuris buvo inicijuotas Europos Bendrijos Komisijos ESPRIT programoje, o 1998 metais pasirodė SPICE modelis [31], kuris vėliau tapo ISO/IEC 15504 standartu [32]. Šio standarto paskirtis – apibrėžti minimalius reikalavimus vertinimo procesui ir vertinimo

modeliams, kurių pagrindu kuriami procesų vertinimo modeliai, šis standartas taip pat pateikia keletą pavyzdinių procesų vertinimo modelių. Dvidešimt pirmojo amžiaus pradžioje CMMI modelis buvo laikomas pačiu išsamiausiu procesų vertinimo modeliu, tinkamu panaudoti programų kūrimo ir priežiūros gerinimui [7], šiuo metu jam nenusileidžia jau ir ISO/IEC 15504.

Visus procesų vertinimo modelius pagal architektūrą galima suskirstyti į pakopinius ir tolydinius. Pakopinė architektūra nustato keletą brandos lygių (CMMI – 5, ISO/IEC 15504 – 6), kiekvienas kurių tampa aukštesnio brandos lygio pagrindu, t. y. norint pasiekti N brandos lygį, prieš tai reikia pasiekti $N-1$ lygį. Organizacijos programų kūrimo procesas yra įvertinamas atitinkamu brandos lygiu. Jei organizacija užsiima tik programų kūrimu, tai galima teigti, kad pati organizacija yra atitinkamo brandos lygio, tačiau, jei organizacija didelė ir programų kūrimas yra tik viena iš jos veiklos sričių, tai gali būti vertinamas tik organizacijos programų kūrimo padalinys. Skaitinis organizacijos įvertinimas leidžia jas paprastai palyginti tarpusavyje, tai yra vienas iš esminių pakopinės architektūros privalumų.

Tolydinės architektūros modelis įvertina organizacijos gebėjimą detalesniame – vardinio proceso – lygmenyje. Vardiniai procesai gali būti tokie kaip reikalavimų išsiaiškinimas, programinės įrangos projektavimas, konfigūracijos valdymas, verifikavimas ir pan. Šiuo atveju organizacijos ar jos padalinio įvertinimu laikomas vardinių procesų gebėjimo lygių profilis, kuris yra rinkinys vardinių procesų su jų gebėjimo lygiais [33]. Šiuo atveju organizacija gali pasirinkti jai svarbiausius vardinius procesus

ir juos vertinti bei gerinti. Vardiniai procesai yra tarpusavyje susiję – norint iš esmės pakelti vieno vardinio proceso gebėjimą reikia didinti ir susijusių procesų gebėjimą, nes jie visi aprašo tą patį visuminį procesą tik skirtingus jo aspektus.

1.1. ISO/IEC 15504

ISO/IEC 15504, anksčiau vadinęsis SPICE, buvo tolydinės architektūros procesų vertinimo modelis, tačiau 2008 metais išleido ir pakopinės architektūros versiją ISO/IEC 15504-7:2008 [34]. ISO/IEC 15504 modelis yra dviejų dimensijų. Proceso dimensija susideda iš procesų, kurie yra apibrėžti tikslais ir rezultatais. Gebėjimo dimensija apibrėžia 6 gebėjimo lygius (nuo 0 iki 5): nevykdomas, vykdomas, valdomas, apibrėžtas, prognozuojamas, optimizuojamas procesas. Kiekvienas gebėjimo lygis (išskyrus nulinį) turi proceso atributus ir bendrąsias praktikas. ISO/IEC 15504 apibrėžia 6 brandos lygius (nuo 0 iki 5): nebrandus, pagrindinis, valdomas, veiksmingas, prognozuojamas, optimizuotas lygis. Kiekvienas brandos lygis (išskyrus 0 lygį) sudaro minimalų gebėjimo profilį, kurį sudaro aibė procesų.

Pagal vertinimo reikalavimus, apibrėžtus ISO/IEC 15504-2 dalyje, proceso atributai vertinami skalėje: N, P, L ir F, kaip pateikta 1 lentelėje. Proceso atributus įgyvendina bendrosios praktikos, o proceso tikslus pasiekia bazinės praktikos.

Vertinant pagal ISO/IEC 15504 procesui suteikiamas toks gebėjimo lygis, kurio visi žemesnių lygių proceso atributai įvertinti kaip pilnai pasiekti (F), o einamojo lygio proceso atributai yra pilnai arba iš dalies pasiekti (F arba L).

1 lentelė. Vertinimo skalė

Reikšmė	Procentinė pasiekimo skalė
N – nepasiekta (angl. <i>Not achieved</i>)	0 iki 15 %
P – iš dalies pasiekta (angl. <i>Partially achieved</i>)	> 15 % iki 50 %
L – didžiaja dalimi pasiekta (angl. <i>Largely achieved</i>)	> 50 % iki 85 %
F – pilnai pasiekta (angl. <i>Fully achieved</i>)	> 85 % iki 100 %

Nuo pirmojo iki trečiojo brandos lygiai suteikiami, jei visi nuo pirmojo iki atitinkamo brandos lygio esantys procesai pasiekia einamąjį gebėjimo lygį. Ketvirtas brandos lygis suteikiamas, jei visi procesai nuo 1 iki 4 brandos lygio pasiekia 3 gebėjimo lygį ir nors vienas procesas pasiekia 4 gebėjimo lygį. Penktas brandos lygis suteikiamas, jei visi procesai nuo 1 iki 5 brandos lygio pasiekia 3 gebėjimo lygį ir nors vienas procesas pasiekia 5 gebėjimo lygį.

1.2. CMMI

CMMI apibrėžia 5 brandos lygius (nuo 1 iki 5): pradinis, valdomas, apibrėžtas, kiekybiškai valdomas, optimizuojamas lygis. Kiekvienas brandos lygis, išskyrus pirmąjį, susideda iš aibės proceso sričių (vardinių procesų), kurios padeda užtikrinti įmonės proceso valdomumą ir nuspėjamumą, bei padeda pagrindą proceso gerinimui aukštesnės brandos pasiekimui. Proceso sritis apima specifinius tikslus, kurie pasiekiami specifinėmis praktikomis. Gebėjimo lygiai yra 4 (nuo 0 iki 3): nevykdoma, vykdoma, valdoma, apibrėžta proceso sritis. Iki CMMI V1.3 buvo dar du lygiai: kiekybiškai valdoma ir optimizuojama proceso sritis. Gebėjimo lygį gauna kiekviena vertinama proceso sritis. Kiekvieną gebėjimo lygį sudaro bendrieji tikslai, o bendruosius tikslus – bendrosios praktikos.

Pagal vertinimo reikalavimus, apibrėžtus ARC (vertinimo reikalavimai pagal CMMI) [35] dokumente yra vertinami specifiniai ir bendrieji tikslai. Tikslai įvertinami „tenkinamas“ (angl. *Satisfied*), „nevertinamas“ (angl. *Not Rated*) arba „netenkinamas“ (angl. *Unsatisfied*). Tikslas yra įvertinamas „tenkinamas“, kai visos specifinės ar bendrosios praktikos yra įgyvendintos pilnai (angl. *Fully*) ar didžiąja dalimi (angl. *Largely*) ir trūkumų visuma neturi ženkliaus neigiamo poveikio tikslo pasiekimui; tikslas gauna įvertį „nevertinamas“, kai nėra apie jo įgyvendinimą jokių duomenų; kitais atvejais tikslas yra vertinamas kaip „netenkinamas“, kartu parašant priežastis, kurios trukdė praktikai pasiekti aukštesnį įvertinimą.

Vertinant proceso sritį suteikiamas toks gebėjimo lygis, kurio visi to lygio ir žemesnių lygių bendrieji tikslai yra tenkinami. Pirmasis brandos lygis suteikiamas visoms vertinamoms įmonėms automatiškai. Antrasis brandos lygis suteikiamas, kai visos šio lygio proceso sritys pasiekia 2 gebėjimo lygį. Trečiasis ir aukštesni brandos lygiai suteikiamai, kai visos žemesnių ir atitinkamo brandos lygio proceso sritys pasiekia 3 gebėjimo lygį.

2. Procesų vertinimo modeliai

Visi programų kūrimo procesų vertinimo modeliai apibrėžia geriausias programinės įrangos kūrimo praktikas. Tačiau, nors visų programų kūrimo procesų vertinimo modelių sritis yra ta pati – programinės įrangos kūrimas, tačiau modelių apimtis ir struktūra skiriasi. Įmonės pageidauja galimybės derinti abu populiariausius modelius CMMI ir ISO/IEC 15504, todėl bandoma juos lyginti [36]–[47], bet nėra oficialių procesų vertinimo pagal vieną modelį rezultatų atvaizdavimo į kitą modelį. Daugiausiai tyrimų atliekama su CMMI pakopinės ir ISO/IEC 15504 tolydinės architektūros modeliais [38]. Tačiau išleidus 2008 metais ISO/IEC 15504 pakopinės architektūros modelį, kuris atsirado kaip atsvara CMMI pakopinei architektūrai, pradėti tyrimai ir su juo [48]. Lietuvoje taip pat vyksta šios srities tyrimai, 2005 metais vyko Brandaus programų kūrimo proceso įdiegimo metodikos ir instrumentinių priemonių sukūrimo (PKP Branda) projektas [18], [19], [49]–[52].

Atsiradus poreikiui suderinti ISO/IEC 15504 ir CMMI vertinimą, CMMI papildė reikalavimus vertinimui ARC [53], kurie būtų suderinami su ISO/IEC 15504-2 dalies reikalavimais. ARC V1.2 apibrėžė 3 vertinimo klases, kur buvo iškeltas reikalavimas, kad pirmoji – A klasė – turi būti suderinama su ISO/IEC 15504 reikalavimais. ARC pilnai padengia ISO/IEC 15504-2 procesų vertinimo, rolių ir atsakomybių, vertinimo tikslų apibrėžimo, bei vertinimo rezultatų apiforminimo reikalavimus.

Tačiau naujoje ARC V1.3 versijoje suderinamumo reikalavimas su ISO/IEC 15504-2 dalimi yra panaikintas [35]. Nors ir buvo anksčiau suderintos vertinimo sistemos, tačiau vertinimo rezultatų suderinimas nebuvo atliktas.

Pirmi bandymai suderinti CMMI ir ISO/IEC 15504 vertinimo modelius prasidėjo daugiau kaip prieš dešimt metų. Pradžioje buvo analizuojama, ar jie apskritai yra suderinami [54]. Vėliau buvo pradėti nagrinėti jų tarpusavio ryšiai [55]. Esminius tyrimus atliko T. Rout [56] – buvo pateiktas CMMI V.1.1 brandos lygių atvaizdavimas į ISO/IEC 15504-2:1998 gebėjimo profilius. Šių modelių ryšys patikslintas [57] – pirmas gebėjimo lygis išreikštas NPLF įvertinimu, bei patikslinti 4 ir 5 gebėjimo lygių atvaizdavimai. Pirmą modelių gebėjimo dimensijų atvaizdavimą pasiūlė taip pat T. Rout ir A. Tuffley [58], taip pat yra ir kitų darbų nagrinėjančių CMMI ir ISO/IEC 15504 ryšius, bandoma kurti multimodelius, kurie apimtu kelis modelius iškart [59], [60].

Faktoriai, kurie lemia įmonių norą derinti keletą modelių [38]:

- Įmonės pradėdamos dirbti pramonės šakose, kuriose naudojami konkretūs modeliai, privalo turėti įvairius sertifikatus. Pavyzdžiui, įmonė Europoje, norėdama dirbti su automobilių pramone, turi būti įvertinta pagal Automotive SPICE, o dalyvaudama viešuosiuose pirkimuose, gali reikėti turėti ir ISO/IEC 15504 sertifikatą, arba įmonei, jau turinčiai CMMI-DEV sertifikatą, kuris reikalingas norint dirbti su NASA užsakymais JAV, prireikia SPICE for SPACE sertifikato darbui su ESA Europoje [61].

- Verslo poreikiai. Įmonė pati nusprendžia naudoti naujus modelius,

tikėdamasi, kad jie padės pasiekti naujų verslo aukštumų, pavyzdžiui, sumažinti paslaugų/prekių savikainą, padidinti klientų pasitenkinimą ir pan.

- Organizacijų susijungimas. Galimi atvejai, kai apjungiamos organizacijos naudoja skirtingus modelius, todėl turi gebėti juos suderinti, kad visa organizacija veiktų pagal tas pačias taisykles ir procedūras.

- Platesnių galimybių paieška organizacijos proceso gebėjimui didinti. Įmonė, kuri skiria visą dėmesį konkrečios srities gebėjimo didinimui, siekia pasinaudoti įvairių modelių teikiamais privalumais, taip užtikrindama maksimalią naudą iš sinergijos.

2.1. Apibendrinto modelio idėja

Tuo metu, kai buvo pradėti kurti modelių tarpusavio atvaizdžiai, prasidėjo ir bendrų modelių kūrimai, kuriais buvo siekiama sukurti naują procesų vertinimo modelį, kuris apjungtų visus tuo metu buvusius modelius. Vienintelis plačiau žinomas toks modelis yra SEPRM [62]–[64]. Šis modelis pavadintas apibendrintu, nes pagal jį įvertinus įmonės procesą, rezultatus būtų galima atvaizduoti ir į kitus procesų vertinimo modelius. Anot autorių, SEPRM turėjo tapti pagrindiniu vertinimo modeliu ir pakeisti visų kitų procesų vertinimo modelių naudojimą. Tačiau šis modelis neišpopuliarėjo, apskritai praktiškai nebuvo jokių atsiliepimų apie jį, todėl šio modelio taikymas tapo abejotinu. Tačiau SEPRM autorių iškelta idėja, kad reikia apjungti skirtingus procesų vertinimo modelius ir sukurti vertinimo rezultatų atvaizdavimą, yra naudinga. Toliau, atlikus SEPRM analizę, pateikiami esminiai SEPRM modelio trūkumai, kurie, tikėtina, neleido šiam modeliui išpopuliarėti.

Anot SEPRM autorių, šis modelis ne tik apima CMM, ISO 9001, BOOTSTRAP, ISO/IEC 15504, bet dar ir pasiūlo papildomų detaliųjų praktikų, kurių, manoma, kad jiems trūksta. Ši išvada sukelia prieštaravimą, nes modeliai atspindi geriausias praktikas, kurios buvo surinktos iš programinę įrangą kuriančių įmonių, todėl kiekvienas modelis savo apibrėžtame procese yra pilnas to laiko situacijai. SEPRM yra įtrauktos tos praktikos, kurių nėra nei viename iš kitų procesų vertinimo modelių. Dauguma šių praktikų, kurių nėra kituose modeliuose, konkrečiai įvardija, kaip reikia daryti, nors turėtų būti aprašoma, kas turi būti daroma, be konkrečių mechanizmų. Pavyzdžiui, CMM ir ISO/IEC 15504 modeliuose nėra nei vienos praktikos iš SEPRM procesų: Kūrimo pagalbiniai įrankiai, Valdymo pagalbiniai įrankiai. CMMI šių procesų praktikos yra specifinių praktikų detaliosiose praktikose, jos nėra privalomos, o yra tik informacinio pobūdžio, t. y. palengvina praktikų įgyvendinimą. Todėl galima daryti išvadą, kad SEPRM nėra pilnesnis už kitus modelius, o tik į normatyvinį lygį iškelia objektus, kituose modeliuose apibrėžtus kaip informacinius. Tokiu būdu SEPRM apriboja įvairių metodų taikymą, nes reikalauja taikyti konkrečias technologijas ar įrankius. Toks procesų praktikų detalizavimas siaurina šio modelio taikymą, nes orientuojasi į to laikmečio technologijas, kurios gali greitai pasikeisti. Procesų vertinimo modeliai neturėtų reikalauti konkrečių technologijų naudojimo.

Dar viena SEPRM modelio problema yra gebėjimo dimensija. Nors pagal šį modelį galima įvertinti organizacijos gebėjimą, o po to jį atvaizduoti į kitus modelius, SEPRM gebėjimo lygiai suteikiami visiškai

kitaip nei CMM ar ISO/IEC 15504. Pastaruosiuose modeliuose pirmojo gebėjimo lygio procesas turi visiškai tenkinti pirmojo gebėjimo lygio reikalavimus – vardinis procesas turi pasiekti savo tikslus. Tuo tarpu SEPRM pirmame lygyje reikalaujama, kad proceso tikslas būtų pasiektas tik 20% – 39%. ISO/IEC 15504 reikalauja >50% pasiekimo, o pagal CMMI visos praktikos turi būti įgyvendintos, o esamų trūkumų visuma neturėti didelio neigiamo poveikio tikslo pasiekimui – procentinės išraiškos nėra, bet pagal aprašymą galima jį įvertinti esant >50%. Likusiuose keturiuose gebėjimo lygiuose yra ne tik bendrieji reikalavimai procesams, bet reikalaujama ir vis labiau pasiekti vertinamų procesų tikslus. SEPRM reikalauja, kad proceso tikslai būtų visiškai pasiekti tik 5 lygyje, kai ISO/IEC 15504 to reikalauja 2 lygyje. ISO/IEC 15504 ir CMMI gebėjimo dimensijų esmė praktiškai nesiskiria. Lieka neaišku, kodėl SEPRM autoriai pasiūlo naują požiūrį į gebėjimo dimensiją, jis tampa nesuderinamu su CMMI ir ISO/IEC 15504.

Kita SEPRM problema kyla iš pakopinės architektūros atmetimo. SEPRM autoriai teigia, kad brandos lygiuose yra nepagrįsti procesų grupavimai ir iš tokio vertinimo apskritai nėra praktinės naudos. Tačiau praktikoje tiek pakopinis, tiek tolydinis organizacijos vertinimas turi savo privalumus ir trūkumus, ir nei vieno iš jų negalima atmesti [65]. Brandos lygis labai svarbus atliekant įmonių atranką, nes leidžia objektyviai palyginti įmonių galimybes tinkamai atlikti projektą. Taip pat brandos lygiai pateikia organizacijai gaires, kuriomis remdamasi ji gali tobulinti savo programų kūrimo procesus. Procesai brandos lygiuose nėra surinkti atsitiktinai, bet remiasi pasauline patirtimi. Pakopinio vertinimo

tikslingumą įrodo ir jo atsiradimas standarte ISO/IEC 15504, kuris visą laiką buvo tolydinis. SEPRM akivaizdi klaida CMM vertinime buvo, kad į jį buvo žiūrima kaip į tolydinį modelį, nors buvo paimta versija, kurioje jis buvo tik pakopinis.

Dar viena problema kyla dėl šio modelio senumo. SEPRM atvaizduoja rezultatus į jau pasenusias procesų vertinimo modelio versijas. Jame nėra aprašytos metodikos, kaip galima pakeisti modelius naujomis versijomis, kaip pridėti visai naują procesų vertinimo modelį. Todėl šiuo metu šį modelį galima naudoti tik kaip pavyzdį teorinio pabandymo sukurti bendrą modelį, kuris apjungia skirtingus procesų vertinimo modelius ir atlieka vertinimo atvaizdavimus.

Peržvelgus esminius šio modelio trūkumus, galima daryti išvadą, kad jis yra netinkamas vienu procesų vertinimo modelių vertinimo rezultatų atvaizdavimui į kitus, nes yra nesuderinamos gebėjimo dimensijos. Daugiausiai, ką galima padaryti, tai pažiūrėti, kaip yra dengiamos modelių praktikos. Vadinasi šis modelis nėra tinkamas norint įvertinti organizaciją vieną kartą, o gauti rezultatus pagal kelis procesų vertinimo modelius, tačiau galima remtis pasiūlytu automatiniu vertinimo algoritmu.

2.2. Modelių palyginimas

Pasiūlymai, kaip palyginti procesų vertinimo modelius, pateikti C. Halvorsen ir R. Conradi darbe [66], kuriame apibrėžti 3 palyginimo metodai. Pirmas yra savybių palyginimo metodas (angl. *Characteristics Comparison Method*). Šio metodo esmė – terminų, sąvokų ir kitų savybių, kuriomis yra apibrėžtas modelis, palyginimas. Šios savybės turėtų būti

objektyvios, išmatuojamos ir palyginamos. Tai – pats bendriausias metodas, kurį verta panaudoti prieš naudojant kitus metodus.

Antrasis yra modelių ryšių palyginimo metodas (angl. *Framework Mapping Comparison Method*). Kadangi modeliai susideda iš apibrėžtos struktūros formuluočių, tai galima surasti skirtingų modelių tarpusavio ryšius. Taip tarsi sukuriamas ryšių žemėlapis tarp tų formuluočių. Šis palyginimo metodas jau yra daug detalesnis. Jis nustato, kas modeliuose sutampa, kas siejasi, kas visiškai skirtinga. Viena iš ryšių skalių gali būti stiprus, silpnas ir nėra ryšio tarp formuluočių. Ryšiai gali būti pavaizduoti matrica arba Veno diagrama. Šis metodas ypač tinkamas organizacijoms, kurios naudoja du ir daugiau modelių.

Trečiasis variantas yra vadinamas abipusiu palyginimo metodu (angl. *Bilateral Comparison Method*). Šis metodas pasižymi tuo, kad vieną modelį išreiškia kito modelio terminais ir struktūromis. Tai labiausiai tinka organizacijoms, kurios gerai išmano kažkurį modelį. Pirmiausia palyginamas naujas modelis su žinomu modeliu, surandant jų struktūrų analogus, toliau perdaromas naujas modelis pagal žinomo modelio struktūrą. Šį metodą tinka naudoti tiek su pirmu, tiek su antru metodu.

Svarbu yra ne tik susieti modelius, rasti jų panašumus ir skirtumus, bet sukurti universalesnį modelį, kuris pasižymėtų visomis geriausiomis kitų modelių savybėmis, tokiu būdu organizacija naudodama universalų modelį gautų visų susijusių modelių gerąsias savybes. Atliekant modelių susiejimus ypač išryškėjo jų skirtumai. Modeliai ne tik yra skirtingos apimties, bet ir tuos pačius objektus aprašo skirtingai. Aktyvūs modelių susiejimo tyrimai prasidėjo maždaug nuo 2007 metų, kai atsirado daug

įvairių procesų vertinimo modelių, išpopuliarėjo agilūs sistemų kūrimo procesai. Nagrinėjant universalių modelių atsiradimo tendencijas [38], buvo aiškiai parodyta, kad vis daugiau skirtingų mokslininkų grupių dirba ties procesų vertinimo universaliais modeliais, kurie padėtų įmonėms gauti didžiausią naudą iš įvairių procesų vertinimo modelių. Dauguma tyrimų atliekama susiejant du modelius, iš kurių vienas dažniausių yra CMMI, ir bandoma derinti įmonėje abu modelius, tikintis sinerginio efekto. Kiti tyrimai bando siūlyti universalesnius modelius ir įrankius, kurie galėtų palaikyti daugiau nei dviejų modelių susiejimus.

Vienas iš universalių modelių yra QMIM, padedantis kontroliuoti programinės įrangos kokybę [67], [68]. Šis modelis padeda organizacijoms pasirinkti modelius, standartus, metodus, kurie yra susiję su kokybe ir geriausiai atitinka organizacijos poreikius. Pagal šį modelį yra sukurtas Quality Organizer įrankis, kuris parenka organizacijai geriausiai tinkamą modelį pagal jos nustatytus kokybinius kriterijus. QMIM sudaro kokybės atributai surinkti iš įvairių modelių. Organizacija įvertina šiuos atributus ir pagal tai sužino, kuris modelis, standartas ar metodas geriausiai atitinka jos realų ar pageidaujamą kokybės lygį.

ISO/IEC 15504 ir CMMI modeliai Europoje labiausiai naudojami Ispanijoje, todėl neatsitiktinai šioje šalyje atliekama ir daug šios srities mokslinių tyrimų. Ispanų komanda plėtoja HFramework modelį, kuris yra realizuotas HProcessTOOL įrankiu [69], [70]. Skirtingi modeliai turi skirtingų privalumų, ir bet kuris vienas nesuteikia privalumų, kuriuos turi kiti modeliai, todėl svarbu įmonėms suderinti skirtingus modelius, kad gautų visą naudą, kuri reikalinga tenkinti įmonės poreikius, šiam tikslui

ir buvo sukurtas HFramework. HProcessTOOL įrankyje yra įtraukta daug įvairių modelių: CMMI, ISO 20000, ISO 27001, ITIL V3, COBIT 4.1, RISK IT, BASEL II, VAL IT ir ISO 27002. Šis modelis yra ypač naudingas, kai įmonė pradeda naudoti kelis modelius. Dažnai pasitaiko atvejai, kai įmonė naudoja ISO 20000 kartu su ISO 27001. Taip pat jame galima palyginti praktikas skirtinguose modeliuose. Pasirinkus du modelius, kuriuos norima palyginti, sudaroma šachmatų lenta, kur viršuje yra vieno modelio praktikos, kairėje kito modelio praktikos, o langeliuose procentinis įvertinimas, kiek vieno modelio praktikos dengia kitą modelį. Tokių palyginimų tikslas yra identifikuoti skirtumus ir panašumus tarp modelių, nustatyti, koku lygiu jie vienas kitą papildo, kaip galima būtų išspręsti jų nesuderinamumo problemas tam, kad būtų pasiektas sklandus perėjimas nuo vieno modelio prie kito. Buvo pristatyti ISO 20000 ir ISO 27001 susiejimo rezultatai, nustatyta, kad ISO 27001 36% praktikų turi stipresnių ar silpnesnių ryšių su ISO 20000 praktikomis [71]. Palyginimui buvo naudojama tradicinė NPLF skalė. Praktikos, kurios buvo įvertintos, kaip stipriai susijusios, nėra identiškios, tiesiog nustatyta, kad jų užduotys yra tiesiogiai susijusios.

Kuriami ne tik modelių susiejimai, tačiau ir įrankiai, kurie palengvina vertinimo procesą. Dažniausiai įrankiai kuriami vienam konkrečiam modeliui, įprasčiausia naudotis Excel įrankiu, kur surašomi visi vardiniai procesai, praktikos ir įvedami įvertinimai. Sudėtingesni įrankiai gali turėti savyje keletą modelių, taip pat leidžia įtraukti ir naujus modelius, svarbu, kad jų struktūra atitiktų įrankyje apibrėžtą modelių struktūrą. Dažniausiai leidžiama įtraukti modelius, kurie atitinka CMMI

arba ISO/IEC 15504 struktūrą. Kuriami ir įvairūs įrankiai, kurie apima įvairius modelius, procesus, siekiama universalumo, kad nereikėtų kiekvienam modeliui ar konkrečiam sistemų kūrimo procesui naudoti skirtingų įrankių [51], [72]–[76], tačiau šie įrankiai neatvaizduoja vieno modelių vertinimo rezultatų pagal kitus procesų vertinimo modelius.

Appraisal Assistant [77] įrankis skirtas procesų vertinimui, šis įrankis palaiko daugelį modelių ir įvairių jų versijų, jame įtraukti ISO/IEC 15504-5, ISO/IEC 15504-6 (FDIS), Automotive SPICE, CMMI®-DEV v.1.2, +SAFE, ir CMMI® SE/SW/IPPD/SS V 1.1 modeliai. Šiame įrankyje sukaupiama vertinimo informacija, reikia įvesti kiekvienos vertinamos praktikos padengimo procentą. Taip pat šis įrankis pateikia vardinių procesų įvertinimo rezultatus, ar brandos lygius atlikdamas matematinius paskaičiavimus.

Taip pat yra sukurta ir daug kitų įrankių, kurie palengvina informacijos apie vertinamą organizaciją kaupimą. Vieni įrankiai palaiko tik CMMI, pavyzdžiui, CMMiPal v1.0 [78], CMM-Quest v1.3 [79], taip pat yra įrankiai skirti vertinti pagal ISO/IEC 15504: SPICE 1-2-1 [80], SPiCE-Lite Tool [81]. Kai kurie įrankiai veikia Microsoft Excel programos pagrindu, kiti interneto naršyklėje, treči – darbastalyje. Tačiau nėra tokių įrankių, kur įvedus vertinimo rezultatus pagal vieną modelį, galima automatiškai gauti vertinimo rezultatus pagal kitą modelį.

2.3. Modelių vizualus aprašymas

Metamodeliai yra skirti modelių apibrėžimui. Metamodelis yra apibrėžiamas per tikslius išreikštinius darinius ir taisyklių visumą, kurie reikalingi semantinių arba dalykinės srities modelių kūrimui [82]. Deja,

CMMI, ISO/IEC 15504 naudoja savus metamodelius, kurie yra skirtingi, o tai apsunkina modelių suderinimą. Reikia pasirinkti metamodelį, kuris atvaizduotų skirtingus procesų vertinimo modelius ta pačia struktūra. Šis metamodelis turi turėti įrankį, kuris būtų panaudotas procesų vertinimo modelių vizualizavimui.

Kai kurie vertinimo įrankiai, kaip aprašytas Appraisal Assistant, leidžia aprašyti naujus vertinimo modelius, tačiau jie nėra tinkami vizualizavimui, kadangi yra orientuoti į procesų vertinimo rezultatų įvedimą, o ne paties vertinimo modelio demonstravimą.

Praktikoje modelių aprašymui naudojami MOF, RDF ir SPEM metamodeliai, kurie taikomi [48], [83]–[87] darbuose procesų vertinimo modeliams ir sistemų kūrimo procesams aprašyti.

Tinkamas metamodelis yra MOF, kuris skirtas apibrėžti, valdyti, integruoti metaduomenis nepriklausomai nuo realizacijos [82]. MOF metamodeliu sukurti modeliai skirti skirtingų įrankių, aplinkų, duomenų integravimui. MOF galima apibrėžti ne tik modelius, bet ir kitus metamodelius, jis yra aukščiausiam abstrakcijos lygyje. MOF suteikia metaduomenų valdymo karkasą ir aibę metaduomenų komponentų. MOF suteikia galimybę kurti metaduomenimis grįstas sistemas ir modelius bei sukurti ryšius tarp jų, pavyzdžiui, UML, SPEM. MOF susideda iš keturių lygių architektūros. Aukščiausias lygis (M3) vadinamas meta-metamodeliu, tai ir yra pats MOF, pagal kurį sukurti metamodeliai yra antrojo lygio (M2), pavyzdžiui, SPEM. M2 lygio metamodeliai apibrėžia M1 lygio modelius, pavyzdžiui, CMMI. Paskutinis lygis M0 yra duomenų lygis, kuris skirtas apibrėžti realaus pasaulio objektus, pavyzdžiui, įmonės

programų kūrimo proceso gebėjimo profilį. MOF modelių hierarchija pateikta 2 lentelėje.

2 lentelė. MOF modelių hierarchija [82]

Lygis		Pavyzdys
M3	Meta-metamodelis	MOF
M2	Metamodelis	SPEM
M1	Modelis	CMMI, ISO/IEC 15504, TPAM
M0	Reali aplinka	Organizacijos gebėjimo profilis pagal CMMI

SPEM metamodelis yra naudojamas konkrečių programinės įrangos kūrimo procesų ar procesų šeimų apibrėžimui [88]. SPEM apimtis tikslingai yra apribota minimaliu kiekiu elementų, kurių užtenka apibrėžti bet kokį programinės įrangos kūrimo procesą nepridedant konkrečių dalykinių sričių papildomų, specifinių savybių (pavyzdžiui, projektų valdymo). Svarbiausias tikslas yra pritaikyti SPEM modelį prie įvairių kūrimo metodų ir procesų, kurių yra skirtingos struktūros, dalykinės sritys, terminija, formalizmo lygiai, gyvavimo ciklo modeliai ir t.t. SPEM suteikia naudotojui galimybę pasirinkti bendrąsias modeliavimo savybes, kurios labiausiai tenkina jo poreikius. SPEM taip pat siūlo bendrųjų modelių specifines struktūras, kurios yra būdingos apibrėžiamam programų kūrimo procesui. Kitaip tariant, SPEM suteikia priemones papildomai informacijai struktūrizuoti, kurių reikia procesui modeliuoti su UML ir taip apibrėžti programų kūrimo procesą [85], [87], [89], [90].

SPEM metamodeliu yra aprašyti įvairūs modeliai ir sistemų kūrimo procesai, pavyzdžiui, CMMI, XP, SCRUM, OpenUP [84]. Tačiau jų SPEM modeliai pateikiami nepakankamu detalumu ir naudoja skirtingus stereotipus tiems patiems elementams atvaizduoti. Todėl pasirinkus šį

metamodelį, būtina sukurti bendrą vertinimo modelių terminų atitikimą SPEM metamodeliui. SPEM taip pat turi sukurtų įrankių, kurie vizualiai atvaizduoja modelius, pavyzdžiui, EPF.

2.4. Apibendrinimas

Populiariausi procesų vertinimo modeliai savo struktūra ir terminologija yra skirtingi dėl skirtingos raidos, nors ir darė vienas kitam didelę įtaką, CMMI pirmiausiai buvo pakopinės, vėliau ir tolydinės architektūros, o ISO/IEC 15504 priešingai – pirma buvo tolydinės, o vėliau ir pakopinės architektūros. Didelė dalis mokslinių darbų nagrinėja, kaip galima apjungti įvairius modelius, tačiau nėra kuriama modelių, kurie suteiktų galimybę įmonėms turėti kelis vertinimo rezultatus pagal skirtingus modelius. Apibendrintas modelis nepadedą išvengti keleriopo vertinimo, jei norima turėti skirtingų modelių vertinimo rezultatus. Norint atlikti vieną kartą vertinimą ir gauti vertinimo rezultatus pagal kelis vertinimo modelius, reikia turėti tokį modelį, kuris atliktų tarpininko funkciją tarp skirtingų vertinimo modelių. Šioje srityje vyksta keletas mokslinių projektų, kurie nagrinėja modelių derinimo galimybes, jie visi vienas kitą papildo, daugiausiai pasiekta yra ispanų mokslininkų komandos HFramework modelio kūrime, tačiau jis skirtas ne atvaizduoti vertinimo rezultatus tarp modelių, o palengvinti įvairių modelių diegimą įmonėje.

3. Procesų vertinimo modelių abipusiai atvaizdavimai

Norint turėti atvaizdavimo rezultatus pagal skirtingus vertinimo modelius, pirmiausia reikia atlikti populiariausių procesų vertinimo modelių abipusius atvaizdavimus, taip įrodant, kad vertinimo rezultatus galima atvaizduoti į skirtingus modelius. Atlikti atvaizdavimai yra iš CMMI pakopinio modelio į ISO/IEC 15504 tolydinį ir pakopinį modelius, taip pat iš ISO/IEC 15504 pakopinio modelio į CMMI tolydinį ir pakopinį modelius.

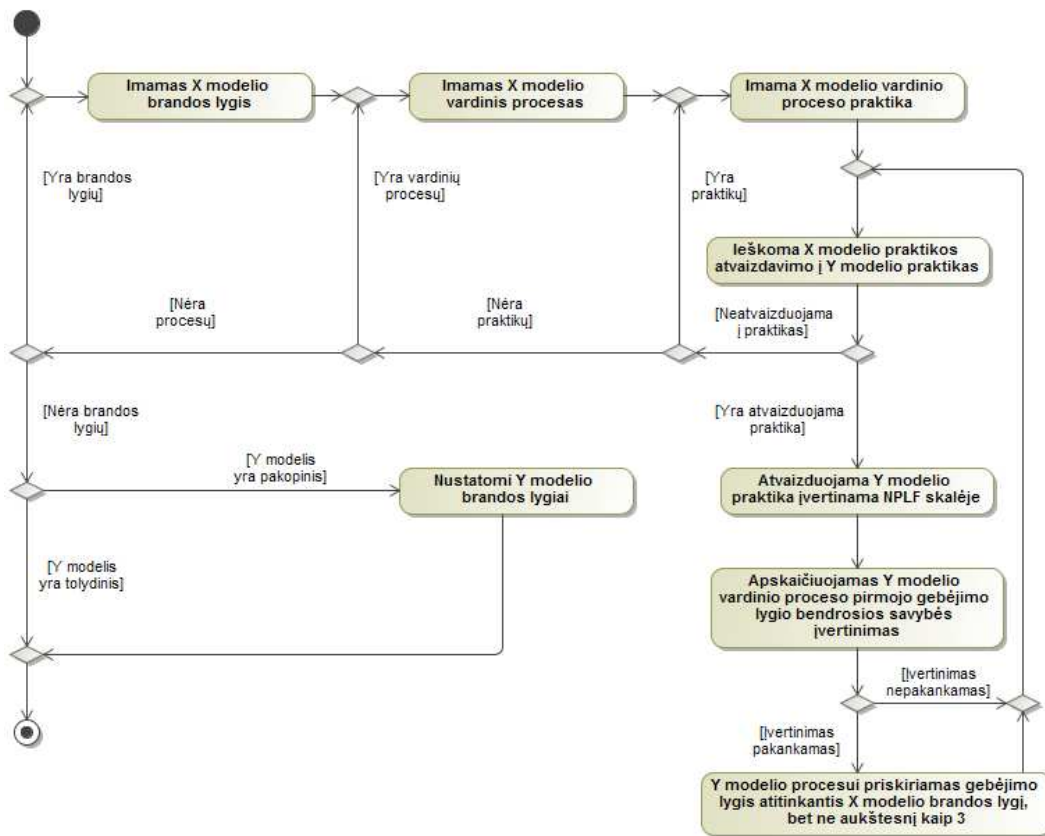
Atliekant brandos lygio ar gebėjimo profilio atvaizdavimą į kitą modelį, gaunami rezultatai, kokį ne mažesnę brandos lygį, ar gebėjimo profilį galima gauti, jei įmonė atliktų savo visuminio proceso vertinimą pagal kitą vertinimo modelį.

CMMI ir ISO/IEC 15504 modelių struktūros ir vertinimo procedūros turi nemažai skirtumų, tačiau jie nėra kritiniai. Esminis vertinimo objektas yra praktikos, kadangi jos įgyvendina procesų tikslus. Įmonių vertinime būtent jos ir yra vertinamos, todėl atliekant modelių atvaizdavimus ir bus lyginamos praktikos: ISO/IEC 15504 bazinės praktikos su CMMI specifinėmis praktikomis ir bendrosios praktikos tarpusavyje. Toliau pateikiami skirtumai, kurie daro įtaką atvaizdavimams.

CMMI atveju specifinės praktikos visuose gebėjimo lygiuose gali būti

įgyvendintos didžiąja dalimi arba pilnai, svarbiausia, kad nebūtų kritinių trūkumų. Vadinasi, turint aukštesnį nei pirmas CMMI brandos lygį, nėra aišku, kiek yra įgyvendintos specifinės praktikos – didžiąja dalimi ar pilnai. ISO/IEC 15504 jau nuo antrojo gebėjimo lygio visų kiekvieno proceso bazinių praktikų vidutinis įgyvendinimas turi atitikti pilnai įgyvendintos praktikos (F) įverčio režius. Norint atlikti CMMI brandos lygių atvaizdavimus (sukurti atvaizdžius į ISO/IEC 15504 modelį), reikia nutarti, ar visos specifinės ir bendrosios praktikos yra pilnai ar didžiąja dalimi įgyvendintos. Pasirinkus pilną praktikų įgyvendinimą, gaunamas maksimalus ISO/IEC 15504 gebėjimo profilis atitinkantis CMMI, priešingu atveju – minimalus. Žemiau aprašomuose atvaizdavimuose pasirinktas pilnas CMMI praktikų įgyvendinimas, norint parodyti, kokią maksimalų įvertį galima gauti atlikus atvaizdavimus. Bendru atveju atvaizdavimas tarp procesų vertinimo modelių atliekamas pagal 1 pav. pateiktą algoritmą, kuriame parodoma, kaip X modelį atvaizduoti į Y modelį, kur X ir Y gali būti CMMI ir ISO/IEC 15504 struktūros modeliai.

ISO/IEC 15504 modelyje yra apibrėžta proceso atributų įverčių procentinė skalė, kuri taikoma ir bazinių praktikų vertinimui. CMMI apibrėžia analogišką praktikų vertinimo skalę tik nenurodo įverčių procentinių dalių. Kadangi ISO/IEC 15504 prie procentinės vertinimo išraiškos, taip pat yra ir žodinis vertinimo aprašymas, kuris atitinka CMMI, nustatyta, kad vertinimo skalės yra suderinamos ir CMMI atveju galima praktikas vertinti procentais, analogiškais ISO/IEC 15504 skalei.



1 pav. X modelio atvaizdavimas į Y modelį

Norint atvaizduoti vertinimo rezultatus tarp modelių, pirmiausia reikia susieti pirmąjį, antrąjį ir trečiąjį gebėjimo lygius, patikrinti, ar jie vieni kitus dengia. Svarbiausias darbas šioje srityje buvo atliktas [58], kur buvo palyginta, kaip CMMI gebėjimo lygiai siejasi su ISO/IEC 15504 gebėjimo lygiais. Šiame straipsnyje naudojama senesnė CMMI versija 1.2, tačiau naujausios versijos bendrieji tikslai yra tokie patys, o bendrosios praktikos yra su minimaliais pakeitimais, kur 3 praktikose patikslinti keli terminai, o detaliosios praktikos nepasikeitė [91], kas įrodo, kad bendrųjų praktikų veiklos liko tokios pačios. Esminis skirtumas, kad atsisakyta 4 ir 5 gebėjimo lygių [92]. Pateikti [58] straipsnyje atvaizdžiai buvo atlikti tarp CMMI bendrųjų praktikų ir ISO/IEC 15504 proceso atributų, atvaizdžiai pateikti 3 ir 4 lentelėse.

3 lentelė. CMMI 2 gebėjimo lygio bendrųjų praktikų atvaizdžiai į ISO/IEC 15504 proceso atributus

2 lygis	PA 2.1						PA 2.2			
	a	b	c	d	e	f	a	b	c	d
BP 2.1	X									
BP 2.2	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
BP 2.3					X					
BP 2.4				X						
BP 2.5					X					
BP 2.6								X	X	
BP 2.7						X				
BP 2.8		X	X		X	X	X			X
BP 2.9		X								
BP 2.10	X					X				

4 lentelė. CMMI 3 gebėjimo lygio bendrųjų praktikų atvaizdžiai į ISO/IEC 15504 proceso atributus

3 lygis	PA 3.1					PA 3.2					
	a	b	c	d	e	a	b	c	d	e	f
BP 3.1	X	X	X	X	X	X					X
BP 3.2					X						X

Šiuos atvaizdžius reikėjo atnaujinti pagal ISO/IEC 15504 bendrąsias praktikas, kadangi jos yra detalesnės ir labiau atitinka CMMI bendrąsias praktikas. Sukurtas atvaizdis pateiktas 5 lentelėje, kurioje parodyta, kokia ISO/IEC 15504 bendroji praktika atvaizduojama į kokią CMMI bendrąją praktiką. Praktikos atvaizduojamos didžiąja dalimi arba pilnai (>50% jų veiklų sutampa). Atvaizdavimai remiasi 3 ir 4 lentelėse pateiktais atvaizdžiais.

Taip pat buvo sukurti ir priešingi atvaizdžiai: iš CMMI bendrųjų praktikų į ISO/IEC 15504 bendrąsias praktikas. Abipusiai bendrųjų praktikų atvaizdžiai reikalingi, nes bus atliekami ir pačių modelių procesų abipusiai atvaizdžiai.

5 lentelė. ISO/IEC 15504 bendrųjų praktikų atvaizdavimai į CMMI bendrąsias praktikas

ISO/IEC 15504 bendrosios praktikos	CMMI bendrosios praktikos
GP 1.1.1: Pasiiekti proceso rezultatus	GP 1.1 Vykdyti specifines praktikas
GP 2.1.1: Identifikuoja proceso vykdymo uždavinius	GP 2.1 Sukurti organizacines taisykles
GP 2.1.2: Planuoti ir stebėti proceso vykdymą ir jo atitikimą nustatytiems uždaviniams	GP 2.2 Planuoti procesą
	GP 2.9 Objektyviai įvertinti taisyklių laikymąsi
GP 2.1.3: Kontroliuoti proceso vykdymą	GP 2.8 Stebėti ir kontroliuoti procesą
GP 2.1.4: Apibrėžti proceso vykdymui reikalingas atsakomybes ir įpareigojimus	GP 2.4 Priskirti atsakomybes
GP 2.1.5: Nustatyti ir paskirti pagal planą proceso vykdymui reikalingus resursus	GP 2.3 Suteikti išteklius
	GP 2.5 Mokyti žmones
GP 2.1.6: Sąveikos tarp susijusių šalių valdymas	GP 2.7 Nustatyti ir įtraukti suinteresuotas šalis
GP 2.2.1: Apibrėžti reikalavimus darbo produktams	GP 2.2 Planuoti procesą
GP 2.2.2: Apibrėžti reikalavimus darbo produktų dokumentavimui ir valdymui	GP 2.2 Planuoti procesą
GP 2.2.3: Identifikuoti, dokumentuoti ir valdyti darbo produktus	GP 2.6 Kontroliuoti darbo produktus
GP 2.2.4: Peržiūrėti ir koreguoti darbo produktus, kad jie atitiktų apibrėžtus reikalavimus	GP 2.10 Peržiūrėti aukštesnio lygio valdymo būseną
GP 3.1.1: Apibrėžti standartinį procesą, kuriuo remsis apibrėžto proceso diegimas	GP 3.1 Sukurti apibrėžtą procesą
GP 3.1.2: Nustatyti sąveika tarp procesų, kad jie veiktų kaip integruota procesų visuma	GP 3.1 Sukurti apibrėžtą procesą
GP 3.1.3: Identifikuoti įgaliojimus, roles, atsakomybes ir kompetencijas reikalingas proceso vykdymui	GP 3.1 Sukurti apibrėžtą procesą
GP 3.1.4: Identifikuoti proceso vykdymui reikalingą infrastruktūrą ir darbo aplinką	GP 3.1 Sukurti apibrėžtą procesą
GP 3.1.5: Nustatyti proceso efektyvumo ir tinkamumo stebėjimo metodus	GP 3.1 Sukurti apibrėžtą procesą

GP 3.2.1: Diegti apibrėžtą procesą, kuris atitinka konteksto specifinius reikalavimus keliamus standartinio proceso naudojimui	GP 3.1 Sukurti apibrėžtą procesą
GP 3.2.2: Paskirti resursus ir informaciją reikalinga apibrėžto proceso diegimui	GP 3.1 Sukurti apibrėžtą procesą
GP 3.2.3: Užtikrinti apibrėžto proceso vykdymui reikalingą kompetenciją	GP 3.1 Sukurti apibrėžtą procesą
GP 3.2.4: Pateikti apibrėžto proceso vykdymo palaikymui reikalingus resursus ir informaciją	GP 3.1 Sukurti apibrėžtą procesą
GP 3.2.5: Pateikti adekvačią proceso vykdymo infrastruktūrą, kad būtų palaikomas apibrėžto proceso vykdymas	GP 3.1 Sukurti apibrėžtą procesą
GP 3.2.6: Rinkti ir analizuoti proceso vykdymo duomenis, kad pademonstruoti jo tinkamumą ir efektyvumą	GP 3.2 Kaupiti su procesu susijusią patirtį

Didžiausia problema iškilo atvaizduojant CMMI GP 3.1 praktiką į ISO/IEC 15504 bendrąsias praktikas. CMMI atveju praktika yra labai bendra, todėl atvaizdavimas buvo atliktas remiantis CMMI pateiktu GP 3.1 detalizavimu (detaliosiomis praktikomis). Detaliosios praktikos yra detalizuoti aprašymai, kurie pateikia gaires, kaip reikia interpretuoti ir įgyvendinti konkrečią praktiką [33]. Kai bendroji CMMI praktika yra labai bendra, galima atlikti atvaizdavimus iš detaliųjų praktikų į ISO/IEC 15504 bendrąsias praktikas.

CMMI turimas pirmasis brandos lygis atitinka ISO/IEC 15504 nulinį ir pirmąjį brandos lygius, kadangi CMMI modelyje yra daroma prielaida, kad inžinerinės proceso sritys visais atvejais yra vykdomos įmonėje, todėl jos vertinamos tik trečiajame brandos lygyje, o antrajame lygyje vertinamas daugiau projektų valdymas. Brandos ir gebėjimo lygiai siejasi taip, kaip pavaizduota 6 lentelėje, remiantis CMMI ir ISO/IEC 15504 bendrųjų praktikų palyginimu.

6 lentelė. CMMI ir ISO/IEC 15504 brandos ir gebėjimo lygiai

Brandos lygiai		Gebėjimo lygiai	
CMMI	ISO/IEC 15504-7	CMMI	ISO/IEC 15504-5
1. Pradinis	0. nebrandus	0. nevykdoma	0. nevykdomas
	1. pagrindinis	1. vykdoma	1. vykdomas
2. valdomas	2. valdomas	2. valdoma	2. valdomas
3. apibrėžtas	3. veiksmingas	3. apibrėžta	3. apibrėžtas
4. kiekybiškai valdomas	4. prognozuojamas		4. prognozuojamas
5. optimizuojamas	5. optimizuotas		5. optimizuojamas

Po gebėjimo dimensijų atvaizdavimo, atliekamas proceso dimensijų atvaizdavimas. Pirmiausia atlikti CMMI atvaizdavimai pagal ISO/IEC 15504, po to priešingai. Procesų vertinimo modelių atvaizdavimai atlikti ir kitų mokslininkų darbuose, tačiau juose atlikti atvaizdavimai tarp senesnių modelių, arba ne taip detalai (ne praktikų lygyje), bet dalimi informacijos yra pasinaudota [43], [48], [55], [56], [88], [92], [93]. Atvaizdavimai atliekami iš pakopinio PAM į kitą pakopinį arba tolydinį PAM pagal 1 pav. pateiktą algoritmą. ISO/IEC 15504 procesų gebėjimo lygių gavimo algoritmas pateiktas 1 priede. CMMI proceso sričių gebėjimo lygių gavimo algoritmas pateiktas 2 priede.

3.1. CMMI-DEV atvaizdavimas į tolydinį ISO/IEC 15504

Atlikus įmonės procesų vertinimą pagal ISO/IEC 15504-5:2006, gauti vertinimo rezultatai bus ne mažesni, nei gauti atlikus įmonės turimo CMMI-DEV V1.3 brandos lygio atvaizdavimą į ISO/IEC 15504-5:2006 gebėjimo profilį. ISO/IEC 15504 lietuviški procesų pavadinimai paimti iš PKP BRANDA projekto [49]. Susiejimo algoritmas pateiktas 1 pav. veiklų diagrama. Šis algoritmas tinka tiek atvaizduojant į ISO/IEC 15504

tolydinį, tiek į pakopinį modelį. Reikia patikslinti tik sąlygą „Įvertinimas pakankamas“. Ši sąlyga yra teisinga, kai bendroji savybė įvertinama F, kitais atvejais įvyksta sąlyga „Įvertinimas nepakankamas“. Vardinis procesas gauna pirmąjį gebėjimo lygį, jei pirmoji bendroji savybė yra įvertinta L arba F.

Atliktas atvaizdavimas neapima šių ISO/IEC 15504-5:2006 procesų: *ENG.2 Sistemos reikalavimų analizė*, *ENG.3 Sistemos architektūros projektavimas*, *ENG.9 Sistemos integravimas*, bei *ENG.10 Sistemos testavimas*, kadangi šie procesai skirti išskirtinai įmonėms, kurios kuria ne tik programinę įrangą, bet ir sistemas, o CMMI brandos lygiai vertinami programinę įrangą kuriančiose įmonėse.

Atvaizdavimo rezultatai pateikti 2 pav., kur pirmame stulpelyje išvardijami ISO/IEC 15504 procesai, „BL“ – CMMI brandos lygiai, „GL“ – minimalūs procesų gebėjimo lygiai, kuriuos užtikrina atitinkamas CMMI brandos lygis. Šie rezultatai buvo aprašyti [94] straipsnyje.

Atlikus atvaizdavimus tarp CMMI-DEV ir ISO/IEC 15504, daroma išvada, kad jei organizacija yra įvertinta CMMI-DEV 2 brandos lygiu, tai ISO/IEC 15504 procesų gebėjimo profilis atitiks BL2 stulpelį. Galima ir priešinga išvada, jei įmonė yra įvertinta pagal ISO/IEC 15504 remiantis tolydine architektūra ir gautas profilis yra ne mažesnis už BL2 stulpelyje pateiktus įverčius, tai ši organizacija turėtų gauti 2 brandos lygį pagal CMMI.

Gauti ISO/IEC 15504 gebėjimo profiliai yra minimalūs, kuriuos gautų organizacija vertindama savo procesą pagal ISO/IEC 15504 tolydinės architektūros modelį, kadangi tokios organizacijos turimas

CMMI brandos lygis nepadengia tų sričių ISO/IEC 15504 modelyje, kurių nėra CMMI modelyje. Tačiau organizacija gali pasinaudoti šiais rezultatais iš anksto pasitikrindama, kokio gali tikėtis gebėjimo profilio pagal ISO/IEC 15504, jei jau turi įvertinimą pagal CMMI pakopinės architektūros modelį. Žemiau nagrinėjami gebėjimo profiliai pagal brandos lygius.

ISO/IEC 15504 procesai	BL2		BL3			BL4			BL5		
	GL1	GL2	GL1	GL2	GL3	GL1	GL2	GL3	GL1	GL2	GL3
ACQ.1 Pasiruošimas įsigijimui	NP	L	F								
ACQ.2 Tiekėjo pasirinkimas											
ACQ.3 Susitarimas dėl kontrakto											
ACQ.4 Tiekėjo stebėjimas											
ACQ.5 Kliento apsisprendimas [priėmimas]											
SPL.1 Tiekėjo pasiūlymai											
SPL.2 Produkto laida											
SPL.3 Produkto priėmimo palaikymas											
OPE.1 Eksploatacinis naudojimas											
OPE.2 Kliento palaikymas											
ENG.1 Reikalavimų išsiaiškinimas											
ENG.4 Programinės įrangos reikalavimų analizė											
ENG.5 Programinės įrangos projektavimas											
ENG.6 Programinės įrangos projekto realizavimas											
ENG.7 Programinės įrangos integravimas											
ENG.8 Programinės įrangos testavimas											
ENG.11 Programinės įrangos instaliavimas											
ENG.12 Programinės įrangos ir sistemos priežiūra											
MAN.1 Organizacijos vieningumo užtikrinimas											
MAN.2 Organizacijos valdymas											
MAN.3 Projekto valdymas											
MAN.4 Kokybės valdymas											
MAN.5 Rizikos valdymas											
MAN.6 Matavimai											
PIM.1 Proceso įtvirtinimas											
PIM.2 Proceso vertinimas											
PIM.3 Proceso gerinimas											
RIN.1 Personalo vadyba											
RIN.2 Apmokymai											
RIN.3 Žinių valdymas											
RIN.4 Infrastruktūra											
REU.1 Inventoriaus valdymas											
REU.2 Pakartotinio panaudojamumo valdymas											
REU.3 Dalykinės srities inžinerija											
SUP.1 Kokybės užtikrinimas											
SUP.2 Verifikavimas											
SUP.3 Valdavimas											
SUP.4 Jungtinės peržiūros											
SUP.5 Auditas											
SUP.6 Produkto vertinimas											
SUP.7 Dokumentavimas											
SUP.8 Konfigūracijos valdymas											
SUP.9 Problemų sprendimo valdymas											
SUP.10 Keitimų poreikio valdymas											

2 pav. ISO/IEC 15504 procesų gebėjimo profiliai, atitinkantys CMMI-DEV brandos lygius

Antrasis brandos lygis. Procesų gebėjimo profilis, atitinkantis 2 brandos lygį, susideda iš 6 procesų pasiekusių 2 gebėjimo lygį ir 6 procesų pirmojo gebėjimo lygio. Taip pat dar yra papildomi 12 procesų, kurie

padengti iš dalies. Pastebėtina, kad šis gebėjimo profilis daugiausiai apima palaikymo ir valdymo kategorijos procesus. Gautas profilis parodo, kokie yra dideli žingsniai proceso gerinime tarp CMMI brandos lygių. Proceso gerinimo kelyje atrodytų, kad pirmiausia turėtų būti įtraukti inžineriniai procesai. Tačiau CMMI pasirenka kitą kelią, pirmiausia nori užtikrinti, kad organizacijoje būtų valdomi priežiūros ir projektų valdymo procesai, nes inžineriniai procesai ir taip egzistuoja, nors ir gali būti nepilnai vykdomi. Taip pat svarbu paminėti, kad keletas CMMI specifinių praktikų nėra pilnai atvaizduota į ISO/IEC 15504. Pavyzdžiui, Projekto planavimo proceso srities *SP 3.3 Gauti plano patvirtinimą* praktika nėra pilnai dengiama ISO/IEC 15504 bazinių praktikų, nes nėra išreikštinai reikalaujama, kad projekto planas būtų patvirtintas suinteresuotų šalių. Tačiau atliekant priešingą atvaizdavimą, ši praktika yra įvertinama didžiąja dalimi, todėl kita organizacija, turinti nemažesnį ISO/IEC 15504 gebėjimo profilį, gali tikėtis gauti antrąjį CMMI brandos lygį.

Trečiasis brandos lygis. CMMI modelyje yra tokios inžinerinės proceso sritys, kurios turėtų egzistuoti tipinėje programinę įrangą kuriančioje organizacijoje, o tokių sričių kaip programinės įrangos priežiūra CMMI modelyje nėra, nes programinę įrangą kuriančios įmonės gali tuo ir neužsiimti. Jei tokios netipinės sritys būtų įtrauktos į CMMI, jos turėtų priklausyti tam tikram brandos lygiui, vadinasi organizacijos, kurioms neaktualios tokios sritys, negalėtų gauti atitinkamo brandos lygio.

CMMI 3 brandos lygis apima visas inžinerines proceso sritis, kurios yra ne tik valdomos, bet ir apibrėžtos, todėl natūralu, kad atvaizdavus į ISO/IEC 15504, 7 iš 8 inžinerinių procesų pasiekia 3 gebėjimo lygį.

Nepadengtas yra tik *ENG.12 Programinės įrangos ir sistemos priežiūra* procesas.

Atvaizduojant 3 CMMI brandos lygį jau daugiau specifinių praktikų neturi atitikmenų ISO/IEC 15504 modelyje, pavyzdžiui, verifikavimo proceso srities antrojo specifinio tikslo *SG2 Vykdyti kolegų peržiūras* (angl. *Perform Peer Reviews*) praktikos nėra atvaizduojamos. ISO/IEC 15504 yra praktikų susijusių su peržiūromis, tačiau nėra išreikštinai reikalaujama kolegų peržiūrų.

Ketvirtasis ir penktasis brandos lygiai. Atvaizduojant 4 ir 5 CMMI brandos lygių proceso sritis tik nedidelei daliai praktikų buvo rasta atitikmenų ISO/IEC 15504 modelyje, kadangi ISO/IEC 15504 tolydiniame modelyje nėra kiekybinio valdymo ir gerinimo procesų, kurie įtraukti tik pakopiniame ISO/IEC 15504-7 modelyje. ISO/IEC 15504 gebėjimo profilis pasipildė iš 4 CMMI brandos lygio atvaizdavimo tik *MAN.4 Kokybės valdymas* procesu, o iš 5 brandos lygio atvaizdavimo *PIM.3 Proceso gerinimas* procesu. Iš 2 pav. galima matyti, kad CMMI modelis mažai dengia įsigijimo procesus, taip yra todėl, kad CMMI turi atskirą modelį skirtą įsigijimams CMMI-ACQ [95]. Taip pat neatvaizduojama į operacinių procesų grupę, kadangi CMMI nėra eksploatacijos ir klientų palaikymo proceso sričių. CMMI tik iš dalies aprašo resursų ir infrastruktūros sritį, kuri taip pat mažai atvaizduota į ISO/IEC 15504 modelyje.

Apibendrinant galima teigti, kad ISO/IEC 15504 apima didesnę dalykinę programinės įrangos kūrimo sritį, nes penktojo brandos lygio CMMI visiškai nedengia net 8 ISO/IEC 15504 procesų ir dar 5 procesai

nepasiekia 1 gebėjimo lygio, nes yra dengiami tik iš dalies.

3.2. CMMI-DEV atvaizdavimas į pakopinį ISO/IEC 15504

Šiame poskyryje pristatomas CMMI-DEV V1.3 brandos lygių atvaizdavimas į ISO/IEC 15504-7:2008 brandos lygius. Atlikus atvaizdavimą gaunamas toks ISO/IEC 15504-7 brandos lygis, kad realiai įvertintas įmonės brandos lygis bus ne mažesnis, nei gautas atlikus atvaizdavimą.

Šiame atvaizdavime panaudotas 1 pav. pateiktas algoritmas. Reikia patikslinti tik sąlygą „Įvertinimas pakankamas“. Ši sąlyga yra teisinga, kai bendroji savybė įvertinama F arba L, kitais atvejais įvyksta sąlyga „Įvertinimas nepakankamas“. Vardinis procesas gauna pirmąjį gebėjimo lygį, jei pirmoji bendroji savybė yra įvertinta L arba F.

Pakopinėje architektūroje procesų yra gerokai mažiau, nes į pakopinio modelio privalomus procesus įeina ne visi procesai iš tolydinio modelio, kiti procesai yra tik papildomi, priklausomai nuo įmonės veiklos. Pavyzdžiui, *ENG.11 Programinės įrangos instaliavimas* yra privalomas procesas tik tada, jei organizacija yra atsakinga už programinės įrangos instaliavimą kliento aplinkoje.

Atvaizdavimų rezultatai pateikti 3 pav., kur juodi rėmeliai rodo ISO/IEC 15504 atitinkamo brandos lygio procesus ir jų gebėjimo lygius. Antrąjį CMMI brandos lygį atitinkančiame stulpelyje nėra skilties GL3, nes ISO/IEC 15504 procesai negali pasiekti 3 brandos lygio, jei CMMI proceso sritys nepasiekia 3 gebėjimo lygio.

ISO/IEC 15504 procesai	BL2			BL3			BL4			BL5		
	GL1	GL2		GL1	GL2	GL3	GL1	GL2	GL3	GL1	GL2	GL3
	N	P	I	N	P	I	N	P	I	N	P	I
ENG.1 Reikalavimų išsiaiškinimas												
ENG.4 Programinės įrangos reikalavimų analizė												
ENG.5 Programinės įrangos projektavimas												
ENG.6 Programinės įrangos projekto realizavimas												
ENG.7 Programinės įrangos integravimas												
ENG.8 Programinės įrangos testavimas												
SPL.2 Produkto laida												
MAN.3 Projekto valdymas												
MAN.5 Rizikos valdymas												
SUP.1 Kokybės užtikrinimas												
SUP.2 Verifikavimas												
SUP.7 Dokumentavimas												
SUP.8 Konfigūracijos valdymas												
SUP.9 Problemų sprendimo valdymas												
SUP.10 Keitimų poreikio valdymas												
MAN.2 Organizacijos valdymas												
MAN.4 Kokybės valdymas												
MAN.6 Matavimai												
PIM.1 Proceso įtvirtinimas												
PIM.2 Proceso vertinimas												
PIM.3 Proceso gerinimas												
RIN.1 Personalo vadyba												
RIN.2 Apmokymai												
RIN.3 Žinių valdymas												
RIN.4 Infrastruktūra												
SUP.5 Auditas												
QNT.1 Kiekvbinis proceso efektyvumo valdymas												
QNT.2 Kiekvbinis proceso gerinimas												

3 pav. CMMI-DEV brandos lygių atvaizdavimas į ISO/IEC 15504 brandos lygius

Antrasis brandos lygis. CMMI 2 brandos lygis iš dalies padengia 3 iš 7 ISO/IEC 15504 pirmojo brandos lygio procesų. Todėl galima teigti, kad įmonė turinti CMMI 2 brandos lygį, atitinka ISO/IEC 15504 nulinį brandos lygį, taigi tokia organizacija būtų laikoma turinčia nebrandų procesą. Taip atsitinka dėl skirtingo požiūrio į pirmą vertinamą pakopą (CMMI atveju 2 lygis, o ISO/IEC 15504 atveju 1 lygis). CMMI 2 brandos lygis apima priežiūrą ir projekto valdymą, kai ISO/IEC 15504 išskirtinai apima inžinerinius procesus. Tai rodo skirtingą požiūrį nuo ko įmonė turi pradėti gerinti savo visuminį procesą. CMMI brandos lygiai jau yra nusistovėję, per 20 metų mažai pakito, o ISO/IEC 15504 yra naujas brandos modelis, kuris remiasi CMMI brandos lygiais. CMMI 2 brandos lygis dengia nemažai procesų iš 2 ISO/IEC 15504 brandos lygio. ISO/IEC 15504 2 brandos lygio procesai, kurie papildomai prisideda prie 1 brandos lygio dengiami labiau CMMI 2 brandos lygio: 3 procesai pasiekia 2

gebėjimo lygį, o kiti procesai, kurių nėra 1 brandos lygyje taip pat bent iš dalies dengiami.

Trečias brandos lygis. Organizacija, turinti CMMI 3 brandos lygį, gautų ne mažesnę kaip 1 brandos lygį pagal ISO/IEC 15504, nes visi pirmojo lygio procesai yra atvaizduojami pilnai. Daugiau kaip pusė antrojo brandos lygio procesų pasiekia trečiąjį gebėjimo lygį, tačiau du procesai pasiekia tik 1 gebėjimo lygį, o *SUP.7 Dokumentavimas* padengiamas tik iš dalies. CMMI nėra išreikštinai vertinamas dokumentavimo procesas, tačiau jo požymių yra kitose proceso srityse, bet ne taip detalai kaip ISO/IEC 15504 atveju. Galima visgi daryti išvadą, kad organizacija, turinti 3 brandos lygį pagal CMMI, tikrai turėtų būti apsibrėžusi taisykles ir procedūras, kaip yra sudaromi ir saugomi dokumentai, net jei tai nėra vertinama, todėl tokia organizacija atlikdama realų vertinimą pagal ISO/IEC 15504 šį procesą vykdytų pilnai. Kitų dviejų procesų analogų CMMI taip pat nėra, tiek *SUP.9 Problemų sprendimo valdymas* tiek *SUP.10 Keitimų poreikio valdymas* procesai iš dalies yra atvaizduojami iš įvairių CMMI proceso sričių, todėl pilnas padengimas nesusidaro, nors ir įmonė realiai vykdo šiuos procesus pilnai. Įmonė, turinti CMMI 3 brandos lygį, bus 2 brandos lygio pagal ISO/IEC 15504.

Ketvirtasis ir penktasis brandos lygiai. Abiejų CMMI brandos lygių proceso sritys padengia atitinkamų lygių ISO/IEC 15504 brandos lygių procesus, tačiau didelė dalis 3 brandos lygio procesų lieka nepadengta, todėl organizacija, turinti 4 ar 5 brandos lygį pagal CMMI, užtikrintai turės 1 brandos lygį, tikėtina, kad gali pasiekti ir 2 brandos

lygį pagal ISO/IEC 15504. Tačiau ankstesniame poskyryje buvo išsiaiškinta, kad ISO/IEC 15504 yra platesnis modelis, apimantis daugiau procesų negu CMMI, todėl CMMI brandos lygių atvaizdavimas negali užtikrinti aukštesnės brandos pagal ISO/IEC 15504. ISO/IEC 15504 apima organizacijos ir žinių valdymo gerąsias praktikas, kurių CMMI nėra; auditas, infrastruktūra, dokumentavimas, personalo valdymas taip pat yra mažai minimi CMMI-DEV modelyje, bet tai nereiškia, kad organizacija nevykdo šių praktikų.

3.3. ISO/IEC 15504 atvaizdavimas į tolydinį CMMI-DEV

Po CMMI atvaizdavimų į ISO/IEC 15504, buvo atlikti ir priešingi atvaizdavimai, nes tiesioginiame atvaizdavime nesimato tų vardinių procesų praktikų, kurių iš viso nėra kitame modelyje. Atvaizdavus CMMI į ISO/IEC 15504, nesimatė, kas iš CMMI nebuvo atvaizduota į ISO/IEC 15504, todėl reikia atlikti priešingą atvaizdavimą.

Laikomasi tokių atvaizdavimo taisyklių: ISO/IEC 15504-5 proceso bazinės praktikos yra atvaizduojamos į CMMI specifines praktikas, o bendrosios praktikos tarpusavyje, kaip pateikta 5 lentelėje. Kadangi tiek ISO/IEC 15504-5 bazinės praktikos, tiek CMMI specifinės praktikos skirtos pasiekti vardinių procesų tikslus. Skirtumas nuo prieš tai buvusių atvaizdavimų tik tas, kad CMMI vardiniai procesai neturi NPLF įvertinimo procentais, todėl pirmojo lygio gebėjimo atvaizdavimas nebus sugraduotas NPLF skalėje, tačiau 1 gebėjimo lygio įvertinimas bus gautas, jei vardinio proceso visos praktikos yra atvaizduotos daugiau kaip 50% (didžiąja dalimi).

CMMI-DEV gebėjimų profiliai atitinkantys ISO/IEC 15504 brandos lygius yra pavaizduoti 4 pav., kur „BL“ – ISO/IEC 15504 brandos lygiai, o „GL“ – CMMI gebėjimo lygiai. Proceso sritys išrikiuotos pagal originalų pavadinimą abėcėlės tvarka, kaip yra pateikta CMMI modelio specifikacijoje.

CMMI-DEV proceso sritys	BL1	BL2		BL3	GL3	BL4		GL3	BL5			
	GL	GL1	GL2	GL1	GL2	GL3	GL1	GL2	GL3	GL1	GL2	GL3
Esminių nukrypimų priežasčių analizė												
Konfigūracijos valdymas												
Sprendimų analizė ir pasirinkimas												
Integruotas projektų valdymas												
Matavimai ir analizė												
Organizacijos proceso apibrėžimas												
Organizacijos požiūris į procesą												
Organizacijos efektyvumo valdymas												
Organizacijos proceso efektyvumas												
Organizacijos mokymai												
Produkto integravimas												
Projekto stebėjimas ir kontrolė												
Projekto planavimas												
Proceso ir produkto kokybės užtikrinimas												
Kiekybinis projektų valdymas												
Reikalavimų specifikavimas												
Reikalavimų valdymas												
Rizikos valdymas												
Sutarčių su tiekėjais valdymas												
Techninis sprendimas												
Validavimas												
Verifikavimas												

4 pav. CMMI gebėjimo profiliai, atitinkantys ISO/IEC 15504 brandos lygius

Pirmasis brandos lygis. CMMI procesų gebėjimo profilis, atitinkantis 1 brandos lygį, susideda iš 4 proceso sričių pasiekusių 1 gebėjimo lygį ir 1 proceso srities nepasiekusios 1 gebėjimo lygio, tačiau kuriuose iš dalies įgyvendinti specifiniai tikslai. Kadangi ISO/IEC 15504 pirmasis brandos lygis susideda iš inžinerinių procesų, tai natūralu, kad ir CMMI dengiamos inžinerinės proceso sritys.

Antrasis ir trečiasis brandos lygiai. Atlikus ISO/IEC 15504 2 brandos lygio atvaizdavimą ankstesnės keturios proceso sritys pasiekusios 1 gebėjimo lygį ir naujos 5 proceso sritys pasiekia antrąjį gebėjimo lygį. Galutinai pasiekti *Reikalavimų valdymo* specifiniai tikslai ir ši proceso sritis pasiekia 2 gebėjimo lygį, kadangi 1 brandos lygiui trūko valdymo ir

palaikymo procesų, kurie yra įtraukti į ISO/IEC 15504 2 brandos lygį ir pilnai padengė *SP 1.5 Užtikrinti darbo produktų bei reikalavimų atitikimą* specifinę praktiką iš *MAN.3 Projekto valdymo* ir *SUP.10 Keitimų poreikio valdymas* procesų. Dar dvi inžinerinės proceso sritys *Validavimas* ir *Verifikavimas* pasiekia pirmąjį gebėjimo lygį, o 4 proceso sritys iš dalies dengiamos. ISO/IEC 15504 2 brandos lygis dengia visas inžinerines proceso sritis.

Atlikus ISO/IEC 15504 3 brandos lygio atvaizdavimą didžioji dalis proceso sričių pasiekia 3 gebėjimo lygį. Bent iš dalies yra dengiamos visos proceso sritys išskyrus *Sprendimų analizės ir pasirinkimo* proceso sritį, kuri yra už ISO/IEC 15504-7 modelio dalykinės srities ribų. Naujoje ISO/IEC 15504-5:2012 versijoje jau yra įtraukta ši dalykinė sritis, todėl, tikėtina, kad ir naujoje pakopinės architektūros versijoje ši proceso sritis bus pilnai atvaizduota.

Kita proceso sritis, kuri dengiama tik iš dalies – *Sutarčių su tiekėjais valdymas*. Taip atsitinka dėl to, kad į ISO/IEC 15504 pakopinį modelį nėra įtraukti procesai, kurie pilnai dengia šią proceso sritį – ACQ.3-5, jie yra prie papildomų 2 brandos lygio procesų aibės, kurie privalomi organizacijoms, kai produktų ar paslaugų tiekėjai dalyvauja projektų eigoje, tuomet šie procesai yra vertinami norint pasiekti 2 brandos lygį, tai ir CMMI *Sutarčių su tiekėjais valdymo* proceso sritis bus atvaizduota pilnai.

Ketvirtasis ir penktasis brandos lygiai. Atvaizdavus 4 ir brandos lygius visos proceso sritys pasiekė 3 brandos lygį išskyrus dvi, iš kurių viena yra prie papildomų procesų, o antroji už ISO/IEC 15504

dalykinės srities ribų. Galima daryti išvadą, kad naujas ISO/IEC 15504-7 dengs visą CMMI-DEV modelį. Tačiau, į ISO/IEC 15504 pakopinį modelį neįeina dalis procesų iš tolydinio modelio, vadinasi visi procesai, kurie yra tolydiniame modelyje, bet nėra pakopiniame, yra už CMMI-DEV dalykinės srities ribų, išskyrus įsigijimų procesų grupę. Tai parodo, kad ISO/IEC 15504 yra ženkliai didesnės apimties negu CMMI-DEV modelis.

3.4. ISO/IEC 15504 atvaizdavimas į pakopinį CMMI-DEV

CMMI-DEV brandos lygiai yra nustatomi atvaizdant į CMMI tolydinį modelį pagal gautus gebėjimo profilius, kurie buvo pateikti ankstesniame poskyryje. CMMI-DEV brandos lygis yra pasiektas, jei gebėjimo profilis yra lygus ar didesnis už tikslinį atitinkamo brandos lygio profilį. Atvaizdavimo rezultatai pateikti 5 pav. Juodi rėmeliai apima gebėjimo profilius, atitinkančius CMMI-DEV brandos lygius.

CMMI-DEV proceso sritys	BL1	BL2		BL3			BL4			BL5		
	GL	GL1	GL2	GL1	GL2	GL3	GL1	GL2	GL3	GL1	GL2	GL3
Konfigūracijos valdymas												
Matavimai ir analizė												
Projekto stebėjimas ir kontrolė												
Projekto planavimas												
Proceso ir produkto kokybės užtikrinimas												
Reikalavimų valdymas												
Sutarčių su tiekėjais valdymas												
Sprendimų analizė ir pasirinkimas												
Integruotas projektų valdymas												
Organizacijos proceso apibrėžimas												
Organizacijos požiūris į procesą												
Organizacijos mokymai												
Produkto integravimas												
Reikalavimų specifikavimas												
Rizikos valdymas												
Techninis sprendimas												
Validavimas												
Verifikavimas												
Organizacijos proceso efektyvumas												
Kiekybinis projektų valdymas												
Esminių nukrypimų priežasčių analizė												
Organizacijos efektyvumo valdymas												

5 pav. ISO/IEC 15504 brandos lygių atvaizdavimas į CMMI brandos lygius

Pirmasis brandos lygis. ISO/IEC 15504 1 brandos lygis

atvaizduotas į 5 proceso sritis, iš kurių 4 pasiekė 1 gebėjimo lygį, išskirtinai šios proceso sritys yra iš inžinerinių proceso sričių kategorijos, kadangi ISO/IEC 15504 1 brandos lygis taip pat apima inžinerinius procesus. Tačiau ISO/IEC 15504 pirmasis brandos lygis neturi analogo CMMI pakopiniame modelyje, todėl CMMI šiuo atveju yra pasiektas 1 brandos lygis, kuris neturi jokių reikalavimų. Kadangi CMMI pirmas vertinamas brandos lygis reikalauja, kad proceso sritys pasiektų bent 2 gebėjimo lygį, kai ISO/IEC 15504 1 brandos lygiui užtenka, kad procesai pasiektų 1 gebėjimo lygį.

Antrasis brandos lygis. ISO/IEC 15504 2 brandos lygis taip pat negarantuoja aukštesnio kaip 1 CMMI brandos lygio, nes nepadengta *Matavimų ir analizės* proceso sritis, o *Sutarčių su tiekėjais valdymo* proceso sritis yra neprivaloma CMMI 2 brandos lygiui, jei organizacija pati neatlieka sutarčių valdymo. Tikėtina, kad organizacija, turinti 2 brandos lygį pagal ISO/IEC 15504, atlieka ir matavimus, bei juos analizuoja, tiesiog šis procesas dar nėra vertinamas (jis yra iš 3 brandos lygio), todėl yra didelis tikėtinumai, kad 2 brandos lygio ISO/IEC 15504 organizacija gautų ir 2 CMMI brandos lygį. Visos inžinerinės proceso sritys pasiekia bent 1 gebėjimo lygį, vadinasi yra padengtos bent didžiąja dalimi.

Trečiasis brandos lygis. ISO/IEC 15504 3 brandos lygis užtikrina 2 CMMI brandos lygį, nes visos privalomos proceso sritys pasiekia 3 gebėjimo lygį (*Sutarčių su tiekėjais valdymo* proceso sritis nėra privaloma). Norint, kad ISO/IEC 15504 3 brandos lygis užtikrintų CMMI 3 brandos lygį, trūksta *Sprendimų analizė ir pasirinkimas* proceso srities

atvaizdavimo. Šią proceso sritį dengia *PRO.3 Sprendimų valdymas* procesas iš ISO/IEC 15504-5 naujos versijos (2012 metų). Tikėtina, kad atnaujintame ISO/IEC 15504-7 pakopiniame modelyje taip pat bus įtrauktas šis procesas ir tuomet ISO/IEC 15504 3 brandos lygį turinti organizacija gali tikėtis turėti ir CMMI 3 brandos lygį.

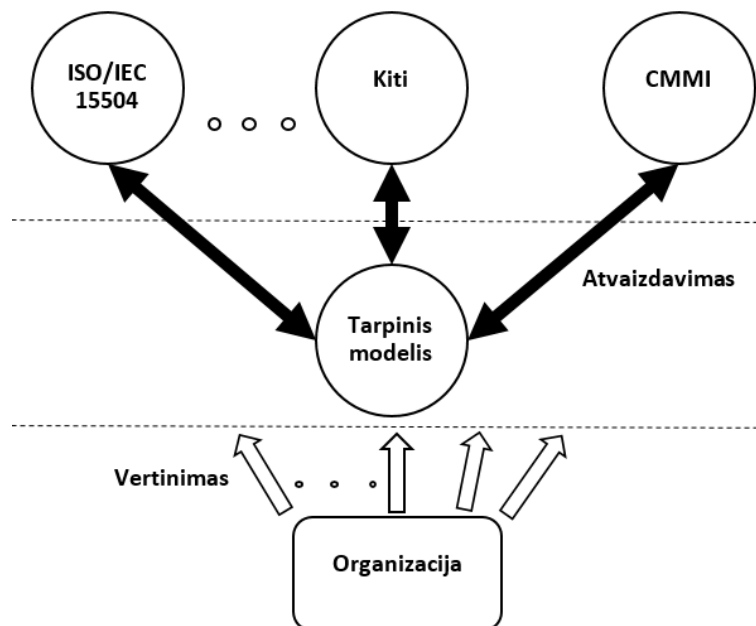
Ketvirtasis ir penktasis brandos lygiai. Atitinkamai 4 ir 5 brandos lygiai padengia CMMI 4 ir 5 brandos lygiams priklausančias proceso sritis. Lieka nepadengtos tos pačios dvi proceso sritys, kaip ir 3 brandos lygyje. Todėl, darant prielaidą, kad į naująjį pakopinį ISO/IEC 15504 modelį bus įtrauktas sprendimų valdymas, ISO/IEC 15504 4 brandos lygis galės suteikti CMMI 4 brandos lygį, analogiškai ir su 5 brandos lygiu.

3.5. Apibendrinimas

Atlikus abipusius atvaizdavimus tarp modelių, išaiškėjo jų neatitikimai. ISO/IEC 15504 yra detalesnis ir platesnės apimties modelis nei CMMI-DEV. ISO/IEC 15504 iš esmės dengia visą CMMI-DEV modelį. ISO/IEC 15504-5:2006 nieko nėra tik apie sprendimų analizę, tačiau ši sritis padengta naujajame ISO/IEC 15504-5:2012 modelyje. CMMI-DEV nepilnai dengia ISO/IEC 15504 modelio resursų ir infrastruktūros procesų grupę, taip pat iš dalies dengia kai kuriuos procesus iš palaikymo procesų grupės, nieko neužsimena apie organizacijos ir žinių valdymą. Šie abipusiai atvaizdavimai buvo pristatyti [94], [96], [97] straipsniuose.

4. Tarpinis procesų vertinimo modelis

Tarpinis programų kūrimo procesų vertinimo modelis konstruojamas norint gauti kelis vertinimo rezultatus, atlikus vieną organizacijos procesų vertinimą, taip išsprendžiant keleriopo vertinimo problemą. Tokio tarpinio modelio ryšiai su kitais vertinimo modeliais pavaizduoti 6 pav. Organizacija, turėdama vertinimo rezultatus pagal bet kurį procesų vertinimo modelį, gali juos atvaizduoti į visus kitus modelius, įtrauktus į tarpinį modelį. Pirmiausia į tarpinį modelį yra įtraukiamas tarptautinis standartas – ISO/IEC 15504, vėliau CMMI-DEV ir kiti modeliai.



6 pav. Organizacijos vertinimo rezultatų atvaizdavimas tarp modelių

Galima vertinti organizacijos procesų gebėjimą ir tiesiai pagal TPAM, o tik tada atlikti atvaizdavimus į kitus įtrauktus modelius. Tokiu būdu yra užtikrinama, kad vertinimas yra atliekamas didžiausia apimtimi.

Į TPAM įtraukiant modelius, TPAM praktikos skaidosi ir artėja prie atominės apimties, kai jų suskaidyti jau negalima. Toks idealus tarpinis modelis gali būti apibrėžtas kaip universalioji aibė $U = \{a_1, a_2, a_3, \dots, a_n\} = \{a: a - \text{atomai}\}$, o $\forall TPAM \in P(U), \forall PAM \in P(U)$, kur $P(U)$ yra universaliosios aibės poaibių aibė, o kiekviena TPAM ir PAM praktika yra $P(U)$ aibės elementas. Apskaičiuojant, kiek TPAM praktika dengia PAM praktiką, naudojama aibių galia (1):

$$\begin{aligned}
 P &= \{p_1, p_2, \dots, p_n\}, |P| = n, \\
 TP &= \{t_1, t_2, \dots, t_m\}, |TP| = m, \\
 &\text{tai } P \text{ praktika dengiama } m/n \text{ dalimi,} \\
 &\text{kuri vadinama } TP \text{ praktikos svoriu.}
 \end{aligned}
 \tag{1}$$

Čia yra pateikiami šeši reikalavimai, kuriuos turi tenkinti tarpinis programų kūrimo procesų vertinimo modelis:

1. Vieninga įtraukiamų vertinimo modelių terminija.
2. Vieningas modelių aprašymas.
3. Empirinis ir aprašomasis modelis.
4. Naujo PAM įtraukimo metodika.
5. Vertinimo rezultatų interpretavimas.
6. Vertinimo rezultatų atvaizdavimas.

Žemiau aprašomi šių reikalavimų įgyvendinimas konstruojant tarpinį modelį. Įgyvendinus šiuos reikalavimus, kurie buvo aprašyti [98] straipsnyje, TPAM gali atlikti vertinimo rezultatų atvaizdavimus pagal įvairius PAM. Reikalavimų įgyvendinimas konstruojant TPAM buvo publikuotas [99]–[101] darbuose. Taip pat yra pasiūlytas automatizuotas vertinimo įrankis, kur atvaizduoja įvestus vertinimo rezultatus pagal kitą

norimą PAM.

4.1. Vieninga įtraukiamų vertinimo modelių terminija

Norint pristatyti, aprašyti ar kitaip naudoti bendrąsias vertinimo modelių savybes nėra aišku, kokius terminus naudoti, nes nėra nusistovėjusios vieningos terminijos. Pavyzdžiui, tai, kas ISO/IEC 15504 vadinama procesu, CMMI vadinama proceso sritimi; tai, kas ISO/IEC 15504 yra vadinama proceso atributais, CMMI vadinama bendraisiais tikslais. Tokiu būdu nuolat reikia konkretizuoti, kurio modelio terminais remiasi aprašymas. Dėl skirtingų terminų ir apibrėžimų ne visada galima vienareikšmiškai nustatyti vieno modelio savybių atitikmenis kitame modelyje. Tokia padėtis netenkina, todėl reikalinga sukurti ontologiją, kuri susietų skirtingų modelių terminus ir ryšius tarp jų.

Naudojant vieningą terminiją (su vienoda semantika), yra aišku, kokie objektai atitinka juos kituose procesų vertinimo modeliuose. Taip pat, norint prie tarpinio modelio pridėti naujus procesų vertinimo modelius, reikia žinoti, kaip naujo procesų vertinimo modelio objektus suderinti su šia terminija. Tai kartu padeda nustatyti, ar naują PAM apskritai galima pridėti prie esamo tarpinio modelio, jei naujame modelyje nėra terminijos atitikmenų, galima daryti išvadą, kad jis yra nesuderinamas su kitais vertinimo modeliais, arba bandoma pridėti net ne procesų vertinimo modelį.

Įgyvendinant šį reikalavimą, visiems terminams, kurie semantiškai turi atitikmenis CMMI ir ISO/IEC 15504 modeliuose, reikia priskirti vieningus pavadinimus. Šie terminai yra naudojami aprašant procesų

vertinimą, taip pat naudojami TPAM apibrėžime. CMMI ir Automotive SPICE terminai susieti [88] darbe, tačiau šiame darbe nėra pasiūlyto bendro termino vienodoms sąvokoms. CMMI ir Automotive SPICE terminų susiejimas yra tinkamas ir CMMI bei ISO/IEC 15504-5 sąvokoms susieti, nes Automotive SPICE remiasi tuo pačiu etaloniniu procesų modeliu kaip ir ISO/IEC 15504-5. TPAM terminų susiejimas sutampa su CMMI ir Automotive SPICE terminų susiejimu. TPAM terminija ir ryšiai su populiariausiais modeliais pateikti 7 lentelėje. TPAM terminai taip pat naudojami kaip vieningi įtraukiamų vertinimo modelių terminai.

7 lentelė. TPAM terminija

TPAM	ISO/IEC 15504	CMMI
Visuminis procesas	-	Procesas
Vardinis procesas	Procesas	Proceso sritis
Tikslas	Proceso tikslas	Tikslo formuluotė
Rezultatas	Proceso rezultatas	Specifinis tikslas
Praktika	Bazinė praktika	Specifinė praktika
Bendroji savybė	Proceso atributas	Bendrasis tikslas
Bendroji praktika	Bendroji praktika	Bendroji praktika
Praktikos gebėjimas	-	-
Praktikos svoris	-	-
Gebėjimo lygis	Gebėjimo lygis	Gebėjimo lygis

Visi įtraukiami vertinimo modeliai neturi oficialių vertimų į lietuvių kalbą, todėl 8 lentelėje pateikiami originalūs ISO/IEC 15504 ir CMMI terminai, taip pat pasiūlytas TPAM vieningų terminų vertimas į anglų kalbą. Šie terminai buvo pristatyti [100] konferencijoje ir konferencijos medžiagoje.

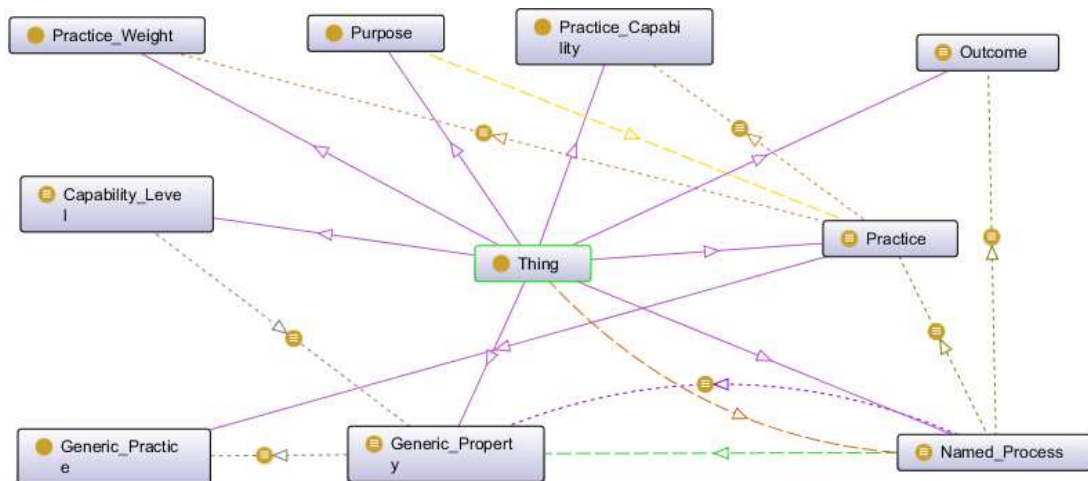
CMMI ontologija buvo pasiūlyta [102], [103] darbuose, kuria

remiantis buvo sukonstruota TPAM ontologija, kuri pasiekama internete¹.

Grafiškai TPAM ontologija pavaizduota 7 pav.

8 lentelė. Angliška TPAM terminija

TPAM	ISO/IEC 15504	CMMI
Organizational Process	-	Process
Named Process	Process	Process Area
Purpose	Process Purpose	Purpose Statement
Outcome	Process Outcome	Specific Goal
Practice	Base Practice	Specific Practice
Generic Property	Process Attribute	Generic Goal
Generic Practice	Generic Practice	Generic Practice
Practice Capability	-	-
Practice Weight	-	-
Capability Level	Capability Level	Capability Level



7 pav. TPAM ontologijos grafinis pavaizdavimas

Visuminis procesas susideda iš vardinių procesų. CMMI atveju visuminis procesas atitinka proceso sąvoką. ISO/IEC 15504 tokios sąvokos neturi, nes pirmiausia ISO/IEC 15504 buvo tolydinis modelis, kur buvo apibrėžiami procesai, kiekvienas iš jų buvo atskirai vertinamas

¹ <http://uosis.mif.vu.lt/~stasys/TPAM/TPAM.owl>

ir sudaromas gebėjimo profilis. CMMI pirmiausia buvo pakopinis, o pakopa parodo būtent visuminio proceso brandos lygį, todėl CMMI ši sąvoka buvo būtina.

Vardiniai procesai turi tikslą ir rezultatus. Rezultatai apibrėžia unikalias savybes, kurios turi būti įgyvendintos, siekiant vardinio proceso tikslo. Praktikos padeda pasiekti rezultatus. Įgyvendintos praktikos pasiekia proceso rezultatus. Rezultatai atitinka specifinius tikslus CMMI modelyje. Specifiniai tikslai yra privalomi modelio komponentai, kurie apibrėžia unikalias savybes, kurios turi būti įgyvendintos, norint patenkinti proceso sritį (vardinį procesą CMMI terminais). CMMI specifiniai tikslai semantiškai atitinka ISO/IEC 15504 rezultatus, nes padeda pasiekti vardinio proceso tikslą.

Bendrosios savybės – terminas, kuris apibrėžia vardinio proceso įvertinimą gebėjimo dimensijos skalėje. Bendrosios savybės taikomos visiems vardiniams procesams, jos yra tapačios proceso atributams ISO/IEC 15504 modelyje ir bendriesiems tikslams CMMI. Bendrosios praktikos – veiklos, kurios aprašo rekomendacijas, kaip įgyvendinti bendrąsias savybes.

Proceso rezultatai, tikslai ir praktikos yra privalomi komponentai tarpiniame modelyje. TPAM privaloma gauti rezultatus, kad būtų įgyvendintas vardinio proceso tikslas. Rezultatai gaunami, kai įgyvendinamos TPAM praktikos. TPAM yra įvesta nauja sąvoka – praktikos svoris. Praktikos svoris matuojamas procentais, kokią dalį atvaizduojamos praktikos ji dengia, praktikų svoris apibrėžtas (1).

TPAM yra tolydinis procesų vertinimo modelis, todėl reikia

apibrėžti gebėjimo dimensiją. Gebėjimo dimensija susideda iš bendrųjų savybių ir kiekviena bendroji savybė tenkinama, kai įgyvendintos bendrosios praktikos. TPAM gebėjimo lygiai pateikti 9 lentelėje, kartu parodomas ryšys ir su ISO/IEC 15504, bei CMMI gebėjimo lygiais, šie gebėjimo lygių ryšiai yra pateikti [44] darbe. TPAM gebėjimo lygiai sutampa su ISO/IEC 15504 standartu.

9 lentelė. Gebėjimo lygiai

Lygis	TPAM	ISO/IEC 15504	CMMI
0	nevykdomas		nevykdoma
1	vykdomas		vykdoma
2	valdomas		valdoma
3	apibrėžtas		apibrėžta
4	prognozuojamas		
5	optimizuojamas		

Praktikos gebėjimo termino kituose vertinimo modeliuose nėra. Ši sąvoka reikalinga norint tarpiniame modelyje išsaugoti įtrauktų modelių bendrųjų praktikų procentinį įvertinimą, kuriuos turi kiekvienas vardinis procesas pasiekęs tam tikrą gebėjimo lygį. Kadangi tarpinio modelio vardiniai procesai yra sudaryti iš kitokių praktikų nei įtrauktų modelių, todėl, jei įtraukiamas modelis turi N gebėjimo lygį, tai negalima teigti, kad tarpinio modelio vardinis procesas irgi turi N gebėjimo lygį, nes didžioji dalis praktikų skirsis. Tarpinio modelio vardiniai procesai yra sudaryti iš kelių skirtingų modelių, todėl vardinio proceso gebėjimo lygis (bendrųjų praktikų procentinis įvertinimas) perkeliamas ant jį sudarančių praktikų. Tai nereiškia, kad praktikos turi gebėjimą, taip yra daroma dėl to, kad nebūtų prarandama informacija apie aukštesnius nei pirmojo lygio gebėjimus. Šiuo būdu tarpinio modelio praktikos atvaizdavimo metu

perneša gebėjimą į kitą modelį. Gauti praktikų gebėjimai perkeliama vėl į vardinio proceso gebėjimą.

Vardinių procesų gebėjimo vertinimas taip pat sutampa su ISO/IEC 15504-2 dalyje apibrėžtu vertinimu. Nulinis gebėjimo lygis suteikiamas automatiškai vardiniams procesams, jei yra mažai ar visai nėra įrodymų apie proceso tikslų pasiekimą. Norint vardiniam procesui pasiekti pirmąjį gebėjimo lygį, jo bendrosios savybės turi būti didžiaja dalimi arba pilnai tenkinamos. Norint pasiekti N gebėjimo lygį (kai $N > 1$), nuo 1 iki $N-1$ lygių bendrosios savybės turi būti tenkinamos pilnai, o N lygio bendrosios savybės – didžiaja dalimi arba pilnai.






Įtraukiant naują modelį į TPAM, pirmiausia reikia suderinti jų terminus, jos turi atitikti 7 lentelėje apibrėžtus terminus ir jų tarpusavio ryšius.

4.2. Vieningas modelių aprašymas

Naudojantis apibrėžta terminija reikia vieningai aprašyti tarpinį procesų vertinimo modelį, taip pat ir kitus įtraukiamus vertinimo modelius, kad visų apibrėžimai būtų tokios pačios struktūros. Pageidautina, kad vieninga struktūra turėtų ir vizualų atvaizdavimą. Vieningas modelių aprašymas išryškina modelių struktūrinius panašumus, tuomet yra paprasčiau atlikti naujo modelio įtraukimą į tarpinį modelį. Vizualus modelio vaizdavimas palengvina tarpinio modelio praktinį naudojimą. Esamų vertinimo modelių aprašymai yra tekstiniuose dokumentuose, todėl yra sudėtinga nestruktūrizuotu tekstu naudotis, iš esmės jie tinkami tik nuosekliam skaitymui, o ne greitai informacijos paieškai.

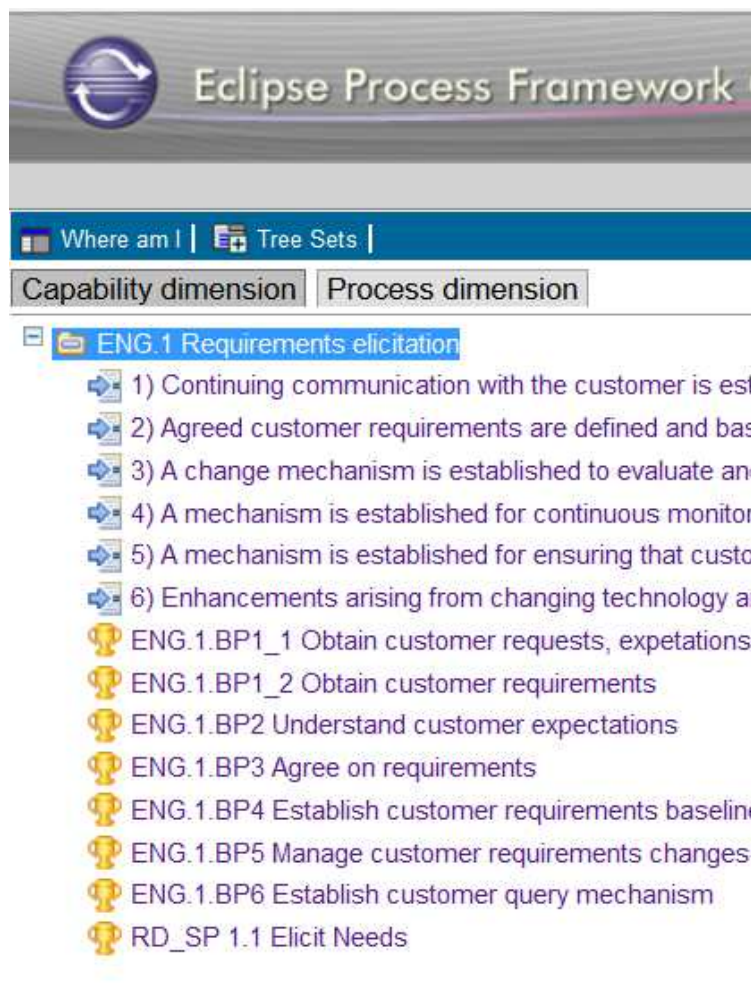
Suradus ryšius tarp įtraukiamų modelių terminų, reikia juos aprašyti vienoda struktūra. Modeliai aprašomi pagal metamodelių konstrukcijas ir jų prasmę, todėl pasirinktas metamodelis, kuris turi vizualaus atvaizdavimo įrankį ir pagal jo modeliavimo konstrukcijas galima modeliuoti procesų vertinimo modelius. Procesų vertinimo modeliams aprašyti labiausiai tinkamas SPEM metamodelis. SPEM turi savo terminiją, todėl reikia atlikti SPEM ir TPAM terminų sugretinimą, o tada modelių aprašymą pagal SPEM metamodelį. Atitinkantys terminai pateikti 10 lentelėje.

10 lentelė. Ryšiai tarp TPAM ir SPEM

TPAM	SPEM	SPEM piktograma
Visuminis procesas (angl. <i>Organizational Process</i>)	Proceso dimensija (angl. <i>Process dimension</i>)	
Vardinis procesas (angl. <i>Named Process</i>)	Kategorija (angl. <i>Category</i>)	
Tikslas (angl. <i>Purpose</i>)	Tikslas (angl. <i>Purpose</i>)	n/a
Rezultatas (angl. <i>Outcome</i>)	Rezultatas (angl. <i>Outcome</i>)	
Praktika (angl. <i>Practice</i>)	Praktika (angl. <i>Practice</i>) ²	
Bendroji savybė (angl. <i>Generic Property</i>)	Užduotis (angl. <i>Task</i>)	
Bendroji praktika (angl. <i>Generic Practice</i>)	Žingsnis (angl. <i>Step</i>)	n/a
Praktikos gebėjimas (angl. <i>Practice Capability</i>)	Nėra, nes šie terminai naudojami procesų vertinimui, o ne vaizdavimui	
Praktikos svoris (angl. <i>Practice Weight</i>)		
Gebėjimo lygis (angl. <i>Capability Level</i>)		

² Pateikta piktograma yra iš EPF įrankio, SPEM nėra nustatytos praktikos piktogramos.

SPEM metamodelis turi vizualaus vaizdavimo įrankį – EPF, kuriuo yra aprašomas TPAM. Šis įrankis sugeneruoja svetainę, kurią galima patalpinti internete ir padaryti viešai prieinamą naudotojams, kurie gali nagrinėti tarpinio modelio vizualizavimą. TPAM vizualaus aprašo fragmentas pateiktas 8 pav.



8 pav. TPAM fragmentas SPEM metamodelyje

Išėjus naujai kurio nors modelio versijai, TPAM pasipildo naujomis praktikomis, senosios pasikoreguoja, atitinkamai pakoreguojamas ir TPAM aprašas SPEM metamodeliu, kad liktų suderintas su naujai įtrauktu modeliu.

Tarpinis modelis konstruojamas ta kalba, kokia yra pirmasis

įtraukiamas modelis. ISO/IEC 15504 modelis yra parašytas anglų kalba, o oficialaus vertimo į lietuvių kalbą neturi, todėl tarpinis programų kūrimo procesų vertinimo modelis yra konstruojamas anglų kalba. Jei yra poreikis, galutinę TPAM versiją galima išversti ir į kitas kalbas.

4.3. Empirinis ir aprašomasis modelis

Tarpinis modelis turi remtis geriausiomis atstovaujamos dalykinės srities praktikomis. Įmonių programų kūrimo procesą geriausiai atspindi iš jų pačių kilusios bei sėkmingai išbandytos teorinės praktikos, o ne formaliai sukurtas teorinis procesas, kuris nebuvo išbandytas realių organizacijų veiklose. Vertinimo modelio procesai turi aprašyti „ką daryti“, o ne „kaip daryti“, į pastarąjį klausimą paliekama atsakyti sistemų kūrimo procesams.

Kuriant TPAM praktikas, būtina laikytis dviejų taisyklių. Pirmą, TPAM praktikos turi būti tokios, kad apibrėžtų aprašomą ir analizuojamą programinės įrangos procesą ir, antra, jos taip formuluojamos, kad atsakytų į klausimą „ką daryti“. Visos TPAM praktikos turi turėti šaltinius, t. y. visos turi kilti iš įtrauktų modelių, o ne atsirasti papildomai. Jei įtraukiamame modelyje yra praktikų, kurios neatitinka šių taisyklių, jos nėra traukiamos į TPAM.

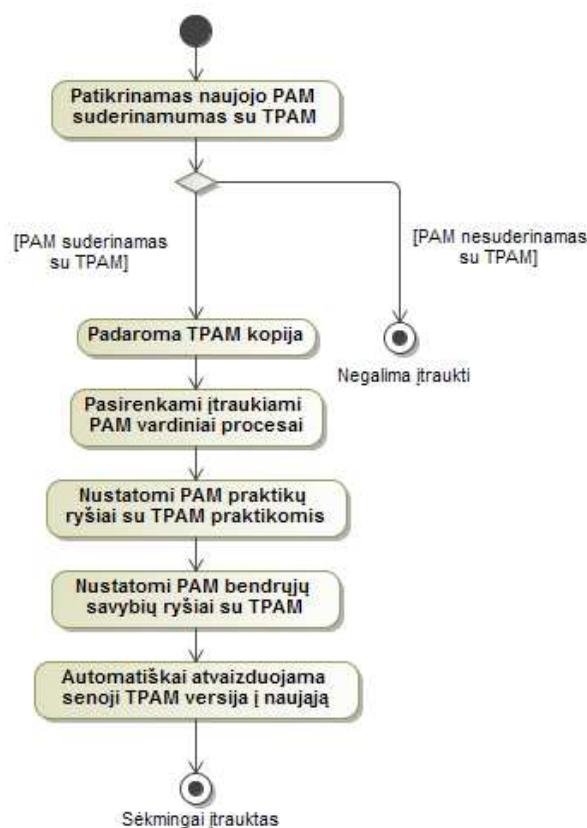
4.4. Naujo PAM įtraukimo metodika

Atvaizdavimus galima atlikti tik tarp PAM, kurie yra įtraukti į TPAM, todėl reikia sudaryti naujo PAM įtraukimo į TPAM metodiką. Pagal šią metodiką yra įtraukti CMMI-DEV ir ISO/IEC 15504 modeliai.

TPAM yra versijuojamas, kadangi jis pasikeičia kaskart, kai į jį

įtraukiamas naujas modelis, ar modelio versija, keičiasi TPAM praktikos – kai kurios skaidosi arba atsiranda naujų. Kai į tuščią TPAM įtraukiamas pirmasis modelis, TPAM sutampa su įtraukiamu modeliu ir tokiu atveju TPAM sudaro 2 vienodi modeliai. Įtraukus antrą ir tolimesnius modelius reikia saugoti ir TPAM senąsias versijas. Tiesiog įtraukiant naująjį modelį, prieš tai senasis TPAM yra išsaugojamas ir nekeičiamas, o naujasis modelis įtraukiamas į naują TPAM versiją. Taip pat automatiškai surišamos naujojo TPAM ir senesniojo TPAM praktikos. Kiekvienas įterptas modelis yra surišamas su konkrečia TPAM versija, to reikia norint atlikti atvaizdavimus tarp skirtingų modelių.

Kiekvieno naujo PAM įtraukimas yra procesas iš 6 vienas po kito einančių žingsnių. Įtraukimo algoritmas pateiktas 9 pav.



9 pav. Naujojo PAM įtraukimo algoritmas

4.4.1. Patikrinti naujojo PAM suderinamumą

Pirmas žingsnis yra suderinamumo patikrinimas, kuris sudarytas iš dviejų dalių: 1) turi sutapti TPAM ir naujojo modelio dalykinės sritys, 2) turi būti įmanoma susieti abiejų modelių terminiją pagal 4.1 poskyryje sudarytą TPAM ontologiją. TPAM konstruojamas vertinti organizacijų programų kūrimo proceso gebėjimą, todėl galima įtraukti tik PAM skirtus programinės įrangos kūrimo procesų vertinimui. Pavyzdžiui, Enterprise SPICE iš esmės tinka vertinti bet kokios verslo šakos organizacijas. Enterprise SPICE gali būti įtrauktas į TPAM, jei į jo procesus žiūrima tik iš programinės įrangos kūrimo perspektyvos.

Jei įtraukiamas modelis yra suderinamas su ISO/IEC 15504-2 apibrėžtais reikalavimais procesų vertinimo modeliams, toks modelis gali būti įtraukiamas į TPAM ir yra tenkinamas antras reikalavimas, tačiau suderinamumas su ISO/IEC 15504-2 nėra privalomas, o tik pakankamas. Privalomas reikalavimas yra turėti gebėjimo ir procesų dimensiją. Jei pakopinis modelis neturi gebėjimo dimensijos, tokio vertinimo modelio įtraukti nėra galimybės.

Prieš įtraukiant naują modelį yra padaroma TPAM kopija, kad išliktų seniau įtrauktų PAM atvaizdžiai į TPAM.

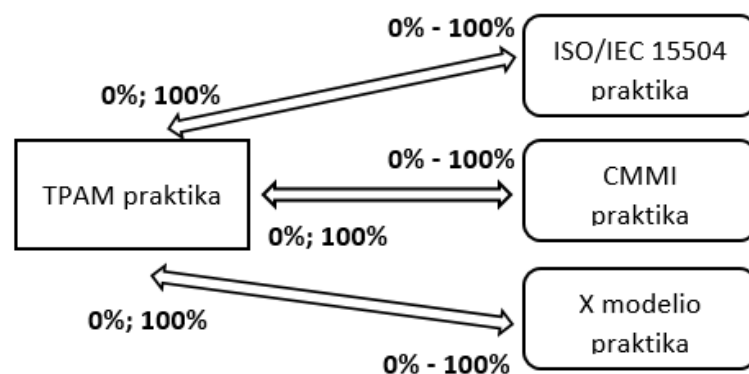
4.4.2. Pasirinkti įtraukiamus PAM procesus

Dažniausiai visi naujo modelio procesai yra įtraukiami į TPAM, bet tai nėra privaloma. Galima pasirinkti bet kokią PAM procesų aibę. Šio antrojo žingsnio reikalavimas atitinka ISO/IEC 15504-2 reikalavimų 6.3.2.1 punktą, kur apibrėžiamas PAM konstravimas iš PRM: PAM turi būti susietas su bent vienu procesu iš pasirinkto ar pasirinktų PRM.

Viso modelio įtraukimas yra ilgas darbas, todėl kartais galima pasiekti savo tikslų įtraukiant tik dalį procesų, atrinktų pagal nustatytus požymius. Pavyzdžiui, iš ISO/IEC 15504-5:2012 pirmiausia buvo įtraukiami programinės įrangos kūrimo procesų grupė. Jei įtraukiamas PAM turi pakopinę architektūrą, gali būti patogiu atlikti įtraukimą pagal brandos lygius, pradedant nuo žemiausio. Taip pat gali būti ir kitų prižasčių pasirinkti vardinių procesų rinkinį [104].

4.4.3. Nustatyti PAM praktikų ryšius

Pasirinktų PAM procesų praktikos įtraukiamos viena paskui kitą. Kadangi TPAM ir įtraukiamas PAM yra tos pačios dalykinės srities, tai dauguma naujojo modelio praktikų jau bus įtrauktos į TPAM iš senesnių modelių. Tačiau kiekvienas modelis gali turėti specifinių sričių, kurios nėra pateikiamos kituose modeliuose. Kai įtraukiamas naujas modelis, TPAM pridedamos naujos praktikos arba atnaujinamos senosios, taip pat gali niekas nepasikeisti. Visada turi būti tenkinama pilno padengimo taisyklė: kiekviena TPAM praktika yra kiekviename modelyje padengta 100% viena praktika, arba tame modelyje nedengiama visai. Ši taisyklė grafiškai pateikta 10 pav.



10 pav. Pilno padengimo taisyklė

Formaliai užrašoma taip (2):

$$\begin{aligned}
 & \forall PAM \in TPAM: & (2) \\
 TPAM &= \bigcup_{k=1}^m TP_k, PAM = \bigcup_{l=1}^n P_l \\
 P_i \cap P_j &= \emptyset, \text{ jei } i \neq j \\
 \forall P_i &= \bigcup_{t=1}^s TP_t. \\
 TP_i \cap TP_j &= \emptyset, \text{ jei } i \neq j \\
 \forall TP_i &\exists PAM \text{ ir } P_j: \\
 TP_i &\subseteq P_j.
 \end{aligned}$$

Kur P_n – PAM praktika, TP_n – TPAM praktika.

Galima apibrėžti funkcinį ryšį tarp bet kurio PAM ir TPAM (3):

$$f: TPAM \rightarrow PAM, \text{ kur } f \text{ – surjekcija, bet ne injekcija.} \quad (3)$$

Galima šią taisyklę apibrėžti iš kitos pusės: TPAM praktika visai nedengia konkretaus modelio praktikos arba dengia nuo 1% iki 100%; TPAM viena ar kelios praktikos privalo dengti 100% kiekvieną įtraukto modelio praktiką (2).

Įtraukiant naujus modelius į TPAM, visos naujo modelio praktikos yra patikrinamos vienu ar keliais iš 11 pav. pateiktų variantų ir nustatoma, kaip ji yra atvaizduojama į TPAM. Pilko fono sritys vaizduoja naujas ar redaguojamas esamas TPAM praktikas.

Šie keturi variantai gali būti derinami vienas su kitu. TPAM praktikos visada turi prioritetą prieš kitų modelių praktikas, t. y., jei naujame modelyje yra analogiška praktika tik kitaip užrašyta, paliekama senoji TPAM praktika. Remiantis šiais variantais, nėra pažeidžiama pilno padengimo taisyklė.

1	Naujas modelis	Praktika a	
	TPAM		
2	Naujas modelis	Praktika c	
	TPAM	Praktika c	
3	Naujas modelis	Praktika f Praktika z
	TPAM	Praktika e	
4	Naujas modelis	Praktika k	
	TPAM	Praktika	m

11 pav. Praktikų pasirinkimų variantai

Žemiau nagrinėjami praktikų pasirinkimų variantai. Pavyzdžiai pateikti iš TPAM konstravimo, remiantis 3 skyriuje atliktais abipusiais ISO/IEC 15504 ir CMMI-DEV atvaizdavimais.

1 variantas. Pirmame praktikų pasirinkimų variante įtraukiama praktika P nėra dengiama jokia TPAM praktika TP (4):

$$\nexists TP, kad TP \cap P \neq \emptyset. \quad (4)$$

Tokia praktika automatiškai tampa nauja TPAM praktika, turinti atvaizdavimą į įtraukiamo modelio atitinkamą praktiką. Ši praktika priskiriama prie to proceso, kuris yra artimiausias pagal praktikos dalykinę sritį, o jei tokio proceso nėra – sukuriamas naujas procesas. Kadangi praktika nauja, tai ir priskiriamo proceso tikslai turi būti atnaujinami, nes nauja praktika nepadedą įgyvendinti jokio iki tol esančio tikslo. Unikalių CMMI praktikų pavyzdžiai pateikti 11 lentelėje. Šiuose pavyzdžiuose visos unikalios CMMI praktikos tapo naujomis TPAM

praktikomis.

11 lentelė. Unikalių CMMI praktikų pavyzdžiai (1 variantas)

Nauja TPAM praktika	CMMI
Nustatyti alternatyvius sprendimus	DAR SP 1.3
Pasiruošti kolegų peržiūroms	VER SP 2.1
Įvertinti organizacijos procesus	OPF SP 1.2

2 variantas. Taip pat gali būti, kad įtraukiamame modelyje ir TPAM yra vienodų praktikų – antrasis variantas (5):

$$\exists TP, \text{ kad } TP = P. \quad (5)$$

Jos dažniausiai nėra identiškos formuluote, tačiau savo esme pasiekia tuos pačius tikslus ir rezultatus, bei apimtimi – sutampa. Šiuo atveju nauja praktika nėra įtraukiama į TPAM, o tik pažymima, kad įtraukiamo modelio praktika yra 100% dengiama atitinkama TPAM praktika. Dalis CMMI praktikų, kurios sutampa su TPAM praktikomis, pateikta 12 lentelėje.

12 lentelė. Analogiškų praktikų pavyzdžiai (2 variantas)

TPAM praktikos	CMMI praktikos
ENG.1.BP3 Suderinti reikalavimus	REQM SP 1.2 Gauti reikalavimų patvirtinimą
ENG.1.BP5 Valdyti užsakovo reikalavimų pakeitimus	REQM SP 1.3 Valdyti reikalavimų pakeitimus
QNT.1.BP9 Stebėti pasirinktų procesų ar jų dalių vykdymą	QPM SP 2.1 Stebėti pasirinktų subprocesų vykdymą
SUP.8.BP4 Sukurti bazinį komplektą	CM SP 1.3 Sukurti ar išleisti bazinį komplektą
QNT.2.BP1 Nustatyti gerinimo galimybes	OPM SP 1.3 Nustatyti galimas gerinimo sritis

3 variantas. Trečias variantas yra, kai naujo modelio praktikos yra daug detalesnės ir jos apimtis yra mažesnė už atitinkamą TPAM praktiką, t. y. nauja praktika padengia tik dalį esamos TPAM praktikos, yra jos

poaibis (6):

$$\exists TP, kad \bigcup P_i = TP. \quad (6)$$

Net jei keletas detalesnių praktikų kartu atitinka vieną TPAM praktiką, Pilno padengimo taisyklė yra pažeista ir atitinkama TPAM privalo būti suskaidyta. Todėl vietoje esamos TPAM praktikos sukuriamos naujos – detalesnės praktikos, kurios 100% dengia buvusią TPAM praktiką.

Įtraukiamų naujų praktikų aprašas gali būti modifikuojamas, kad labiau atitiktų terminiją naudojamą kitų TPAM praktikų, pavyzdžiui, pakeisti CMMI suinteresuotą šalį į klientą, kur jų reikšmė sutampa. Tokiu būdu, TPAM integralumas yra išsaugotas. Detalesnių praktikų pavyzdys pateiktas 13 lentelėje, joje detalizuojama didžiausios apimties TPAM praktika, kuri apima kelias naujo modelio praktikas. Dažniausiai senosios praktikos skaidosi į 2 naujas praktikas.

Taip pat kyla problema, kai reikia atvaizduoti bendresnę praktiką į konkretesnę. Jei tarpiniame modelyje jau yra bendresnė praktika X, o įtraukiamame modelyje yra konkretesnė praktika Y, tuomet į tarpinį modelį yra įtraukiama nauja praktika Y, o X praktika yra papildoma sąlyga, kad šios praktikos veikla yra be Y, nes jis vertinamas atskirai. Taip yra daroma dėl to, kad negalima atvaizduoti konkrečios praktikos į abstrakčią, nes, jei organizacija vykdo konkrečią praktiką, tai galima teigti, kad ir abstraktesnė praktika vykdoma (kažkuria dalimi). Jei organizacija vertina bendresnę praktiką, tai negalima teigti, kad yra vykdoma ir konkreti praktika, nes bendresnėje praktikoje tai nėra minima konkretesnės praktikos veikla.

13 lentelė. Senos TPAM praktikos išskaidymas detalesnėmis CMMI praktikomis (3 variantas)

Senoji TPAM praktika	
<p>ENG.5.BP1 Nusakyti programinės įrangos architektūrą. Atvaizduoti programinės įrangos reikalavimus į programinės įrangos architektūrą, kuri apibrėžia aukščiausio lygio struktūrą bei pagrindinius elementus. 1 pastaba: Pagrindinių elementų pavyzdžiai yra duomenų saugyklos (duomenų bazės), ryšių mechanizmai, verslo logika, vartotojo sąsaja. 2 pastaba: Atvaizduojant programinės įrangos reikalavimus į programinės įrangos architektūrą, alternatyvios programinės įrangos architektūros turi būti įvertintos pagal apibrėžtus kriterijus. Konkrečios programinės įrangos architektūros pasirinkimas turi būti dokumentuotai pagrįstas. Vertinimo kriterijai gali apimti programinės įrangos kokybines charakteristikas (modulariškumas, palaikomumas, plečiamumas, skaliuojamumas, patikimumas, saugumas ir naudojamumas) ir „sukurti, nupirkti, pakartotinai panaudoti“ analizės rezultatus.</p>	
CMMI praktikos	Naujos TPAM praktikos
RD SP 2.2 Paskirstyti produkto komponento reikalavimus	ENG.5.BP1_1 Atvaizduoti programinės įrangos reikalavimus į programinės įrangos architektūros projektą
TS SP 1.1 Sukurti alternatyvius sprendimus ir pasirinkimo kriterijus	ENG.5.BP1_2 Nusakyti programinės įrangos architektūrą
TS SP 1.2 Pasirinkti produkto komponento sprendimą	ENG.5.BP1_3 Pasirinkti sprendimus
TS SP 2.1 Suprojektuoti produktą ar produkto komponentą	ENG.5.BP1_4 Suprojektuoti preliminarų projektą
TS SP 2.4 Įvykdyti „sukurti, nupirkti, pakartotinai panaudoti“ analizę	ENG.5.BP1_5 Įvykdyti „sukurti, nupirkti, pakartotinai panaudoti“ analizę

4 variantas. Paskutiniame naujojo modelio praktikų įtraukimo variante nagrinėjami atvejai, kai nauja praktika iš dalies dengia vieną arba kelias TPAM praktikas (7):

$$\exists TP, \text{ kad } P \cap TP \neq \emptyset \text{ ir } P \neq TP. \quad (7)$$

Šiuo atveju reikia skaidyti ir TPAM praktiką ir naujojo modelio

praktiką. Pirmiausia reikia iš TPAM praktikos atskirti dalį, kuri nėra dengiama nauja praktika, ši dalis taps nauja TPAM praktika. Nauja praktika irgi skaidosi į dvi dalis – viena dalis dengiama nauja TPAM praktika, kita dalis – ne. Todėl galiausiai gaunasi trys praktikos: dvi iš senosios TPAM praktikos ir viena iš naujos praktikos dalies, kuri nebuvo dengiama TPAM praktika. Pavyzdžiui, naujos praktikos formuluotė yra *abc*, kur *abc* yra unikalios veiklos, ji atvaizduojama į TPAM praktiką *bcd*, tokiu atveju gaunamos 3 naujos praktikos: *a*, *bc* ir *d*.

Atliekant praktikų įtraukimą, gali tekti kartu derinti ir kelis praktikų pasirinkimo variantus. Atskirta nauja praktikos dalis, pagal 4 variantą, gali būti iš dalies atvaizduojama kitos naujo modelio praktikos, ar jos dalies. Pavyzdys pateiktas 14 lentelėje, kur įtraukiant CMMI praktiką reikia du kartus pasinaudoti 4 praktikos įtraukimo variantu.

14 lentelė. Dviejų TPAM praktikų skaidymas

Įtraukiama CMMI praktika	TPAM suskaidytos praktikos
Validavimo (VAL) proceso srities SP 1.3 Sukurti validavimo procedūras ir kriterijus	SUP.3.BP1_3 Sukurti validavimo strategiją
	SUP.3.BP2_1 Nustatyti validavimo kriterijus

Nauja praktika įtraukiama į TPAM tik įsitikinus, kad jokia kita TPAM praktika neturi susijusių veiklų. Šių keturių variantų (11 pav.) kombinacijų užtenka, norint įtraukti bet kokią naują praktiką į TPAM.

Pats praktikos aprašas yra nepakankamas norint atlikti tikslų atvaizdavimą su esančiomis praktikomis, svarbu interpretuoti praktiką platesniame kontekste – suvokti jos specifinį ar bendrąjį tikslą. Pavyzdžiui, CMMI-DEV *PI SP 2.2 Valdėti interfeisus* aprašymas nėra

pakankamas, norint nustatyti jos kontekstą ir ryšius su esamomis TPAM praktikomis. Iš esmės tokia praktika gali būti suprasta tiek produkto integravimo, tiek techninio sprendimo kontekste. Tikėtina, kad ši praktika būtų susiejama su TPAM proceso *ENG.5 Programinės įrangos projektavimo* procesu. Tačiau ši praktika priklauso CMMI produkto integravimo proceso sričiai ir TPAM nėra praktikų, kurios išreikštinais apibrėžia interfeisų suderinamumą programinės įrangos integravimo metu, todėl ši CMMI-DEV praktika ir kitos šio specifinio tikslo praktikos turi būti įtraukiamos kaip naujos TPAM praktikos.

Dar viena problema kyla dėl to, kad naudojami skirtingi terminai skirtingų modelių praktikose, pavyzdžiui, CMMI-DEV naudoja terminą „produkto komponento reikalavimai“, kai TPAM naudoja terminą „programinės įrangos elementų reikalavimai“ (šis terminas atėjo iš ISO/IEC 15504, kuris yra TPAM pagrindinis praktikų šaltinis), savo naudojimo kontekste šie terminai yra adekvatūs. Svarbu suprasti, kokią veiklą apibrėžia praktika ir kokius darbo produktus ji sukuria. Praktikų ryšių paieška palengvinama susiejant analogiškus procesus. Pavyzdžiui, CMMI-DEV inžinerinių proceso sričių kategorijos specifines praktikas sieti su TPAM praktikomis, kurios kilusios iš ISO/IEC 15504 inžinerinių procesų grupės.

Kai ryšys tarp PAM praktikos ir TPAM praktikų yra vienas su daug, yra labai svarbu tinkamai nustatyti procentinę dalį, kiek kiekviena susijusi TPAM praktika dengia PAM praktiką, t. y. rasti TPAM praktikos svorį, jis nustatomas pagal (1) formulę. Kai PAM praktika tiesiog tampa nauja TPAM praktika, tai akivaizdu, kad padengimas bus 100%.

Priešingas ryšys, t. y. kiek dengia PAM praktika susijusią TPAM praktiką, visada yra toks pats: 100% todėl, kad turi būti tenkinama Pilno padengimo taisyklė. Vardinis procesas turi tiek praktikų, kad užtektų gauti apibrėžtus rezultatus. Dalinant TPAM praktikas, nereikia keisti vardinio proceso rezultatų, nes praktikų veiklos nesikeičia, tik skaidosi ir vis tiek yra pasiekiami tie patys rezultatai. Tačiau pridėjus naują praktiką į TPAM, reikia atnaujinti vardinio proceso rezultatus, nes praktikų veiklos rezultatai prasiplečia. Tokiu būdu galima praplėsti TPAM procesus. Vardinio proceso naujas rezultatas įtraukiamas iš PAM, kurio praktika buvo įtraukta, naujas rezultatas turi būti atnaujintas, kad nesikirstų su kitais rezultatais. Pavyzdžiui, CMMI atveju specifinės praktikos padeda pasiekti specifinius tikslus, todėl, jei į TPAM yra įtraukiama nauja CMMI praktika, tai į TPAM įtraukiamas ir atnaujinamas specifinis tikslas, kad nedengtų kitų proceso rezultatų. Jei visos vieno specifinio tikslo praktikos yra įtraukiamos į TPAM kaip naujos, tai ir visas specifinis tikslas tampa nauju TPAM vardinio proceso rezultatu, priešingu atveju reikia atnaujinti esamus rezultatus.

Kai TPAM atsiranda nauja praktika, pirmiausia bandoma ją priskirti į atitinkamą TPAM vardinį procesą, kuris yra susijęs savo tikslais su naujojo PAM procesu. Tačiau PAM dalykinė sritis gali būti platesnė, arba procesai detalesni nei TPAM, todėl gali reikėti sukurti naują TPAM vardinį procesą.

Kiekviena TPAM praktika turi unikalų identifikatorių: VP.PN(_N),
kur

VP – vardinio proceso trumpinys (pvz., ISO atveju ENG.1, CMMI

atveju RD);

PN – praktikos numeris (pvz., ISO atveju BP1, CMMI atveju SP1.1)

N – numeris žymintis suskaidytos praktikos dalį.

Pavyzdžiui: *ENG1.BP2*, *ENG1.BP1_1*, *ENG1.BP1_2*, *RD.SP1.1*.

4.4.4. Susieti bendrąsias savybes

Įtraukiamas modelis į TPAM turi turėti atitikmenis bendrosioms savybėms bei praktikoms, ISO/IEC 15504 šios savybės vadinamos proceso atributais ir bendrosiomis praktikomis. Jei PAM visiškai suderinamas su ISO/IEC 15504 (turi proceso atributus, kurie yra apibrėžti ISO/IEC 15504-2 dalyje ir turi bendrąsias praktikas, kurios apibrėžtos ISO/IEC 15504-5 dalyje) šis žingsnis yra praleidžiamas, nes PAM gebėjimo dimensija atitinka TPAM gebėjimo dimensiją, kadangi ISO/IEC 15504-5 buvo pirmasis modelis įtrauktas į TPAM, todėl visi modeliai, kurių gebėjimo dimensija tokia pati, automatiškai yra suderinami su TPAM.

Jei įtraukiamas PAM turi skirtingą gebėjimo dimensiją, skirtumai tarp bendrųjų praktikų turi būti įtraukti į TPAM. Tai atliekama pagal tuos pačius trečiojo žingsnio principus, kaip ir su specifinėmis ar bazinėmis praktikomis.

Šis žingsnis yra reikalingas, jei norima atvaizduoti vertinimo rezultatus aukštesnius nei 1 gebėjimo lygis. Šiuo atveju įtraukiant CMMI-DEV, reikia susieti šio modelio bendrąsias praktikas su TPAM, nes jos nėra kilusios iš ISO/IEC 15504-5 dalies. Bendrųjų praktikų susiejimas pateiktas 5 lentelėje.

Atlikus bendrųjų savybių įtraukimą, yra atvaizduojamas senasis

TPAM į naują TPAM versiją, tokiu būdu užtikrinant, kad seniau įtrauktų modelių vertinimo rezultatus būtų galima atvaizduoti į naujai įtrauktus PAM ir atvirkščiai.

4.4.5. Demonstracinis PAM įtraukimas į TPAM

Naujų PAM įtraukimą yra iliustruojami 3 demonstraciniais pavyzdiniais procesų vertinimo modeliais: X, Y ir Z, kurių struktūra parodyta 12 pav. Šie modeliai yra trijų gebėjimo lygių, kur pirmasis gebėjimo lygis visur vienodas – turi būti įgyvendintos visos vardinio proceso praktikos. Apibrėžti kiekviename modelyje vardiniai procesai, kurių tikslą pasiekia praktikos. Praktikų turinys yra išreikštas raidėmis, kur kiekviena raidė žymi praktikos veiklą (atomą), jei raidės sutampa, vadinasi jos aprašo tą pačią veiklą, jei raidės tokios pačios, bet viena didžioji, kita mažoji, vadinasi esmė yra ta pati, tačiau pateikta kitokiais terminais.

Modeliai traukiami į tarpinį modelį tokia tvarka – X, Y ir Z. Šie procesų vertinimo modeliai pateikti 12 pav., kur proceso dimensijoje aprašyti vardiniai procesai ir jų praktikos, o gebėjimo dimensijoje – bendrosios praktikos. Praktikų turiniai yra atominių veiklų vektoriai, jei šių vektorių raidės sutampa, vadinasi šie elementai yra vienodi.

TPAM praktikos žymimos raide t ir pridedant eilės numerį, bendrosios praktikos žymimos tg , pridedant gebėjimo lygį bei eilės numerį. Tarpinio modelio praktikos numeruojamos iš eilės, jei praktika dalijasi, naujoji praktika paveldi senosios praktikos numerį ir prideda kelinta iš padalintų praktikų ji yra.

X modelis				
Proceso dimensija			Gebėjimo dimensija	
Vardinis procesas	Praktikos nr.	Praktikos turinys	Bendrosios praktikos nr.	Turinys
X_PR1	x1	abc	xg2	w
	x2	d	xg3.1	z
	x3	ef	xg3.2	xy
X_PR2	x4	ghij		
	x5	k		

Y modelis				
Proceso dimensija			Gebėjimo dimensija	
Vardinis procesas	Praktikos nr.	Praktikos turinys	Bendrosios praktikos nr.	Turinys
Y_PR1	y1	Ab	yg2	w
Y_PR2	y2	cd	yg3	zxy
Y_PR3	y3	el		

Z modelis				
Proceso dimensija			Gebėjimo dimensija	
Vardinis procesas	Praktikos nr.	Praktikos turinys	Bendrosios praktikos nr.	Turinys
Z_PR1	z1	egha	zg2	w
	z2	b	zg3.1	zx
	z3	fkl	zg3.2	y
	z4	ic		
Z_PR2	z5	mnop		

12 pav. Pavyzdiniai X, Y, Z procesų vertinimo modeliai

Įtraukus pirmąjį modelį, tarpinis modelis talpina du modelius: X ir TPAM pirmą versiją (TPAM₁). Įtraukus X modelį į TPAM, gaunamas 13 pav. pateiktas modelis.

TPAM modelis									
Proceso dimensija					Gebėjimo dimensija				
X modelis		<--	TPAM1		X modelis		<--	TPAM1	
nr.	turinys		nr.	turinys	nr.	turinys		nr.	turinys
x1	abc	100%	t1	abc	xg2	w	100%	tg2	w
x2	d	100%	t2	d	xg3.1	z	100%	tg3.1	z
x3	ef	100%	t3	ef	xg3.2	xy	100%	tg3.2	xy
x4	ghij	100%	t4	ghij					
x5	k	100%	t5	k					

13 pav. Tarpinis modelis, įtraukus X modelį

Procentai parodo, kiek TPAM atitinkama praktika dengia susijusią įtraukto modelio praktiką, šiuo atveju pirmoji TPAM versija (TPAM₁) sutampa su įtrauktu modeliu, todėl visi ryšiai yra 100%. TPAM su visomis versijomis pateiktas 14 pav.

TPAM modelis									
Proceso dimensija									
Y modelis		<--	TPAM2		TPAM2		-->	TPAM1	
nr.	turinys		nr.	turinys	nr.	turinys		nr.	turinys
y1	Ab	100%	t1_1	ab	t1_1	ab	67%	t1	abc
y2	cd	50%	t1_2	c	t1_2	c	33%	t2	d
		50%	t2	d	t2	d	100%		
y3	el	50%	t3_1	e	t3_1	e	50%	t3	ef
		50%	t6	l	t3_2	f	50%		
			t3_2	f	t4	ghij	100%	t4	ghij
			t4	ghij	t5	k	100%	t5	k
			t5	k	t6	l			

Gebėjimo dimensija									
Y modelis		<--	TPAM2		TPAM2		-->	TPAM1	
nr.	turinys		nr.	turinys	nr.	turinys		nr.	turinys
yg2	w	100%	tg2	w	tg2	w	100%	tg2	w
yg3	zxy	33%	tg3.1	z	tg3.1	z	100%	tg3.1	z
		67%	tg3.2	xy	tg3.2	xy	100%	tg3.2	xy

14 pav. Tarpinis modelis, įtraukus Y modelį

Traukiant naują modelį, yra sukuriama paskutinio TPAM kopija ir pavadinama TPAM₂, į kurią bus atvaizduojamas naujas modelis. TPAM₁ reikia išsaugoti, kadangi jis turi ryšius su pirmuoju įtrauktu modeliu X. Įtraukus Y modelį, TPAM prasiplėtė ir pasipildė naujomis praktikomis t4 ir t5, o senosios praktikos t1 ir t3 skilo Y modelio įtraukimo metu naujasis TPAM₂ surišamas su TPAM₁, kad būtų galima atvaizduoti Y modelio vertinimo rezultatus pagal X modelį. Turint du įtrauktus modelius, galima atlikti vertinimą tiesiai pagal TPAM (vertinamos TPAM₂ praktikos) ir atvaizduoti rezultatus į X ir Y vertinimo modelius. Tarpinis modelis įtraukus Z modelį pateiktas 15 pav.

TPAM modelis									
Proceso dimensija									
Z modelis		<--	TPAM3		TPAM3		-->	TPAM2	
nr.	turinys		nr.	turinys	nr.	turinys		nr.	turinys
z1	egha	25%	t3_1	e	t1_1_1	a	50%	t1_1	ab
		50%	t4_1	gh	t1_1_2	b	50%		
		25%	t1_1_1	a	t1_2	c	100%	t1_2	c
z2	b	100%	t1_1_2	b	t2	d	100%	t2	d
z3	fkl	33%	t3_2	f	t3_1	e	100%	t3_1	e
		33%	t5	k	t3_2	f	100%	t3_2	f
		33%	t6	l	t4_1	gh	50%	t4	ghij
50%	t4_2	i	t4_2	i	25%				
50%	t1_2	c	t4_3	j	25%				
z4	ic				t5	k	100%	t5	k
z5	mnop	100%	t7	mnop	t6	l	100%	t6	l
			t2	d	t7	mnop			
			t4_3	j					

Gebėjimo dimensija									
Z modelis		<--	TPAM3		TPAM3		-->	TPAM2	
nr.	turinys		nr.	turinys	nr.	turinys		nr.	turinys
zg2	w	100%	tg2	w	tg2	w	100%	tg2	w
zg3.1	zx	50%	tg3.1	z	tg3.1	z	100%	tg3.1	z
		50%	tg3.2_1	x	tg3.2_1	x	50%	tg3.2	xy
zg3.2	y	100%	tg3.2_2	y	tg3.2_2	y	50%		

15 pav. Tarpinis modelis įtraukus Z modelį

4.4.6. Metodikos apibendrinimas

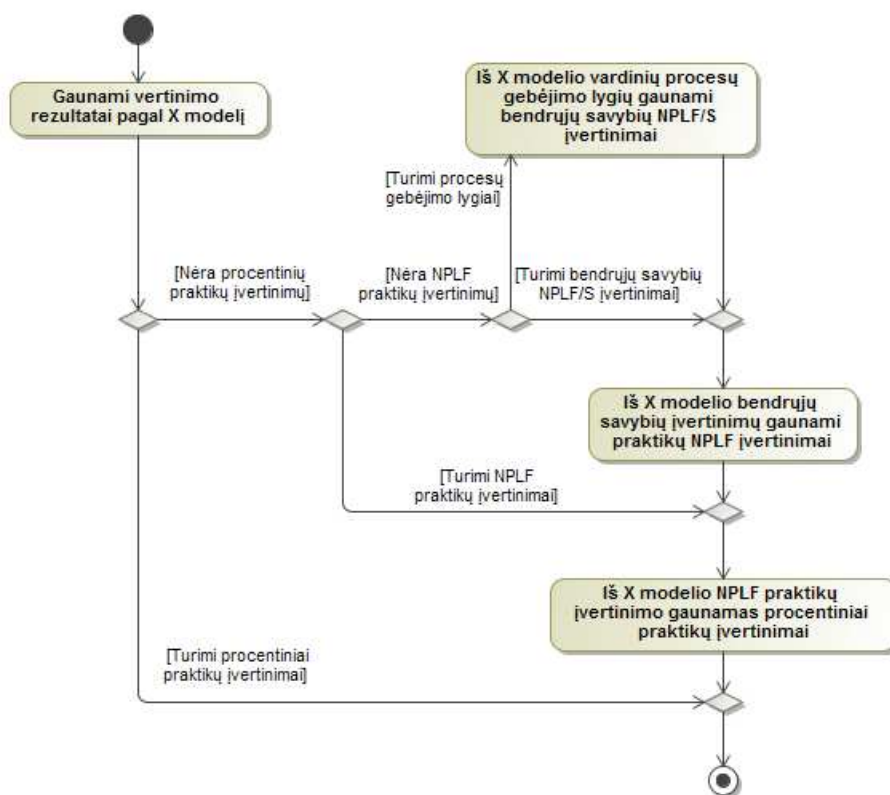
Sukurta naujų modelių įtraukimo į TPAM metodika buvo pritaikyta CMMI-DEV V1.3 ir ISO/IEC 15504-5:2012 modelių įtraukimui. Pagal ją galima įtraukti ir bet kuriuos kitus procesų vertinimo modelius, jei yra sėkmingai įvykdomi visi keturi metodikos žingsniai.

4.5. Vertinimo rezultatų interpretavimas

Įmonės gebėjimą vertina kvalifikuoti vertintojai, kurių vertinimo rezultatas – gebėjimo profilis arba brandos lygis. Labai svarbus aspektas – kokio detalumo vertinimą pateikia, nuo to priklauso ir atvaizduotų rezultatų tikslumas. Atvaizdavimų atlikimui yra apibrėžiamos taisyklės, kurios leidžia gauti atvaizduotus vertinimo rezultatus tam tikrame

intervale, kurio rėžiuose, tikėtina, yra tikslus gebėjimo profilis pagal kitą modelį.

Turimi vertinimo rezultatai gali būti įvairios formos ir detalumo, tačiau juos reikia suvesti iki to, kad būtų turimi visų praktikų procentiniai įvertinimai, tai vadinama pirmuoju detalumo variantu. Procentinis įvertinimas yra pats tiksliausias, bet tokią informaciją gauti gali būti sudėtinga, tačiau pageidautina. Jei iškart kiekviena praktika jau įvertinta konkrečiu procentu ir ši informacija pasiekama organizacijai, tai tokie vertinimo rezultatai yra paruošti atvaizdavimui. Kitais atvejais reikia gauti iš turimų vertinimo rezultatų procentinius praktikų įvertinimus. Šis algoritmas pateiktas 16 pav. Žemiau nagrinėjami kiti trys vertinimo rezultatų detalumo variantai.



16 pav. Procentinių praktikų įvertinimo gavimo algoritmas

4.5.1. Praktikų įverčiai

Antras gebėjimo profilio detalumo lygis yra, kai turimi vardinių procesų praktikų bei bendrųjų praktikų įvertinimai skalėje N, P, L, ir F. Visi populiariausi vertinimo įrankiai suteikia galimybę įvertinti kiekvieną vardinio proceso praktiką pagal NPLF skalę.

Jau turint visų praktikų įvertinimą NPLF skalėje, reikia gauti vardinių procesų praktikų procentinį įvertinimą. NPLF konvertavimas į procentus gali būti atliktas trimis būdais: pesimistiniu, optimistiniu ir vidutiniu remiantis 1 lentelėje pateiktais skalės režiais. Taip pat galimi ir kitokie variantai. Procentų gavimo būdas neturi įtakos atvaizdavimo procesui, kadangi tai yra tik pradinių duomenų paruošimas.

Pesimistiniu variantu kiekvienas NPLF konvertuojamas į apatinį jo režio procentą: $F \rightarrow 85\%$, $L \rightarrow 50\%$, $P \rightarrow 15\%$, $N \rightarrow 0\%$. Tokiu atveju bus garantuojama, kad jokia praktika nebus įvertinta didesniu procentu nei buvo realybėje, tačiau visi įvertinimai, kurie buvo didesni bus sumažinti. Šis variantas praktikoje gali būti taikomas, kai organizacija ruošiasi sertifikavimui ir nori pasitikinti, ar gautas gebėjimo profilis užtikrina norimus vertinimo rezultatus.

Optimistiniu variantu kiekvienas NPLF konvertuojamas į viršutinį jo režio procentą: $F \rightarrow 100\%$, $L \rightarrow 84\%$, $P \rightarrow 49\%$, $N \rightarrow 14\%$, nevertintos praktikos $\rightarrow 0\%$. Tokiu atveju bus garantuota, kad jokia praktika nebus įvertinta mažesniu procentu nei realybėje, tačiau, kai kurios praktikos gali būti įvertintos geriau nei realybėje. Šis variantas tinkamas, kai įmonė nori pasitikrinti, koks galimas maksimalus jos įvertinimas pagal kitą vertinimo modelį.

Vidutiniu variantu kiekvienas NPLF konvertuojamas į režio aritmetinio vidurkio procentą: N→8%, P→33%, L→67%, F→93%. Šiame variante daliai praktikų gali būti sumažintas realus įvertinimas, daliai padidintas, todėl norint gauti vidutinį įvertinimo rezultatų vaizdą, galima rinktis šį variantą.

Galima sugalvoti ir kitokių variantų, pavyzdžiui, kad tarp įvertinimų būtų vienodi žingsniai: N→0%, P→33%, L→67%, F→100%, šis variantas naudojamas Enterprise SPICE vertinimo įrankyje Microsoft Excel pagrindu.

Atlikus atvaizdavimą su optimistiniu ir pesimistiniu variantu, gaunami vertinimo rezultatų režiai, kuriuose, tikėtina, yra realūs įmonės vertinimo rezultatai.

4.5.2. Bendrųjų savybių įverčiai

Trečias gebėjimo profilio detalumo lygis reiškia, kad turimi kiekvieno vardinio proceso įvertinimai pagal gebėjimo dimensijos bendrąsias savybes (CMMI – bendrieji tikslai, ISO/IEC 15504 – proceso atributai), tačiau nieko nežinoma apie individualių praktikų pasiekimą.

ISO/IEC 15504 atveju vardinių procesų, kurie nepasiekia 1 gebėjimo lygio, praktikos įvertinamos vienodai – pagal pirmąją bendrąją savybę. Jei vardinio proceso pirmoji bendroji savybė yra N, P, L ar F, tai ir visos praktikos yra tokio paties įvertinimo, nes neturima informacijos apie pačių praktikų individualius vertinimus. Jei procesas yra aukštesnio nei 1 gebėjimo lygio, tai visos praktikos gauna F įvertinimą. Bendrosios praktikos gauna tokį įvertinimą, kaip to lygio bendrosios savybės, atitinkamai N, P, L ar F.

CMMI atveju bendrosios savybės nėra vertinamos NPLF, o vertinamos kaip S – „tenkinamos“, U – „netenkinamos“ arba N – „nevertinamos“. Šiuo atveju proceso sričių, kurios nepasiekia 1 gebėjimo lygio, praktikos įvertintos gali būti keliais būdais, kuriuos turi pasirinkti organizacija prieš atvaizdavimą. Jei bendrasis tikslas įvertintas U, tai visos praktikos įvertinamos N arba P. Jei bendrasis tikslas įvertintas N, tai visos praktikos nevertinamos. Visų proceso sričių, kurių gebėjimo lygis lygus ar aukštesnis už pirmąjį, proceso srities praktikos ir bendrosios praktikos gali būti įvertintos F arba L. Šiuo atveju organizacija gauna papildomą galimybę vertinti optimistinį arba pesimistinį variantą suteikdama aukštesnį arba žemesnį praktikų įvertinimą NPLF skalėje.

Turint visų praktikų NPLF įvertinimą, gaunamas 2 vertinimo rezultatų detalumo lygis, kuris pervedamas į procentus pagal praktikų įverčių aprašytas taisykles.

4.5.3. Vardinių procesų įverčiai

Ketvirtas gebėjimo profilio detalumo lygis yra tiesiog konkrečių vardinių procesų gebėjimo lygiai. Šis vertinimo rezultatų detalumas suteikia mažiausiai informacijos atvaizdavimams, nes nieko nežinoma apie vardinių procesų bendrųjų savybių ar praktikų konkrečius pasiekimus, tačiau juos galima apytiksliai gauti pagal PAM vertinimo taisykles. Šiuo atveju praktikų įvertinimai priklauso nuo konkretaus modelio, kaip ir prieš tai buvusiu atveju.

ISO/IEC 15504-5 atveju vardinių procesų, kurie pasiekia 0 gebėjimo lygį, pirmojo lygio bendrosios savybės įvertinamos N. Vardiniai procesai, kurie pasiekia 1 gebėjimo lygį, pirmosios bendrosios savybės gali būti

įvertinta F arba L. Vardinių procesų, kurie pasiekia nuo 2 iki M gebėjimo lygį, nuo 1 iki M-1 bendrosios savybės įvertinamos F, o M lygio bendrosios savybės įvertinamos F arba L.

CMMI atveju vardinių procesų, kurie nepasiekia 1 gebėjimo lygio, pirmosios bendrosios savybės įvertinamos N. Vardinių procesų, kurie pasiekia 1 ir aukštesnį gebėjimo lygį, visos bendrosios savybės įvertinamos L arba F.

Turint visų bendrųjų savybių įvertinimą, tolimesnį vertinimo nuleidimą iki procentų reikia atlikti pagal 3 variantą, kuris aprašytas 4.5.2 skyrelyje. Šis vertinimo detalumo variantas taip pat suteikia galimybę turėti platesnį atvaizdavimo duomenų rėžį, galima bendrąsias savybes įvertinti minimaliu įverčiu, arba maksimaliu.

4.5.4. Apibendrinimas

Nesvarbu, kokio detalumo yra vertinimo rezultatai, visais atvejais reikia juos „nuleisti“ iki praktikų lygmens procentinio įvertinimo, nes modeliai susieti būtent per praktikas, per jas vyksta ir atvaizdavimas. Skirtinguose modeliuose šis procesas gali būti vykdomas skirtingai, todėl svarbu laikytis atitinkamo vertinimo modelio taisyklių. Šie keturi variantai išsprendžia gebėjimo lygių išsaugojimą. Jei į TPAM įtraukiamas PAM, kurio vertinimo skalė yra kitokia, procentiniai vertinimo duomenys turi būti priskirti praktikoms pagal to modelio vertinimo taisykles.

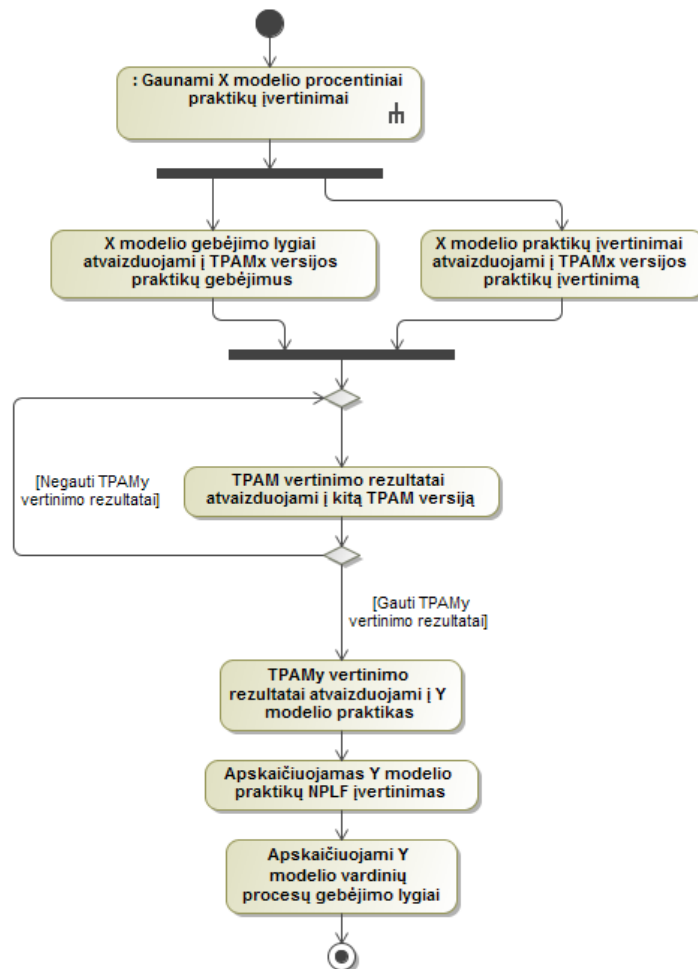
Apibrėžus taisykles, kaip paruošti turimą gebėjimo profilį atvaizdavimui (kiekvienai praktikai priskirti procentinį įvertinimą), reikia apibrėžti pačią atvaizdavimą. Atvaizdavimas – tai procesas, kurio metu iš turimo gebėjimo profilio gaunamas kito modelio gebėjimo profilis.

TPAM yra tokie atvaizdavimai: iš vertinimo modelio į TPAM, tarp TPAM versijų ir iš TPAM į kitą vertinimo modelį.

Žemiau nagrinėjamas reikalavimo įgyvendinimas, kaip atlikti vertinimo rezultatų atvaizdavimus iš PAM į TPAM, iš TPAM į PAM, ir tarp TPAM versijų.

4.6. Vertinimo rezultatų atvaizdavimas

Turimi praktikų įverčiai atvaizduojami į tą TPAM versiją, į kurią buvo atvaizduotas pats PAM. Procesų įverčių atvaizdavimo algoritmas pateiktas 17 pav., kuriame, jei neturima procentinių praktikų įvertinimų, reikia juos gauti remiantis 16 pav. pateiktų algoritmu.



17 pav. Vertinimo rezultatų atvaizdavimo pagal kitą PAM algoritmas

Atvaizdavimui į TPAM atlikti yra sukurti du variantai, kurie abu turi savų privalumų ir trūkumų. Atvaizdavus vertinimo rezultatus į TPAM, kiekviena TPAM praktika negali gauti didesnio kaip 100% padengimo. Visos TPAM praktikos, kurios dengia atitinkamą įtraukto modelio praktiką, tenkina lygybę (8), kur p_i – praktikos dengimo dalis procentais:

$$\sum_{i=1}^n p_i = 100\% \quad (8)$$

Praktikų įverčių suma turi būti lygi 100%, kadangi jų veiklų sąjunga yra lygi įtraukto modelio kažkuriai praktikai. Gavę gebėjimo profilį, kuriame įtraukto modelio praktika yra įvertinta px , reikia apskaičiuoti, kiek yra įvertinta kiekviena susijusi praktika, kurios yra dengiamos atitinkamai p_1, p_2, \dots, p_n , tai yra rasti svorius w_1, w_2, \dots, w_n . Gauname tokią lygybę (9):

$$\sum_{i=1}^n w_i p_i = px \quad (9)$$

kurios sprendinys yra begalinė aibė w_1, w_2, \dots, w_n variantų.

4.6.1. PAM atvaizdavimas į TPAM

Pirmas variantas. Pats paprasčiausias būdas yra tiesiog perkelti modelio praktikos procentinį įvertinimą atitinkamoms praktikoms iš TPAM, kurias ta praktika dengia. Šiuo atveju w_1, w_2, \dots, w_n yra lygūs px . (10) lygybė nėra pažeidžiama, nes pakeitus w_i į px , gaunama (9) lygybė, remiantis (8) lygybe:

$$\sum_{i=1}^n px * p_i = px \sum_{i=1}^n p_i = px * 1 = px \quad (10)$$

Šis variantas taikomas ir rezultatų atvaizdavimui iš žemesnių TPAM versijų į aukštesnes, visos TPAM_N praktikos, kurios yra surištos su atitinkamomis TPAM_{N-1} praktikomis gauna vienodą įvertinimą.

Remiantis šiuo atvaizdavimo variantu, visos susijusios TPAM praktikos irgi gauna analogiškus įverčius. Papildomai, kiekviena TPAM praktika nešasi gebėjimo įverčius. Kadangi į TPAM visas praktikas yra atvaizduotos įtrauktų modelių praktikos, tai TPAM gebėjimo profilis suformuojamas automatiškai. Jei turimas gebėjimo profilis yra susijęs su senesne TPAM versija, tai kartu automatiškai ir visos naujesnės TPAM versijos gauna tokius pačius įvertinimus per susijusias praktikas. Šis variantas yra paprasčiausias.

Pirmasis PAM atvaizdavimo į TPAM variantas turi keletą trūkumų. Pirmą neatsižvelgiama, kiek TPAM praktikos dengia kito modelio praktikas, t. y. visos TPAM praktikos gauna tokį patį įvertinimą, kaip ir atvaizduojama praktika, nors realybėje gali būti taip, kad kažkuri atitinkama praktika yra labiau vykdoma, o kita mažiau. Pavyzdžiui, jei turime praktiką z1 (turinys - *egha*), kurios įvertinimas yra 50% (vykdoma tik *gh* veikla), o TPAM ji dengiama 3 praktikų – t3_1 (*e*), t4_1 (*gh*) ir t1_1_1 (*a*), tai visos gauna tokį patį įvertinimą – po 50%, nes nėra žinoma, kuri z1 dalis nėra vykdoma (tariama, kad visos dalys *e*, *g*, *h*, *a* yra vykdomos vienodai po 50%). Jei organizacijos procesas būtų vertinamas ne pagal Z modelį, o tiesiai pagal TPAM, paaiškėtų, kad t_4_1 (*gh*) praktika vykdoma 100%, o kitos dvi nevykdomos visai. Taip gautume tikslų įvertinimą, o 2 lygybė nebūtų pažeista: $0*0,25+1*0,50+0*0,25=50\%$, kiek ir yra dengiama z1 praktika.

Antras trūkumas – atvaizduojant profilius iš vieno modelio į kitą ir atgal gaunami skirtingi profiliai. Tai atsitinka tuomet, kai vieno modelio praktika per TPAM dengiasi ne su pilnomis kito modelio praktikomis, t. y. kažkuri praktika dengiama tik iš dalies, vadinasi tos praktikos likusi dalis ateina iš kitos praktikos, kurios įvertinimas galėjo būti kitoks. Pavyzdžiui, turime X modelio vertinimo rezultatus, jie atvaizduojami į Y modelį ir atgal (pavyzdiniai modeliai pateikti 12 pav.). Gauti rezultatai pateikti 18 pav., rodomas tik pirmasis gebėjimo lygis, kadangi su aukštesnio lygio gebėjimo praktikomis yra analogiška problema.

Iš X modelio į Y modelį			
Turim	X modelis	Gaunam	Y modelis
x1	20%	y1	20%
x2	40%	y2	30%
x3	60%	y3	30%
x4	80%		
x5	100%		

Iš Y modelio į X modelį			
Turim	Y modelis	Gaunam	X modelis
y1	20%	x1	23%
y2	30%	x2	30%
y3	0,3	x3	15%
		x4	0%
		x5	0%

18 pav. Atvaizdavimas iš X modelio į Y modelį

Pagal šį pavyzdį matoma, kad praktikų įvertinimas gali ir padidėti, ir sumažėti. Pavyzdžiui, atvaizduojant iš Y į X modelį, x1 (*abc*) praktika gauna 23% įvertinimą, nors pradinis įvertinimas buvo 20%. Taip atsitinka dėl to, kad ji dengia dvi Y modelio praktikas y1 (*Ab*) ir puse y2 (*cd*), kadangi y1 yra x1 praktikos poaibis, tai per tarpinį modelį gauna tokį patį įvertinimą 20%, o y2 gauna įvertinimą kartu ir iš x2 (*d*) praktikos

per TPAM $t1_2$ (c) ir $t2$ (d) praktikas, kurios įvertinamos atitinkamai 20% ir 40% (pagal $x1$ ir $x2$ įverčius), atvaizduojant gaunasi toks veiksmas: $y1=0,20*1=20\%$ ir $y2=0,20*0,50+0,40*0,50=30\%$. Atvaizduojant atgal jau žiūrime į Y modelio praktikas, kurių $y2$ yra įvertinta daugiau nei buvo $x1$, o jų turinys iš dalies kertasi, todėl ir gaunamas didesnis įvertinimas. Šis trūkumas pašalinamas, jei vertinama iškart pagal TPAM.

Trečias trūkumas, kuris bendras abiem variantams, yra po atvaizdavimo likusios nepadengtos TPAM praktikos, t. y. tokios, kurios yra už atitinkamo modelio dalykinės srities ribų turimame gebėjimo profilyje, jos visos įvertinamos 0%, nors bent dalis jų organizacijoje būtų įvertintos daugiau nei 0%. Problema atsiranda atvaizduojant TPAM į kitą modelį, šios 0% praktikos gali būti kaž kurios kito modelio praktikos sudedamoji dalis, ir šis nulinis įvertinimas sumažina rezultatų tikslumą, t. y. atvaizdavę TPAM gebėjimo profilį į kitą modelį ir po to atvaizduojant atgal į TPAM tos neįvertintos praktikos sumažina susijusių praktikų padengimą. Šį trūkumą galima išspręsti – tas TPAM praktikas, kurios atvaizduojamos į reikiamą kito modelio praktiką, reikia įsivertinti atskirai. Tai atlikus būtų gaunamas tikslesnis įmonės visuminio proceso gebėjimo profilis kitame modelyje. Šią problemą iliustruoja 18 pav. pavyzdys. Atvaizduojant iš Y į X modelį vertinimo rezultatus, nepasidengia X modelio $x4$ ir $x5$ praktikos, nes jų turinio nėra Y modelyje.

2 variantas. Kitas gebėjimo profilio įvertinimo perkėlimas į TPAM yra įvertinant praktikų svorį. Šio metodo esmė yra padalinti susijusioms TPAM praktikoms įvertinimą ne vienodai, o priklausomai nuo padengimo dalies. Praeitame variante parodyta, kad TPAM praktikos realybėje gali

būti įvertintos visiškai kitaip, vadinasi reikia ieškoti kitokio dalių priskyrimo. Šiame variante sprendžiamas optimalaus paskirstymo matematinis uždavinys. Sprendimo variantų yra begalinė aibė. Šiame poskyryje nagrinėjamas vienas šio uždavinio sprendimo būdų, kuris padalina įvertinimą taip, kad labiausiai dengiama praktika gautų didžiausią įvertinimą.

Praktikos surikiuojamos nuo mažiausio svorio iki didžiausio. Tada yra įvedamas koeficientas (11):

$$e = p_1 * (1 - px) * px \quad (11)$$

Tada visiems w_i , kur i yra iki $n/2$, taikoma formulė (12):

$$w_i = px - e/p_i \quad (12)$$

o visiems w_i , kur i yra daugiau už $n/2 + 1$, taikoma formulė (13):

$$w_i = px + e/p_i \quad (13)$$

o jei n yra nelyginis, tai $w_{n/2+1}$ gauna tokį patį įvertinimą, kaip vertinamo modelio praktika (14):

$$w_{n/2+1} = px \quad (14)$$

Šis variantas paskirsto padengimus apie vidurį, o į kraštus daugiau nutolstama nuo vidurkio. Pavyzdžiui, turima praktika x1, kuri dengiama trijų praktikų, kurių svoriai yra atitinkamai 25%, 50% ir 25%. Darant prielaidą, kad įmonė X praktika yra padengta 50%, reikia apskaičiuoti, koks bus TPAM praktikų įvertinimas $t3_1$, $t4_1$ ir $t1_1_1$:

$$e = 0,25*(1-0,50)*0,50=0,0625,$$

$$t3_1 = 0,50-0,0625/0,25=25\%,$$

$$t1_1_1 = 50\%,$$

$$t4_1 = 0,50+0,0625/0,50 = 62,5\%.$$

Didžiausio svorio praktika gavo didžiausią padengimą, to ir buvo siekiama, taip pat nepažeista pusiausvyra pagal (9) lygybę: $0,25*0,25+0,25*0,50+0,5*0,625=50\%$. Galima sukurti ir kitokius įvertinimo paskirstymo uždavinio sprendimus, kur didesnis svoris skiriamas mažiau atvaizduotoms praktikomis.

Pasirinkus įvertinimų perkėlimo variantą, gaunamas TPAM gebėjimo profilis. Toliau reikia atvaizduoti TPAM vertinimo rezultatus į kitą vertinimo modelį.

Vertinant iškart pagal TPAM, visos vieno vardinio proceso praktikos turės tą patį gebėjimo lygį, kurį gaus tik baigus vertinimą – jis sutaps su vardinio proceso gebėjimo lygiu. Tačiau atliekant atvaizdavimą iš kito modelio į TPAM, gali būti, kad viename TPAM vardiniame procese praktikos bus su skirtingais gebėjimo lygiais, nes ateis iš skirtingai įvertintų vardinųjų procesų.

Kiekviena TPAM praktika turės gauti savo gebėjimo lygį, todėl pradinių vertinimo rezultatų bendrosioms praktikoms taip pat gaunamas procentinis įvertinimas pagal tas pačias taisykles. Tuomet kiekviena vardinio proceso praktika surišama su bendrosiomis praktikomis nuo 2 gebėjimo lygio, nes 1 gebėjimo lygio įvertinimas ir yra pats praktikos įvertinimas procentais.

4.6.2. Atvaizdavimai tarp TPAM versijų

Atliekami atvaizdavimai ne tik iš PAM į TPAM ir iš TPAM į PAM, tačiau ir tarp TPAM versijų. Jei turimi vertinimo rezultatai atvaizduoti į senesnę TPAM versiją, tai iš senesnės TPAM versijos atvaizdavimai atliekami į naujesnę TPAM versiją, kol pasiekama einamoji TPAM

versija. Atvaizdavimai atliekami tokie patys, kaip PAM į TPAM. Atvaizdavimai iš naujesnių TPAM versijų į senesnes atliekami tada, kai turimi vertinimo rezultatai yra pagal vėliau įtraukto PAM, nei norimo gauti vertinimo rezultatus pagal anksčiau įtraukto PAM. Tai atliekama tokiu pačiu principu, kaip atvaizdavimai iš TPAM į PAM, kurie paaškinami kitame skyrelyje. Atlikus turimo vertinimo rezultatų atvaizdavimą į TPAM, visų kitų versijų vertinimo rezultatai suformuojami be žmogaus įsikišimo.

4.6.3. TPAM atvaizdavimas į PAM

Turint TPAM gebėjimo profilį, reikia atlikti atvaizdavimą į norimą vertinimo modelį. Vertinant iškart pagal TPAM, tokiu atveju nereikia atlikti pirmojo atvaizdavimo (iš modelio į TPAM), tačiau reikia atvaizduoti TPAM vertinimo rezultatus į tą TPAM versiją, į kurią įtrauko metu buvo atvaizduotas norimas PAM.

Turimas TPAM gebėjimo profilis, kuris gautas po atvaizdavimo, arba tiesiai vertinant pagal TPAM. Norima gauti vertinimo rezultatus pagal PAM. TPAM praktikos, kurios nėra įvertintos, yra laikoma pasiekusios 0% padengimą. TPAM gebėjimo profilio atvaizdavimo algoritmas yra toks: turimos procentais įvertintos TPAM praktikos a_1, a_2, \dots, a_n , kurios pilnai dengia PAM x praktiką, C_1, C_2, \dots, C_n svoriais, kur $C_1 + C_2 + \dots + C_n = 1$, tai x praktikos įvertinimas, atvaizduojant rezultatus iš TPAM, gaunamas taip (15):

$$x = \sum_{j=1}^n a_j * C_j \quad (15)$$

Pavyzdžiui, norima gauti Y modelio y2 praktikos įvertinimą, turimas

TPAM gebėjimo profilis, bei Y atvaizdavimo į TPAM ryšiai. TPAM yra dvi praktikos, kurios dengia y2 praktiką: t1_2 dengia 50% ir t2 dengia 50%. TPAM gebėjimo profilyje šios praktikos atitinkami įvertintos 20% ir 40%. Tai norint gauti y2 praktikos įvertinimą, reikia apskaičiuoti pagal (10): $y2 = 0,20*0,50+0,40*0,50=30\%$ ir gaunama, kad y2 praktika yra įvertinta 30%.

Bendrosios praktikos dengiamos analogiškai, tik papildomai žiūrima ne tik į bendrųjų praktikų svorius (kiek į jas atvaizduota susijusi praktika), bet ir į praktikos svorį, kurios gebėjimą norime apskaičiuoti. Kiekviena TPAM praktika turi priskirtus visų bendrųjų praktikų padengimus procentais. Pažymim, kad PAM bendroji praktika yra bp , ir ji yra dengiama TPAM bendrųjų praktikų su svoriais b_1, b_2, \dots, b_n , kurių suma $b_1 + b_2 + \dots + b_n = 100\%$ ir yra padengtos kiekvienoje TPAM praktikoje a_i atitinkamai $v_{i_1}, v_{i_2}, \dots, v_{i_n}$, tai x praktikos pb bendrosios praktikos įvertis skaičiuojamas taip (16):

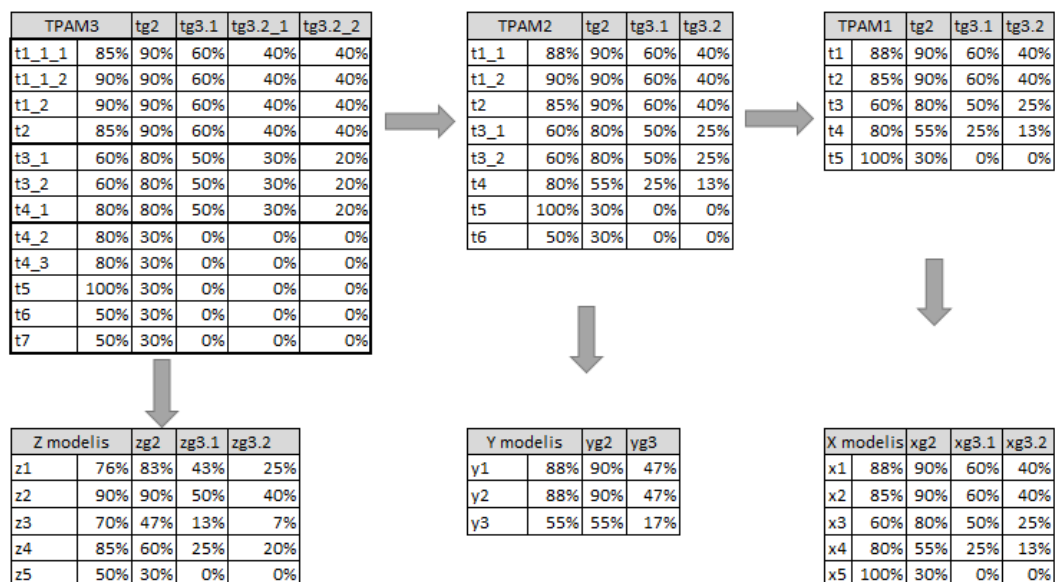
$$bp = \sum_{i=1}^m a_i * \sum_{j=1}^n b_j v_{i_j} \quad (16)$$

Pavyzdžiui, norima apskaičiuoti y2 praktikos yg3 bendrosios praktikos įvertinimą. TPAM yg3 dengia 33% tg3.1 ir 67% tg3.2 bendrąsias praktikas. Pati praktika y2 dengiama TPAM praktikų t1_2 ir t2 atitinkamai po 80% ir 20%. TPAM gebėjimo profilyje t1_2 praktikos tg3.1 pasiekta 60%, o tg3.2 40%, o t2 bendroji praktika tg3.1 pasiekta 70%, o tg3.2 30%. Tokiu atveju y2 praktikos yg3 bendrosios praktikos įvertinimas:

$$yg3=0,80*(0,60*0,33+0,40*0,67)+0,20*(0,70*0,33+0,30*0,67)=45,92\%.$$

Taikant šias taisykles yra gaunamas norimo modelio gebėjimo profilis.

Jei organizacija vertintų savo procesus iškart pagal TPAM, ji gautų patį detaliosią įvertinimą ir jai reikėtų naudoti tik antrosios rūšies atvaizdavimus, kurios suteikia tikslesnį rezultatą, nes vertinimas perkélimas nuo detalesnio ant bendresnio, kaip pateikta 19 pav. Rodyklés demonstruoja, kaip yra atvaizduojami duomenys, norint gauti vertinimo rezultatus pagal Z, X ir Y. Jei turimi senesnių TPAM versijų vertinimo rezultatai, jie atvaizduojami į visas kitas TPAM versijas ir tuomet į atitinkamus modelius. Turimi konkrečių modelių vertinimo rezultatai atvaizduojami į susijusią TPAM versiją, o tada į visas kitas TPAM versijas ir iš jų į konkrečius modelius. Taikant šiuos principus, galima atvaizduoti bet kurio modelio vertinimo rezultatus į bet kurį kitą modelį, kurie yra įtraukti į TPAM.



19 pav. TPAM vertinimo rezultatų atvaizdavimų pavyzdžiai

Jei turimi Z modelio vertinimo rezultatai, tuomet atliekamas priešingas veiksmas norint gauti vertinimo rezultatus pagal X modelį. Jei norima vertinti procesą tiesiai pagal TPAM, visada reikia vertinti pagal paskutinę

TPAM versiją, nes ji apima visus įtrauktus modelius (tame tarpe ir senesnes TPAM versijas), ir jei turimi vertinimo rezultatai pagal TPAM_N, tai galima gauti vertinimo rezultatus ir pagal visus kitus įtrauktus modelius. Tačiau, jei turimi vertinimo rezultatai pagal konkretų įtrauktą modelį, tuomet reikia juos atvaizduoti į atitinkamą TPAM versiją, su kuria tas modelis buvo surištas. Turint TPAM versiją, galima per ryšius pereiti prie žemesnių, ar aukštesnių TPAM versijų, o jau tada atvaizduoti į atitinkamą modelį. Pavyzdžiui, jei į modelį yra įtraukti eilės tvarka 3 modeliai – X, Y ir Z, kurie atitinkamai atvaizduoti į TPAM versijas – TPAM₁, TPAM₂ ir TPAM₃. Tuomet turint vertinimo rezultatus pagal X modelį, ir norint gauti vertinimo rezultatus pagal Z modelį, reikia atlikti tokias atvaizdavimus: iš X modelio vertinimo rezultatų gaunami vertinimo rezultatai pagal TPAM₁, pastarojo vertinimo rezultatai atvaizduojami pagal TPAM₂, toliau TPAM₃, o TPAM₃ jau yra surištas su Z modeliu, todėl atvaizduojami jo rezultatai pagal Z modelį.

4.7. Automatizuoti atvaizdavimai

TPAM yra aprašomas SPEM metamodeliu EPF įrankiu. Naršyklėje galima peržiūrėti TPAM: vardinius procesus, jų tikslus ir praktikas. Tačiau norint atlikti vertinimo rezultatų atvaizdavimą, reikia turėti įrankį, kuriame būtų galima įvesti turimus vertinimo rezultatus. Suvedus turimus vertinimo rezultatus reikia pasirinkti, į kokį vertinimo modelį ir jo versiją norima atvaizduoti rezultatus. Atvaizdavimas atliekamas automatiškai perskaičiuojant vertinimus pagal pasirinktus atvaizdavimų variantus. Norint automatiškai atlikti atvaizdavimus, įrankyje turi būti įtrauktas modelis, kurio rezultatai turimi, taip pat turi būti įtrauktas

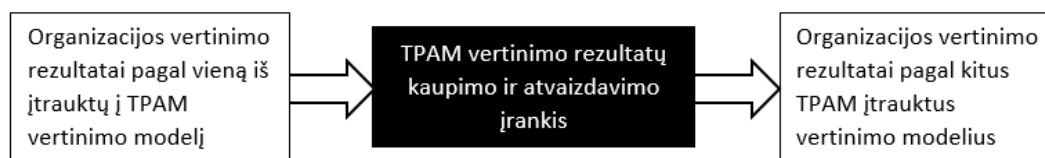
modelis, kurio rezultatus norima gauti. Šis įrankis yra tinkamas bet kokios dalykinės srities TPAM.

TPAM vertinimo įrankis susideda iš dviejų komponentų. Pirma dalis yra visi TPAM sudarantys modeliai, tame tarpe ir TPAM versijos, taip pat kiekviena įtrauktų modelių praktika turi ryšius su atitinkama TPAM praktika. Sukurtame įrankyje šią dalį sudaro ISO/IEC 15504 ir CMMI modeliai, taip pat visos TPAM versijos ir ryšiai tarp jų. Šis komponentas suteikia priemones įtraukti naują modelį, atvaizduoti jo praktikas į atitinkamas TPAM praktikas, nes visos įtraukiamo modelio praktikos turi būti padengtos.

Antras komponentas – vertinimo rezultatų įvedimas ir atvaizdavimas. Šis komponentas leidžia atlikti vertinimo procesą pagal pasirinktą procesų vertinimo modelį, arba iškart suvesti turimus vertinimo rezultatus vienu iš aprašytu detalumu. Jei į TPAM yra įtrauktas PAM, kurio vertinimas nesutampa nei su ISO/IEC 15504, nei su CMMI, tai tokiu atveju iškart yra įvedami praktikų procentiniai įvertinimai, kuriuos turi apskaičiuoti pati organizacija. Visais atvejais yra gaunamas procentinis praktikų įvertinimas. Tuomet pasirenkamas atvaizdavimo į TPAM būdas: paprastas ar svorinis įvertinimo perkėlimas. Atlikus automatinį atvaizdavimą į TPAM, galima pasirinkti gauti vertinimo rezultatus pagal bet kurią kitą įtrauktą modelį. Atvaizdavimai tarp TPAM versijų taip pat vyksta automatiškai.

Tarpiniam modeliui sukurtas įrankis leidžia automatiškai atlikti atvaizdavimus tarp modelių. TPAM įrankio juodos dėžės aprašas pateiktas 20 pav. Šis įrankis padeda ne tik atlikti atvaizdavimus ir gauti

įvairių modelių vertinimus, tačiau kartu yra ir proceso gerinimo priemonė norint pamatyti, kurias vietas savo įmonės procese reiktų pagerinti, siekiant norimo tikslinio profilio. Galima įvesti aukštesnį vardinio proceso įvertinimą ir automatiškai gaunami pakoreguoti visų kitų modelių gebėjimo profiliai.



20 pav. TPAM įrankio juodos dėžės aprašas

Taip pat labai svarbu pabrėžti, kad atliekant vertinimo rezultatų perkėlimą į TPAM praktikas, galima pasirinkti, kaip NPLF įvertinimas bus keičiamas į procentinį įvertinimą: optimistiniu, pesimistiniu ar vidutiniu variantu, tokiu būdu galima susidaryti platesnį vaizdą apie įmonės gebėjimo ribas. Sukurtas automatizuotas atvaizdavimų įrankio maketas yra pateiktas internete³.

4.8. Apibendrinimas

Šiame skyriuje parengtas programų kūrimo procesų vertinimo rezultatų pagal kelis procesų vertinimo modelių gavimo metodas. Pagal šį metodą yra sukuriamas tarpinis programų kūrimo procesų vertinimo modelis. Sudaryta naujų procesų vertinimo modelių įtraukimo metodika. Sukurti vertinimo rezultatų atvaizdavimo būdai per tarpinį modelį. Taip pat aprašytas automatizuotų atvaizdavimų įrankis.

³ http://www.mif.vu.lt/~stasys/TPAM/TPAM_įrankis.xlsx

5. Modelių įtraukimas į tarpinį modelį

Šiuo metu į TPAM yra įtraukti tokie modeliai: ISO/IEC 15504-5:2006, ISO/IEC 15504-7:2008 (prisideda 2 vardiniai procesai iš 4 ir 5 brandos lygio), CMMI-DEV V1.3 ir ISO/IEC 15504-5:2012. Šiame skyriuje aprašytos keturios atskirų atvejų analizės. ISO/IEC 15504-5:2006 įtraukimo atvejis analizuojamas, nes tai tarptautinis standartas, kuris privalo būti tarpiniame modelyje. ISO/IEC 15504-7:2008 yra įtraukiamas dėl to, kad jis yra pirmas pakopinės architektūros tarptautinis standartas. CMMI-DEV V1.3 įtraukimo atvejis nagrinėjamas dėl to, kad tai vis dar populiariausias procesų vertinimo modelis pasaulyje. ISO/IEC 15504-5:2012 įtraukiamas į tarpinį modelį, nes tai yra atnaujintas tarptautinis standartas. Modeliai buvo įtraukti pagal 4.4 poskyryje aprašytą metodiką.

5.1. ISO/IEC 15504-5:2006 įtraukimas

Pradedant modelių įtraukimą, pirmiausia reikia nuspręsti, kuris modelis bus įtrauktas pirmas ir taps TPAM šerdimi, nes šio modelio visos praktikos automatiškai taps ir TPAM praktikomis, o visi kiti vėlesni modeliai turės būti atvaizduojami būtent į šias praktikas, o įtraukiant naujas praktikas, jų formuluotės turės būti taip pat derinamos prie šio modelio. Pirmuoju modeliu pasirinktas yra ISO/IEC 15504-5:2006.

Toks sprendimas priimtas dėl keleto priežasčių:

- ISO/IEC 15504 yra de jure tarptautinis standartas.

- ISO/IEC 15504-5:2006 yra pirmasis pavyzdinis PAM suderintas su ISO/IEC 15504-2 dalimi.

- Ši modelio versija naudoja ISO/IEC 12207:1995, kaip etaloninį procesų modelį. Šis PRM yra plačiai naudojamas ir kituose vertinimo modeliuose: Automotive SPICE, SPiCE for SPACE (S4S) ir kituose PAM. Todėl reiktų mažiau pastangų TPAM papildyti naujais vertinimo modeliais.

- Nauda iš kelių to paties modelio versijų įtrauktų į TPAM gali būti tik tuomet, kai yra abi ISO/IEC 15504-5 versijos (2006 ir 2012), taip pat svarbi ir istorinė jų išleidimo tvarka, nes dažniausiai naujesnės versijos yra detalesnės, išsamesnės, pilnesnės, todėl yra naudinga pradėti nuo senesnės versijos.

Įtraukus ISO/IEC 15504 tolydinį modelį, kartu buvo įtrauktas ISO/IEC 15504-7:2012 pakopinis. Šio modelio įtraukimas nelaikomas naujo modelio įtraukimu, todėl TPAM nauja versija nebuvo sukurta. ISO/IEC 15504 pakopiniame modelyje yra du nauji vardiniai procesai *QNT.1 Kiekybinis proceso efektyvumo valdymas* ir *QNT.2 Kiekybinis proceso gerinimas*, jų įtraukimo metu jokios buvusios TPAM praktikos nepasikeitė, kadangi šie procesai yra tiesiog pridėti prie tolydinio modelio vardinių procesų ir jų dalykinė sritis nedengia kitų vardinių procesų.

5.2. CMMI-DEV V1.3 įtraukimas

Naujo PAM įtraukimo metodika buvo pritaikyta įtraukiant trečiąjį modelį – CMMI-DEV V1.3. Naujas modelis įtrauktas vadovaujantis prieš tai skyrelyje apibrėžta metodika. Nuspręsta neįtraukti senesnės CMMI-DEV V1.2 versijos, nes jo įtraukimas šiuo metu mažai naudingas tiek iš

teorinės, tiek iš praktinės pusės: pokyčiai tarp CMMI V1.2 ir V1.3 nėra esminiai, išskyrus 4 ir 5 gebėjimo lygių atsisakymas, kas irgi nedaro jokios įtakos TPAM struktūrai ir atvaizdavimams. Pagal SEI (angl. *Software Engineering Institute*) pateiktą medžiagą tik 10 organizacijų turi galiojančius sertifikatus pagal CMMI-DEV V1.2, kurie buvo gauti 2012 metais, o naujesnės versijos dar nėra [105], todėl netrukus nebegalios ir nebebus prasmės atlikti atvaizdavimų.

CMMI-DEV yra suderinamas su TPAM: jo dalykinė sritis taip pat yra programinės įrangos kūrimas. CMMI ir TPAM terminų susiejimas yra pateiktas 7 lentelėje. Pagal CMMI-DEV vertinimo modelį galima vertinti ir sistemas kuriančias įmones, tačiau įtraukimo metu praktikos interpretuojamos iš programinės įrangos kūrimo perspektyvos.

Visos CMMI-DEV proceso sritys yra įtrauktos į TPAM, kadangi organizacijoms turėti galimybę atvaizduoti pilnus vertinimo rezultatus pagal CMMI-DEV yra taip pat svarbu, kaip ir pagal ISO/IEC 15504. CMMI įtraukimo proceso metu buvo pasirinktas proceso sričių įtraukimas pagal priklausymą brandos lygiams. Pirmiausia buvo įtrauktos proceso sritys iš 2 brandos lygio, po to iš 3 lygio ir t. t. Pavyzdžiuose pristatomos inžinerinės kategorijos proceso sričių įtraukimas. Atvaizdavimas į TPAM remiasi atliktu atvaizdavimu į ISO/IEC 15504, kuris buvo pateiktas 3.2 poskyryje.

Trečiame žingsnyje reikia įtraukti specifines praktikas. Detaliai bus pristatytas *Reikalavimų specifikavimo (RD)* proceso srities specifinių praktikų įtraukimas. Pirmasis specifinis tikslas yra *SG1 Specifikuoti kliento reikalavimus*, o pirmoji specifinė praktika *SP 1.1 Išsiaiškinti*

poreikius. Reikia patikrinti TPAM inžinerinių procesų praktikas (šiuo atveju realiai tikrinamos ISO/IEC 15504-5 praktikos), ar jose yra aprašomi reikalavimai išsiaiškinti užsakovų poreikius, lūkesčius, apribojimus ir interfeisus visoms programinės įrangos gyvavimo ciklo fazėms. Šios praktikos įtraukimas pateiktas 15 lentelėje.

15 lentelė. CMMI RD SP 1.1 įtraukimas į TPAM

CMMI praktika	%	TPAM praktikos
SP 1.1 Išsiaiškinti poreikius.	70	RD_SP 1.1 Išsiaiškinti poreikius.
Išsiaiškinti susijusių asmenų poreikius, lūkesčius, apribojimus ir interfeisus visoms programinės įrangos gyvavimo ciklo fazėms.	30	ENG.1.BP1_1 Išsiaiškinti kliento lūkesčius, apribojimus ir kitus prašymus. Gauti kliento lūkesčius, apribojimus ir kitus prašymus tiesiogiai ir nuolat bendraujant su klientu ir naudotojais.

Išnagrinėjus TPAM praktikas, nustatyta, kad nėra išreikštinai reikalaujama išsiaiškinti poreikius, tačiau yra iš dalies susijusi TPAM praktika *ISO.ENG.1.BP1: Išsiaiškinti kliento reikalavimus ir prašymus*, kadangi užsakovų lūkesčiai ir apribojimai apibendrintai vadinami prašymais. Todėl ši CMMI-DEV praktika dalinama į dvi praktikas, nes dalis jos yra dengiama, o dalis yra nauja (4 praktikų įtraukimo variantas), taip pat dalinama ENG.1.BP1 praktika į dvi dalis, kur viena dalis sutampa su CMMI viena dalimi. Kadangi daugiau ryšių su TPAM praktikomis nerasta, nauja praktika *CMMI.RD.SP1.1 Išsiaiškinti poreikius* yra įtraukiama į TPAM, ši praktika dengia 70% originalios CMMI-DEV RD praktikos *SP 1.1 Išsiaiškinti poreikius*. Jų pavadinimai lieka tokie patys, bet įtrauktos praktikos turinys susiaurinamas kaip parodyta 15 lentelėje. Ši praktika įtraukiama į tą patį vardinį procesą,

kuriame yra praktika *ISO.ENG.1.BP1_1*, t. y. į *ENG.1 Reikalavimų išsiaiškinimas*. Taip pat pasipildžius TPAM vardiniui procesui nauja praktika, kurioje apibrėžtų veiklų iki tol nebuvo, reikia praplėsti proceso rezultatus, nes įgyvendinus naują praktiką, jie pasipildys. Naujasis rezultatas yra: *Poreikiai yra išsiaiškinti*.

Įtraukiant modelius į TPAM galima susidurti su keletą tipinių problemų, kurių sprendimo būdai su pavyzdžiais yra pateikti žemiau.

5.2.1. „Ką daryti“ tipo praktikų įtraukimas

Naujo modelio įtraukimo metu kartais susiduriama su problema, kai praktika aprašo konkrečių įrankių ar metodų naudojimą, ko TPAM pagal apibrėžtus reikalavimus negali būti, todėl tokia praktika turi būti perrašoma pakeičiant „kaip daryti“ į „ką daryti“. CMMI *Reikalavimų specifikavimo (RD)* proceso srities *SP 3.1 Sukurti veikimo koncepciją ir scenarijus* specifinė praktika aprašo, ar yra organizacijoje kuriami naudojimo atvejai (angl. *use cases*). Įtraukiant šią praktiką į TPAM, šio reikalavimo atsisakoma, tas pats atsitinka ir su *SP 3.2 Sukurti reikiamo funkcionalumo ir kokybės atributų apibrėžimą* specifine praktika, kuri aprašo, ar yra naudojamos veiklų diagramos (angl. *activity diagrams*), taip pat toje pačioje praktikoje aprašoma, ar atlikta objektinė analizė. Šiuo požiūriu ISO/IEC 15504 praktikos yra geriau aprašytos, nes jose iš esmės nėra aprašomų konkrečių metodų, ar įrankių ir laikomasi taisyklės aprašyti „ką daryti“, o ne „kaip daryti“.

5.2.2. Skirtingo detalumo praktikų įtraukimas

Kita dažna problema, su kuria buvo susiduriama įtraukiant CMMI,

tai skirtingas praktikų detalumas. Dažniausiai ISO/IEC 15504 praktikos yra detalesnės. Praktikų detalumas yra dviejų situacijų, vienas iš jų, kai viename modelyje yra bendresnė praktika, o kitame daug tikslesnių ir jų visuma iš esmės dengia kito modelio bendresnę praktiką. Pavyzdžiui, procesuose yra praktikos, kurios reikalauja, kad nuolat būtų įtraukiami suinteresuoti asmenys (peržiūroms, patvirtinimams): *SUP.2.BP5 Pateikti verifikavimo rezultatus užsakovams*, *SUP.7.BP6: Patikrinti dokumentus*, kai CMMI atveju tik proceso valdyme reikalaujama, kad nuolat būtų bendradarbiaujama ir viskas koordinuojama su suinteresuotais asmenimis ir iš esmės galima teigti, kad CMMI ir ISO/IEC 15504 reikalavimai sutampa, tiesiog CMMI aprašo bendresnę veiklą. Tokiais atvejais į tarpinį modelį įtraukiamos tikslesnės praktikos, o bendresnė praktika – netraukiamą. Dažnai šis atvejis pasitaiko, kai CMMI atveju yra viena specifinė praktika, o ISO/IEC 15504 atveju tokią veiklą aprašo net visas procesas. Pavyzdžiui, CMMI *Produkto integravimo (PI)* proceso srities *SP 1.2. Sukurti produkto integravimo aplinką* yra labai bendra specifinė praktika, kuri atvaizduojama į visą TPAM vardinį procesą *RIN.4 Infrastruktūra* (šis vardinis procesas atėjo iš ISO/IEC 15504), kurio praktikos suskaidomos pagal infrastruktūros gyvavimo ciklą (identifikuoti infrastruktūros poreikį, apibrėžti jai reikalavimus, įsigyti infrastruktūrą, sukurti infrastruktūrą, ir t. t.), šiuo atveju integravimo aplinkos. Taip pat *PI* proceso srities specifinė praktika *SP 3.4 Supakuoti ir pristatyti produktą ar jo dalį* yra atvaizduojama viso TPAM vardinio proceso *SPL.2 Produkto laida*. Tas pats atvejis yra ir su Integruoto projektų valdymo (*IPM*) proceso srities specifine praktika. *SP 1.3 Įdiegti projekto darbo*

aplinką dengia visas TPAM vardinio proceso *RIN.4 Infrastruktūra* praktikas darbo aplinkos kontekste. Šiuo atveju *RIN.4* yra detalesnis bet kokios infrastruktūros požiūriu, o CMMI atveju yra po vieną specifinę praktiką, tačiau konkrečios infrastruktūros, todėl TPAM esantis *RIN.4* vardinio proceso praktikos suskaidomos pagal infrastruktūros rūšis. 16 lentelėje pateiktas *RIN.4.BP1* praktikos išskaidymas tarpiniame modelyje. Pirmas „%“stulpelis reiškia, kiek TPAM praktika dengia CMMI-DEV praktiką, o antras „%“stulpelis reiškia, kiek TPAM praktika dengia *RIN.4.BP1 Identifikuoti infrastruktūros proceso apimtį* praktiką, šių dengimų suma turi būti 100%, kadangi šios trys praktikos pilnai padengia *RIN.4.BP1*.

16 lentelė. *RIN.4 Infrastruktūra* proceso *RIN.4.BP1 Nustatyti infrastruktūros apimtį* skaidymas įtraukiant CMMI-DEV

CMMI-DEV proceso sritis	CMMI-DEV specifinė praktika	%	TPAM praktika	%
Produkto integravimas (PI)	SP 1.2. Sukurti produkto integravimo aplinką	10	RIN.4.BP1_1 Nustatyti produkto integravimo infrastruktūros apimtį	20
Integruotas projektų valdymas (IPM)	SP 1.3. Sukurti projekto darbo aplinką	15	RIN.4.BP1_2 Nustatyti projekto infrastruktūros apimtį	20
Organizacijos proceso apibrėžimas (OPD)	SP 1.6. Sukurti darbo aplinkos standartus	25	RIN.4.BP1_3 Nustatyti darbo aplinkos infrastruktūros apimtį	60

Kitas praktikų skirtingo detalumo atvejis, kai abiejuose modeliuose yra po vieną praktiką ir viename ji yra konkreti, o kitame bendresnė, tokiu atveju į TPAM yra įtraukiamos abi praktikos, tik bendresnė praktika papildoma, kad ji nevertinama konkretesnės praktikos kontekste, nes ta dalis vertinama atskiroje praktikoje. Reikia abi praktikas įtraukti

į TPAM, kadangi negalima būtų atlikti atvaizdavimo tarp jų. Formaliai, jei X modelyje yra detali praktika *c*, o Y modelyje yra praktika *abc*, tokiu atveju į tarpinį modelį įtraukiama *c* praktika ir *abc* prirašant, kad nevertinamas *c* kontekstas: *abc* be *c*, nes nuo abstrakčios praktikos negalima suskaidyti į dvi praktikas. Tokiu atveju *c* praktika 100% dengs TPAM *c* praktiką, ir 0% *abc-c* praktiką, o Y modelio *abc* praktika dengs 66% *abc-c*, ir 34% *c* praktikos. Padengimo procentinė dalis turi būti nustatoma ekspertiškai įvertinus, kokią dalį konkreti praktika sudaro bendresnėje praktikoje. Pavyzdžiui, ISO/IEC 15504 praktika *ENG.1.BP5: Nustatyti kritinius reikalavimus*, rašoma, kad reikia išrinkti sveikatos, saugos ir saugumo, aplinkos ir kitus reikalavimus, kurie turi kritinę reikšmę kokybei. CMMI atveju tokios detalios praktikos nėra, kur būtų išvardyti, kas yra kritiniai reikalavimai, tačiau, tikėtina, kad CMMI vykdant reikalavimų išsiaiškinimo ir prioretizavimo reikalavimus, kritiniai reikalavimai bus nustatyti. Į TPAM yra įtraukiama ir detali praktika, o bendresnėje praktikoje yra pridedama, kad joje nėra vertinamas konkretesnės praktikos turinys.

5.2.3. Susijusių tame pačiame PAM praktikų įtraukimas

Dar viena probleminė praktikų susiejimo rūšis yra, kai tame pačiame modelyje yra kelios labai artimos praktikos, dažniausiai skirtinguose vardiniuose procesuose ir dažniausiai viena yra bendresnė, o kita konkretesnė. Tame pačiame modelyje negali būti persidengiančių tokio paties detalumo praktikų, tačiau gali būti labai panašių praktikų iš kurių viena yra bendresnė, o kita konkretesnė, todėl labai svarbu suprasti jų kontekstą ir atpažinti skirtumus. Pavyzdžiui, CMMI Matavimų ir analizės

(MA) proceso srities *SP 1.2 Nustatyti matus* yra bendresnė praktika, o Organizacijos proceso našumo (OPP) proceso srities *SP 1.3 Sukurti proceso našumo matus* yra konkretesnė specifinė praktika. Tokios praktikos nepažeidžia taisyklės, kad tame pačiame modelyje negali būti besikertančių praktikų, kadangi bendresnės praktikos orientuojasi, kad kažkokia veikla apskritai būtų vykdoma (pvz. nustatyti matus), o konkretesnės praktikos tikslas yra patikrinti, ar konkreti organizacijos veikla yra vykdoma (pvz. sukurti proceso našumo matus). Tokiais atvejais ieškoma atskirai kiekvienai praktikai atvaizdavimų į TPAM praktikas, o jei jų nėra, abi praktikos įtraukiamos kaip savarankiškos, kadangi bendresnė praktika neužtikrina, kad bus vykdoma konkreti praktika.

Svarbu pažymėti, kad įtraukiamų praktikų formuluotes reikia pritaikyti prie TPAM konteksto, pavyzdžiui, įtraukiant *RD SP 1.1* praktiką suinteresuoti asmenys buvo pakeisti klientais, kadangi TPAM naudojami abu terminai, tiek klientai, tiek suinteresuoti asmenys (priklausomai nuo konteksto), kai tuo tarpu CMMI šis terminas nenaudojamas ir išskirtinai naudojamas tik suinteresuoti asmenų terminas, todėl įtraukiant CMMI praktikas į TPAM, patikslinamas suinteresuoti asmenys pagal kontekstą ir susijusias praktikas.

Įtraukus visas specifines CMMI praktikas, reikia atlikti 4 metodikos žingsnį – įtraukti bendrąsias praktikas. Praktikų susiejimas pateiktas 5 lentelėje. Kaip buvo minėta 3 skyriuje CMMI ir ISO/IEC 15504-2 dalies gebėjimo dimensijos yra suderinamos, todėl naujų praktikų įtraukti į TPAM nereikia. 1 gebėjimo lygis CMMI ir ISO/IEC 15504 yra identiškas: reikalauja, kad vardinio proceso praktikos būtų vykdomos. Kiekviena

CMMI 2 gebėjimo lygio bendroji praktika iš dalies dengia vieną ar kelias ISO/IEC 15504 2 gebėjimo lygio bendrąsias praktikas. 3 CMMI gebėjimo lygis turi tik 2 praktikas, kai ISO/IEC 15504 net 11, tačiau bendrojo tikslo ir proceso atributo reikalavimai yra identiški, tik ISO/IEC 15504 atveju labiau išdetalizuoti, todėl galima teigti, kad 3 lygis irgi yra suderinamas. Kadangi 4 ir 5 gebėjimo lygių CMMI-DEV nebeturi, aukštesnio gebėjimo lygiai nebuvo derinami.

5.2.4. CMMI-DEV įtraukimo apibendrinimas

Remiantis apibrėžta metodika, buvo įtrauktos į TPAM visos CMMI-DEV proceso sritys. Visos naujos TPAM praktikos įtrauktos ar atnaujintos senuose vardiniuose procesuose, naujas vardinis procesas atsirado tik vienas – *Sprendimų analizė ir pasirinkimas (DAR)*, kadangi ISO/IEC 15504 nėra išreikštinai aprašyta šios proceso srities praktika.

Apibendrinant CMMI įtraukimo procesą galima teigti, kad sudėtingiausia ir daugiausiai laiko reikalaujanti užduotis yra surasti ryšius tarp CMMI-DEV ir TPAM praktikų. Visas CMMI-DEV yra pilnai atvaizduotas į TPAM praktikas: nemaža dalis TPAM praktikų buvo suskaidytos, norint tenkinti Pilno padengimo taisyklę. Tik keletas CMMI-DEV praktikų (vykdyti kolegų peržiūras, stebėti duomenų valdymą, vertinti alternatyvius sprendimus) nebuvo atvaizduotos į senas TPAM praktikas ir buvo įtrauktos kaip naujos. CMMI-DEV V1.3 įtraukimas į TPAM yra pateiktas internete⁴.

⁴ http://www.mif.vu.lt/~stasys/TPAM/CMMI_itraukimas.xlsx

5.3. Atvaizdavimai įtraukus CMMI-DEV V1.3

Įtraukus CMMI-DEV, TPAM tampa tinkamas atlikti gebėjimo profilio pagal CMMI-DEV atvaizdavimus į kitus priklausančius TPAM modelius (ISO/IEC 15504-5), taip pat ir kitų priklausančių modelių gebėjimo profilius galima atvaizduoti pagal CMMI-DEV modelį. Šiame poskyryje nagrinėjamas toks pavyzdinis CMMI-DEV gebėjimo profilis, kur visos inžinerinės proceso sritys pasiekia 1 gebėjimo lygį ir visos specifinės praktikos yra pilnai vykdomos (įvertinamos 100%). Tokį gebėjimo profilį norima atvaizduoti į ISO/IEC 15504 per TPAM. Gautas ISO/IEC 15504-5:2006 gebėjimo profilis, atvaizduojant per TPAM, pateiktas 21 pav., kur „GL“ reiškia gebėjimo lygis, NPLF įvertinimas pagal 1 lentelėje pateiktą skalę.

ISO/IEC 15504-5:2006 procesai	Bazinės praktikos											PA 1.1				GL
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	N	P	L	F	
ENG.1 Reikalavimų išsiaiškinimas	100	100	100	100	100	100										0
ENG.4 Programinės įrangos reikalavimų analizė	100	100	100	100	100	100										1
ENG.5 Programinės įrangos projektavimas	100	50	100	100	100	100										0
ENG.6 Programinės įrangos projekto realizavimas	100	100	100	100	100	100										0
ENG.7 Programinės įrangos integravimas	100	100	100	100	100	100	100									1
ENG.8 Programinės įrangos testavimas	100	100	100	100	100	100										1
ENG.11 Programinės įrangos instaliavimas	100	100	100	100	100	100	100									1
OPE.2 Kliento palaikymas	100	100	100	100	100	100										0
SUP.2 Verifikavimas	100	100	100	100	100	100										1
SUP.3 Validavimas	100	100	100	100	100	100										1
SUP.7 Dokumentavimas	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100					0
SPL.2 Produkto laida	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100					1
MAN.5 Rizikos valdymas	100	100	100	100	100	100										0
RIN.4 Infrastruktūra	20	20	20	20	20	20										0
REU.2 Pakartotinio panaudojamumo valdymas	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10					0

21 pav. ISO/IEC 15504-5:2006 gebėjimo profilis, gautas iš CMMI-DEV 1 gebėjimo lygio inžinerinių proceso sričių

CMMI-DEV inžinerinių procesų sritis yra platesnė, nei ISO/IEC 15504 inžinerinių procesų grupė, todėl atvaizduota buvo ir į kitų grupių procesus. Iš gauto profilio matoma, kad didžioji dalis ISO/IEC 15504-

5:2006 inžinerinių procesų nepasiekia 1 gebėjimo lygio, nors atlikus pilnus modelių atvaizdavimus, buvo gauta, kad CMMI pilnai dengia inžinerinius ISO/IEC 15504 procesus. Taip atsitinka dėl to, kad likusią nepadengtą inžinerinių procesų dalį dengia *Reikalavimų valdymo (REQM)* proceso sritis, kuri CMMI-DEV modelyje yra priskirta prie projekto valdymo kategorijos, todėl ši proceso sritis neįtraukta į gebėjimo profilį.

Atliekant pavyzdinę priešingą atvaizdavimą, imamas ISO/IEC 15504-5:2006 gebėjimo profilis su visais inžinerinės grupės programų kūrimo procesais, kur visi procesai pasiekia 1 gebėjimo lygį ir visos bazinės praktikos yra pilnai vykdomos (įvertinamos 100%). Gautas CMMI-DEV gebėjimo profilis, yra pateiktas 22 pav., kur „ST“ – specifinis tikslas, 1.1, 1.2 ir t.t. – specifinių praktikų numeriai. CMMI-DEV inžinerinės proceso sritys *Validavimas (VAL)* ir *Verifikavimas (VER)* nėra padengtos, nes ISO/IEC 15504-5:2006 atitinkami procesai priklauso palaikymo procesų grupei.

CMMI-DEV V1.3 proceso sritys	Specifinės praktikos															S1	S2	S3	GL
	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	2.1	2.2	2.3	2.4	3.1	3.2	3.3	3.4	3.5					
Produkto integravimas (PI)	100	40	100			0	0			0	100	100	40		LI	NI	LI	0	
Reikalavimų specifikavimas (RD)	30	80				100	100	100		10	0	30	20	0	LI	FI	NI	0	
Techninis sprendimas (TS)	100	80				95	0	80	90	100	0				FI	LI	PI	0	
Reikalavimų valdymas (REQM)	100	100	100	37	70										LI			1	

22 pav. CMMI-DEV V1.3 gebėjimo profilis, gautas iš ISO/IEC 15504-5:2006 1 gebėjimo lygio inžinerinių procesų

5.4. ISO/IEC 15504-5:2012 įtraukimas

Į TPAM yra svarbu įtraukti ir naujausią ISO/IEC 15504-5 versiją. Tai palengvins organizacijoms migravimą nuo 2006 metų prie 2012 metų versijos. Procesų grupavimas tarp versijų pateiktas 17 lentelėje. ISO/IEC 15504-5:2012 naudoja ISO/IEC 12207:2008 modelį kaip procesų etaloninį

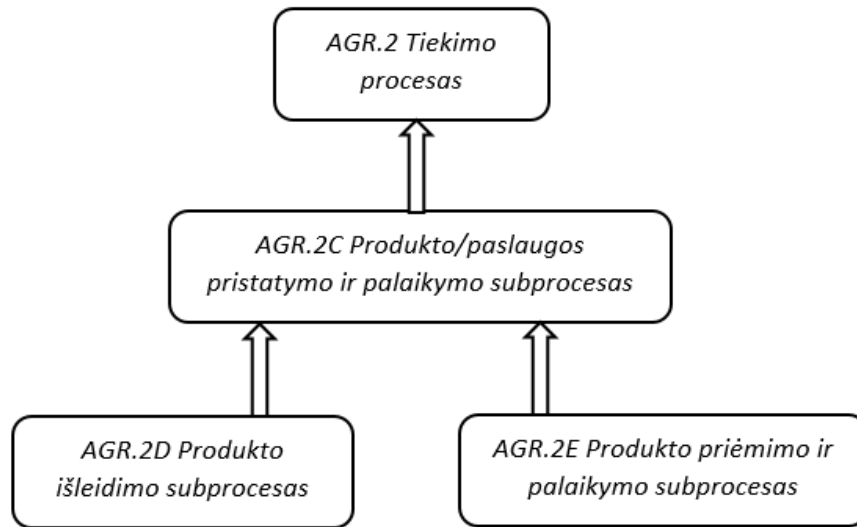
modelį. Procesų grupavimas pasikeitė iš esmės. Pavyzdžiui, naujasis PRM nebeturi inžinerinių procesų grupės, ji buvo padalinta į dvi naujas grupes: techniniai procesai (ENG) ir programinės įrangos procesai (DEV). Taip pat pakeisti ir procesų grupavimas gyvavimo ciklo lygyje, vietoj trijų, atsirado du: sistemos ir programinės įrangos.

17 lentelė. ISO/IEC 15504-5 versijų palyginimas

ISO/IEC 15504-5:2006		ISO/IEC 15504-5:2012	
Gyvavimo ciklai	Procesų grupės	Procesų grupės	Gyvavimo ciklai
Pagrindinis	Įsigijimo	Sutarčių	Sistemos
	Tiekimo		
	Inžinerinių	Programinės įrangos diegimo	Programinės įrangos
		Techninių	Sistemos
Eksploatacijos			
Organizacijos	Valdymo	Projektų	Sistemos
	Procesų gerinimo	Organizacijos projektų įgalinimo	Sistemos
	Resursų ir infrastruktūros		
	Pakartotinio naudojimo	Programinės įrangos pakartotinio naudojimo	Programinės įrangos
Palaikymo	Palaikymo	Programinės įrangos palaikymo	Programinės įrangos

ISO/IEC 15504-5:2012 modelyje atsirado du nauji procesų tipai – subprocesai ir žemesnio lygio procesai. Žemesnio lygio procesai detalizuoja *ENG.4 Programinės įrangos diegimo* procesą. Subprocesai detalizuoja *AGR.1 Įsigijimo*, *AGR.2 Tiekimo*, *ORG.1 Gyvavimo ciklo modelio valdymo*, *ORG.4 Žmogiškųjų resursų valdymo* ir *ENG.9 Programinės įrangos eksploatacijos* procesus. Deja, standartas neapibrėžia naujų sąvokų ir neaprašo jų skirtumų. Tačiau iš konteksto yra aišku, kad

subprocesai ir žemesnio lygio procesai detalizuoja nurodytus procesus. Subprocesai net gali sudaryti hierarchiją, kaip parodyta 23 pav.



23 pav. Procesų hierarchija

ISO/IEC 15504-2 apibrėžia tik procesų gebėjimo matavimo sistemą, o ISO/IEC 15504-5:2012 papildomai neaprašo, kaip turėtų būti vertinamas subprocesų ir žemesnio lygio procesų gebėjimas. Kadangi savo struktūra subprocesai ir žemesnio lygio procesai atitinka ISO/IEC 15504-2 reikalavimus procesų apibrėžimui, galima teigti, kad juos vertinti reikia lygiai taip pat kaip ir procesus. Vertinimo metu pasirenkamas procesų detalumo lygis, kuris atitiktų organizacijos vertinimo tikslus. Pavyzdžiui, organizacija, kurianti programinę įrangą, turi vertinti visus žemesnio lygio procesus, kadangi jie detalizuoja *ENG.4 Programinės įrangos diegimo procesą*, kai tuo tarpu organizacijos, kurios užsiima sistemų vystymu, gali apsiriboti paties *ENG.4* vertinimu. Kadangi TPAM yra programinės įrangos procesų vertinimo modelis, todėl bus įtraukti žemesnio lygio procesai, o *ENG.4* nebus įtrauktas, nes pažeistų praktikų nepersidengimo taisyklę, kadangi *ENG.4* ir DEV grupės procesų praktikos persidengia,

tik DEV praktikos yra detalesnės, o TPAM šaltinių praktikos turi būti nepersidengiančios. *ENG.4* procesą galima įtraukti irgi į TPAM, kaip atskirą modelį iš vieno proceso, ir jis bus atvaizduojamas į TPAM praktikas, kurios atsirado iš DEV procesų grupės įtraukimo.

Taip pat į TPAM yra įtraukiami visi subprocesai, kadangi jie yra detalesni nei pagrindiniai procesai. Įvertinus subprocesus, galima apskaičiuoti ir susijusio proceso įvertinimą, tačiau, jei būtų vertinamas pagrindinis procesas, subprocesų įvertinimo gauti nepavyktų.

Įtraukiant ISO/IEC 15504-5:2012 į TPAM, reikia pasirinkti procesų įtraukimo tvarką, pirmiausia buvo pasirinkti programinės įrangos kūrimo procesai. Naujoje versijoje didesnis dėmesys skirtas programinės įrangos kūrimui: ISO/IEC 15504-5:2006 procesas *ENG.5. Programinės įrangos projektavimas* padalintas į du naujus procesus: *DEV.2 Programinės įrangos architektūros projektavimas* ir *DEV.3 Programinės įrangos detalus projektavimas*. Taip pat buvo detalizuotos ir bazinės praktikos.

ISO/IEC 15504-5:2006 buvo suprojektuotas taip, kad tiktų tiek organizacijoms užsiimančioms sistemų vystymu, tiek organizacijoms kuriančioms išskirtinai programinę įrangą. Pagal pakopinį ISO/IEC 15504-7 modelį, organizacijos išskirtinai kuriančios programinę įrangą neprivalo vertinti sistemos procesų: *ENG.2 Sistemos reikalavimų analizė*, *ENG.3 Sistemos architektūros projektavimas*, *ENG.9 Sistemos integravimas* ir *ENG.10 Sistemos testavimas* norėdamos gauti pirmąjį brandos lygį. Vadovaujantis ta pačia taisykle, galima teigti, kad organizacijos, išskirtinai kuriančios programinę įrangą, turi vertinti ISO/IEC 15504-5:2012 *ENG.1 Suinteresuotų asmenų reikalavimų*

apibrėžimo procesą iš programinės įrangos kūrimo perspektyvos, o *ENG.2 Sistemos reikalavimų analizės*, *ENG.3 Sistemos architektūros projektavimo*, *ENG.5 Sistemos integravimo* ir *ENG.6 Sistemos parengimo testų* procesai nevertinami, nes yra skirti sistemoms kuriančioms organizacijoms. Įtraukus ISO/IEC 15504-5:2012 programinės įrangos procesus (DEV) į TPAM pastebėta, kad nors yra naujoje versijoje nemažai struktūrinių pakeitimų, tačiau procesų dalykinė apimtis iš esmės neprasiplėtė, o tik detalizavosi. ISO/IEC 15504-5:2012 vardinių procesų įtraukimas į TPAM yra pateiktas internete⁵.

5.5. Atvaizdavimai įtraukus ISO/IEC 15504-5:2012

Norint patikrinti ISO/IEC 15504-5:2012 atvaizdavimo galimybes, sudaromas ISO/IEC 15504-5:2012 gebėjimo profilis iš visų pirmojo gebėjimo lygio programinės įrangos procesų grupės (DEV) darant prielaidą, kad bazinės praktikos yra pilnai (100%) vykdomos. CMMI-DEV gebėjimo profilis, gaunamas atvaizduojant ISO/IEC 15504-5:2012 gebėjimo profilį per TPAM, pateiktas 24 pav.

CMMI-DEV V1.3 proceso sritys	Specifinės praktikos															S1	S2	S3	GL
	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	2.1	2.2	2.3	2.4	3.1	3.2	3.3	3.4	3.5					
Produkto integravimas (PI)	100	40	100			0	0			0	100	100	0		LI	NI	LI	0	
Reikalavimų specifikavimas (RD)	0	10				100	100	100		10	0	30	0	0	LI	FI	NI	0	
Techninis sprendimas (TS)	100	80				100	0	80	90	90	0				FI	LI	PI	0	
Reikalavimų valdymas (REQM)	90	0	0	100	70										LI			1	

24 pav. CMMI-DEV gebėjimo profilis, gautas iš ISO/IEC 15504-5:2012 1 gebėjimo lygio programinės įrangos kūrimo procesų

Paryškintos procentinės vertės vaizduoja skirtumą nuo ISO/IEC 15504-5:2006 versijos, kurios CMMI gebėjimo profilis buvo pateiktas 22

⁵ http://www.mif.vu.lt/~stasys/TPAM/ISO15504-2012_itraukimas.xlsx

pav. Reikia pastebėti, kad keletą proceso sričių specifinių praktikų padengimas yra sumažėjęs, taip yra dėl to, kad ISO/IEC 15504-5:2012 atsirado dvi procesų grupės iš buvusios inžinerinių procesų grupės.

Tokiu būdu galima gauti ISO/IEC 15504-5:2006 (ir 2012 versijos) bei CMMI-DEV V1.3 gebėjimo profilius atvaizduojant vertinimo rezultatus per TPAM.

5.6. Kitų modelių įtraukimas į TPAM

TPAM ypač tampa naudinga, kai kuo daugiau modelių yra įtraukiama. Įtraukus CMMI-DEV į TPAM, galima įtraukti ir kitus CMMI tipo modelius, kurie yra tokios pačios struktūros: TMMi [106], P-CMM [107], CMMI-SVC [108], CMMI-ACQ [95]. Įtraukus ISO/IEC 15504-5:2012, galima įtraukti ir kitus SPICE šeimos modelius: Automotive SPICE [109], Banking SPICE (dar kuriama pirma versija), SPICE for SPACE (S4S) [110], Test SPICE [111], [112], MediSPICE (dar kuriamas, alternatyvus pavadinimas MDevSPICE) [113], [114], Enterprise SPICE [115], Nuclear SPICE [116].

Kai kurių SPICE grupės modelių (Automotive SPICE, MediSPICE ir kitų) praktikos didžiąja dalimi sutampa su ISO/IEC 15504-5:2006 modeliu, todėl beliktų įtraukti tik naujas praktikas į TPAM, kurių nėra ISO/IEC 15504-5:2006. Tuomet organizacija, turėdama vieno iš šių modelių įvertinimą, nesunkiai galėtų gauti gebėjimo profilius pagal kitus modelius, tame tarpe ir pagal CMMI. Pavyzdžiui, ISO/IEC 15504-5:2006 ir Automotive SPICE procesų šaltinis yra ISO/IEC 12207: 2004 Amd 1/Amd 2, tiesiog Automotive SPICE įtraukė kai kuriuos kitus modelius, kurių ISO/IEC 15504-5:2006 neįtraukė.

Enterprise SPICE buvo sukurtas kaip vertinimo modelis, kuris tinkamas iš esmės bet kokia komercine veikla užsiimančios organizacijos procesų vertinimui ir gerinimui. Kadangi TPAM yra konstruojamas vertinti tik organizacijas, ar jų skyrius kuriančius programinę įrangą, todėl įtraukiant Enterprise SPICE, jo procesus reikia traktuoti programinės įrangos kūrimo kontekste. Šis modelis turi naują procesų rūšį – specialiųjų taikymų sritį. Įtraukiant Enterprise SPICE modelį į TPAM, specialiųjų taikymų sritis nebus įtraukiama, nes ji tikslina kitus procesus, todėl būtų pažeista taisyklė, kad kiekviena įtraukiamo modelio praktika yra unikali. Norint vertinti specialiąją taikymų sritį, ją reikia įtraukti kaip atskirą modelį, o ne Enterprise SPICE dalį, tokiu atveju būtų galima įvertinti, kaip specialiąją taikymo sritį dengia CMMI ar ISO/IEC 15504.

Visus kitus SPICE ir CMMI tipo modelius po oficialių versijų pasirodymo reikia įtraukti į TPAM, jei bus tinkami remiantis naujų PAM įtraukimo metodika.

5.7. Apibendrinimas

Pasinaudojus apibrėžta naujų modelių įtraukimo metodika, buvo sėkmingai įtrauktos CMMI-DEV ir ISO/IEC 15504 naujausios versijos. Ateityje bus įtraukti ir kiti modeliai, pirmiausia Automotive SPICE, kuris ypač populiarus Europos automobilių pramonėje. Kuo daugiau PAM bus įtraukta į TPAM, tuo daugiau vertinimo rezultatų pagal skirtingus PAM bus galima gauti. Organizacijos, pasinaudamos TPAM, galės efektyviau pasiruošti oficialiems vertinimams, nes iš anksto žinos tikėtinus vertinimo rezultatus.

6. Tarpinio modelio korektiškumo vertinimas

Sukūrus tarpinį programų kūrimo procesų vertinimo modelį, būtina patikrinti, jo korektiškumą. Geriausia būtų patikrinti TPAM korektiškumą su organizacija, kuri turi oficialius vertinimo rezultatus pagal du modelius. Vieno modelio vertinimo rezultatai galėtų būti atvaizduojami į TPAM gebėjimo profilį, o iš TPAM atvaizduojama į antrą modelį. Po šio atvaizdavimo, galima palyginti įmonės vertinimo rezultatus pagal antrą modelį su gautais atvaizdavus pirmojo modelio vertinimo rezultatus per TPAM. Palyginus šiuos du tos pačios įmonės gebėjimo profilius gautus pagal tą patį modelį, galima daryti išvadas apie TPAM korektiškumą. Tačiau organizacijos nesidalina detaliais vertinimo rezultatais, nes tai yra komercinė paslaptis. Todėl, norint patikrinti TPAM korektiškumą, reikia sukurti tariamą organizaciją ir ją vertinti. Norint išlaikyti objektyvumą ir nepriklausomą rezultatų patikrinimą, tariama, kad organizacija dirba pagal konkretų sistemų kūrimo procesą. Tokiu atveju galima vertinti ne pačią organizaciją, o konkretų sistemų kūrimo procesą. Įvertinamas konkretus sistemų kūrimo procesas pagal PAM, tuomet pagal TPAM. Tada atvaizduojami iš TPAM vertinimo rezultatai į PAM ir tuomet palyginami vertinimo rezultatai, kurie turėtų būti iš esmės vienodi.

Taip pat galima patikrinti TPAM korektiškumą remiantis kitais

tyrimais, kurie atlieka įvairių modelių susiejimus, pavyzdžiui, CMMI ir ISO/IEC 12207 [43], [117], [118]. Tačiau tikslaus TPAM korektiškumo vertinimo atlikti pagal šiuos darbus nepavyktų, nes juose atliekami atvaizdavimai, nedetalizuojant jokių padengimo dalių, o tiesiog parašoma, kokios praktikos turi bendrų bruožų.

Patvirtinus TPAM korektiškumą, jį galima naudoti praktiškai: atvaizduoti turimus vertinimo rezultatus į kitus modelius, praplėsti įtraukiant naujus PAM, sukurti vertinimo atvaizdavimo įrankį remiantis bandomuoju maketu.

6.1. DSDM vertinimas pagal CMMI-DEV

Atsiradus pirmiems agiliems sistemų kūrimo procesams, kartu pradėta ir tirti, kokį gebėjimo lygį jie gali užtikrinti organizacijai, ar apskritai gali būti derinami kartu su vertinimo modeliais. Dažniausiai buvo tikrinama, kokį gebėjimo profilį, ar brandos lygį gali užtikrinti pagal CMMI [119]–[133], taip pat ir pagal ISO/IEC 15504 [134]–[136]. Taip pat sistemų kūrimo procesai lyginami tarpusavyje, bandoma juos derinti, kurti naujus sistemų kūrimo procesus apimančius kitų geriausias savybes [137]–[140]. Natūralu, kad kuo aukštesnį gebėjimą suteikia įmonei, tuo patraukliau atrodo sistemų kūrimo procesas. Buvo žadama, kad netrukus agilūs sistemų kūrimo procesai galės užtikrinti net 5 brandos lygį pagal CMMI, bet tai nebuvo pasiekta [141], [142], tačiau norint gauti 2 brandos lygį pagal CMMI, agilūs sistemų kūrimo procesai yra tinkami. Didelis dėmesys skiriamas Scrum proceso užtikrinamam CMMI-DEV gebėjimo profiliui [126], [142]–[147], tačiau Scrum neužtikrina 2 brandos lygio, todėl nėra tinkamas procesas TPAM korektiškumo vertinimui, Scrum tiesiog

apima per mažai proceso sričių, todėl galima būtų patikrinti tik mažą dalį TPAM procesų. TPAM korektiškumo vertinimui reikia tokio sistemų kūrimo proceso, kuris užtikrintų 2 brandos lygį, nes šis lygis yra populiariausias tarp nedidelių organizacijų. Taip pat ir Lietuvoje populiarėjant procesų vertinimui, tikėtina, kad dauguma įmonių sieks ne aukštesnio kaip 2 brandos lygio pagal CMMI-DEV. Naujoje CMMI-DEV V1.3 versijoje yra skiriamas didesnis dėmesys agiliems procesams, praktikų informaciniuose aprašymuose pateikiama medžiaga, kaip atitinkama praktika turėtų būti interpretuojama programinę įrangą kuriančioje įmonėje, kuri naudoja agilų procesą.

TPAM korektiškumo vertinimui pasirinktas DSDM [148] procesas, nes jis dengia net 60% CMMI-DEV proceso sričių [149]. Kadangi svarbu gauti kuo tikslesnį CMMI gebėjimo profilį, yra atvaizduojama į CMMI tolydinį. Taip pat jau buvo atliktas DSDM užtikrinamo CMMI-DEV gebėjimo profilio vertinimas ir gauti rezultatai pristatyti [150] straipsnyje. Šiais rezultatais galima remtis ir tikrinant TPAM korektiškumą, kadangi atvaizdavimai buvo atlikti prieš TPAM konstravimą, taip pat vertinimas buvo atliktas su nepriklausomais vertintojais.

CMMI vertinimo metodika yra apibrėžiama SCAMPI dokumente, todėl DSDM bus vertinama būtent pagal SCAMPI metodiką. SCAMPI apibrėžia praktikų ir tikslų vertinimo skales, gebėjimo ir brandos lygius. CMMI vertinimo skalė jau buvo pateikta 1 lentelėje. Vertinant DSDM, yra remiamasi „DSDM Handbook“ [151] dokumentu, darant prielaidą, kad organizacija preciziškai yra įdiegusi visas DSDM praktikas ir principus.

Kadangi vertinama ne pati organizacija, o DSDM procesas, reikia atlikti kelias SCAMPI metodikos modifikacijas, konkrečiai – praktikų vertinimą. Praktikos yra vertinamos procentais: 0% (DSDM apie tokias praktikas neužsimena), 50% (DSDM iš dalies įgyvendina praktiką), 100% (DSDM pilnai įgyvendina praktiką). Toks praktikų vertinimas yra tinkamas TPAM patikrinimui, nes atvaizdavimai ir yra atliekami turint procentinius praktikų padengimus.

Įvertinamos CMM-DEV modelio specifinės ir bendrosios praktikos, po to nustatomi tikslų pasiekimai – apskaičiuojamas specifinio/bendrojo tikslo praktikų aritmetinis vidurkis, kuris išreiškiamas NPLF skale. Galiausiai proceso sričių gebėjimo lygiai – jei bendrasis tikslas pasiekia F arba L, tai atitinkamas gebėjimo lygis pasiektas.

Vertinimo rezultatai pateikti 18 lentelėje. Pirmas bendrasis tikslas yra automatiškai patenkinamas, jei visi proceso srities specifiniai tikslai yra patenkinami. Įvertinus visus specifinius ir bendruosius tikslus, yra nustatomas proceso srities gebėjimo lygis.

Naudojami sutrumpinimai:

„ST“ – specifinis tikslas ir jo numeris;

„BT“ – bendrasis tikslas ir jo numeris;

„GL“ – gebėjimo lygis;

„SP“ – specifinė praktika ir jos numeris;

„BP“ – bendroji praktika ir jos numeris.

Galimi vertinimai:

„S“ – specifinis ar bendrasis tikslas patenkinamas (angl. *Satisfied*);

„U“ – specifinis ar bendrasis tikslas nepatenkinamas (angl.

Unsatisfied);

„n“ – bendrasis tikslas nevertinamas (antras ir trečias GG yra nevertinami, jei pirmas GG yra nepatenkinamas);

„N/A“ – proceso sritis neturi specifinio tikslo tokiu numeriu.

18 lentelė. DSDM užtikrinamas CMMI-DEV gebėjimo profilis

Proceso sritis	ST1	ST2	ST3	BT1	BT2	BT3	GL
Konfigūracijos valdymas	S	S	S	S	S	U	2
Matavimai ir analizė	S	S	N/A	S	S	U	2
Projekto stebėjimas ir kontrolė	S	S	N/A	S	S	U	2
Projekto planavimas	S	S	S	S	S	U	2
Proceso ir produkto kokybės užtikrinimas	S	S	N/A	S	S	U	2
Reikalavimų valdymas	S	N/A	N/A	S	S	U	2
Sutarčių su tiekėjais valdymas	U	U	N/A	U	n	n	0
Sprendimų analizė ir priėmimas	U	N/A	N/A	U	n	n	0
Integruotas projektų valdymas	S	S	N/A	S	S	U	2
Organizacijos proceso apibrėžimas	U	N/A	N/A	U	n	n	0
Dėmesys organizacijos procesui	U	U	U	U	n	n	0
Organizacijos mokymai	U	U	N/A	U	n	n	0
Produkto integravimas	S	S	S	S	S	U	2
Reikalavimų kūrimas	S	S	S	S	S	U	2
Rizikos valdymas	S	S	S	S	S	S	3
Techninis įgyvendinimas	S	S	S	S	S	U	2
Verifikavimas	S	S	N/A	S	S	U	2
Validavimas	S	U	S	U	n	n	0
Organizacijos proceso našumas	U	N/A	N/A	U	n	n	0
Kiekybinis projekto valdymas	S	U	N/A	U	n	n	0
Priežasčių analizė ir sprendimas	U	U	N/A	U	n	n	0
Organizacijos našos valdymas	U	U	U	U	n	n	0

Toliau pateikiami pavyzdžiai, kaip DSDM dengia CMMI specifinius

tikslus, kur 19 lentelėje yra pasirinkto vieno patenkinamo tikslo pavyzdys (kartu su bendraisiais tikslais), o 20 lentelėje yra pasirinktas vienas CMMI specifinis tikslas, kuris nepatenkinamas pagal DSDM procesą.

19 lentelė. Patenkinamo CMMI specifinio ir bendrųjų tikslų pavyzdys

CMMI Rizikos valdymo proceso sritis	DSDM padengimas	Įvertis
SG 1 Pasiruošti rizikos valdymui	DSDM skiria didelį dėmesį rizikos valdymui: rizikos identifikavimui, analizei ir įtakos mažinimui. Rizikos valdymas yra svarbi praktika norint laiku sukurti kokybišką programinę įrangą, o tai yra esminė DSDM mintis.	S
SP 1.1 Nustatyti rizikos šaltinius ir grupes	DSDM siūlo koku būdu galima grupuoti bei skirstyti pagal šaltinius rizikas.	100%
SP 1.2 Apibrėžti rizikos parametrus	DSDM siūlo parametrus, pagal kuriuos galima identifikuoti, kategorizuoti ir vertinti rizikas.	100%
SP 1.3 Sukurti rizikos valdymo strategiją	DSDM apibrėžia rizikos valdymo strategiją, numato kaip rizika turi būti identifikuojama ir analizuojama.	100%
GG 1 Pasiiekti specifinius tikslus	Visi Rizikos valdymo specifiniai tikslai yra pasiekiami naudojant DSDM procesą.	S
GP 1.1 Vykdyti specifines praktikas	Visos Rizikos valdymo specifinės praktikos yra vykdomos didžiąja dalimi arba pilnai ir nėra esminių trūkumų, kurie trukdytų pasiekti proceso srities tikslus.	100%
GG 2 Įtvirtinti valdomą procesą	DSDM procesas yra valdomas, kadangi visos bendrosios praktikos yra įgyvendinamos pilnai ar didžiąja dalimi.	S
GP 2.1 Sukurti organizacines taisykles	DSDM kuria ir palaiko organizacinę tvarką proceso planavimui ir vykdymui. Tai įgyvendinama naudojantis DSDM praktikomis:	100%

	projekto valdymo, planavimo, kontrolės DSDM projektuose.	
GP 2.2 Planuoti procesą	DSDM kuria ir palaiko proceso valdymo planus. Sukuriamas detalus projekto planas kiekvienai iteracijai.	100%
GP 2.3 Suteikti išteklius	DSDM turi griežtai apibrėžtus resursus. Tiek laikas, tiek kaina yra fiksuoti. Kiekvienos iteracijos pradžioje suplanuojami resursai tai iteracijai.	100%
GP 2.4 Priskirti atsakomybes	DSDM turi griežtai apibrėžtas roles ir atsakomybes. Rizikos valdymu užsiima komandos lyderis.	100%
GP 2.5 Mokyti žmones	DSDM numato kokių žinių ir gebėjimų reikia kiekvienai rolei atlikti. Mokymai vyksta susirinkimų ir bendro darbo metu.	100%
GP 2.6 Kontroliuoti darbo produktus	Darbo produktų valdymą DSDM užtikrina pastoviu darbo produktų integravimu, gerai įgyvendintu konfigūracijos valdymu, matavimų praktika.	100%
GP 2.7 Nustatyti ir įtraukti suinteresuotas šalis	Suinteresuoti asmenys yra įtraukiami į visą DSDM projektą.	100%
GP 2.8 Stebėti ir kontroliuoti procesą	DSDM procesas yra planuojamas. DSDM numato priemones proceso valdymui, kokybės užtikrinimui. Procesui vykstant iteracijomis, taisomieji veiksmai gali būti suplanuoti vykdyti kitos iteracijos metu.	100%
GP 2.9 Objektyviai įvertinti taisyklių laikymąsi	Kiekvienos iteracijos pabaigoje įvertinamas darbo produktas, patikrinami rizikos šaltiniai. Komanda nuolatos turi tikrinti, ar užtikrinami visi DSDM principai.	100%
GP 2.10 Peržiūrėti aukštesnio lygio valdymo būseną	DSDM visi žmonės įtraukiami į projektą, nėra atotrūkio tarp žemesnės ir aukštesnės valdymo struktūrų. DSDM skatina pastovų bendravimą ir bendradarbiavimą.	100%

GG 3 Įtvirtinti apibrėžtą procesą	DSDM įgyvendina apibrėžtą rizikos valdymo procesą.	U
GP 3.1 Sukurti apibrėžtą procesą	DSDM turi priemonių proceso apibrėžimui sukurti ir palaikyti, tokių kaip matavimai, vertinimai, kokybės valdymas ir kitų. Tačiau nėra apibrėžto proceso dokumentavimo, neperžiūrimi procesai.	50%
GP 3.2 Kaupti su procesu susijusią patirtį	Rizikos valdyme sukaupta patirtis ir rezultatai yra renkami ateities naudojimui, tačiau nėra užtikrinamas proceso gerinimas.	50%

20 lentelė. Nepatenkinamas CMMI specifinis tikslas

CMMI Organizacijos mokymo proceso sritis	DSDM padengimas	Įvertis
SG 1 Sukurti organizacinių mokymų galimybę	Šis tikslas nėra pakankamai padengiamas DSDM procese. Vietoje mokymų, rekomenduojama, kad projektui būtų suburta komanda su reikiamomis žiniomis. Iš dalies prie mokymų galima priskirti susirinkimų metu įgytas žinias, taip pat bendradarbiavimo ir pastovaus komunikavimo principus. DSDM numato trenerio rolę projekte, atsakingą už organizacijoje diegiamą DSDM procesą.	U
SP 1.1 Sukurti strateginius mokymo poreikius	DSDM numato trenerio rolę, kuri veikia viso projekto metu, tačiau trenerio rolę apsiriboja tik mokymais paties DSDM, kad visi komandos nariai laikytųsi jo principų.	50%
SP 1.2 Nustatyti kurie mokymo poreikiai yra organizacijos atsakomybė	DSDM numato tik tiek, kad turi pasirinkti DSDM ekspertą, kuris atstovautų trenerio rolę. Komandos narių žinių trūkumą turėtų kompensuoti specialisto rolę, tačiau ji neatlieka mokymų.	50%

SP 1.3 Sukurti organizacijos mokymo taktinį planą	Tai numatoma trenerio rolės atsakomybėse, tačiau apsiribojama tik paties DSDM mokymu, nėra įtraukiama technologijų mokymai, kurių reikia norint sėkmingai įgyvendinti projektą, todėl ši specifinė praktika yra tik iš dalies dengiama. Technologinių žinių trūkumą kompensuoja specialisto rolė, jo galimas dalyvavimas yra numatomas projekto plane.	50%
SP 1.4 Sukurti galimybes mokymuisi	DSDM nenumato kaip tai turi būti įgyvendinama.	0%

Atlikus DSDM vertinimą, nustatyta, kad organizacija, dirbdama pagal DSDM procesą, gali pasiekti antrąjį brandos lygį pagal CMMI-DEV V1.3, nors *Sutarčių su tiekėjais valdymo* proceso sritis ir nėra padengta, tačiau ji nėra privaloma. Visos CMMI-DEV proceso sritys ir jų gebėjimo lygiai pateikti 25 pav., iš dalies dengiama didžioji dalis proceso sričių.

CMMI-DEV proceso sritys	GL1	GL2	GL3
Konfigūracijos valdymas	█	█	
Matavimai ir analizė	█	█	
Projekto stebėjimas ir kontrolė	█	█	
Projekto planavimas	█	█	
Proceso ir produkto kokybės užtikrinimas	█	█	
Reikalavimų valdymas	█	█	
Sutarčių su tiekėjais valdymas			
Sprendimų analizė ir pasirinkimas	█		
Integruotas projektų valdymas	█	█	
Organizacijos proceso apibrėžimas	█		
Organizacijos požiūris į procesą			
Organizacijos mokymai	█		
Produkto integravimas	█	█	
Reikalavimų specifikavimas	█	█	
Rizikos valdymas	█	█	
Techninis sprendimas	█	█	
Validavimas	█	█	
Verifikavimas	█		
Organizacijos proceso efektyvumas			
Kiekybinis projektų valdymas	█		
Esminių nukrypimų priežasčių analizė			
Organizacijos efektyvumo valdymas			

25 pav. DSDM užtikrinamas CMMI-DEV gebėjimo profilis

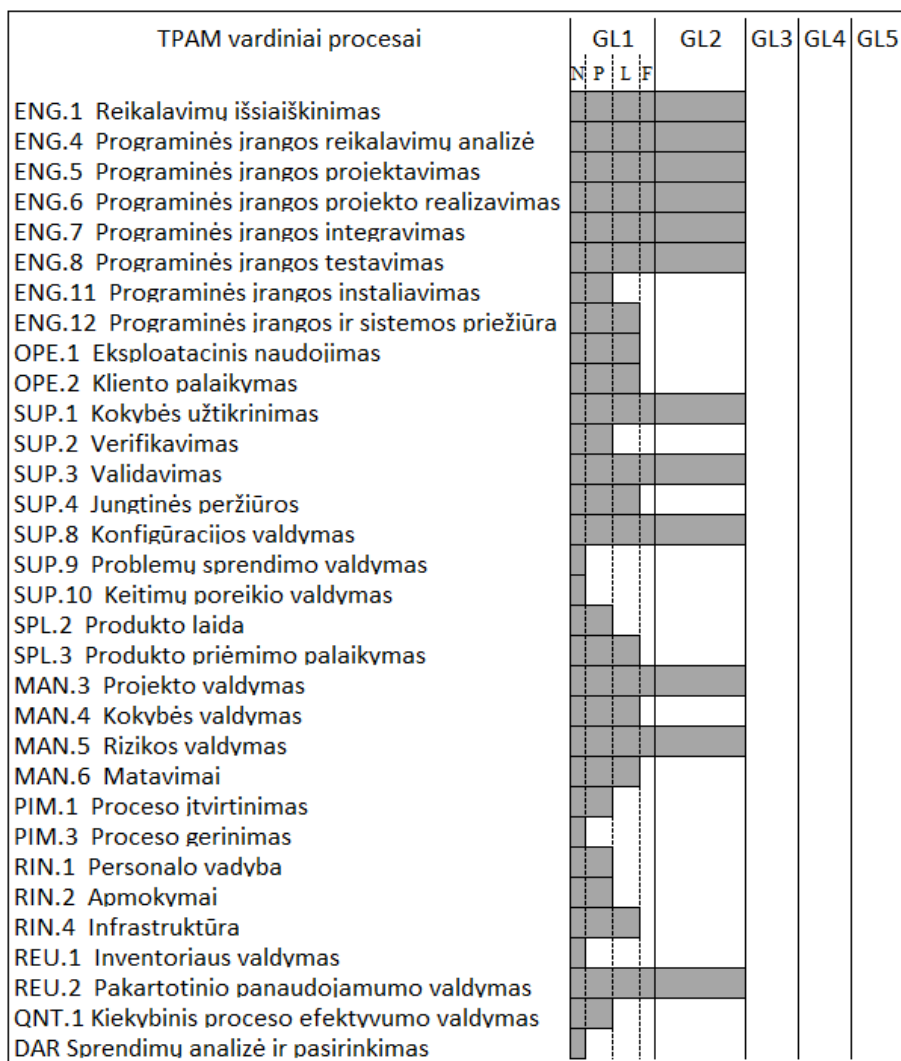
Kitas TPAM korektiškumo vertinimo žingsnis yra DSDM

įvertinimas pagal TPAM. Tada TPAM gebėjimo profilis yra atvaizduojamas į CMMI gebėjimo profilį ir tuomet galima palyginti du CMMI gebėjimo profilius: gautą tiesiogiai vertinant pagal CMMI su atvaizduotu iš TPAM.

6.2. DSDM vertinimas pagal TPAM

Vertinant DSDM procesą tiesiai pagal TPAM, naudojama TPAM vertinimo metodika. Vertinami visi TPAM procesai. Gautas gebėjimo profilis pateiktas 26 pav., jame pateikti tik tie vardiniai procesai, kurių bent viena praktika gavo didesnę įvertinimą už nulį. Procesai, kurių praktikos gavo nulinius įvertinimus yra šie: *SUP.5 Auditas, SUP.6 Produkto vertinimas, SUP.7 Dokumentavimas, SPL.1 Tiekėjo pasiūlymai, ACQ.1 Pasiruošimas įsigijimui, ACQ.2 Tiekėjo pasirinkimas, ACQ.3 Susitarimas dėl kontrakto, ACQ.4 Tiekėjo stebėjimas, ACQ.5 Kliento apsisprendimas (priėmimas), MAN.1 Organizacijos vieningumo užtikrinimas, MAN.2 Organizacijos valdymas, PIM.2 Proceso vertinimas, RIN.3 Žinių valdymas, REU.3 Dalykinės srities inžinerija, QNT.2 Kiekybinis proceso gerinimas.*

Trečiojo gebėjimo lygio nepasiekia nei vienas vardinis procesas, kadangi DSDM neaprašo, kaip turi būti apibrėžiami procesai. Ketvirtas ir penktas gebėjimo lygiai nebuvo vertinami, kadangi nei vienas procesas nepasiekė 3 lygio.



26 pav. DSDM užtikrinamas gebėjimo profilis pagal TPAM

6.3. DSDM vertinimas pagal ISO/IEC 15504

Turint DSDM užtikrinamus TPAM vertinimo rezultatus, juos galima atvaizduoti į ISO/IEC 15504-5:2006 modelį, kuris irgi yra įtrauktas į TPAM. Norint atlikti tokį atvaizdavimą, pirmiausia reikia turimą TPAM gebėjimo profilį, kuris atitinka TPAM₄ versiją, atvaizduoti į TPAM₁ versiją, kadangi į šią versiją buvo atvaizduotas ISO/IEC 15504-5:2006 modelis. Turint TPAM₁ gebėjimo profilį, jis atvaizduojamas į ISO/IEC 15504-5:2006 modelio procesus. Kadangi ISO/IEC 15504-5:2006 buvo pirmas įtrauktas modelis į TPAM, tai TPAM₁ sutaps su ISO/IEC 15504-

5:2006 ir realaus atvaizdavimo atlikti nereikės. Gautas ISO/IEC 15504-5:2006 gebėjimo profilis pateiktas 27 pav., kuris gautas atlikus atvaizdavimą iš TPAM gebėjimo profilio.

ISO/IEC 15504-5:2006 vardiniai procesai	GL1				GL2	GL3	GL4	GL5
	N	P	L	F				
ENG.1 Reikalavimų išsiaiškinimas								
ENG.4 Programinės įrangos reikalavimų analizė								
ENG.5 Programinės įrangos projektavimas								
ENG.6 Programinės įrangos projekto realizavimas								
ENG.7 Programinės įrangos integravimas								
ENG.8 Programinės įrangos testavimas								
ENG.11 Programinės įrangos instaliavimas								
ENG.12 Programinės įrangos ir sistemos priežiūra								
OPE.1 Eksploatacinis naudojimas								
OPE.2 Kliento palaikymas								
SUP.1 Kokybės užtikrinimas								
SUP.2 Verifikavimas								
SUP.3 Validavimas								
SUP.4 Jungtinės peržiūros								
SUP.8 Konfigūracijos valdymas								
SUP.9 Problemų sprendimo valdymas								
SUP.10 Keitimų poreikio valdymas								
SPL.2 Produkto laida								
SPL.3 Produkto priėmimo palaikymas								
MAN.3 Projekto valdymas								
MAN.4 Kokybės valdymas								
MAN.5 Rizikos valdymas								
MAN.6 Matavimai								
PIM.1 Proceso įtvirtinimas								
PIM.3 Proceso gerinimas								
RIN.1 Personalo vadyba								
RIN.2 Apmokymai								
RIN.4 Infrastruktūra								
REU.1 Inventoriaus valdymas								
REU.2 Pakartotinio panaudojiamumo valdymas								

27 pav. DSDM užtikrinamas gebėjimo profilis pagal ISO/IEC 15504-5:2006

6.4. Vertinimo rezultatų palyginimas

Turint DSDM užtikrinamą gebėjimo profilį pagal TPAM, pasinaudojant CMMI ryšiais su TPAM praktikomis, reikia TPAM gebėjimo profilį atvaizduoti į CMMI gebėjimo profilį. Gautas CMMI gebėjimo profilis pateiktas 28 pav. Taip pat pridėti trys stulpeliai: pirmame procentinis visų atitinkamos proceso srities specifinių praktikų padengimas, antrajame stulpelyje specifinių praktikų įgyvendinimas,

vertinant tiesiai pagal CMMI, trečiajame stulpelyje pateiktas skirtumas.

CMMI-DEV proceso sritys	GL1	GL2	GL3	iš TPAM į CMMI, %	tiesiai pagal CMMI, %	Skirtumas, %
Konfigūracijos valdymas	█	█		85,71	85,71	0
Matavimai ir analizė	█	█		95,75	100	-4,25
Projekto stebėjimas ir kontrolė	█	█		85	85	0
Projekto planavimas	█	█		95,71	100	-4,29
Proceso ir produkto kokybės užtikrinimas	█	█		95	100	-5
Reikalavimų valdymas	█	█		100	100	0
Sutarčių su tiekėjais valdymas				0	0	0
Sprendimų analizė ir pasirinkimas	█			8,33	8,33	0
Integruotas projektų valdymas	█	█		91,5	100	-8,5
Organizacijos proceso apibrėžimas	█			68,29	71,43	-3,14
Organizacijos požiūris į procesą				0	0	0
Organizacijos mokymai	█			20,19	21,43	-1,24
Produkto integravimas				82,22	88,89	-6,67
Reikalavimų specifikavimas	█	█		98,5	100	-1,5
Rizikos valdymas	█	█		100	100	0
Techninis sprendimas	█	█		98,75	100	-1,25
Validavimas	█	█		100	100	0
Verifikavimas	█			50	50	0
Organizacijos proceso efektyvumas				0	0	0
Kiekybinis projektų valdymas	█			55,71	57,14	-1,43
Esminių nukrypimų priežasčių analizė				0	0	0
Organizacijos efektyvumo valdymas				0	0	0

28 pav. CMMI proceso sričių padengimai

Vardinio proceso padengimas apskaičiuojamas taip (17):

$$VP = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n P_i \quad (17)$$

VP – vardinio proceso padengimas procentais;

P_i – vardinio proceso i -osios praktikos įvertinimas procentais;

n – vardinio proceso praktikų skaičius.

Vienintelis gebėjimo profilio skirtumas, procentus konvertavus į NPLF skalę, kad vertinant tiesiai pagal CMMI *Produkto integravimo* proceso sritis pasiekia antrąjį gebėjimo lygį, o vertinant pagal TPAM ir atvaizdavus rezultatus į CMMI, pasiekia tik pirmą gebėjimo lygį, nes procentinis įvertinimas skiriasi mažiau nei 7 procentais ir vertinimai buvo arti režio ribos, todėl jį peržengė, bet neviršijo režio apimties. Taip atsitiko dėl to, kad tarpiniame modelyje šis vardinis procesas atvaizduotas

net į 35 praktikas, kai CMMI tėra 9 specifinės praktikos. TPAM atsiranda tiek daug praktikų, kadangi ISO/IEC 15504 ši viena proceso sritis atvaizduojama net į 3 procesus, kurie praktikas pateikia daug detalesnes. Nukrypimai atsiranda keliose specifinėse praktikose. Vertinant tiesiogiai *SP 1.2 Sukurti produkto integravimo aplinką* specifinę praktiką, nustatoma, kad ji vykdoma 100%, kadangi DSDM procese integravimo aplinka yra neatsiejama projekto dalis, tačiau vertinant tiesiai pagal TPAM ši praktika skyla į 7 praktikas ir jas visas reikia vertinti skyrium. Šešios iš 7 gauna 100% įvertinimą, o *RIN.4.BP3 Įsigyti infrastruktūrą* praktika nėra dengiama, nes DSDM neapibrėžia, kaip turi būti užtikrinama reikalinga infrastruktūra. Todėl vertinant tiesiai pagal TPAM ir atvaizdavus rezultatus į CMMI, SP 1.2 specifinė praktika gauna 90% įvertinimą. Kita specifinė praktika, kuri yra ženkliai išskaidyta tarpiniame modelyje – *SP 3.4 Supakuoti ir pristatyti produktą ar jo dalį*, vertinant tiesiai pagal CMMI, ši praktika yra vykdoma 100%, kadangi kiekvienos iteracijos pabaigoje papildomas esama programinė įranga nauju funkcionalumu ir pristatoma užsakovui, tačiau TPAM atveju ši praktika skyla į 16 smulkių praktikų, kadangi ISO/IEC 15504 modelyje yra net du procesai, kurie rūpinasi programinės įrangos išleidimu ir įdiegimu (*ENG.11 Programinės įrangos diegimas ir SPL.2 Programinės įrangos išleidimas*). Konkrečiai vertinant DSDM šias 16 praktikų, nustatyta, kad pilnai vykdomos 7, o 9 nevykdomos, todėl atvaizdavus TPAM vertinimo rezultatus į CMMI, SP 3.4 specifinė praktika gauna 50% įvertinimą. DSDM nėra vykdomos tokios veiklos: nustatyti reikalavimus sistemos adaptavimui numatytai aplinkai; remiantis instaliavimo

reikalavimams, sukurti kriterijus aplinkai, kur programinė įranga bus instaliuojama; sukurti sistemos instaliavimo strategiją programinės įrangos instaliavimui numatomoje aplinkoje, dalyvaujat užsakovui ar naudotojams; nustatyti įpakavimai skirtingoms laikmenoms; apibrėžti pateikimo priemonės tipai.

Visų kitų procesų įvertinimo paklaidos yra dėl tų pačių priežasčių: TPAM yra vertinama detaliau nei CMMI, todėl esant daugiau praktikų, natūralu, kad daugiau jų yra nepilnai padengtos. Vertinant abstraktesnę praktiką, galima teigti, kad jos veiklos yra vykdomos, bet kai yra konkretnės praktikos, tuomet gali būti, kad konkrečios veiklos nėra vykdomos, nors kitame modelyje buvo įvertinta, kaip vykdoma.

6.5. Apibendrinimas

Lyginant du CMMI gebėjimo profilius, vieną gautą tiesiogiai, o kitą per TPAM, galima daryti išvadą, kad TPAM gali būti naudojamas vertinimo rezultatų atvaizdavimui į kitus procesų vertinimo modelius. Įmonė gali iškart vertinti savo procesą pagal TPAM, o tada atvaizduoti rezultatus į CMMI ir ISO/IEC 15504.

Išvados

1. Naudojant tarpinį programų kūrimo procesų vertinimo modelį, galima automatizuotai atvaizduoti vertinimo rezultatus tarp skirtingų procesų vertinimo modelių. Tikslesni vertinimo rezultatai gaunami, kai organizacija vertina programų kūrimo procesus pagal tarpinį modelį, o vertinimo rezultatus pagal kitus modelius gauna atlikus atvaizdavimus.
2. Tarpinis programų kūrimo procesų vertinimo modelis yra tinkamas procesų vertinimui, nes suteikia organizacijos proceso gebėjimo profilį pagal įvairius procesų vertinimo modelius. Atvaizduotieji vertinimo rezultatai tinkami proceso gerinimui, nes yra gaunami gebėjimo profiliai, kur galima įvertinti, kurie vardiniai procesai yra netenkinamo gebėjimo, arba neatitinka tikslinio gebėjimo profilio. Atvaizduotų vertinimo rezultatų negalima oficialiai sertifikuoti, tačiau oficialus vertinimas duotų panašų rezultatą.
3. Tarpinio programų kūrimo procesų vertinimo modelio kūrimo metodą galima pritaikyti kitų dalykinių sričių tarpinių procesų vertinimo modelių kūrimui. Galima konstruoti tarpinį paslaugų procesų vertinimo modelį, kuris apimtų CMMI-SVC [108] ir ISO/IEC 15504-8 [152] vertinimo modelius ir būtų galima atlikti atvaizdavimus tarp jų, taip pat galima konstruoti tarpinį procesų vertinimo modelį, kuris nebūtų susietas su konkrečia dalykine sritimi

ir apimtų Enterprise SPICE [115] ir FAA-ICMM [153] vertinimo modelius. Taip pat galima konstruoti ir tarpinį testavimo procesų vertinimo modelį, kuris apimtų TestSPICE [111] ir TMMi [106] vertinimo modelius.

Literatūra

- [1] P. Savolainen, J. J. Ahonen, and I. Richardson, “Software development project success and failure from the supplier’s perspective: A systematic literature review,” *International Journal of Project Management*, vol. 30, no. 4, pp. 458–469, May 2012.
- [2] P. A. McQuaid, “Software disasters—understanding the past, to improve the future,” *Journal of Software: Evolution and Process*, vol. 24, no. 5, pp. 459–470, 2012.
- [3] V. Serrano, A. Tereso, P. Ribeiro, and M. Brito, “Standardization of Processes Applying CMMI Best Practices,” *Advances in Information Systems and Technologies*, vol. 206, pp. 455–467, 2013.
- [4] T. O. A. Lehtinen, M. V. Mäntylä, J. Vanhanen, J. Itkonen, and C. Lassenius, “Perceived causes of software project failures – An analysis of their relationships,” *Information and Software Technology*, vol. 56, no. 6, pp. 623–643, Jun. 2014.
- [5] “CHAOS MANIFESTO 2013,” 2013. [Online]. Available: <http://www.versionone.com/assets/img/files/CHAOSManifesto2013.pdf>. [Accessed: 26-Oct-2014].
- [6] W. Humphrey, W. L. Sweet, R. K. Edwards, G. R. LaCroix, M. F. Owens, and H. P. Schulz, “A Method for Assessing the Software Engineering Capability of Contractors,” 1987.
- [7] K. Hyde and D. Wilson, “Intangible benefits of CMM-based software process improvement,” *Software Process: Improvement and Practice*, vol. 9, no. 4, pp. 217–228, 2004.
- [8] N. Baddoo, T. Hall, and D. Jagielska, “Software developer motivation in a high maturity company: a case study,” *Software Process: Improvement and Practice*, vol. 11, no. 3, pp. 219–228, 2006.

- [9] T. Haapio and A. Eerola, “Software project effort assessment,” *Journal of Software Maintenance and Evolution: Research and Practice*, vol. 22, no. 8, pp. 629–652, 2010.
- [10] K. Kautz and P. A. Nielsen, “Understanding the implementation of software process improvement innovations in software organizations,” *Information Systems Journal*, vol. 14, no. 1, pp. 3–22, 2004.
- [11] J. J. Jiang, G. Klein, H.-G. Hwang, J. Huang, and S.-Y. Hung, “An exploration of the relationship between software development process maturity and project performance,” *Information & Management*, vol. 41, no. 3, pp. 279–288, Jan. 2004.
- [12] W. Scacchi, “Process Models in Software Engineering,” in *Encyclopedia of Software Engineering, 2nd Edition*, J. J. Marciniak, Ed. New York: John Wiley and Sons, 2001, pp. 1–24.
- [13] D. Smite and C. Gencel, “Why a CMMI Level 5 Company Fails to Meet the Deadlines?,” in *10th International Conference, PROFES 2009, Oulu, Finland, June 15-17, 2009. Proceedings*, 2009, pp. 87–95.
- [14] N. Ehsan, A. Perwaiz, J. Arif, E. Mirza, and A. Ishaque, “CMMI / SPICE based process improvement,” in *2010 IEEE International Conference on Management of Innovation & Technology*, 2010, pp. 859–862.
- [15] D. Stelzer and W. Mellis, “Success factors of organizational change in software process improvement,” *Software Process: Improvement and Practice*, vol. 4, no. 4, pp. 227–250, Dec. 1998.
- [16] S. Muhammad, A. Shah, P. Torino, M. Morisio, and M. Torchiano, “The Impact of Process Maturity on Defect Density,” in *Proceeding ESEM '12 Proceedings of the ACM-IEEE international symposium on Empirical software engineering and measurement*, 2012, pp. 315–318.
- [17] F. J. Pino, F. García, and M. Piattini, “Software process improvement in small and medium software enterprises: a systematic review,” *Software Quality Journal*, vol. 16, no. 2, pp. 237–261, Nov. 2007.
- [18] O. Balandis and L. Laurinskaitė, “Software Process Improvement in Lithuania - UAB Sintagma Case Study,” *Information technology and control*, vol. 34, no. 2A, pp. 195–201, 2005.

- [19] G. Mikaliūnas and M. Reingardtas, “Software process improvement in Lithuania: AB ALNA case study,” *Information technology and control*, vol. 34, no. 2A, pp. 215–218, 2005.
- [20] V. Bendinskas, G. Mikaliūnas, A. Mitašiūnas, and S. Ragaišis, “Towards Mature Software Process,” *Information technology and control*, vol. 34, no. 2A, pp. 209–214, 2005.
- [21] A. Mitašiūnas and S. Ragaišis, “Government-Industry- Academia Partnership in Software Process Improvement,” *Baltic IT&T review*, vol. 1, pp. 45–50, 2004.
- [22] W. S. Humphrey, “Characterizing the Software Process A Maturity Framework,” *Software, IEEE*, vol. 5, no. 2, pp. 73–79, 1988.
- [23] W. Humphrey and D. H. Kitson, “Preliminary Report on Conducting SEI-Assisted Assessments of Software Engineering Capability Preliminary Report on Conducting SEI-Assisted Assessments of Software Engineering Capability,” 1987.
- [24] “INTERNATIONAL STANDARD ISO/IEC 12207-2008 Systems and software engineering — Software life cycle processes,” 2008.
- [25] “ISO/DIS 9001 Quality management systems -- Requirements,” 2014.
- [26] *COBIT 5 A Business Framework for the Governance and Management of Enterprise IT*. Rolling Meadows, IL 60008 USA.
- [27] “ISO/IEC 20000-1:2011 Information technology -- Service management -- Part 1: Service management system requirements,” 2011.
- [28] M. C. Paulk, B. Curtis, M. B. Chrissis, and C. V. Weber, “Capability Maturity Model for Software , Version 1.1,” 1993.
- [29] R. Constantinescu, “Capability Maturity Model ® Integration (CMMI-SW, V1.1),” 2002.
- [30] G. Koch, “Process assessment: the ‘BOOTSTRAP’ approach,” *Information and Software Technology*, vol. 35, no. 6–7, pp. 387–403, 1993.

- [31] K. E. Emam, J. N. Drouin, and W. Melo, *SPICE: The Theory and Practice of Software Process Improvement and Capability Determination*. Los Alamitos, CA: IEEE Computer Society, 1998.
- [32] “ISO/IEC 15504-5:2012 Information technology - Process assessment - Part 5: An exemplar software life cycle process assessment model,” 2012.
- [33] “CMMI® for Development, Version 1.3 CMMI-DEV, V1.3,” Software Engineering Institute, 2010.
- [34] “ISO/IEC 15504-7:2007 Information technology Process assessment Part 7: Assessment of Organizational Maturity,” 2007.
- [35] “Appraisal Requirements for CMMI ® Version 1.3 (ARC, V1.3),” 2011.
- [36] A. Ferreira and R. Machado, “Software Process Improvement in Multimodel Environments,” in *2009 Fourth International Conference on Software Engineering Advances*, 2009, pp. 512–517.
- [37] K. Mohammad and O. Osman, “Comparison of Maturity Models,” in *2nd IEEE International Conference on Computer Science and Information Technology*, 2009, pp. 297–301.
- [38] C. Pardo, F. J. Pino, F. García, M. P. Velthuis, and M. T. Baldassarre, “Trends in Harmonization of Multiple Reference Models,” in *5th International Conference, ENASE 2010, Athens, Greece, July 22-24, 2010, Revised Selected Papers*, 2010, no. 4, pp. 61–73.
- [39] J. Siviý, P. Kirwan, J. Morley, and L. Marino, “Maximizing your Process Improvement ROI through Harmonization,” 2008.
- [40] M. Pardo, C., Pino, F., García, F., Piattini, “Homogenization of Models to Support multi- model processes in Improvement Environments,” in *4th International Conference on Software and Data Technologies, Sofía, 2009*, pp. 151–156.
- [41] C. Pardo, F. J. Pino, F. García, M. Piattini, and M. T. Baldassarre, “An ontology for the harmonization of multiple standards and models,” *Computer Standards & Interfaces*, vol. 34, no. 1, pp. 48–59, Jan. 2012.

- [42] Z. D. Kelemen, R. Kusters, and J. Trienekens, “Identifying criteria for multimodel software process improvement solutions – based on a review of current problems and initiatives,” *Journal of Software: Evolution and Process*, vol. 24, no. 8, pp. 895–909, 2012.
- [43] F. J. Pino, M. T. Baldassarre, and M. Piattini, “Mapping Software Acquisition Practices from ISO 12207 and CMMI,” in *3rd and 4th International Conferences, ENASE 2008/2009, Funchal, Madeira, Portugal, May 4-7, 2008 / Milan, Italy, May 9-10, 2009*, 2010, pp. 234–247.
- [44] A. A. Rahman, S. Sahibuddin, and S. Ibrahim, “A unified framework for software engineering process improvement — A taxonomy comparative analysis,” in *2011 Malaysian Conference in Software Engineering*, 2011, pp. 153–158.
- [45] A. Van Looy, M. De Backer, G. Poels, and M. Snoeck, “Choosing the right business process maturity model,” *Information & Management*, vol. 50, no. 7, pp. 466–488, Nov. 2013.
- [46] T. Makinen, T. Varkoi, and J. Soini, “Integration of Software Process Assessment and Modeling,” in *PICMET '07 - 2007 Portland International Conference on Management of Engineering & Technology*, 2007, pp. 2476–2481.
- [47] D. Surie, “Evaluation and Integration of Risk Management in CMMI and ISO / IEC 15504,” in *In 8th Student Conference in Computing Science*, 2004, p. 14.
- [48] F. J. Pino, M. T. Baldassarre, M. Piattini, and G. Visaggio, “Harmonizing maturity levels from CMMI-DEV and ISO / IEC 15504,” *Journal of Software Maintenance and Evolution: Research and Practice*, vol. 22, no. 4, pp. 279–296, 2010.
- [49] “Brandaus programų kūrimo proceso įdiegimo metodikos ir instrumentinių priemonių sukūrimas (PKP Branda),” *Vilniaus universitetas*, 2005. [Online]. Available: <http://www.mif.vu.lt/se/Branda/>. [Accessed: 10-May-2014].
- [50] T. Blažauskas and V. Keršienė, “Collaborative E-learning Material Development Tools for the Knowledge Society,” *Information technology and control*, vol. 34, no. 2A, pp. 188–194, 2005.

- [51] E. Bareiša, E. Karčiauskas, and T. Blažauskas, “Development of case tools for software process improvement,” *Information technology and control*, vol. 34, no. 2A, pp. 181–187, 2005.
- [52] A. Adamonis, A. Mitašiūnas, I. Naujikas, S. Ragaišis, and M. Reingardtas, “Dependencies of Processes’ Capability Levels,” *Information technology and control*, vol. 34, no. 2A, pp. 202–208, 2005.
- [53] “Appraisal Requirements for CMMI[®], Version 1.2 (ARC, V1.2),” 2006.
- [54] T. P. Rout, “SPICE and the CMM: is the CMM compatible with ISO / IEC 15504?,” in *AquIS’98*, 1998, p. 12.
- [55] M. C. Paulk, “Analyzing the Conceptual Relationship Between ISO/IEC 15504 (Software Process Assessment) and the Capability Maturity Model for Software,” in *Ninth International Conference on Software Quality*, 1999, pp. 4–6.
- [56] T. P. Rout, A. Tuffley, and B. Cahill, “CMMI Evaluation Capability Maturity Model Integration Mapping to ISO/IEC 15504-2:1998,” 2001.
- [57] A. Mitašiūnas and S. Ragaišis, “Relationship between CMMI Maturity Levels and ISO / IEC 15504 Processes Capability Profiles,” in *Databases and information systems: 7th international Baltic conference*, 2006, pp. 119–129.
- [58] T. P. Rout and A. Tuffley, “Harmonizing ISO-IEC 15504 and CMMI,” *Software Process: Improvement and Practice*, vol. 12, no. 4, pp. 361–371, 2007.
- [59] J. C. Ruiz, Z. B. Osorio, J. Mejia, M. Munoz, A. M. Chavez, and B. A. Olivares, “Definition of a Hybrid Measurement Process for the Models ISO/IEC 15504-ISO/IEC 12207:2008 and CMMI Dev 1.3 in SMEs,” *2011 IEEE Electronics, Robotics and Automotive Mechanics Conference*, pp. 421–426, Nov. 2011.
- [60] S. Jeners, H. Lichter, and C. G. Rosenkranz, “Efficient Adoption and Assessment of Multiple Reference Models,” *e-Informatica*, vol. 7, no. 1, p. 12, 2013.

- [61] R. Eito-Brun, “Comparing SPiCE for Space (S4S) and CMMI-DEV: Identifying Sources of Risk from Improvement Models,” in *13th International Conference, SPICE 2013, Bremen, Germany, June 4-6, 2013. Proceedings*, 2013, pp. 84–94.
- [62] Y. Wang, G. King, A. Dorling, and H. Wickberg, “A unified framework for the software engineering process system standards and models,” in *Proceedings 4th IEEE International Software Engineering Standards Symposium and Forum (ISESS’99). “Best Software Practices for the Internet Age,”* 1999, pp. 132–141.
- [63] Y. Wang and G. King, *Software engineering processes: Principles and Applications*. CRC Press LLC, 2000, p. 708.
- [64] Y. Wang, “Process-Based Software Engineering : Building the Infrastructures,” *Annals of Software Engineering*, vol. 14, pp. 9–37, 2002.
- [65] S. Shrum, “Continuous and Staged, a Choice of CMMI Representations,” 1999. [Online]. Available: <http://www.sei.cmu.edu/library/abstracts/news-at-sei/spotlightdec99.cfm>. [Accessed: 03-Apr-2014].
- [66] C. P. Halvorsen and R. Conradi, “A Taxonomy to Compare SPI Frameworks,” in *A Taxonomy to Compare SPI Frameworks, 8th European Workshop, EWSPT 2001 Witten, Germany, June 19–21, 2001 Proceedings*, 2001, pp. 217–235.
- [67] Z. D. Kelemen, K. Balla, and G. Boka, “Quality Organizer: a support tool in using multiple quality approaches,” in *Proceedings of 8th International Carpathian Control Conference (ICCC 2007)*, 2007, no. 1, p. 7.
- [68] G. Boka, K. Balla, R. Kusters, and J. Trienekens, “Towards Tool Support for Situation-Dependent Software Process Improvement,” in *EuroSPI2006 Conference Proceedings*, 2006, pp. 9.1–9.11.
- [69] C. Pardo, F. Pino, F. García, F. R. Romero, M. Piattini, and M. T. Baldassarre, “HProcessTOOL : A Support Tool in the Harmonization of Multiple Reference Models,” in *International Conference, Santander, Spain, June 20-23, 2011. Proceedings, Part V*, 2011, pp. 370–382.

- [70] C. Pardo, F. J. Pino, F. Garcia, M. T. Baldassarre, and M. Piattini, “From chaos to the systematic harmonization of multiple reference models: A harmonization framework applied in two case studies,” *Journal of Systems and Software*, vol. 86, no. 1, pp. 125–143, Jan. 2013.
- [71] C. Pardo, F. J. Pino, F. García, M. Piattini, and M. T. Baldassarre, “A process for driving the harmonization of models,” *Proceedings of the 11th International Conference on Product Focused Software - PROFES '10*, pp. 51–54, 2010.
- [72] F. O. Fernández, C. A. González-fanjul, G. Marta, M. Huerta, and V. Á. Cabal, “Integration of a software process management model with project management tools,” in *Proceedings of the 5th WSEAS Int. Conf. on APPLIED INFORMATICS and COMMUNICATIONS, Malta, September 15-17, 2005*, pp. 198–203.
- [73] T. Li and L. C. Lin, “A unified model for the implementation of both CMMI and 6 σ ,” *Total Quality Management & Business Excellence*, vol. 22, no. 4, pp. 407–424, Apr. 2011.
- [74] R. Messnarz, H. Ross, S. Habel, K. Frank, and A. Koundoussi, “Integrated Automotive SPICE and Safety Assessments,” *Software Process: Improvement and Practice*, vol. 14, no. 5, pp. 279–288, 2009.
- [75] J. Carlo, R. Hauck, C. G. Von Wangenheim, F. M. Caffery, L. Buglione, and C. Brazil, “Proposing an ISO/IEC 15504-2 Compliant Method for Process Capability/Maturity Models Customization,” in *12th International Conference, PROFES 2011, Torre Canne, Italy, June 20-22, 2011. Proceedings*, 2011, pp. 44–58.
- [76] M. R. Huajuapán, “Experiences of Implementing a Software-Subcontracting Management Model in Small-size Enterprises,” in *Proceedings of the International Conference on Applied Computer Science*, 2010, pp. 163–172.
- [77] “Appraisal Assistant.” [Online]. Available: <http://www.sqi.griffith.edu.au/AppraisalAssistant/about.html>. [Accessed: 30-Jun-2014].
- [78] “CMMiPal v1.0.” [Online]. Available: <http://www.chemuturi.com/cmmipaldtls.html>. [Accessed: 02-Jul-2014].

- [79] “CMM-Quest v1.3.” [Online]. Available: <http://www.cmm-quest.com/cms/en/>. [Accessed: 01-Jul-2014].
- [80] “SPiCE 1-2-1.” [Online]. Available: <http://www.spice121.com/cms/en/>. [Accessed: 01-Jul-2014].
- [81] “SPiCE-Lite.” [Online]. Available: <http://www.spicelite.com/cms/en/>. [Accessed: 01-Jul-2014].
- [82] “OMG Meta Object Facility (MOF) Core Specification,” 2013.
- [83] R. Schuppenies and S. Steinhauer, “Software Process Engineering Metamodel,” 2006.
- [84] M. Soto and J. Münch, “Using model comparison to maintain model-to-standard compliance,” in *Proceedings of the 2008 international workshop on Comparison and versioning of software models - CVSM '08*, 2008, pp. 35–40.
- [85] C. Portela, A. Vasconcelos, A. Silva, A. Sinimbú, E. Silva, M. Ronny, W. Lira, and S. Oliveira, “A Comparative Analysis between BPMN and SPEM Modeling Standards in the Software Processes Context,” *Journal of Software Engineering and Applications*, vol. 5, no. 5, pp. 330–339, 2012.
- [86] S. Gazel, E. A. Sezer, and A. Tarhan, “An Ontology Based Infrastructure To Support CMMI- Based Software Process Assessment,” *Gazi University Journal of Science*, vol. 25, no. 1, pp. 155–164, 2012.
- [87] M. Líska and P. Navrat, “SPEM ontology as the semantic notation for method and process definition in the context of SWEBOK,” *Computer Science and Information Systems*, vol. 8, no. 2, pp. 299–315, 2011.
- [88] B. Vanamali, F. Bella, and K. Hörmann, “From CMMI to SPICE - Experiences on How to Survive a SPICE Assessment Having Already Implemented CMMI,” in *2008 32nd Annual IEEE International Computer Software and Applications Conference*, 2008, pp. 1045–1052.
- [89] “Software & Systems Process Engineering Meta-Model Specification,” 2008.

- [90] B. Elvesæter, P. O. B. Blindern, and S. Ilieva, “A comparison of the Essence 1.0 and SPEM 2.0 specifications for software engineering methods,” in *Proceeding PMDE '13 Proceedings of the Third Workshop on Process-Based Approaches for Model-Driven Engineering Article No. 2*, 2013, p. 10.
- [91] “Comparison of CMMI-DEV, V1.3 to CMMI-DEV, V1.2,” Jan. 2013.
- [92] T. Rout, “High Levels of Process Capability in CMMI and ISO/IEC 15504,” in *11th International Conference, SPICE 2011, Dublin, Ireland, May 30 – June 1, 2011. Proceedings*, 2011, pp. 197–199.
- [93] M. T. Baldassarre, L. M. Ciudad, F. J. Pino, and G. Visaggio, “Comparing ISO/IEC 12207 and CMMI-DEV: Towards a mapping of ISO/IEC 15504-7,” in *Software Quality, 2009. WOSQ '09. ICSE Workshop on*, 2009, pp. 59–64.
- [94] S. Peldzius and S. Ragaisis, “Investigation Correspondence between CMMI-DEV and ISO/IEC 15504,” *International Journal of Education and Information Technologies*, vol. 5, no. 4, pp. 361–368, 2011.
- [95] “CMMI® for Acquisition, Version 1.3 CMMI-ACQ, V1.3,” 2010.
- [96] S. Ragaisis, S. Peldzius, and J. Simenas, “Mapping CMMI-DEV Maturity Levels to ISO / IEC 15504 Capability,” in *Proceedings of the 9th WSEAS International Conference on TELECOMMUNICATIONS and INFORMATICS*, 2010, pp. 13–18.
- [97] S. Peldzius and S. Ragaisis, “Comparison of Maturity Levels in CMMI-DEV and ISO / IEC 15504,” in *Applications of Mathematics and Computer Engineering. Proceeding AMERICAN-MATH'11/CEA'11 Proceedings of the 2011 American Conference on Applied Mathematics (AMERICAN-MATH '11) and 5th WSEAS International Conference on Computer Engineering and Applications*, 2011, pp. 117–122.
- [98] S. Peldžius and S. Ragaišis, “Reikalavimai tarpiniam programų kūrimo proceso modeliui,” *INFORMACIJOS MOKSLAI*, vol. 57, pp. 144–151, 2011.
- [99] S. Peldžius, “Tarpinio programų kūrimo proceso vertinimo modelio formalizuotas aprašymas,” in *Informacinės technologijos 2012, 17-oji*

- tarpuniversitetinė magistrantų ir doktorantų konferencija*, 2012, pp. 89 – 92.
- [100] S. Peldzius and S. Ragaisis, “Framework for usage of multiple software process models,” in *Communications in Computer and Information Science, Vol. 290, 2012. ISSN 1865-0929. Software Process Improvement and Capability Determination. 12th International Conference, SPICE 2012*, 2012, pp. 210 – 221.
- [101] S. Peldzius and S. Ragaisis, “Usage of Multiple Process Assessment Models,” in *Communications in Computer and Information Science, Vol. 349. Software Process Improvement and Capability Determination. 13th International Conference, SPICE 2013*, 2013, pp. 223–234.
- [102] G. Halit Soydan, “A Partial Formalization of the CMMI-DEV—A Capability Maturity Model for Development,” *Journal of Software Engineering and Applications*, vol. 05, no. 10, pp. 777–788, 2012.
- [103] G. H. Soydan and M. M. Kokar, “An OWL Ontology for Representing the CMMI-SW Model,” in *International Workshop ofn Semantic Web Enabled Software Engineering SWEESE 2006*, 2006, p. 14.
- [104] S. Huang and W. Han, “Selection priority of process areas based on CMMI continuous representation,” *Information & Management*, vol. 43, no. 3, pp. 297–307, Apr. 2006.
- [105] “CMMI Institute Published Appraisal Results.” [Online]. Available: <https://sas.cmmiinstitute.com/pars/pars.aspx>. [Accessed: 20-Mar-2014].
- [106] “Test Maturity Model integration (TMMi) Release 1.0.”
- [107] “People Capability Maturity Model Version 2.0,” 2001.
- [108] “CMMI® for Services, Version 1.3 CMMI-SVC, V1.3,” 2010.
- [109] “Automotive SPICE ® Process Reference Model,” 2010.
- [110] A. Cass, C. Völcker, S. Ag, L. Winzer, and J. M. Carranza, “SPiCE for SPACE: A Process Assessment and Improvement Method for Space Software Development,” *eesa bulletin*, vol. 107, pp. 112–119, 2001.

- [111] “TestSPICE v1.0.” [Online]. Available:
<http://www.iscn.com/capadv/DirTree/testspice.php>. [Accessed: 20-Apr-2014].
- [112] M. Steiner, M. Blaschke, M. Philipp, and T. Schweigert, “Make test process assessment similar to software process assessment — the Test SPICE approach,” *Journal of Software: Evolution and Process*, vol. 24, no. 5, pp. 471–480, 2012.
- [113] D. W. Walker, “CMMI and Medical Device Engineering,” 2009.
- [114] F. M. Caffery and A. Dorling, “Medi SPICE development,” *Journal of Software Maintenance and Evolution: Research and Practice*, vol. 22, no. 4, pp. 255–268, 2010.
- [115] “Enterprise SPICE ® An Integrated Model for Enterprise-wide Assessment and Improvement,” 2010.
- [116] T. Varkoi, R. Nevalainen, and T. Mäkinen, “Toward nuclear SPICE – integrating IEC 61508 , IEC 60880 and SPICE,” *Journal of Software: Evolution and Process*, vol. 26, no. 3, pp. 357–365, 2014.
- [117] C. Yoo, J. Yoon, B. Lee, C. Lee, J. Lee, S. Hyun, and C. Wu, “A unified model for the implementation of both ISO 9001:2000 and CMMI by ISO-certified organizations,” *Journal of Systems and Software*, vol. 79, no. 7, pp. 954–961, Jul. 2006.
- [118] B. Mutafelija and H. Stromberg, “ISO 12207:2008 to CMMI v1.2 Map,” 2009.
- [119] H. Glazer, D. Anderson, D. J. Anderson, M. Konrad, and S. Shrum, “CMMI or Agile: Why Not Embrace Both!,” 2008.
- [120] V. Varthanan, “CMMI with Agile - Demystified,” 2012.
- [121] M. Fritzsche and P. Keil, “Agile Methods and CMMI : Compatibility or Conflict ?,” *e-Informatica Software Engineering Journal*, vol. 1, no. 1, 2007.
- [122] C. R. Jakobsen and K. A. Johnson, “Mature Agile with a Twist of CMMI,” in *Agile 2008 Conference*, 2008, pp. 212–217.

- [123] A. Mahdy and S. Yellayi, “Practical Report : CMMI Measurements and Analysis practices based on Agile (Scrum) Method,” in *CMMI® 9th Technology Conference and User Group*, 2009, p. 12.
- [124] P. Monteiro, R. J. Machado, R. Kazman, and A. Lima, “Mapping CMMI and RUP Process Frameworks for the Context of Elaborating Software Project Proposals,” in *5th International Conference, SWQD 2013, Vienna, Austria, January 15-17, 2013. Proceedings*, 2013, pp. 191–214.
- [125] J. R. Miller and H. M. Haddad, “Challenges Faced While Simultaneously Implementing CMMI and Scrum: A Case Study in the Tax Preparation Software Industry,” *2012 Ninth International Conference on Information Technology - New Generations*, pp. 314–318, Apr. 2012.
- [126] C. R. Jakobsen and J. Sutherland, “Scrum and CMMI Going from Good to Great,” in *2009 Agile Conference*, 2009, pp. 333–337.
- [127] Z. Lina and S. Dan, “Research on Combining Scrum with CMMI in Small and Medium Organizations,” in *2012 International Conference on Computer Science and Electronics Engineering*, 2012, pp. 554–557.
- [128] V. Mahnic and N. Zabkar, “Measurement repository for Scrum-based software development process,” in *2nd WSEAS Int. Conf on COMPUTER ENGINEERING and APPLICATIONS (CEA’08) Acapulco, Mexico, January 25-27, 2008 Me*, 2008, pp. 23–28.
- [129] S. W. Baker, “Formalizing Agility, Part 2: How an Agile Organization Embraced the CMMI,” in *AGILE 2006 (AGILE’06)*, 2006, pp. 147–154.
- [130] S. W. Baker, C. Maturity, and M. Integration, “Formalizing agility: an agile organization’s journey toward CMMI accreditation,” in *Agile Conference, 2005. Proceedings*, 2005, pp. 185 – 192.
- [131] L. V. Manzoni and R. T. Price, “Identifying extensions required by rup (rational unified process) to comply with CMM (capability maturity model) levels 2 and 3,” *IEEE Transactions on Software Engineering*, vol. 29, no. 2, pp. 181–192, Feb. 2003.
- [132] W. C. de Souza Carvalho, P. F. Rosa, M. dos Santos Soares, M. A. Teixeira da Cunha Junior, and L. C. Buiatte, “A Comparative Analysis

- of the Agile and Traditional Software Development Processes Productivity,” *2011 30th International Conference of the Chilean Computer Science Society*, pp. 74–82, Nov. 2011.
- [133] D. J. Anderson, “Stretching agile to fit CMMI level 3 - the story of creating MSF for CMMI® process improvement at Microsoft corporation,” in *Agile Conference, 2005. Proceedings*, 2005, pp. 193–201.
- [134] G. Lami and F. Falcini, “Is ISO/IEC 15504 Applicable to Agile Methods?,” in *10th International Conference, XP 2009, Pula, Sardinia, Italy, May 25-29, 2009. Proceedings*, 2009, pp. 130–135.
- [135] E. Irrazabal, F. Vásquez, R. Díaz, and J. Garzás, “Applying ISO/IEC 12207:2008 with SCRUM and Agile Methods,” in *11th International Conference, SPICE 2011, Dublin, Ireland, May 30 – June 1, 2011. Proceedings*, 2011, pp. 169–180.
- [136] C. Bianco, “Agile and SPICE Capability Levels,” in *11th International Conference, SPICE 2011, Dublin, Ireland, May 30 – June 1, 2011. Proceedings*, 2011, pp. 181–185.
- [137] “White Paper DSDM and Rational Unified Process (RUP),” 1999.
- [138] G. Mikulėnas, R. Butleris, and L. Nemuraitė, “An Approach for the Metamodel of the Framework for a Partial Agile Method Adaptation,” *Information technology and control*, vol. 40, no. 1, pp. 71–82, 2011.
- [139] M. Y. Al-Tarawneh, M. S. Abdullah, and A. B. M. Ali, “A proposed methodology for establishing software process development improvement for small software development firms,” *Procedia Computer Science*, vol. 3, pp. 893–897, Jan. 2011.
- [140] T. Dingsøy, S. Nerur, V. Balijepally, and N. B. Moe, “A decade of agile methodologies: Towards explaining agile software development,” *Journal of Systems and Software*, vol. 85, no. 6, pp. 1213–1221, Jun. 2012.
- [141] S. Cohan and H. Glazer, “An Agile Development Team’s Quest for CMMI® Maturity Level 5,” in *2009 Agile Conference*, 2009, pp. 201–206.

- [142] J. Sutherland, D. Ph, and K. Johnson, “Scrum and CMMI Level 5: The Magic Potion for Code Warriors,” in *Agile Conference (AGILE), 2007*, 2005, pp. 272 – 278.
- [143] J. Diaz, J. Garbajosa, and J. A. Calvo-Manzano, “Mapping CMMI Level 2 to Scrum Practices : An Experience Report,” in *16th European Conference, EuroSPI 2009, Alcalá (Madrid), Spain, September 2-4, 2009. Proceedings*, 2009, vol. 42, pp. 93–104.
- [144] J. Turgeon, “SCRUMP (Scrum + RUP) and CMMI,” 2011.
- [145] M. Foegen and D. Croome, “How Scrum helps with CMMI,” *wibas GmbH*, 2011. [Online]. Available: <https://www.wibas.com/en/turning-visions/publications/articles/cmmi/how-scrum-helps-cmmi/>. [Accessed: 10-Jul-2014].
- [146] M. Foegen, “Scrum and CMMI – Does it fit together?,” 2010.
- [147] J. Ariel, H. Alegr, and C. Bastarrica, “Implementing CMMI using a Combination of Agile Methods,” *CLEI Electronic Journal*, vol. 9, no. 1, pp. 1–15, 2006.
- [148] “DSDM Case Study,” 2011.
- [149] D. Piper, “CMMI and Atern, A Lamri Technical White Paper,” 2007.
- [150] S. Peldzius, S. Ragaisis, and V. Valaitis, “Seeking Process Maturity with DSDM Atern,” *Computational Science and Techniques*, vol. 2, pp. 193–204, 2013.
- [151] *DSDM Atern. The Handbook*. DSDM Consortium, 2008, p. 201.
- [152] “ISO/IEC 15504-8:2012 Information technology — Process assessment — Part 8: An exemplar process assessment model for IT service management,” 2012.
- [153] “The Federal Aviation Administration Integrated Capability Maturity Model® (FAA-iCMM®), Version 2.0,” 2001.

Priedai

1 priedas. ISO/IEC 15504 gebėjimo lygių nustatymas

$PA_{i,j}$: i-ojo gebėjimo lygio j-asis proceso atributas.

N_{PR} : procesų skaičius.

$N_{BP}[PR]$: PR proceso bazinių praktikų skaičius.

$N_{GP}[i,j]$: proceso atributo bendrųjų praktikų skaičius.

$BP[PR,s]$: bazinės praktikos įvertis, s – bazinės praktikos numeris.

$GP[PR,PA,s]$: bendrosios praktikos įvertis, s – bendrosios praktikos numeris.

$N_k[PR]$: PR proceso bazinių praktikų skirtingų įverčių kiekis.

$PCL[PR]$: PR proceso gebėjimo lygis.

Input: bazinių ir bendrųjų praktikų įverčiai NPLF ($BP[PR,s]$ ir $GP[PR,PA,s]$).

Output: gebėjimo profilis: kiekvieno proceso gebėjimo lygis: $PCL[PR]$.

```
 $N_{PR} := 44;$ 
```

```
 $N_{BP}[ENG.1] := 6;$ 
```

```
...
```

```
 $N_{BP}[SUP.5] := 6;$ 
```

```
...
```

```
for PR := 1 to  $N_{PR}$  do // procesai
```

```
begin
```

```
  for j := 1 to 5 do //gebėjimo lygiai
```

```
    for i := 1 to 2 do //atributai kiekviename gebėjimo lygyje
```

```
      begin
```

```
        if (i = 1) and (j = 2) then skip; //pirmas lygis turi vieną atributą
```

```
         $N_F[PR] := 0;$   $N_L[PR] := 0;$   $N_P[PR] := 0;$   $N_N[PR] := 0;$ 
```

```
        if (i = 1) and (j = 1) then
```

```
          for s := 1 to  $N_{BP}[PR]$  do //proceso bendrųjų praktikų skaičius
```

```
            case  $BP[PR,s]$ 
```

```
              4 :  $N_F[PR,i,j] := N_F[PR,i,j] + 1;$ 
```

```
              3 :  $N_L[PR,i,j] := N_L[PR,i,j] + 1;$ 
```

```
              2 :  $N_P[PR,i,j] := N_P[PR,i,j] + 1;$ 
```

```
              1 :  $N_N[PR,i,j] := N_N[PR,i,j] + 1;$ 
```

```
            end
```

```
          else for s := 1 to  $N_{GP}[i,j]$  do
```

```
            case  $GP[PR,PA,s]$ 
```

```
              4 :  $N_F[PR,i,j] := N_F[PR,i,j] + 1;$ 
```

```
              3 :  $N_L[PR,i,j] := N_L[PR,i,j] + 1;$ 
```

```
              2 :  $N_P[PR,i,j] := N_P[PR,i,j] + 1;$ 
```

```
              1 :  $N_N[PR,i,j] := N_N[PR,i,j] + 1;$ 
```

```
            end;
```

```
          if (i = 1) and (j = 1) then  $PA_{11}[PR] := N_k*k / N_{BP}[PR]$ 
```

```
            else  $PA_{ij}[PR] := N_k*k / N_{GP}[i,j];$ 
```

```
        end;
```

```

if (PA11[PR] = F) and
  (PA21[PR] = F) and PA22[PR] = F) and
  (PA31[PR] = F) and PA32[PR] = F) and
  (PA41[PR] = F) and PA42[PR] = F) and
  (PA51[PR] >= L) and PA52[PR] >= L) then PCL[PR] := 5 // optimizuojamas
else if (PA11[PR] = F) and
  (PA21[PR] = F) and PA22[PR] = F) and
  (PA31[PR] = F) and PA32[PR] = F) and
  (PA41[PR] >= L) and PA42[PR] >= L) then PCL[PR] := 4 // prognozuojamas
else if (PA11[PR] = F) and
  (PA21[PR] = F) and PA22[PR] = F) and
  (PA31[PR] >= L) and (PA32[PR] >= L) then PCL[PR] := 3 // apibrėžtas
else if (PA11[PR] = F) and
  (PA21[PR] >= L) and (PA22[PR] >= L) then PCL[PR] := 2 // valdomas
else if (PA11[PR] >= L) then PCL[PR] := 1 // vykdomas
else PCL[PR] := 0; // nevykdomas
end;

```

2 priedas. CMMI gebėjimo lygių nustatymas

GG_i : bendrasis tikslas, i-ajame gebėjimo lygyje.
 $N_{GP}[i]$: bendrųjų praktikų skaičius, i-ajame gebėjimo lygyje.
 N_{PR} : proceso sričių skaičius.
 $N_{SG}[PR]$: PR proceso srities specifinių tikslų skaičius.
 $N_{SP}[PR,m]$: specifinių praktikų skaičius, m - PR proceso srities specifinis tikslas.
 $SP[PR,s]$: PR proceso srities specifinė praktika, s - specifinės praktikos numeris.
 $GP[PR, s]$: PR - proceso srities, s - bendrosios praktikos numeris.
 $N_k[PR]$: PR proceso srities specifinių ir bendrųjų praktikų skirtingų įverčių kiekis.
 $PCL[PR]$: PR proceso srities gebėjimo lygis.

Input: specifinių ir bendrųjų praktikų įverčiai NPLF ($SP[PR,s]$ ir $GP[PR,s]$).
Output: gebėjimo profilis - kiekvienos proceso srities gebėjimo lygis: $PCL[PR]$.

```
NPR := 22;  
NSP[CAR,1] := 2;  
NSP[CAR,2] := 3;  
...  
NSP[VER,3] := 2;  
  
for PR := 1 to NPR do //proceso sritys  
begin  
  for i := 1 to 3 do //gebėjimo lygiai  
  begin  
    NF[PR] := 0; NL[PR] := 0; NP[PR] := 0; NN[PR] := 0;  
    if (i = 1) then  
      for s := 1 to NSP[PR] do  
        case SP[PR,s]  
          4 : NF[PR,i] := NF[PR,i] + 1;  
          3 : NL[PR,i] := NL[PR,i] + 1;  
          2 : NP[PR,i] := NP[PR,i] + 1;  
          1 : NN[PR,i] := NN[PR,i] + 1;  
        end  
      else for s := 1 to NGP[i] do  
        case GP[PR,s]  
          4 : NF[PR,i] := NF[PR,i] + 1;  
          3 : NL[PR,i] := NL[PR,i] + 1;  
          2 : NP[PR,i] := NP[PR,i] + 1;  
          1 : NN[PR,i] := NN[PR,i] + 1;  
        end;  
      if (i = 1) then  $GG_1[PR] := N_k * k / N_{SP}[PR]$   
        else  $GG_i[PR] := N_k * k / N_{GP}[i]$ ;  
    end;  
    if ( $GG_1[PR] \geq L$ ) and  
      ( $GG_2[PR] \geq L$ ) and  
      ( $GG_3[PR] \geq L$ ) then  $PCL[PR] := 3$  // apibrėžta  
    else if ( $GG_1[PR] \geq L$ ) and  
      ( $GG_2[PR] \geq L$ ) then  $PCL[PR] := 2$  // valdoma  
    else if ( $GG_1[PR] \geq L$ ) then  $PCL[PR] := 1$  // vykdoma  
    else  $PCL[PR] := 0$ ; // nevykdoma  
  end;  
end;
```