

VILNIAUS UNIVERSITETAS
MATEMATIKOS IR INFORMATIKOS FAKULTETAS
PROGRAMŲ SISTEMŲ KATEDRA

Programų kūrimo proceso judrumo vertinimas

Software Process Agility Assessment

Magistro baigiamasis darbas

Atliko: Arnas Bastys (parašas)

Darbo vadovas: doc. Andrius Adamonis (parašas)

Recenzentas: doc. dr. Saulius Ragaišis (parašas)

Santrauka

Programų kūrimo procesas yra svarbi disciplina, nuo kurios dažnai priklauso projekto ar visos įmonės sėkmė rinkoje. Rinkoje įsitvirtinus judrioms programų kūrimo proceso metodikoms, įmonės dažnai susiduria su sunkumais jas taikant praktiškai ir įvertinant savo judrumą. Norint įvertinti programų kūrimo procesą, pasitelkiami įvairūs proceso vertinimo modeliai, kurie dažnai remiasi standartizuota struktūra. Šiame darbe sukurtas ir nagrinėjamas naujas tolydinės architektūros judrumo vertinimo modelis, paremtas ISO/IEC 33000 standartais, judrumą suprantant, kaip programų kūrimo proceso savybę. Judrumas suprantamas, kaip gebėjimas trumpinti laiką tarp darbo rezultatų sukūrimo ir jų validavimo. Ši proceso savybė gali būti įvertinta ir taip nustatytas įmonės gebėjimas kuo anksčiau sukurti vertę galutiniam vartotojui ar užsakovui.

Sukurtas modelis validuotas atliekant vertinimą keturiose įmonėse, vėliau atliekant ekspertinę apklausą. Vertinimo rezultatai lyginami su jau egzistuojančio judrumo vertinimo modelio rezultatais.

Raktiniai žodžiai: programų kūrimo procesas, programų kūrimo proceso vertinimo modelis, judrumas, judrumo vertinimas, validavimas, ISO/IEC 33000.

Summary

Software process is important discipline which often is a key to the success of project or entire company on the market. Agile software development methods became very popular across the market. Companies often experience difficulties practically adopting agile methodologies and understanding their agility. Various process assessment models, which are often based on a standardized structure, are used to evaluate software process. In this work, a new model for assessing software process agility is created, model structured with continuous representation and based on ISO/IEC 33000 standards. In context of model agility is understood as the ability to minimize the period of the unvalidated inventory state. This characteristic of process can be evaluated and show ability to create value for the end user or customer as early as possible.

A new model was validated by making assessment in four companies and conducting an expert survey. Results of the assessment are compared to the results of already existing model.

Keywords: software process, software process assessment model, agility, agility assessment, validation, ISO/IEC 33000.

TURINYS

ĮVADAS.....	5
1. JUDRUMO SAŲVOKA.....	8
2. VALIDUOJAMI DARBO PRODUKTAI	14
3. PROCESŲ VERTINIMO MODELIŲ ANALIZĖ.....	17
3.1. AgilityMod modelis	17
3.2. Nerijaus Mazėčio – Proceso judrumo vertinimo modelis.....	20
3.3. Agile Maturity Model	22
3.4. Agility assessment model.....	24
3.5. ModeliŲ apibendrinimas.....	26
4. TYRIMO METODAS.....	32
5. PROGRAMŲ KŪRIMO PROCESŲ VERTINIMO STANDARTAI.....	33
5.1. ISO/IEC 33003 reikalavimai procesŲ vertinimo karkasams	33
5.2. ISO/IEC 33004 reikalavimai procesŲ etaloniniam modeliui	34
5.3. ISO/IEC 33004 reikalavimai procesŲ vertinimo modeliui.....	34
6. PROCESŲ ETALONINIS MODELIS	36
7. PROCESO MATAVIMO KARKASAS.....	39
7.1. Proceso judrumo lygis 0: Nevykdomas.....	40
7.2. Proceso judrumo lygis 1: Vykdomas	40
7.3. Proceso judrumo lygis 2: Veiksmingas.....	41
7.4. Proceso judrumo lygis 3: Disciplinuotas.....	42
7.5. Proceso judrumo lygis 4: Numatomas	42
7.6. Proceso judrumo lygis 5: Efektyvus	43
7.7. Proceso atributŲ vertinimo skalė.....	43
7.8. Proceso judrumo lygiŲ modelis.....	45
7.9. Proceso matavimo karkaso atitikimas standartui	45
8. PROCESŲ VERTINIMO MODELIS	48
9. MODELIO ANALIZĖ	49
10. JUDRUMO VERTINIMO MODELIO VALIDAVIMAS	51
10.1. A įmonės vertinimas	52
10.2. B įmonės vertinimas.....	53
10.3. C įmonės vertinimas.....	54
10.4. D įmonės vertinimas	55
10.5. Vertinimo rezultatŲ apibendrinimas.....	56

REZULTATAI IR IŠVADOS.....	57
ŠALTINIAI.....	58
SĄVOKŲ APIBRĖŽIMAI	62
SANTRUMPOS.....	63

Ivadas

Dalykinė sritis. 2001 metais buvo pristatytas – judraus programinės įrangos kūrimo manifestas. Šis manifestas labai plačiai ir teigiamai priimtas verslo bendruomenės dėl to, kad atsiradusios praktikos didino verslo vertę, greitino programinės įrangos kūrimą, eliminavo nereikalingas veiklas ir apskritai sumažino rizikas, susijusias su programine įranga [AL12]. Nors judraus programinės įrangos kūrimo principai, nusakantys, kuo reiktų vadovautis kuriant programinę įrangą, yra tarsi sveikos nuovokos taisyklių rinkinys, tačiau jų pritaikymas nėra toks paprastas ir vienareikšmis [Sch04]. Pavyzdžiui, nepabrėžiamas skirtumas tarp tradicinių ir naujų rolių komandose (pvz., Scrum master/projektų vadovas), plačiau nepaiškinama, kaip pašalinti komunikacinius trikdžius, praktikos siūlomos pavieniui, o ne kaip visuma. Todėl dalis įmonių susiduria su iššūkiais pritaikant judriąsias metodikas [AL12], joms reikia pagalbos nustatant, kaip plačiai galima taikyti judriąsias metodikas konkrečiam projektui, komandai ar įmonei [Els08].

Siekiant įvertinti ir gerinti įmonės veiklos efektyvumą ir teikiamą naudą klientui, pasitelkiamas proceso vertinimas ir gerinimas, tačiau renkantis modelius, sukurtus pagal skirtingus pavyzdžius (CMMI [CMM10], ISO 15504 [ISO12]), susiduriama su skirtingu konstrukcijų, skalių ir sąvokų supratimu. Judriųjų metodikų pritaikymo uždaviniams spręsti yra sukurta daug įrankių (straipsnyje [AÖD16] identifikuota 37). Šiuose įrankiuose judrumas vertinamas ir suprantamas skirtingai, nes remiamasi skirtingais vertinimo modeliais (AgilityMod [Özc14a], AMM [SVK13] ir pan.). Taigi, judrumo vertinimas ir gerinimas yra aktuali tema, nes toli gražu ne kiekvienai įmonei pavyksta adaptuoti judriuosius principus teisingai ir pakankamu lygiu, nors pagal 2015 m. apklausą [Asa15], kurioje apklausta beveik 4000 įvairaus dydžio įmonių, 95% įmonių teigia, kad vienaip ar kitaip praktikuoja judriąsias metodikas.

Motyvacija. Proceso charakteristika – gebėjimas – visuotinai žinoma proceso savybė. Ši proceso savybė yra įtvirtinta ISO/IEC standartais, sukurtas pavyzdinis vertinimo modelis. Apie judrumą, kaip proceso charakteristiką to paties pasakyti negalima, ši proceso savybė yra pilnai neištyrinėta. Straipsniuose judrumas vertinamas skirtingai, remiamasi skirtingais šaltiniais, terminologija. Atlikta keletas darbų, kuriuose judrumas yra proceso matavimo karkaso objektas [Maz15, Özc14a], bet pats judrumo apibrėžimas yra paaiškintas neišsamiai.

Pagal judraus programų kūrimo manifestą [BBB+01] judrumą galime suprasti kaip gebėjimą greitai ir ankstyvoje projekto stadijoje įdiegti kuriamos programinės įrangos versiją, užtikrinant reikiamą kokybę, ir toliau vykdyti kūrimą – augančiai, pirmiau kuriant svarbiausias naudotojui funkcijas. Pagal Erickson [ELS05] judrumas aiškinamas taip: „atsikratyti tiek sudėtingumo, dažniausiai siejamo su tradicinėmis programinės įrangos kūrimo metodikomis, kiek įmanoma, tuo pačiu skatinti greitą atsaką į besikeičiančią aplinką, vartotojų reikalavimų pokyčius, skubius

projektų terminus ir pan.“. Pagal Highsmith [Hig04]: „judrumas yra galimybė ne tik kurti, bet ir reaguoti į pokyčius, siekiant pelno audringoje verslo terpėje“. Taigi, judriąsias metodikas ir programų kūrimo procesą nagrinėjančiuose darbuose matyti skirtingi judrumo apibūdinimai. Judrumo brandos modeliai iš viso judrumo lygį nustato pagal autorių parinktų praktikų paplitimą [ÖD13], o norėtuši turėti judrumo vertinimo modelį, nepriklausantį nuo vertinamos įmonės taikomų programinės įrangos kūrimo procesų ir praktikų.

Mikio Ikoma ir kt. straipsnyje [Iko09] pasiūlė judrumo apibrėžimą kaip: „gebėjimą minimizuoti laiką, kurį kuriamos programinės įrangos elementai prabūna nevaliduotoje būsenoje“. Šis apibrėžimas atitinka pirminį judrumo supratimą (pagal judriojo programų kūrimo manifestą). Japonų mokslininkų pasirinktame apibrėžime nevaliduota būseną laikomas laikotarpis nuo programinės įrangos elementų generavimo pradžios, iki tada, kai programinė įranga validuojama (tai yra – kuomet elementas yra patikrintas jo naudojimo aplinkoje). Toks judrumo supratimas ateina iš japoniškų modernių gamybos valdymo sistemų ir yra **nepriklausomas** nuo taikomo gyvavimo ciklo ir programų kūrimo proceso modelio.

Tikslas ir uždaviniai. **Magistro baigiamojo darbo tikslas** – sudaryti programų kūrimo proceso judrumo vertinimo modelį, suprantant judrumą kaip programų kūrimo proceso gebėjimą trumpinti laiką tarp darbo rezultatų sukūrimo ir jų validavimo.

Išsikelti uždaviniai:

- Nustatyti, kokia yra kitų judrumo vertinimo modelių, besiremiančių skirtingomis judrumo sampratomis, judrumo lygio klasifikacija, koks judrumo apibrėžimas, naudojami indikatoriai, kaip jie nustatyti, sudarant judrumo vertinimo modelius, bei kaip pagrindžiamas tų modelių validumas ir adekvatumas.
- Sudaryti judrumo vertinimo modelį, kuris remtųsi darbo tikslu išdėstytu judrumo apibrėžimu ir atitiktų ISO/IEC 33000 šeimos standartų reikalavimus proceso matavimo karkasui ir vertinimo modeliams:
 - Išskirti procesus atitinkančius tikslą.
 - Sudaryti procesų dimensijos procesų aprašymus.
 - Sudaryti judrumo lygių skalę, bei nustatyti judrumo indikatorius proceso atributams.
- Validuoti sudarytą modelį:
 - Atliekant judrumo vertinimą keliose įmonėse ar projektuose ir sudarant judrumo profilius.
 - Lygiagrečiai atliekant vertinimą su jau egzistuojančiu judrumo vertinimo modeliu.

- Atlikus vertinimą patvirtinti arba paneigti jo korektiškumą apklausiant tos įmonės profesionalus ir lyginant gautą vertinimą su jų įmonės ekspertiniu vertinimu, bei kito modelio vertinimu.
- Jei to reikės, pagal validavimo rezultatus, pasiūlyti modelio korekcijas.

Esama situacija. 2014 m. Özden Özcan-Top pristatė tolydinį proceso judrumo vertinimo modelį – AgilityMod [Özc14b], kuris sukonstruotas pagal ISO/IEC 15504 reikalavimus gebėjimo vertinimo modeliams [ISO03]. Tarpinio straipsnio apie AgilityMod [Özc14a] pagrindu yra sukurtas kitas proceso judrumo vertinimo modelis [Maz15]. ISO/IEC 15504 standartą keičia ISO 33000 šeimos standartai [Bac15], kurie generalizuoja vertinimo dimensiją ir nustato, kaip turėtų būti sudaromas ne tik gebėjimo, bet ir bet kurios kitos proceso savybės, tame tarpe judrumo, vertinimo indikatorių rinkinys.

Metodika. Sudarant vertinimo modelį remiamasi ISO/IEC 33000 šeimos standartais. Šiuose standartuose aiškiai ir formaliai apibrėžiama, kaip turėtų būti vertinama proceso charakteristika, kokiais principais gali būti sudaryta vertinimo skalė ir kaip prijungiant procesų modelį sukonstruojamas vertinimo modelis. Kuriant proceso vertinimo modelį apibrėžtas procesų etaloninis modelis – nusakant kiekvieno proceso tikslą ir siekiamus rezultatus. Vėliau sudaryta vertinimo skalė, remiantis proceso vertinimo karkasams skirtu standartu ISO/IEC 33003, ši skalė toliau bus vadinama „judrumo dimensija“, nes yra naudojama kuriant tolydinės architektūros modelį. Proceso judrumo lygį judrumo dimensijoje leidžia nustatyti proceso atributų paplitimas, o tam, kad įvertintume, kaip išpildyti atributai, nustatyti proceso pasiekimai, leidžiantys pasiekti judrumą.

Sudarytas modelis paremtas ISO/IEC 33000 šeimos standartais. Modelio validumas patikrinamas atliekant vertinimą skirtinguose projektuose ir apklausiant tos srities ekspertus. Taip pat lygiagrečiai atliekamas vertinimas jau sukurtu AgilityMod vertinimo modeliu ir lyginami gauti rezultatai.

1. Judrumo sąvoka

Judrumas, kaip proceso savybė, programų sistemų inžinerijoje žinomas gana seniai, bet apie jo vertinimą pradėta kalbėti visai neseniai, tai parodo faktas, kad ilgai buvo vertinamas tik proceso gebėjimas ir tik su ISO/IEC 33000 šeimos standartų sukūrimu atsirado galimybė formaliai vertinti kitas proceso kokybės charakteristikas, tarp jų ir judrumo [ISO15a]. Kadangi procesų vertinimo modeliai kuriami stengiantis apjungti ir apibendrinti sritis, siekiant modelius padaryti kuo labiau pritaikomus praktikoje plačiu spektru, pavyzdžiui, „Enterprise SPICE“ [Ent10], todėl modelis, gebantis vertinti proceso judrumą nepriklausomai nuo taikomos proceso metodikos (tradicinės, judriosios), yra žingsnis į priekį siekiant sukurti universalų modelį. AgilityMod [Özc14b] darbas yra pirmasis tolydinis proceso judrumo vertinimo modelis, tačiau jis remiasi konkrečiomis judrumo metodikomis, o šiuo darbu siekiama išsiaiškinti kaip galima sukurti judrumo modelį, judrumą suprantant kaip nepriklausomą nuo proceso metodikos kokybės charakteristiką.

Judrumas, kaip veiklos charakteristika, skirtinguose šaltiniuose suprantamas ir interpretuojamas skirtingai, visgi šio termino ištakų galima ieškoti gamybos pramonėje. Gamybos pramonės atstovai judrumą suprantą kaip įmonės gebėjimą būti sėkmingam audringoje aplinkoje [Yau10]. Apibrėžimas audringa aplinka (angl. *turbulent environment*) remiasi audringo lauko sąvoka [ET65], kur aplinka yra apibūdinama su dideliu neapibrėžtumu. Gamybininkai anot [Yau10], kurie geba greitai reaguoti į aplinką, kuri dažnai ar nuolat spaudžia įmonę keistis tuo pat metu toliau tenkinant vartotojų poreikius ir pasiekiant verslo tikslus, laikomi judriais.

Gamybos pramonė turi daug gilesnes proceso vystymo tradicijas, o jos perversmo laikotarpį galima laikyti aštuntojo dešimtmečio pradžia, kai buvo pristatyta Toyota gamybos sistema, vėliau išsivysčiusi į lean gamybos technologiją [Hol07]. Lean mąstysena ir gamybos technologija gimė atskirai nuo judraus programinės įrangos kūrimo koncepcijos, bet jos įtaką judriam PĮ kūrimui galima įžvelgti [LSA13]. Pačio gamybos proceso negalime sulyginti su programinės įrangos kūrimo procesu, bet judrumo supratimas atėjęs iš gamybos pramonės gali būti lengvai suprantamas programinės įrangos kūrimo kontekste.

Kito straipsnio autorius apie judrumą, esantį programinės įrangos kūrime [Hou14], teigia, kad judrus programinės įrangos kūrimas nėra procesas, bet mąstysena, paremta vertybėmis ir principais. Autorius, savo darbe remdamasis tokia nuostata, bando išreikšti judrumo charakteristikas. Pačias vertybes ir principus, pagal [Hou14] galime suprasti kaip išgrynintas iš judriųjų praktikų ir patirčių. Judrus programinės įrangos kūrimas yra rinkinys praktikų, padedantis pasiekti tikslą, tačiau jis nėra apibrėžtas per judriąsias praktikas, bet per vertybes ir principus. Judriosios vertybės ir principai atskleidžiami judraus programinės įrangos kūrimo manifeste

[BBB+01], šias vertybes ir principus autorius sudėjo į matricą, kuri atspindi jų tarpusavio ryšius (1 lentelė), t.y. kaip principai palaiko tam tikras vertybes.

1 lentelė. Judriųjų praktikų ir principų ryšiai [Hou14]

Judraus programinės įrangos kūrimo principai	Judraus programinės įrangos kūrimo vertybės			
	Žmonės ir bendravimas svarbiau nei procesai ir įrankiai	Veikianti programinė įranga svarbiau nei išsami dokumentacija	Bendradarbiavimas su klientu svarbiau nei derybos dėl kontraktų	Reagavimas į pokyčius svarbiau nei plano vykdymas
Nuolatinis vertės pristatymas		***	**	**
Pasikeitimų priėmimas			***	***
Nuolatinis tiekimas		***		**
Verslo-gamybos bendradarbiavimas	*** ¹		**	
Orientuota į motyvaciją	***			
Tiesioginė komunikacija	***		*	
Progreso matavimas		***		
Darbo tempo išlaikymas	**		**	
Techninis meistriškumas		***		
Paprastumas		***		**
Save valdančios komandos	***	**		
Aptarti ir keistis	***			**

Iš šios matricos autorius išveda judrumo, kaip proceso savybės, praktikas, kurios slypi programinės įrangos kūrime:

- Tarpasmeninė sąveika.
- Veikiantis produktas ar paslauga.
- Kliento/vartotojo bendradarbiavimas.
- Reagavimas į pasikeitimus.
- Nenutrūkstamas vertės vartotojui tiekimas.
- Save palaikantis, multifunkcinis bendradarbiavimas.
- Motyvuotas lyderiavimas.
- Technis tobulumas ir paprastumas.

Dan Houston nuomone būdvardis „judrus“ (angl. *Agile*) yra per daug plačiai naudojama sąvoka ir jos prasmė praktiškai išnyko, todėl daiktavardis „judrumas“ (angl. *Agility*) yra išeitis [Hou14]. Judrumo vertinimas suteiktų terminui techninę bazę ir padėtų aiškiai komunikuoti apie programinės įrangos kūrimo vertę, keičiamumą, trūkumus. Patį vertinimą būtų galima atlikti pasitelkiant autoriaus išvestas charakteristikas. **Judrumo vertinimas, padėtų pasirinkti programinės įrangos kūrimo praktikas tikslingai** [Hou14].

¹ *** Didelis palaikymas, ** Vidutinis palaikymas, * Mažas palaikymas

Anot autoriaus, jei programinės įrangos kūrimo grupės nariai apibrėžia save „judriais“, jie turėtų paaiškinti, kokias praktikas naudoja, dar geriau – įvardinant metodiką, kurią taiko. Apibendrinant straipsnyje pabrėžiama, kad vertybės ir principai išdėstyti (1 lentelėje) yra gairės judriosioms praktikoms, o pačios **praktikos evoliucionuoja ir nuolat pasipildo naujomis, prisitaikydamos prie judrumo vertybių ir principų**. Todėl judrumą ir galima išreikšti šių vertybių ir principų ryšiais.

Judrumas kaip proceso kokybės charakteristika jau yra minimas naujame ISO/IEC 33003 [ISO15a] standarte. Mikio Ikoma (ir kt.) darbe [Iko09] yra grindžiama būtent šios charakteristikos metrika, kuri padėtų vertinti procesą nepriklausomai nuo taikomo procesų gyvavimo ciklo modelio ar metodikos. Autoriai teigia, kad vertinti judrumą pagal tam tikrą gyvavimo ciklo modelį ar metodiką būtų sudėtinga, nes didžiulės įmonės taiko procesų gyvavimo ciklo modelius, kurie gali būti tarpiniai judriesiems ar krioklio, todėl japonų mokslininkų darbe išvedamas nepriklausomas apibrėžimas ir juo paremiamas judrumo vertinimas. Toks požiūris į judrumą yra naujas, kadangi programinės įrangos kūrimo proceso vertinimo modeliai evoliucionuoja ir pereina iš detalizavimo į visumą (pavyzdys [Ent10]), bendras nuo procesų gyvavimo ciklo modelio ar konkrečios metodikos nepriklausomas judrumo supratimas yra žingsnis ta linkme.

Gebėjimas greitai pagaminti funkcionalumą su atitinkama kokybe ankstyvoje stadijoje yra pirminis judrumo apibrėžimas, atėjęs iš judraus programinės įrangos kūrimo manifesto, kuriuo remiamasi [Iko09] straipsnyje ir suformuluojamas išvestinis apibrėžimas. Magistro darbo tikslas paremtas išvestiniu judrumo apibrėžimu, kuris nustatytas straipsnyje „**gebėjimas sumažinti nevaliduoto inventoriaus būsenos laiką**“. Toks judrumo apibrėžimas siejamas su validavimu, todėl autoriai siūlo programų kūrimo modelį „Validavimo Modelis“ (toliau – VM) ir iš jo kylančią judrumo metriką.

VM remiasi V&V (verifikavimo ir validavimo) modeliu [Boe84], B.Boehm sukurtu dar devintojo dešimtmečio pradžioje, jo autorius straipsnyje apie modelį [Boe84] praplečia to laiko validavimo sampratą: „programinės įrangos įvertinimas jos kūrimo proceso pabaigoje užtikrinant atitikimą reikalavimams“ ir papildo nauja veikla – „programinės įrangos atitikimo ir vertės nustatymas jo operacinei misijai“. Toks validavimo proceso papildymas yra labai reikšmingas šiuolaikinėje programų sistemų inžinerijoje. Tarptautiniame IEEE standarte validavimo procesas jau apibrėžiamas kaip gamybos produktų atitikmuo šiems kriterijams:

- tenkinti sistemos reikalavimus produktams kiekvieno gyvavimo ciklo veiklos pabaigoje;
- spręsti tinkamą problemą (pvz., teisingai modeliuoti fizinius dėsnius, įdiegti verslo taisykles, naudoti tinkamas sistemos prielaidas);

- patenkinti numatytą naudojimą ir vartotojų poreikius operacinėje aplinkoje (kitai – ar kuriamas tinkamas produktas) [IEEE12].

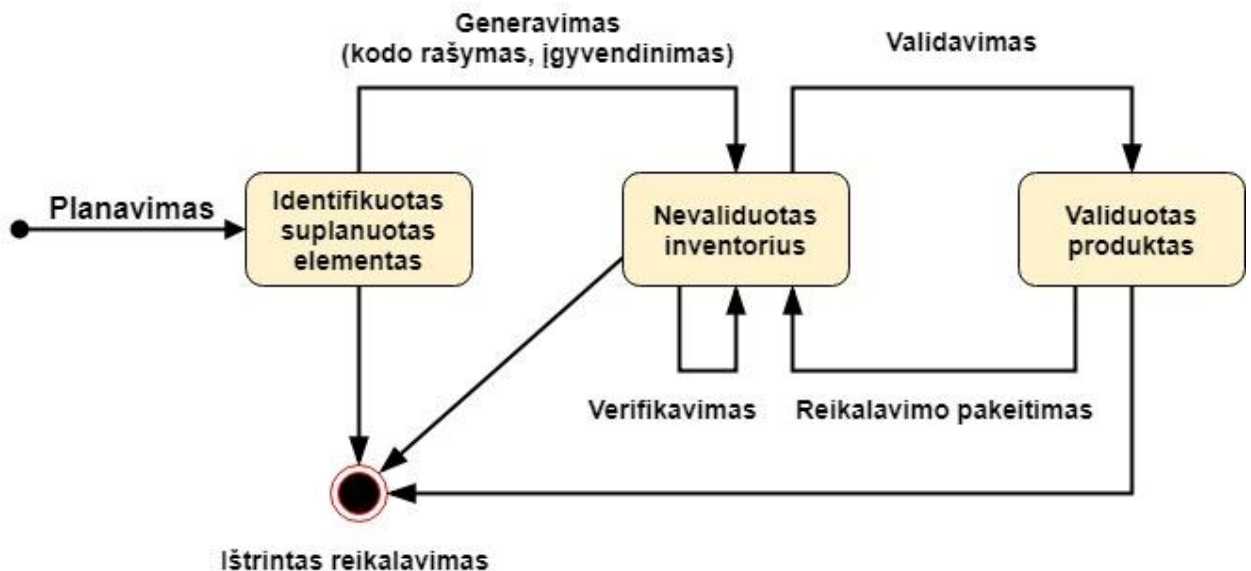
Taigi, toks validavimo proceso apibrėžimo papildymas, kai dėmesys koncentruojamas į išbandymą operacinėje aplinkoje, prigijo ir yra naudojamas iki šių dienų. B. Boehm straipsnyje apie savo verifikavimo ir validavimo modelį neformalia kalba labai tiksliai apibūdina skirtumą tarp šių veiklų:

- Verifikavimas – „Ar aš gaminu produktą teisingai?“.
- Validavimas – „Ar aš gaminu teisingą produktą?“.

Straipsnyje teigiama, kad pagrindinis programinės įrangos reikalavimų ir projektavimo specifikacijos verifikavimo ir validavimo proceso tikslas yra identifikuoti ir išspręsti kritines klaidas kuo ankstesnėje programinės įrangos gyvavimo ciklo fazėje [Boe84]. Taigi, ryšys tarp judrumo ir validavimo yra siekis kuo ankstesnėje stadijoje užtikrinti programinės įrangos kokybę ir jos gebėjimą veikti pagal kliento poreikius operacinėje aplinkoje.

[Iko09] darbe yra koncentruojamasi į validavimą, nes verifikavimas, anot autorių, yra tik tarpinis procesas ir jis neužtikrina darbo produktų perėjimo į kitą – priimtino galutiniam naudojimui produkto – būseną, taip pat dažnai verifikavimo proceso veiklas galima automatizuoti, o validavimas reikalauja žmogiškojo įsikišimo ir yra sunkiai automatizuojamas.

Validavimo modelis (2 pav.) yra tiesiog būsenų pasikeitimo modelis, kuris pritaikomas, bet kokiems validuojamiems programinės įrangos elementams.



2 pav. Validavimo modelis [Iko09]

Bet kuris validuojamas programinės įrangos elementas planavimo metu gali persikelti į “identifikuotą” būseną, vėliau, kai elementas pradamas gaminti/generuoti jis įžengia į “nevaliduoto inventorius” būseną. Šioje būsenoje vykdomas verifikavimo procesas, kai

tikrinamas atitikimas reikalavimams, bet tai nepakeičia programinės įrangos elemento validumo. Tik validavimo procesas leidžia elementui pereiti į sekančią „validuoto produkto“ būseną. Išskirtinis šio modelio bruožas, anot autorių, yra tarpinė nevaliduoto inventoriaus būseną. VM modelyje judrumas ir suprantamas kaip „gebėjimas minimizuoti nevaliduoto inventoriaus būsenos laiką“, šis supratimas išreiškiamas formule „ $A = V / U$ “, kur:

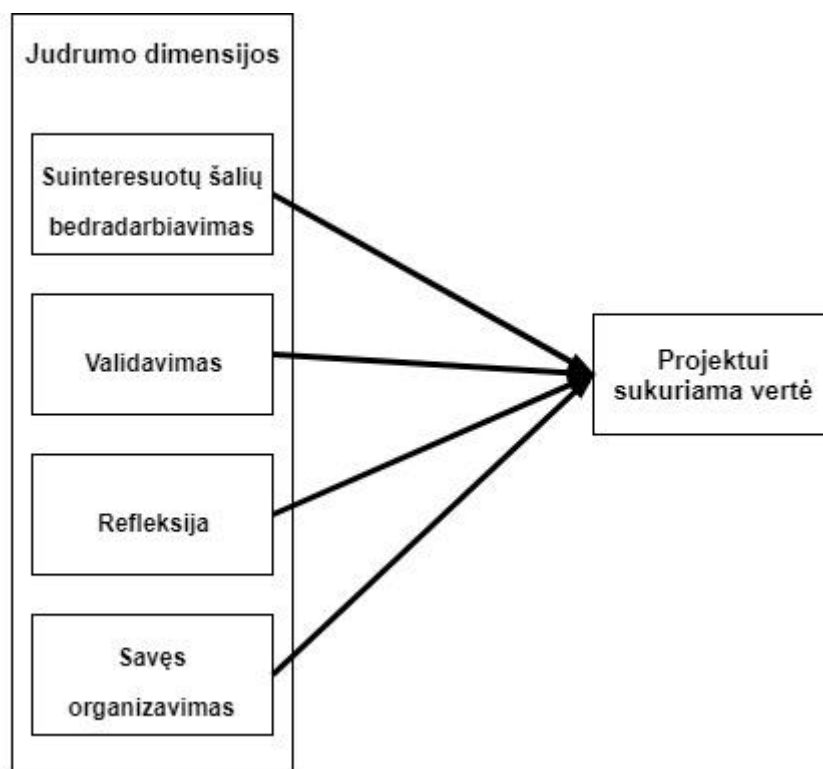
- A – yra projekto ar organizacijos judrumas.
- V – validuoti programinės įrangos vienetai tam tikram laiko periodui.
- U – vidutinis nevaliduotų programinės įrangos vienetų (kur tarpiniai elementai yra „nevaliduoto inventoriaus“ būsenoje) kiekis tam tikram periodui.

Tokia judrumo išraiška pritaikoma vienodai – visiškai skirtingiems programinės įrangos kūrimo gyvavimo ciklo proceso modeliams. Anot autorių, pasirenkant programinės įrangos elementus, svarbu išskirti tokius, kurie gali būti validuojami ir gali pakeisti būseną į „validuoto produkto“ stadiją (žr. 2 pav.). **Validuojami produktai laikomi tie, kurių atitikimą reikalavimams ir tinkamumą naudojimui gali patvirtinti arba paneigti projekto suinteresuotosios šalys**, neskaitant kūrimo komandos. Iš to seka, kad validavimas gali būti atliktas ir tarpiniam produktui, pavyzdžiui: prototipui, dizainui – svarbiausia, kad atitikimą patvirtintų arba paneigtų suinteresuota šalis.

Apibendrinus, Mikio Ikoma ir jo kolegų pagrindinis darbo rezultatas yra anksčiau minėta judrumo metrika, kuri yra panaši į kaitos metriką (angl. *turnover*) finansuose ar gamybos ciklo (proceso) metriką gamyboje. Ši metrika gali būti naudojama bet kokiame procesų gyvavimo ciklo modelyje, judraus programinės įrangos kūrimo metodikoje ar bet kuriame kitame išvestiniame procese.

Kitame straipsnyje angl. „Value Proposition of Agility in Software Development” [VGV+14] taip pat nagrinėjamas judrumas, straipsnio autoriai teigia, kad judrumas yra miglotas terminas ir trūksta aiškumo, ypač apie šio termino slypinčias dimensijas. Autoriai grindžia savo teiginį tuo, kad nors ir naudojamos šios praktikos: iteratyvus kūrimas, save organizuojančios komandos, proceso lankstumas (keičiamos rolės), testavimu grįstas kūrimas – jų vertė suinteresuotosioms šalims nėra įrodyta. Todėl autorių darbe siekiama patvirtinti arba paneigti šiuos teiginius.

Autoriai išskiria judraus programinės įrangos kūrimo principus į keturias grupes, kurios jų nuomone kuria vertę suinteresuotosioms šalims – 3 paveikslas.



3 pav. Keturios judrumo vertės dimensijos

Nagrinėjamame darbe iškeltos keturios hipotezės pagal išskirtas dimensijas:

- Suinteresuotų šalių bendradarbiavimas judriose komandose yra teigiamai susijęs su vertės kūrimu projektui.
- Validavimas judriose komandose yra teigiamai susijęs su vertės kūrimu projektui.
- Refleksija judriose komandose yra teigiamai susijusi su vertės kūrimu projektui.
- Savarankiška organizacija judriose komandose yra teigiamai susijusi su vertės kūrimu projektui.

Autoriai atliko tyrimą pagrįsti arba paneigti šias keturias hipotezes remdamiesi 2013 m. atlikta apklausa. Pirmos trys hipotezės buvo paremtos tyrimu, ketvirtoji apie save organizuojančias komandas nebuvo paremta [VGV+14].

Šis straipsnis aktualus darbui tuo, kad parodo judrumą, kaip iš kelių dalių susidedantį konstrukta. Tai reiškia, kad judrumas susideda iš kelių komponentų. Straipsnio autorių darbe išskirtas ir validavimas, kaip vienas esminių judrumo požymių, leidžiančių kuo ankstesniame etape patikrinti produkto kuriamą vertę, kuris šiame magistro darbe išskiriamas kaip esminis judrumo požymis.

2. Validuojami darbo produktai

Programų sistemų inžinerijoje, taip pat ir kitose srityse, verifikavimo ir validavimo procesai yra neatskiriami ir dažnai vadinami sutrumpintai tiesiog „V&V“ (angl. *Verification and Validation*) [Boe84, Iko09, IEEE12]. Šiame skyriuje nagrinėjama validavimo disciplina, siekiama išsiaiškinti, kas yra validuojami darbo produktai ir kaip galima nustatyti veiklas, kurios generuoja tokius produktus. Šio skyriaus tikslas išsiaiškinti judrumo apibrėžimo taikymą, kur judrumas suprantamas, kaip „gebėjimas sumažinti laiką tarp produktų generavimo pradžios ir jų validavimo“ [Iko09].

Pagal Oxford žodyną [OXF17] validavimas gali būti suprantamas kaip:

- tikrinimo veiksmas, įrodant kažkieno pagrįstumą ar tikslumą;
- kažkieno padarymo ar pripažinimo teisiškai ar oficialiai priimtinu veiksmas.

Šis išaiškinimas padeda suprasti veiksmo kilmę bendru požiūriu. Tačiau, norint atsakyti išsikeltus klausimus, reiktų validavimo supratimą nagrinėti iš programų sistemų perspektyvos.

Programų sistemų inžinerijoje neformaliai pagal B.Boehm validavimas yra paprasčiausiai atsakymas į klausimą „ar mes gaminame teisingą produktą?“. Šis apibrėžimas lakoniškai ir tiksliai nusako validavimo proceso esmę. Plačiau validavimas apibrėžiamas, kaip „programinės įrangos įvertinimas jos kūrimo proceso pabaigoje užtikrinant atitikimą reikalavimams ir vertės nustatymas jo operacinei misijai“ [Boe84].

Jungtinių Amerikos Valstijų Maisto ir vaistų administracijos dokumente programų sistemų validavimas apibrėžiamas taip: „patvirtinimas tikrinant ir nustatant, objektyviais įrodymais, kad programinės įrangos specifikacija atitinka vartotojų poreikius ir naudojimo paskirtį ir kad konkrečių reikalavimų, kurie įgyvendinti programinėje įrangoje, yra nuosekliai laikomasi“ [FDA02].

Nagrinėtame anksčiau Mikio Ikoma ir kt. darbe validavimas ir validuojami darbo produktai suprantami, kaip **atitikimas reikalavimams ir tinkamumas naudojimui, kurį gali patvirtinti arba paneigti projekto suinteresuotosios šalys** [Iko09].

Savo darbe remsimės IEEE organizacijos išaiškinimu, kuris yra pateiktas dokumente [IEEE12]. Šis dokumentas apibrėžia verifikavimo ir validavimo procesus, apimtį, pritaikymo sritis. Verifikavimas ir validavimas yra techninė programų sistemų disciplina, jos **tikslas yra padėti kuriančiai organizacijai įdiegti kokybę sistemoje jos gyvavimo ciklo etapuose**. Šis apibrėžimas artimas pirminiam judrumo [Iko09] darbe minimam supratimui. Verifikavimo ir validavimo dokumente remiamasi kitais IEEE ir ISO standartais, vienas iš jų yra ISO/IEC 12207:2008 [ISO08], kuris naudojamas ir ISO/IEC 330XX standartuose kaip pavyzdys programų kūrimo proceso gyvavimo ciklui.

V&V (verifikavimo ir validavimo) procesai apibrėžia, ar tam tikri veiklos rezultatai atitinka tos veiklos reikalavimus, ar rezultatas tenkina savo paskirtį ir vartotojų poreikius. Apibrėžimas apima įvertinimą, analizę, vertinimą, peržiūrą, ekspertizę, produktų ir procesų testavimą. V&V užduotys turėtų būti atliekamos lygiagrečiai su visais gyvavimo ciklo etapais, o ne jų pabaigoje [IEEE12].

IEEE standarte validavimo apibrėžimas nustato, ar galutiniai procesų gyvavimo ciklo etapų produktai atitinka šiuos teiginius:

- Tenkina sistemos reikalavimus produktams kiekvieno gyvavimo ciklo veiklos pabaigoje.
- Sprendžia tinkamą problemą (pvz., teisingai modeliuoja fizinius dėsnius, įdiegia verslo taisykles, naudoja tinkamas sistemos prielaidas).
- Patenkina numatytą naudojimą ir vartotojų poreikius operacinėje aplinkoje (tai yra, ar kuriamas tinkamas produktas) [IEEE12].

Standarte išskiriamos verifikavimo ir validavimo veiklos programinei įrangai, sistemoms ir techninei įrangai, remiantis ISO/IEC 15288:2008 ir ISO/IEC 12207:2008 standartais. Toliau nagrinėsime programinės įrangos veiklas siekiant nustatyti, kokie procesai ir jų darbo produktai gali būti validuojami.

- Konceptijos vystymas ir sistemos susiejimas su PĮ (angl. *Concept Development and System to SW Allocation*) – VV1.
- PĮ reikalavimai (angl. *Software Requirements*) – VV2.
- Analizė (angl. *Analysis*) – VV3.
- PĮ architektūros projektavimas (angl. *Software Architectural Design*) – VV4.
- PĮ detalus projektavimas (angl. *Software Detailed Design*) – VV5.
- PĮ gamyba (angl. *Software Construction*) – VV6.
- PĮ integravimas (angl. *Software Integration*) – VV7.
- PĮ kvalifikavimas (angl. *Software Qualification*) – VV8.
- PĮ priėmimas (angl. *Software Acceptance*) – VV9.
- PĮ diegimas (angl. *Software Installation*) – VV10.

Kiekvienas iš šių procesų gali būti verifikuojamas ir validuojamas, tačiau norint išskirti vertės grandinę, kai sukuriama pakankama nauda verslui, kad suinteresuotosios šalys galėtų įvertinti tinkamumą remsimės keliais pavyzdžiais.

Straipsnyje angl. „Software Process“ [FN14] išskiriamos trys pagrindinės programų kūrimo proceso sritys – projektavimas, programavimas, veikimas (angl. *Design, Development, Operation*). Straipsnyje teigiama, kad nyksta riba tarp šių sričių ir specialistai turi bendradarbiauti

labai glaudžiai vieni su kitais [FN14]. Tai paremia mintį, kad gebėjimas validuoti ir nustatyti vertę suinteresuotosioms šalims yra ypač svarbus norint išvengti nuostolių ir neteisingai įgyvendintų artefaktų, kiekvieno proceso metu. Tokiu būdu bus kuriama didžiausia vertė.

RUP (angl. *Rational Unified Process*) [RUP98] išskaido programų kūrimo procesą į keturias fazes:

- Pradžia (angl. *Inception phase*).
- Paruošimas (angl. *Elaboration phase*).
- Konstravimas (angl. *Construction phase*).
- Perėjimas (angl. *Transition phase*).

„Pradžia“ neatitinka validuojamo proceso supratimo, tai daugiau verslo sritis ir atsakomybė, nei inžinerinė. Paruošimas, Konstravimas ir Perėjimas atrodo trys tinkami procesai, juos galima gretinti su „projektavimu, programavimu, veikimu“ aprašytu straipsnyje [FN14]. Skirstymas gaunamas panašus kaip ir AgilityMod modelyje atsisakant „Valdymo“ aspekto ir paliekant: „Tyrinėjimo“, „Konstravimo“ ir „Perėjimo“ aspektus. Šie trys procesai atrodo pakankami apibrėžti visuminį procesą, kai kiekviena jo dalis gali būti validuojama taip sukuriant kuo didesnę vertę suinteresuotosioms šalims, kuo ankstesniame etape.

4 lentelė. IEEE procesų sugrupavimas

Procesai	IEEE programinės įrangos procesai
Tyrinėjimo	VV1, VV2, VV3, VV4
Konstravimo	VV5, VV6, VV7
Perėjimo	VV8, VV9, VV10

Remiantis anksčiau aprašytu skirstymu 4 lentelėje sugrupuoti validuojami IEEE programinės įrangos procesai. Tokios trys esminės programų kūrimo proceso grupės atrodo savaime suprantamos. Jos yra būtinos ir pakankamos apibrėžti programų kūrimo procesą judrumo kontekste. Kiekvienas iš procesų kuria pakankamai vertės verslui, kad jį būtų galima validuoti. Taip pat kiekvieno proceso rezultatas verslo kontekste gali būti naudojamas kaip atskiras produktas, pavyzdžiui, įmonė laimėjusi konkursą turi pateikti reikalavimų specifikaciją, todėl toks rezultatas turėtų būti validuojamas ir priimamas užsakančios šalies. Tokiu skirstymu bus remiamasi tolimesniuose darbo etapuose.

3. Procesų vertinimo modelių analizė

Problema atsirenkant ir vertinant jau esamus darbus, atliktus judraus programinės įrangos kūrimo vertinimo ir gerinimo srityje, yra terminologijos painumas, skirtinga architektūra, rėmimasis skirtingais pavyzdžiais (CMMI, SPICE) arba nesirėmimas jokių pavyzdžių. Viena iš to pasekmių yra tai, kad sukurta apie 40 proceso vertinimo modelių [SDM+13]. Šiame darbe tyrinėjimui atrinkti modeliai, norint suprasti kuo platesnį požiūrį į judrumo ir apskritai proceso vertinimą, todėl žiūrima iš skirtingų pozicijų (CMMI, SPICE) arba nesiremiant jokia standartizacija. Pasirinktas ir toks modelis, kuris vertina gebėjimą, norint suprasti proceso charakteristikų vertinimo ypatybes.

Analizuosime šiuos modelius:

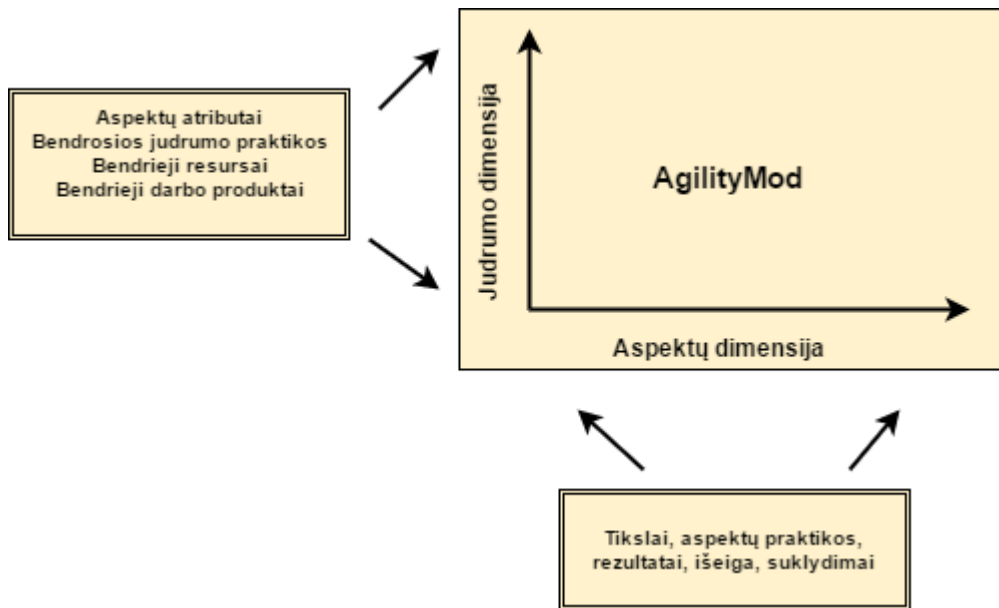
- AgilityMod [Özc14b] – tai yra pirmasis tolydinis judrumo vertinimo modelis, paremtas ISO/IEC 15504 standartu.
- Proceso judrumo vertinimo modelis [Maz15] – modelis yra taip pat tolydinis, sudarytas išnagrinėjus jurdriąsias programų kūrimo metodikas, bei remiantis AgilityMod.
- Agile Maturity Model [CR09] – modelis remiasi CMMI [CMM10] struktūra ir yra pakopinis, modelis vertina gebėjimą.
- Agility assessment model [GN14] – modelis, nesiremiantis jokia formalia struktūra.

Nagrinėjamuose modeliuose siekiama išskirti jų **judrumo sampratą, proceso vertinimo lygius, procesus, praktikas, principus ir modelių konstrukciją.**

3.1. AgilityMod modelis

AgilityMOD [Özc14b] yra judrumo vertinimo modelis, kurio pagrindu 2014 m. apsiginta daktaro disertacija. Modelio autorė teigia, kad šis modelis vertina ne proceso gebėjimą ar brandą, bet būtent judrumą. Judrumas čia suprantamas kaip „galimybė greitai suteikti ir gauti grįžtamąją informaciją, prisitaikyti prie kintančių sąlygų, gebėjimą pasikliauti savo jėgomis, kuriant sprendimus sudėtingoms problemoms, buvimą kūrybišku ir inovatyviu, pagarbą kitiems, kuklų darbo vertinimą, mokymąsi iš klaidų, nuolatinį tobulėjimą, problemų sprendimą komunikuojant ir tolstant nuo painių bei biurokratinių procedūrų“. Kaip sukurta ši judrumo sąvoka ir kuo ji paremta, nėra iki galo aišku.

Sukurtas modelis užtikrina apibrėžime išvardintų vertybių pasiekimą palaipsniui – lygiais. AgilityMOD struktūra yra paremta ISO/IEC 15504 procesų vertinimo modeliu. Modelis yra tolydinis ir jį sudaro dvi dimensijos – aspektų ir judrumo (5 pav.).



5 pav. AgilityMod modelis [Özc14b]

Judrumo dimensiją sudaro keturi lygiai: nevykdomas, tikslingas, lieknas, efektyvus. Šioje dimensijoje apibrėžiami aspektų atributai, bendrosios judrumo praktikos, bendrieji resursai ir darbo produktai. Judrumo lygių aspektų atributai ir bendrosios praktikos yra tokios:

- Nevykdomas;
- Tikslingas:
 - Vykdyti aspektų praktikas:
 - Vykdyti aspektų praktikas;
- Lieknas:
 - Iteratyvumas:
 - Gaminti darbo produktus iteratyviai ir augančiai;
 - Komunikuoti efektyviai;
 - Paprastumas:
 - Balansuoti tarp nuspėjamų darbų ir pritaikomų eigoje darbų;
 - Taikyti minimaliai minimalius pakankamus formalumus;
- Efektyvus:
 - Techniškai išbaigtas:
 - Įtraukti judriąsias inžinerines metodikas ir praktikas į aspekto praktikas;
 - Integruoti įrankius į aspektus, kad būtų padidintas produktyvumas;
 - Mokymasis:
 - Palaikyti bendradarbiavimą ir pasidalinti atsakomybę;

- Pritaikyti judraus lyderiavimo stilių ir skatinti mokytis iš klaidų, o ne ieškoti kaltų;
- Skatinti žmones, esančius organizacijoje, dalyvauti mokymuose, paskaitose ir tobulinimėsi;
- Matuoti rezultatus taip palaikant mokymąsi ir tobulėjimą.

Aspektų dimensiją, kuri atitinka procesų dimensiją ISO/IEC terminais, sudaro keturi aspektai: Tyrinėjimo, Kūrimo, Perėjimo ir Valdymo. Penktojo aspekto – Kultūros, kuris buvo įtrauktas pirminiuose modelio variantuose, buvo atsisakyta dėl to, kad jo praktikos stipriai prieštaravo „Mokymosi“ atributo ir „Valdymo“ aspekto praktikoms [Özc14b].

Toliau išvardintos kiekvieno aspekto praktikos:

- Tyrinėjimas
 - Užfiksuoti klientų ir vartotojų poreikius.
 - Detalizuoti reikalavimų artifaktus.
 - Nustatyti ir išspręsti reikalavimų artifaktų konfliktus.
 - Apibrėžti priklausomybes tarp reikalavimų artifaktų.
 - Valdyti reikalavimų artifaktus.
 - Padaryti reikalavimų artifaktus prieinamus visiems.
- Kūrimas
 - Detalizuoti darbo produktus.
 - Išanalizuoti projektavimą.
 - Sukurti sprendimą.
 - Užtikrinti PĮ atitikimą programuotojo lygmenyje.
- Perėjimas
 - Sukurti ir valdyti darbo erdvę.
 - Integruoti programinį kodą.
 - Įdiegti sprendimą.
 - Testuoti integruotą sprendimą.
 - Padaryti progresą matomą.
 - Sukurti palaikymo dokumentaciją.
- Valdymas
 - Inicijuoti projektą.
 - Suformuoti komandą.
 - Paruošti ir pritaikyti darbo aplinką.

- Parengti fizinę darbo vietą.
- Planuoti projekto progresą.
- Vertinti darbo produktų įgyvendinimą laiku.
- Stebėti progresą.
- Valdyti ir mažinti rizikas.

AgilityMOD autoriai atliko judrių programinės įrangos kūrimo modelių tyrimą, kad suprastų pagrindines charakteristikas ir požiūrį. Autoriai teigia, kad, tyrinėdami judrumo modelius, jie išsiaiškino judriąsias vertybes ir praktikas bei praktikų pagrįstumą ir kilmę, pagal tai suformavo aspektų dimensiją. Tyrinėdami straipsnius apie tai, kaip organizacijos bręsta judrioje aplinkoje, sudarė judrumo dimensiją [ÖD13].

Modelio validumas grindžiamas tuo, kad atlikta kelių atvejų analizė ir ekspertų apklausa. Nustatyti vidinį validumą (loginį vientisumą), autoriai rezultatus aptarė su apklaustaisiais ir įmonių vadovais. Nustatyti atitikimą išoriniam validumui, studija buvo atliekama organizacijose, kurios veikia skirtingose srityse. Tam tikro judrumo lygio nustatymas aspektui, AgilityMOD kūrėjų laikomas rodikliu, kad apibrėžti lygiai yra validūs.

Apibendrinant, autoriai sukūrė judrumo vertinimo modelį, kuris dalinai atitinka ISO/IEC 15504 standarto reikalavimus. Autoriai pagrindė, kad sudarytas vertinimo modelis atitinka judriojo proceso vertybes ir principus. Modelis tikrina projekto judrumą per keturių aspektų, kurie atitinka praktikų rinkinius, prizmę ir nevertina kiekvienos programų kūrimo proceso praktikos judrumo atskirai.

Nagrinėjant AgilityMod modelį kyla abejonių dėl pasirinktos aspektų dimensijos sandaros, autorių darbe nėra aiškaus pagrindimo, kodėl būtent taip yra suskirstyti aspektai. Taip nėra aiškaus pagrindo, kodėl judrumas skaidomas į pasirinktus lygius. Detalią analizę, atliekamo darbo kontekste, žr. 3.5 skyriuje.

3.2. Nerijaus Mazėčio – Proceso judrumo vertinimo modelis

Tarpinio straipsnio apie AgilityMod [Özc14a] pagrindu yra sukurtas Nerijaus Mazėčio proceso judrumo vertinimo modelis [Maz15]. Autorius magistro darbe nagrinėja skirtingus esamus judrumo vertinimo modelius, judriąsias metodikas ir jose apibrėžtas judriąsias praktikas. Vėliau konstruojamas modelis remiasi judriosiomis praktikomis, kurios priskiriamos judrumo aspektams. Pačios judriosios praktikos išskirtos iš judriųjų metodikų, tačiau sudarant modelį jau nėra siejamos su metodikomis, o pateikiamos kaip atskiros veiklos.

Modelis remiasi AgilityMod atliktu darbu [Özc14a]. Jis taip pat yra tolydinis ir sudarytas iš dviejų dimensijų. Procesų dimensija ISO/IEC 15504 terminais pakeičiama aspektų dimensija

pagal AgilityMod, o judrumo dimensija pateikiama tokia pat kaip AgilityMod. Kadangi remiamasi senesniu AgilityMod autorių darbu [Özc14a], išskiriami penki aspektai: tyrinėjimo, kūrimo, perėjimo, valdymo ir kultūros. AgilityMod darbe nebuvo išskirti aspektų pasiekimai ir judriosios praktikos, todėl Nerijaus Mazėčio modelyje tai buvo padaryta. Išskirtos aspektų praktikos:

- Darbų sąrašas.
- Planavimo žaidimas.
- Iteratyvus kūrimas.
- Kodo pertvarkymas.
- Modulių testai.
- Porinis programavimas.
- Bendra kodo nuosavybė.
- Nuolatinis integravimas.
- Užsakovo įtraukimas į kūrimo procesą.
- Kodo standartai.
- Testavimu grįstas kūrimas.
- Jokių viršvalandžių.
- Vartotojų pasakojimai.
- Evoliuciniai reikalavimai.
- Fizinė aplinka.
- Saviorganizuojančios komandos.
- Vizuali ir prieinama projekto informacija.
- Komandos susirinkimai.
- Judrusis projektų darbų apimties vertinimas.
- Modeliavimas ir prototipavimas.
- Judrusis testavimas.

Šiame modelyje judrumas išreiškiamas per aspektų atributus, atributams priskirti judrumo principai pagal judriųjų metodikų manifestą [BBB+01]. Judrumo dimensija išreikšta 4 lygiais panašiai kaip AgilityMod darbe, kiekvienam lygiui priskirti aspektų atributai:

- Nevykdomas – 0.
- Vykdomas – 1:
 - Aspekto vykdomumo atributas.
- Būtinai – 2:
 - Iteratyvumo atributas.

- Paprastumo atributas.
- Efektyvus – 3:
 - Techninio meistriškumo atributas.
 - Tobulėjimo atributas.

Nagrinėjant pasirinktus judriuosius principus ir jų priskyrimą aspektams, galima daryti tą pačią išvadą kaip ir AgilityMod atveju pagal IEEE standartą, bei kitus šaltinius PĮ procesuose validuojamų aspektų atitikmuo yra tik: tyrinėjimo, kūrimo, perėjimo. Valdymo ir kultūros aspektams atitikmenų validuojamuose techniniuose procesuose nerastume.

Modelio validumas iš dalies pagrįstas atliekant realios įmonės vertinimą. Ateities darbuose numatyta įvertinti kitą įmonę ir palyginti vertinimų rezultatus. Apibendrinant, Nerijaus Mazėčio sukurtas modelis yra patobulinta tarpinio AgilityMod modelio versija. Nesiekiant pagrįsti ar paneigti jau sukurtos struktūros. Kyla tie patys klausimai dėl aspektų dimensijos susiskirstymo į grupes ir judrumo lygių nustatymo, nėra plačiau paaiškinama kaip tai atlikta ir kodėl būtent toks skirstymas. Detalią analizę, atliekamo darbo kontekste, žr. 3.5 skyriuje.

3.3. Agile Maturity Model

Agile Maturity Model (AMM) yra judraus programinės įrangos kūrimo brandos modelis. AMM sugretina judraus programinės įrangos kūrimo praktikas su brandos lygiais. Modelis yra sudarytas remiantis CMMI procesų vertinimo modeliu ir grįstas judriaisiais principais, vertybėmis ir praktikomis [CR09].

Modelio autoriai judrumą supranta pagal [Hig04] judrumo apibrėžimą – „galimybė ne tik kurti, bet ir reaguoti į pokyčius, siekiant pelno audringoje verslo terpėje“. Šis apibrėžimas yra artimas iš gamybos pramonės atėjusiam judrumo supratimui, kuris judrumą supranta, kaip „įmonės gebėjimą būti sėkmingam audringoje aplinkoje“ [Yau10].

Modelis neklasifikuoja judrumo lygių, jis vertina judrumo brandą. Galime gretinti judrumo brandą su judrumu ir apžvelgti, kaip AMM autoriai skaido ją lygiais. Kadangi AMM struktūra paremta CMMI, tai ir pats modelis yra pakopinis su aiškiai apibrėžtais lygiais: Pradinis, Iširtas, Apibrėžtas, Pagerintas, Ilgalaikis.

Kiekvienas lygis turi tikslus ir pagrindines proceso sritis. Sudarytas vertinimo klausimynas, kuris sukoncentruotas į įvairias praktikas. Kaip nustatytos judriosios praktikos ir priskirtos procesų sritims nėra paaiškinta. Pagrindinės proceso sritys priskirtos atitinkamiems lygiams:

- Pradinis:

- Šiam lygiui nėra proceso sričių, nes įmonės, esančios šiame lygmenyje, nėra įdiegusios judraus programinės įrangos kūrimo ir, galima teigti, dirba labiau tradiciniais būdais.
- Iširtas:
 - Projekto planavimas.
 - Istorijų kortomis grįstas kūrimas.
 - Galimybė turėti klientą darbo vietoje.
 - Įžanga į testavimu grįstą kūrimą.
- Apibrėžtas:
 - Santykių valdymas su vartotoju.
 - Veikiančios programinės įrangos tiekimas nenutrūkstamai.
 - Programavimas poromis.
 - Tarpusavio sąveika.
 - Testavimu grįstas programavimas.
 - Įvykdymas ir sąveika.
 - Programavimo standartai.
- Pagerintas:
 - Projektų valdymas.
 - Tvarus tempas.
 - Save koordinuojančios komandos.
 - Rizikos vertinimas.
 - Programinio kodo optimizavimo planavimas.
- Ilgalaikis:
 - Projekto planavimas (išleidimo planavimas).
 - Istorijų kortomis grįstas programavimas (išleidimo planavimas).

Norint įvertinti validuojamas veiklas/procesus, reiktų vertinti kiekvieno lygio praktikas atsakant į klausimą. Kadangi toks modelis neturi apibrėžtos procesų srities, todėl tik pavienės praktikos gali būti validuojamos ir mes jų nenagrinėsime atskirai.

Pagrindinis šio modelio tikslas yra įvertinti esamas praktikas ir nustatyti sritis, kur jas reiktų tobulinti norint pasiekti kuo geresnių judraus programinės įrangos kūrimo rezultatų. Nėra aišku, kaip reiktų pamatuoti praktikų atitikimą, nėra pateiktos jokios argumentacijos ar validacijos, todėl sunku vertinti jo adekvatumą. Ateities darbuose autoriai numato modelio verifikavimo ir validavimo darbus kartu su akademinė bendruomene ir atstovais iš verslo pusės. Detalią analizę atliekamo darbo kontekste žr. 3.5 skyriuje.

3.4. Agility assessment model

Mokslininkų Taigi Javdani Gandomani ir Mina Ziaei Nafchi sukurtas judrumo vertinimo modelis skirtas įvertinti judrumo lygį programinės įrangos kūrimo įmonėse [GN14]. Autoriai fokusuojasi į judriąsias praktikas ir jų svarbą, padedant įmonei būti judriai. Judrumą supranta kaip kuo aukštesniu lygiu pasiektas judriąsias vertybes, bet sutinka su tuo, kad judrumo vertinimas yra labai subjektyvus dalykas. Remdamiesi šia prielaida ir jau atliktais judrumo vertinimo darbais bei jų trūkumais, autoriai siūlo savo modelį, kuris anot jų yra labai paprastas. Toks vertinimas atrodo labai pragmatiškas ir paprastas lyginant su kitais analizuotais modeliais, tačiau ir gana siauras neapimantis platesnio požiūrio į problematiką ir sudėtingumą. Tokiam požiūriui puikiai oponuoja straipsnis, kuris grindžia, kad programų kūrimo procesas yra kompleksiška ir sudėtinga sritis [COB16].

Judrumą aiškina tuo, kad didesnis jo pasiekimas, leidžia įmonei pasiekti daugiau judraus programinės įrangos kūrimo vertybių. Jie patys sutinka, kad judrumo vertinimas yra subjektyvus, nes pati judrumo natūra nėra kiekybinė sąvoka, tačiau būtent kiekybinį, o ne kokybinį vertinimo modelį autoriai ir bando sukurti, grįsdami tuo, kad tokių modelių nėra daug ir tai būtų paprastas būdas vertinti judrumą.

Autoriai teigia, kad judrumas – tai kuo didesnis judriųjų vertybių pasiekimas, bet plačiau to nepaaiškina. Apžvelgę literatūrą autoriai nustatė 44 svarbiausias judriąsias praktikas, kurios pagal kitos mokslininkės Laurie Williams atliktą studiją buvo įvertintos penkiabalėje sistemoje nuo 1 „nelabai svarbi“ iki 5 „esminė“. Judrumo vertinimas pagal šį modelį įmonėje būtų atliekamas vertinant kiekvienos praktikos pritaikymo lygį pagal formulę:

$$Judrumas = \sum_1^{44} \left(\frac{P_i * W_i}{intervalas} \right)$$

6 formulė. „Judrumo vertinimas“

Kur :

- P_i nurodo judriosios praktikos naudojamos įmonėje apimtį (šiam modelyje jis matuojamas 1 iki 10)
- W_i rodo P_i parametro svorį, pagal atliktą apklausą darbe,
- Intervalas šiame darbe lygus 10, tačiau gali būti pasirinktas įmonės [GN14].

Judrumo praktikos išskirtos ir įvertintos, pagal Laurie Williams atliktą studiją. Praktikos išdėliotos eilės tvarka pagal jų svorį, kuris išsiaiškintas apklausus 326 respondentus:

- „Užbaigimo“ kriterijus.

- Trumpos iteracijos (30 d. ar mažiau).
- Nuolatinis integravimas.
- Automatiniai testai yra leidžiami su kiekvienu PĮ vienetu.
- Prisitaikyti prie besikeičiančių reikalavimų
- Užduotys iteracijoje yra matomos ir vertinamos kliento.
- Iteracijų peržiūros/demonstracijos.
- Produkto darbų sąrašas yra prioretizuojamas.
- Kiekvienos iteracijos pabaigoje turima paruošta išleidimui PĮ.
- Automatizuoti vienetų testai.
- Visa multidisciplininė komanda su vienu tikslu.
- Sinchronizuota komunikacija.
- Retrospektyva.
- Visi gali prieiti ir keisti programinį kodą.
- Tvarus tempas.
- Pilnas kuriamos produkto dalies ištestavimas iteracijos metu.
- Suderinta apimtis.
- Kodo peržiūra ir perrašymas.
- Laiko planavimas tiksliais kiekiais.
- Testavimu grįstas vienetų testavimas.
- *Scrum* susitikimai/Stovimi susitikimai.
- Tiksliai laiku reikalavimų surinkimas.
- Kasdienis vartotojo/produkto vadovo įtraukimas.
- Mažos komandos (12 žmonių ar mažiau).
- Besiformuojantis eigoje dizainas.
- Išleidimo planavimas.
- Konfigūracijos valdymas.
- Neformalus projektavimas (nėra suplanuojama toli į priekį).
- Testavimu grįsto kūrimo priėmimo testavimas.
- Komandos dokumentacija fokusuojama į sprendimus o ne į planavimą.
- Komandos greičio matavimas.
- Komanda vienoje vietoje.
- Reikalavimai užrašyti kaip neformalios istorijos.
- Programavimo standartai.

- Užduočių planavimas.
- Dešimties minučių produkto paruošimo taisyklė.
- Priėmimo testai parašyti produkto vadovo.
- Programavimas poromis.
- Eigos diagrama.
- Dizaino inspektavimas.
- Programinio kodo inspektavimas.
- Stabilios iteracijos.
- Planavimo pokeris.
- *Kanban* darbų lenta.

Šiame modelyje aprašomos tik praktikos be didesnio pagrindimo, kokiems procesams jos priklauso arba kokias grupes sudaro, todėl negalime vertinti jokių proceso sričių, tik pavienes praktikas.

Apibendrinus, tai labai supaprastintas požiūris į judrumo vertinimą. Šis modelis nesiremia jokia formalia modelio sudarymo praktika (pvz., CMMI ar SPICE). Nėra pagrindžiamas modelio validumas ir adekvatumas. Tokio modelio rezultatai nelabai gali būti palyginti su kitais žinomais atliktais judrumo vertinimo darbais, tačiau šio straipsnio autorių atliktas darbas išskiriant vertinamas praktikas ir jų judrumą yra naudingas tolimesniam tyrimui, kadangi turime išskirtas praktikas pagal apklausą, šią informaciją panaudosime sudarant judrumo vertinimo modelį. Detalią analizę atliekamo darbo kontekste žr. 3.5 skyriuje.

3.5. Modelių apibendrinimas

Aprašyti keturi modeliai ir išskirtos jų judrumo sampratos, proceso vertinimo lygiai, procesai ir modelių konstrukcija. Kaip teigia Tomas Schweigert, judraus programinės įrangos vertinimo modeliai kuriami nedisciplinuotai, remiantis skirtingais šaltiniais [SDM+13], galima pilnai sutikti su šiuo teiginiu. Mūsų tikslas buvo suprasti, kaip skirtinguose proceso vertinimo modeliuose yra skaidomas visuminis procesas, kaip ir kokiais lygiais jis vertinamas. Kokius kriterijus autoriai nustato proceso skaidymui ir vertinimui. Taip pat siekiama nustatyti, kokius procesus ar jų grupes galėtume vertinti per validuojamų darbo produktų prizmę. Dalyje modelių aprašytos pagrindinės praktikos, be priskyrimo procesų sritims, todėl validavimas galimas tik pavienėms praktikoms. Pasirinkti proceso ir judraus programinės įrangos kūrimo vertinimo modeliai yra skirtingi, juos sudėjome į lentelę norint apibendrinti.

7 lentelė. Modelių palyginimas

Modelis	Struktūra pagal	Sudarymo tipas	Judrumo apibrėžimas	Judrumo skalė	Validuotas
AgilityMod	ISO/IEC 15504	Tolydinis	Taip	4 lygių ranginė	Taip
Proceso judrumo vertinimo modelis pagal N.Mazėtį	ISO/IEC 15504	Tolydinis	Ne	4 lygių ranginė	Dalinai
Agile Maturity Model	CMMI	Pakopinis	Ne	5 lygių ranginė	Dalinai
Agility assessment model	-	-	Ne	1–5, vertinant judrumo praktikas	Ne

7 lentelė labai aiškiai parodo skirtumus tarp modelių, jų struktūros ir išbaigtumo (patikrinimo realioje aplinkoje). 3 iš 4 nagrinėtų modelių net neišskiria ir neapibrėžia judrumo kaip proceso kokybės charakteristikos, tiesiog nagrinėja judrumą kaip savaime suprantamą objektą arba tiesiog jį tapatina su idėjomis iš judraus programinės įrangos kūrimo manifesto. Modelių judrumo skalės irgi skirtingos, priklausomai nuo to, ką analizavo: judriąsias praktikas, principus, programų kūrimo gyvavimo ciklo aspektus. Validavimas ir adekvatumo patikrinimas taip pat nėra dominuojanti savybė nagrinėtuose modeliuose.

Kiekviename iš modelių vienaip ar kitaip išskirtas vertinamas procesas plačiąja prasme, ar tai būtų procesų sritys, kurias sudaro praktikos, principai, ar pavienės praktikos. AgilityMod modelyje išskirti keturi pagrindiniai procesai, modelio terminais – aspektai, remiantis šiais aspektais ir pavyzdžiais iš kitų straipsnių, išskirtos trys pagrindinės procesų grupės, kurios tinkamos pasirinktam judrumo apibrėžimui žr. 2 skyrių. Šias grupes vadinsime tiesiog procesais: Tyrinėjimo, Kūrimo, Perėjimo. Šiems trims procesams priskirsime visas modeliuose aprašytas praktikas, principus, procesus, taip galėsime sudaryti bendrą vaizdą, iš ko galėtų būti sudaroma procesų sritis mūsų judrumo vertinimo modeliui. Tai padės numatyti galimus judrumo vertinimo atributus, nes skirstant praktikas dalis jų kalbės apie judrumą, todėl juos išskirsime atskiroje lentelėje. Prie praktikų prirašysime, iš kokio modelio jos paimtos, jei praktikos bus artimos savo prasme arba kalbės apie tą patį programų kūrimo aspektą, bet skirtingais kampais, jas sudėsime į vieną laukelį.

8 lentelė. Tyrinėjimo procesas

Tyrinėjimo	Užfiksuoti klientų ir vartotojų poreikius (AgilityMod) ² . Detalizuoti reikalavimų artifaktus (AgilityMod). Nustatyti ir išspręsti reikalavimų artifaktų konfliktus (AgilityMod). Apibrėžti priklausomybes tarp reikalavimų artifaktų (AgilityMod). Vartotojų pasakojimai (NM). Reikalavimai užrašyti kaip neformalios istorijos (AAM). Valdyti reikalavimų artifaktus (AgilityMod).
	Evoliuciniai reikalavimai (NM). Prisitaikyti prie besikeičiančių reikalavimų (AAM). Besiformuojantis eigoje dizainas (AAM). Tiksliai laiku reikalavimų surinkimas (AAM). Modeliavimas ir prototipavimas (NM). Neformalus projektavimas (nėra suplanuojama toli į priekį) (AAM).
	Padaryti reikalavimų artifaktus prieinamus visiems (AgilityMod). Darbų sąrašas (NM). Vizuali ir prieinama projekto informacija (NM). <i>Kanban</i> darbų lenta (AAM). Produkto darbų sąrašas yra prioretizuojamas (AAM). Suderinta apimtis (AAM).
	Vertinti darbo produktų įgyvendimą laiku (AgilityMod). Stebėti progresą (AgilityMod).
	Valdyti ir mažinti rizikas (AgilityMod). Rizikos vertinimas (AMM).
	Inicijuoti projektą (AgilityMod).
	Komandos dokumentacija fokusuojama į sprendimus, o ne į planavimą (AAM).
	Dizaino inspektavimas (AAM). Judrusis testavimas (NM).
	Planavimo pokeris (AAM). Istorijų kortomis grįstas kūrimas (AMM). Planavimo žaidimas (NM).

² AMM – Agile Maturity Model, AAM – Agility Assessment Model, NM – Nerijaus Mazėčio modelis, AgilityMod – [Özc14b] modelis.

9 lentelė. Kūrimo procesas.

Kūrimo	Detalizuoti darbo produktus (AgilityMod). Išanalizuoti projektavimą (AgilityMod). Sukurti sprendimą (AgilityMod).
	Vertinti darbo produktų įgyvendimą laiku (AgilityMod). Užduočių planavimas (AAM). Stebėti progresą (AgilityMod). Kanban darbų lenta (AAM).
	Valdyti ir mažinti rizikas (AgilityMod).
	Porinis programavimas (NM). Programavimas poromis (AAM). Programavimas poromis (AMM).
	Bendra kodo nuosavybė (NM).
	Nuolatinis integravimas (NM). Nuolatinis integravimas (AAM).
	Kodo standartai (NM). Programavimo standartai (AAM). Programavimo standartai (AMM). Programinio kodo inspektavimas (AAM). Kodo peržiūra ir perrašymas (AAM). Kodo pertvarkymas (NM).
	Judrusis testavimas (NM). Pilnas kuriamos produkto dalies ištestavimas iteracijos metu (AAM). Modulių testai (NM).
	Užduotys iteracijoje yra matomos ir vertinamos kliento (AAM). Kiekvienos iteracijos pabaigoje turima paruošta išleidimui PĮ (AAM).
	Visi gali prieiti ir keisti programinį kodą (AAM).

10 lentelė. Perėjimo procesas.

Perėjimo	Įdiegti sprendimą (AgilityMod).
	Testuoti integruotą sprendimą (AgilityMod). Judrusis testavimas (NM).
	Padaryti progresą matomą (AgilityMod). Stebėti progresą (AgilityMod). Vertinti darbo produktų įgyvendimą laiku (AgilityMod).
	Sukurti palaikymo dokumentaciją (AgilityMod).
	Valdyti ir mažinti rizikas (AgilityMod).
	Iteracijų peržiūros/demonstracijos (AAM).
	Pilnas kuriamos produkto dalies ištestavimas iteracijos metu (AAM).
	Scrum susitikimai/Stovimi susitikimai (AAM).
	Išleidimo planavimas (AAM). Projekto planavimas (išleidimo planavimas) (AMM).
	Konfigūracijos valdymas (AAM).
	Veikiančios programinės įrangos tiekimas nenutrūkstamai (AMM). Dešimties minučių produkto paruošimo taisyklė (AAM).
	Priėmimo testai parašyti produkto vadovo (AAM).
	Įvykdymas ir sąveika (AMM).
	Programinio kodo optimizavimo planavimas (AMM).

11 lentelė. Judrumo praktikos.

Judrumo praktikos	<i>Scrum</i> susitikimai/Stovimi susitikimai (AAM).
	Laiko planavimas tiksliais kiekiais (AAM). Projekto planavimas (AMM). Judrusis projektų darbų apimties vertinimas (NM). Projektų valdymas (AMM).
	Užsakovo įtraukimas į kūrimo procesą (NM). Galimybė turėti klientą darbo vietoje (AMM). Kasdienis vartotojo/produkto vadovo įtraukimas (AAM). Santykių valdymas su vartotoju (AMM).
	Retrospektyva (AAM).
	Sinchronizuota komunikacija (AAM).
	Visa multidisciplininė komanda su vienu tikslu (AAM).
	Testavimu grįstas kūrimas (NM). Automatiniai testai yra leidžiami su kiekvienu PĮ vienetu (AAM). Testavimu grįstas vienetų testavimas (AAM). Įžanga į testavimu grįstą kūrimą (AMM). Testavimu grįstas programavimas (AMM). Automatizuoti vienetų testai (AAM). Testavimu grįsto kūrimo priėmimo testavimas (AAM). Užtikrinti PĮ atitikimą programuotojo lygmenyje (AgilityMod).
	„Užbaigimo“ kriterijus (AAM).
	<i>Scrum</i> susitikimai/Stovimi susitikimai (AAM).
	Stabilios iteracijos (AAM). Tvarus tempas (AAM). Tvarus tempas (AMM). Eigos diagrama (AAM). Iteratyvus kūrimas (NM). Trumpos iteracijos (30 d. ar mažiau) (AAM).
	Komandos greičio matavimas (AAM).
	Istorijų kortomis grįstas programavimas (išleidimo planavimas) (AMM).
	Komanda vienoje vietoje (AAM).
	Fizinė aplinka (AAM).
	Jokių viršvalandžių (AAM).

Suskirsčius praktikas į tris procesus Tyrinėjimo, Kūrimo ir Perėjimo nemažai jų buvo panašios savo sritimi, todėl buvo sudėtos į vieną laukelį. Toks skirstymas bus pagrindas etaloniniam procesų modeliui, taip formuojama procesų dimensija leistų sukurti tolydinį vertinimo modelį, kur kiekvienas procesas galės būti įvertintas ir nustatytas jo judrumas pagal pasirinktą apibrėžimą. Skirstant praktikas buvo pastebėta, kad dalis jų nėra proceso srities, bet labiau tinka nusakyti judrumui, todėl judrumo praktikos ir principai buvo išskirti į atskirą 11 lentelę. Šie duomenys bus panaudoti sudarinėjant judrumo matavimo karkasą.

12 lentelė. Skirtingų matavimo skalių lyginimas

Lygis	AgilityMod / NM modelis	Agile Maturity Model	ISO/IEC 33020 gebėjimo modelis
0	Nevykdomas	Pradinis	Nevykdomas
1	Tikslingas	Ištirtas	Vykdomas
2	Lieknas	Apibrėžtas	Valdomas
3	Efektyvus	Pagerintas	Įtvirtintas
4		Ilgalaikis	Prognozuojamas
5			Inovatyvus

Kaip ir kokiais lygiais sudaryti proceso vertinimo skalę pagal pasirinktą charakteristiką nėra aišku, todėl iš nagrinėtų modelių išskyrėme jų vertinimo skalių konstrukcijas žr. 12 lentelę. Norint nustatyti galimą judrumo lygių skirstymą nagrinėsime ne tik judrumo vertinimo modelius, bet ir gebėjimo modelius. Suprantama, kad šios savybės yra skirtingos, tačiau vertinimo skalės sudarymo principai gali būti naudingi siekiant sudaryti naują judrumo vertinimo modelį. Žiūrint į lygių skirstymą aiškiai matosi, kad AgilityMod yra mažiausiai detalus jis skirsto judrumą į 4 lygius. Agile Maturity Model yra brandos modelis ir jis skirsto judrumo pasiekimą 5 lygiais. ISO/IEC 33020 standarte [ISO15c] apibrėžtame modelyje proceso gebėjimas skaidomas į 6 lygius, tai yra detaliausias skaidymas. Pirmieji lygiai yra panašūs ir kalba apie tą patį. Pirmasis lygis suprantamas kaip proceso nevykdymas, kai jis neatitinka minimalių jam keliamų reikalavimų. Antrasis lygis kai procesas jau yra vykdomas ir atitinka tam tikrus jam keliamus reikalavimus. Tolimesniuose lygiuose atitikmenis arba sugretinimą sunku rasti, todėl nenagrinėsime. Galima pastebėti tik tai, kad AgilityMod modelyje lygis Lieknas (angl. *Lean*) yra jau naudojamas terminas todėl jis gali būti painus specialistams, kurie nėra nuodugnai susipažinę su modelio struktūra, todėl tokių terminų būtų galima vengti.

Apibendrinus ir remiantis jau atliktais tyrinėjimo darbais šioje srityje [SDM+13, ÖD13] galima teigti, kad modeliai iš tikrųjų kuriami nedisciplinuotai, pagal skirtingus supratimus, žodyną, prasmę, architektūrą, todėl nagrinėjant modelius ir gilinantis į tematiką yra sudėtinga gretinti esamus sukurtus proceso vertinimo darbus. Trūksta disciplinuoto rėmimosi standartais ir jau žinomais atliktais darbais, kurių pavyzdžiu būtų galima kurti naujus, tobulesnius proceso vertinimo modelius. Išskyrus judrumo praktikas ir principus iš modelių, jie buvo suskirstyti į tris procesus, kurie manoma, kad atitinka judrumo supratimą. Dalis praktikų priskirtos judrumo savybei, nes prasme tiko labiau ten, nei procesų kontekste.

Kuriant naują modelį rėmimasis ISO/IEC 33000 šeimos standartais ir tolydinė naujo modelio architektūra padės kuriamam modeliui būti disciplinuotos struktūros, kuri paremta ilgu bendruomenės darbu proceso vertinimo srityje.

4. Tyrimo metodas

Išnagrinėjus judrumo vertinimo darbus [Özc14b, Maz15] kyla abejonių, ar suformuoti modeliai yra tinkamos struktūros ir ar naudojamas judrumo apibrėžimas išvestas iš judriųjų metodikų manifesto yra pragmatiškas bei tiksliai atspindi norimą rezultatą. Norint patvirtinti arba paneigti kitokio judrumo supratimo taikymą, bus konstruojamas naujas vertinimo modelis, taip siekiant patikrinti, ar naujas požiūris į judrumą atitinka iki šiol sukurtų modelių konstrukciją ir leidžia vertinti judrumą nuodugniau. Šiam modeliui sudaryti pasitelkti išskirti principai ir praktikos 4.5 skyriuje, kurie suskirstyti į tris procesus. Taip pat sudarinėjant judrumo matavimo karkasą atsižvelgiama į išskirtas judrumo praktikas ir galimus atitikmenis tarp judrumo atributų.

Modelis kuriamas remiantis ISO/IEC 33000 šeimos standartais, šie standartai bus išnagrinėti norint išsiaiškinti procesų etaloninio modelio konstrukcijos, proceso matavimo karkaso ir vertinimo modelio reikalavimus. Išskyrus reikalavimus iš standartų sudaromas procesų etaloninis modelis, jam vertinti atitinkamas matavimo karkasas. Kartu šie elementai sudarys naują judrumo vertinimo modelį.

Sudarinėjant naują modelį pasitelkiamas abstrakcijos metodas – atitrūkstant pažinimo procese nuo neesminių nagrinėjamo reiškinio dalykų, siekiant susikoncentruoti ties pagrindiniais, esminiais jo bruožais, atskleisti jų esmę [Tid03]. Abstrahavimu, indukcija ir analogija, apjungiant esamas žinias, modelius, bandoma sukurti realybę atitinkančius ryšius, santykius ir taip sudaryti galimą modelio konstrukciją. Iš visumos judrumo bruožų išskiriamas vienas ir stengiamasi parodyti, kad tokio bruožo turėjimas yra atitinkantis realaus pasaulio veikimą. Taip pat šie metodai pasitelkiami išskiriant proceso atributus ir jų savybes, gretinant su jau sukurtais proceso vertinimo modeliais.

Sukurtas modelis bus validuojamas ir patikrinamas realiuose projektuose. Bus sudaromas judrumo profilis pasirinktiems projektams pagal sukurtą judrumo vertinimo modelį. Lygiagrečiai projektų procesai bus įvertinti AgilityMod modeliu, siekiant išsiaiškinti, ar judrumo sampratos yra tapачios. Vėliau bus atliekama ekspertinė įmonės atstovų apklausa, kurios metu bus siekiama išsiaiškinti ar atlikti vertinimai atitinka ekspertinį supratimą apie įmonės judrumą.

5. Programų kūrimo procesų vertinimo standartai

ISO/IEC 15504 standartas, nustatantis reikalavimus procesų gebėjimo vertinimo modeliams, nuo 2014 m. yra keičiama peržiūrėtais ir papildytais standartais su nauja numeracija ISO/IEC 330XX. Tikslus senosios serijos ir naujosios serijos ryšių atvaizdavimas yra ISO/IEC 33001 standarte [Bac15]. Nagrinėdami šiuos standartus siekiame tiksliau suprasti naudojamą terminologiją, nes, vertinant skirtingus modelius, sunku vieną su kitu sulyginti, kadangi pagal [SVK13]: „judrumo vertinimo modelių autoriai naudoja nedisciplinuotą žodyną“. ISO/IEC 33003 [ISO15a] standartas apibrėžia matavimo karkasų sudarymo reikalavimus, o ISO/IEC 33004 [ISO15b] aprašo reikalavimus procesų etaloniniams, procesų vertinimo ir brandos modeliams.

5.1. ISO/IEC 33003 reikalavimai procesų vertinimo karkasams

Šis standartas [ISO15a] apibrėžia reikalavimus procesų matavimo karkasui ir leidžia vertinti norimą proceso kokybės charakteristiką nuo konceptualizacijos iki empirinės validacijos. Standarto įžangoje yra pabrėžiama, kad yra daug galimų proceso charakteristikų, pavyzdžiui: proceso gebėjimas, proceso saugumas, proceso judrumas ar sauga.

Apibrėžiant proceso matavimo karkasą, keliami tokie reikalavimai:

- Matavimo karkasas turi identifikuoti ir dirbti su viena proceso kokybės charakteristika.
- Proceso kokybės charakteristika proceso matavimo karkase turi būti apibrėžta kaip rinkinys proceso atributų.
- Kiekvienas proceso atributas turi apibrėžti proceso kokybės charakteristikos savybę.
- Kiekvienas proceso atributas, kuris nėra tiesiogiai matuojamas, turi būti laikomas konstruktu.
- Proceso atributai, proceso matavimo karkase turi būti apibrėžti kaip atspindintys arba formuojantys.
- Matavimo karkasas turėtų dokumentuoti strategiją ir prielaidas, reikalingas naudojimui ir pritaikymui.

Apibrėžus proceso matavimo karkasą pagal pateiktus reikalavimus, jį galima panaudoti procesų vertinimo modelyje, kurio struktūra ir reikalavimai aprašyti ISO/IEC 33004 standarte [ISO15a].

5.2. ISO/IEC 33004 reikalavimai procesų etaloniniam modeliui

Procesų etaloninio modelio arba kitaip PRM (angl. *Process reference model*) tikslas yra apibrėžti veiklų rinkinį, kuris gali palaikyti tikslinės bendruomenės interesus. PRM yra pagrindas vienam ar daugiau proceso vertinimo modelių.

PRM turėtų susidėti iš:

- Srities apibrėžimas procesų etaloniniam modeliui.
- Sąsajos tarp PRM ir numatomo naudojimo aprašymas.
- Procesų aprašymai pagal reikalavimus išdėstytus standarte:
 - Procesas turi būti aprašytas jo tikslo ir rezultatų terminais.
 - Proceso rezultatų rinkinys turi būti būtinas ir pakankamas pasiekti jo tikslus.
 - Procesų aprašymai neturėtų apimti ar perteikti procesų kokybės charakteristikos aspektų daugiau nei baziniu lygiu bet kokiam aktualiam procesų matavimo karkasui, kuris atitinka ISO/IEC 33003 standartą.
- Sąsajos tarp procesų, aprašytų PRM, apibrėžimas.

Reikalavimų procesų matavimo karkasams dalies pagrindinis tikslas yra aprašyti tam tikros srities procesus pagal griežtą struktūrą, nustatant kiekvienam iš jų jo tikslus ir rezultata [ISO15b].

5.3. ISO/IEC 33004 reikalavimai procesų vertinimo modeliui

Procesų vertinimo modelis leidžia vertinti proceso kokybės charakteristiką dvimatėje skalėje. Vienoje dimensijoje jis apibrėžia procesų rinkinį, kurie nustatyti susietame procesų etaloniniame modelyje, ši dimensija vadinama – procesų. Kitoje dimensijoje procesų vertinimo modelyje atvaizduojami procesų atributai ir kokybės lygiai, kurie nustatyti procesų matavimo karkase. Ši dimensija vadinama proceso kokybės dimensija.

Reikalavimai procesų vertinimo modeliui arba kitaip PAM (angl. *Process assessment model*):

- PAM turi remtis viena proceso kokybės charakteristika.
- PAM turėtų įtraukti vieną procesų matavimo karkasą, paremtą ISO/IEC 33003, kuris paremtas kokybės charakteristika.
- PAM turėtų būti sudarytas bent su vienu procesu iš pasirinkto PRM.
- PAM turėtų pagrįsti savo apimtį pagal:
 - Pasirinktą proceso kokybės charakteristiką.
 - Pasirinktą proceso matavimo karkasą.
 - Pasirinktą PRM.
 - Pasirinktus procesus iš PRM.

- Proceso atributus ir, jei aktualu, proceso kokybės lygius pagal proceso kokybės charakteristiką iš proceso vertinimo karkaso.
- Jei pasirinktas proceso matavimo karkasas suteikia nominalią skalę, tada PAM privalo duotam procesui adresuoti visus apibrėžtus proceso atributus, įskaitant proceso atlikimo atributą.
- Jei pasirinktas proceso matavimo karkasas suteikia ranginę ar intervalinę skalę, tada PAM privalo duotam procesui adresuoti visus apibrėžtus kokybės lygius.

6. Procesų etaloninis modelis

Procesų etaloninio modelio arba kitaip PRM tikslas yra apibrėžti veiklų rinkinį, kuris gali palaikyti bendruomenės su tais pačiais interesais tikslus. Procesų etaloninis modelis sudaro pagrindą vienam ar daugiau proceso vertinimo modelių [ISO15b]. Tokio modelio sukūrimas leidžia kurti proceso vertinimo modelį. Šiame skyriuje konstruojamas PRM pagal ISO/IEC 33004 standartą.

Procesų etaloninis modelis arba, žiūrint iš bendro vertinimo modelio perspektyvos, procesų dimensija šiame darbe turi atspindėti procesus, kurie leidžia sukurti validuojamus darbo produktus ir gebėti juos validuoti užsakovui priimtiniu būdu. Kiekvieno proceso gebėjimas sukurti produktus kuo anksčiau, taip įgalinant kuo ankstesnį validavimą, tolimesniuose skyriuose bus vertinamas kaip proceso judrumas. Literatūros analizėje buvo išskirti trys pagrindiniai procesai: tyrinėjimo, kūrimo ir perėjimo. Šiame darbe parinktas judrumo apibrėžimas išskiria procesus, kurie sukuria darbo rezultatus ir tie rezultatai gali būti validuojami. Mikio Ikoma ir jo kolegų atliktame tyrime kalbama apie galutinį validuojamą darbo produktą, tačiau išskyrus tris esminius procesus: Tyrinėjimo, Kūrimo, Perėjimo bus siekiama sukurti tolydinės architektūros vertinimo modelį, vertinant kiekvieną procesą atskirai.

AgilityMod modelyje procesai yra vadinami aspektais, kurių kiekvieno judrumą galima vertinti atskirai. Toks procesų išskyrimas ir galėjimas vertinti kiekvieno iš jų kokybės charakteristiką įgalino autorius kurti tolydinės architektūros modelį. AgilityMod modelyje apibrėžti aspektai yra – Tyrinėjimo, Konstravimo, Perėjimo ir Valdymo. Šie keturi aspektai sudaro visą judrų programų kūrimo procesų modelį, kadangi jie buvo išskirti remiantis judriųjų metodikų manifestu. Nagrinėjant kiekvieną aspektą atskirai, matosi, kad jie turi pakankamai aiškius rezultatus ir yra savarankiški, todėl juos galima vertinti atskirai, pagal šiame darbe apibrėžtą judrumo supratimą, tačiau Valdymo aspektas kelia abejonių. Valdymas neatrodo judrumą užtikrinantis aspektas, pačios valdymo praktikos gali būti judrios, bet šiuo atveju, tikslingiau būtų vertinti valdymą, kaip neatsiejamą dalį kitų kitų aspektų, jo neišskiriant kaip atskiro. Tokiu būdu valdymo praktikos pasiskirstytų kituose aspektuose arba judrumo dimensijoje. AgilityMod sukonstruota aspektų dimensija, atmetus valdymo aspektą, atrodo kaip tinkama procesų etaloninio modelio konstrukcija (Tyrinėjimo, Konstravimo, Perėjimo). Žinoma, reikia peržiūrėti kiekvieno aspekto tikslo formuluotę ir pasiekimus. Kiekvienas procesas bus papildytas ir rezultatais, apibendrintais 3.5 skyriuje.

13, 14 ir 15 lentelėse pateikti procesai: Tyrinėjimas, Konstravimas ir Perėjimas, kurie sudaro procesų etaloninį modelį atitinkantį ISO/IEC 33004 reikalavimus.

13 lentelė. Tyrinėjimo procesas

PRO.1. Tyrinėjimo procesas	
Proceso tikslas	Rezultatai
Ištirti verslo aplinką, formuluojant reikalavimus visiems suprantamu, prieinamu ir lanksčiu būdu.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Veiklos reikalavimai formuluojami užsakovui ir vykdytojui suprantama kalba. 2. Palaikomas pastovus bendravimas su užsakovu įtraukiant jį į kūrimo procesą. 3. Reikalavimai renkami nuolat, jie evoliucionuoja ir yra atnaujinami. 4. Reikalavimai prieinami visiems ir grupuojami pagal svarbą. 5. Sukurtas mechanizmas pastoviam vartotojo poreikių stebėjimui. 6. Reikalavimų įgyvendinimo apimties ir terminų planavimas vykdomas nuolatos. 7. Sukurti artefaktai (reikalavimai, prototipai, dizainas) yra validuojami užsakovui priimtiniu būdu.

14 lentelė. Konstravimo procesas

PRO.2. Konstravimo procesas	
Proceso tikslas	Rezultatai
Lanksčiai įgyvendinti reikalavimus gebant nuolatos tikrinti darbo produktų kokybę ir atitikimą.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Reikalavimų artefaktai detalizuojami, kiekvienam priimant geriausią techninį sprendimą. 2. Taikomi programavimo standartai, kodo struktūra paprasta jis lengvai skaitomas, nuolatos peržiūrimas ir pertvarkomas. 3. Sukurti programinės įrangos moduliai ir integruota programinė įranga yra verifikuojama pačių kūrėjų. 4. Darbo rezultatai yra testuojami nuolatos įvairiais lygiais, analizuojami ir aptariami. 5. Kolektyvinė kodo nuosavybė, darbas vykdomas taip, kad pakeitimai būtų neribojami. 6. Sukurti artefaktai yra validuojami užsakovui priimtiniu būdu.

15 lentelė. Perėjimo procesas

PRO.3. Perėjimo procesas	
Proceso tikslas	Rezultatai
Paruošti produktą sėkmingai veikti jo naudojimo aplinkoje.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Užsakovui kuo anksčiau pristatomas sukurtas funkcionalumas. 2. Perėjimo planas derinamas su suinteresuotomis šalimis viso produkto kūrimo metu 3. Sukurtas funkcionalumas visuomet paruoštas pristatyti klientui. 4. Funkcionalumas diegiamas į jo veikimo aplinką kuo dažniau. 5. Sukurti artefaktai yra validuojami užsakovui priimtiniu būdu.

Šio procesų modelio struktūra atitinka reikalavimus apibrėžtus ISO/IEC 33004 standarte ir gali būti naudojamas sudarant proceso vertinimo modelį. Kiekvienas iš procesų gali būti vertinamas atskirai, tolydinės architektūros vertinimo modelyje, nustatant atitikimą proceso charakteristikai.

7. Proceso matavimo karkasas

ISO/IEC 33003 standartas teigia, kad dauguma proceso charakteristikų nėra matomos tiesiogiai, tam pasitelkiamas konceptualizavimas, kai apjungiami bruožai ir tam tikra savybė yra išgryninama, taip sukuriant teorinę koncepciją vadinamą konstruktu [ISO15a].

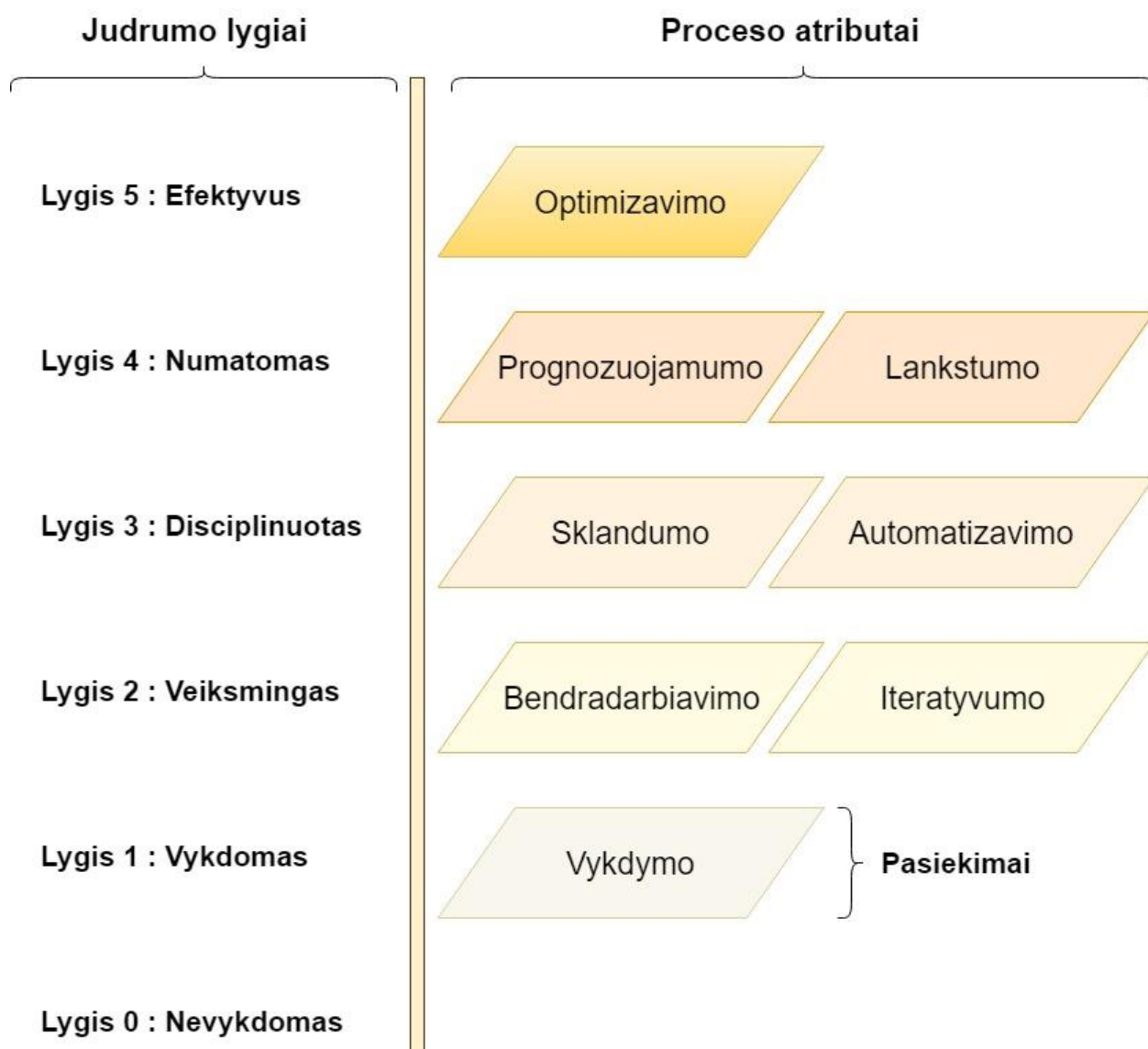
Siekiant aiškumo šiame matavimo karkase **judrumas** bus suprantamas kaip „programų kūrimo proceso gebėjimas trumpinti laiką tarp darbo produktų sukūrimo ir jų validavimo suinteresuotai šaliai priimtinu būdu“. Validavimas šiuo atveju yra atitikimo reikalavimams ir tinkamumo naudoti nustatymas, kurį gali patvirtinti arba paneigti projekto suinteresuotosios šalys. Tai yra išeities taškas, kai patikrinama sukurto produkto vertė suinteresuotai šaliai ir nustatoma, ar tai atitinka lūkesčius ir leidžia pilnavertiškai naudotis sukurtu darbo produktu. Kuo ankstesnis validavimo įvykdymas leidžia greičiau keistis, gauti grįžtamąjį ryšį ir sukurti maksimalią naudą galutiniam vartotojui ar verslui.

Proceso matavimo skalę sudarome pagal ISO/IEC 33003 standartą. Šis standartas nusako aiškias taisykles, kaip turi būti apibrėžtas konstruktas – savybių rinkinys, kuris atitiks proceso charakteristiką. Proceso charakteristika turi būti išreikšta multidimensiniu konstruktu, kitaip tariant suformuotai kokybės charakteristikai turi būti apibrėžti ją formuojantys atributai ir jų pasiekimai, jiems priskirti lygiai. Šio darbo atveju konstruktas yra judrumas. Procesų matavimo karkasą sudaro judrumo lygiai, kiekvienas judrumo lygis sudarytas iš atitinkamų atributų, o atributai apibrėžti proceso pasiekimais.

Šio darbo ir matavimo karkaso prasme procesas visų pirma turi būti vykdomas, todėl pirmasis lygis turi identifikuoti matuojamo proceso pasiekimų įvykdymą, tik tada galima kalbėti apie proceso judrumą ir kas jį užtikrina. Antrasis lygis apibrėžia, ar procesas vykdomas veiksmingai, tai yra, ar procesas geba validuoti darbo produktus. Trečias lygis nusako, ar procesas yra disciplinuotas ir geba įgyvendinti tikslą vienodai tiksliai kiekvieną kartą. Ketvirtas lygis apibrėžia, ar procesas yra numatomas ir galima jį prognozuoti bei kontroliuoti – pakreipti norima linkme. Paskutinis lygis nusako, ar procesas yra efektyvus iš judrumo perspektyvos, tai yra – ar jis optimizuotas ir veikia nepriekaištingai. Kiekvienam lygiui pasiekti reikalingas ankstesnių lygių pasiekimas, tai plačiau išdėstyta 7.8 skyriuje.

Naujo proceso vertinimo karkaso paskirtis yra – sukurti galimybę vertinti judrumą ir tą daryti turint aiškų judrumo apibrėžimą. Vertinamas procesas, pasižymintis judrumo savybėmis bus laikomas iteratyviu, sklandžiu, automatizuotu, lanksčiu, prognozuojamu ir galiausiai nuolatos optimizuojamu. Toks procesas bus efektyvus ir judrus greitai besikeičiančioje šiuolaikinėje programų sistemų kūrimo industrijoje.

Proceso matavimo karkasą sudarome iš 6 lygių ranginės matavimo skalės – 16 pav., kuri leis proceso judrumą vertinti lygiais nuo žemiausio iki aukščiausio.



16 pav. Proceso atributų priskyrimo judrumo lygiams diagrama

7.1. Proceso judrumo lygis 0: Nevykdomas

Nevykdomas – procesas nevykdomas, todėl ir jo judrumas neįvardinamas, darbo rezultatai nėra validuojami arba jų validavimas yra atsitiktinis. Procesas nepasiekia savo tikslų ir negauna rezultatų. Šiame lygyje nėra jokio sistemiško judrumo siekimo, taip pat jo neįmanoma išmatuoti.

7.2. Proceso judrumo lygis 1: Vykdomas

Vykdomas – procesas yra vykdomas, nors veiklos nėra nuoseklios. Proceso darbo rezultatai yra sukuriami ir galiausiai validuojami. Darbo produktų nevaliduota būseną nėra trumpinama ar

vertinama. Šiame lygyje procesas vykdomas, neatsižvelgiant į sistemišką judrumo siekimą, todėl ir proceso judrumas yra neplanuotas.

7.2.1. JA 1.1. Proceso vykdymo atributas

Procesas įgyvendina savo tikslą – darbo produktai yra pagaminami ir validuojami. Dirbama tam kartui, kai prisitaikoma prie esamos aplinkos, neatsižvelgiant į galimus pokyčius. Norint pilnai pasiekti atributą, turi būti įvykdomas šis pasiekimas:

- a) Pasiekiamas proceso tikslas ir rezultatai.

7.3. Proceso judrumo lygis 2: Veiksmingas

Veiksmingas – procesas yra veiksmingas, todėl ir judrumas egzistuoja. Šiame lygyje pasiekiamas judrumas gali būti išmatuojamas. Trumpinamas laikas nuo darbo produktų sukūrimo iki jų validavimo, dirbama ciklais. Komanda dirba kartu vedina vieno tikslo, užtikrinamas bendradarbiavimas, siekiant kuo didesnės naudos suinteresuotosiems šalims. Matomos sistemiško proceso judrumo siekimo užuomazgos.

1.1.1. JA 2.1. Bendradarbiavimo atributas

Proceso vykdymo metu bendradarbiaujama, proceso tikslai yra vykdomi ir rezultatai gaunami glaudžiai bendradarbiaujant suinteresuotoms šalims. Matomas sistemiško judrumo siekimo pastangos. Atributo pasiekimai yra šie:

- a) Darbo produktai yra ruošiami nuolatos, bendradarbiaujant suinteresuotoms šalims;
- b) Projektą vykdo savi organizuojančios daugiafunkcinės komandos;
- c) Užtikrinama sklandi komunikacija su visomis susijusiomis šalimis;
- d) Užtikrinamas sklandus darbo produktų perdavimas sekantiems žingsniams;
- e) Sukuriama galimybė gauti grįžtamąjį ryšį iš susijusių šalių kuo dažniau.

7.3.1. JA 2.2. Iteratyvumo atributas

Šis atributas nusako, ar procesas yra iteratyvus, tokiu būdu įvertinama, ar programinė įranga yra gaminama kažkokio ilgio iteracijomis, kiekvienos iteracijos pabaigoje validuojant darbo rezultatus ir taip trumpinant darbo produktų sukūrimo ir jų validavimo laiką. Pilnam šio atributo pasiekimui būtini pasiekimai:

- a) Darbo produktai kuriami iteratyviai;
- b) Darbo produktai kuriami inkrementiniu būdu;
- c) Darbo produktai validuojami kiekvieno ciklo metu;
- d) Prisitaikoma prie besikeičiančių reikalavimų.

7.4. Proceso judrumo lygis 3: Disciplinuotas

Disciplinuotas – programinė įranga yra kuriama tvarkingai, nesiblaškant ir užtikrinant sklandumą, pasiekiamas tvarus tempas, taip užtikrinamas ir vienodas judrumas. Laikomasi susitarimų, kurie padeda išlaikyti judrumo lygį ir dirbti sklandžiai. Pasiiekti šiam lygiui reikalinga disciplina visuose įmonės sluoksniuose, procesas turi būti aiškus apibrėžtas ir sklandus.

7.4.1. JA 3.1. Sklandumo atributas

Procesas yra sklandus, trikdžiai operatyviai pašalinami, laikomasi bendrų susitarimų, kurie padeda palaikyti judrumo lygį. Kiekvienas komandos narys yra savarankiškas ir profesionaliai atlieka užduotis, kurias pats arba kartu su komanda geba savarankiškai suformuoti. Atributo pasiekimai yra:

- a) Komandos darbas be nereikalingų išorinių trikdžių;
- b) Visi reikalingi sprendimai priimami savarankiškai komandos viduje;
- c) Apibrėžti įėjties ir išėjties kriterijai;
- d) Komunikacija tarp komandos narių ir susijusių šalių yra efektyvi;

7.4.2. JA 3.2. Automatizavimo atributas

Procesas arba jo atskiros dalys yra automatizuojamos, taip ne tik padidinamas judrumas (sutrumpinamas laikas nuo darbo produkto sukūrimo iki jo validavimo), bet ir standartizuojamas pats procesas arba jo dalys, tai yra jos automatizuojamas pagal sutartas taisykles. Atributo pasiekimai yra:

- a) Automatizuojamos veiklos yra automatizuotos;
- b) Naudojama nuolatinės integracijos ir nuolatinio diegimo strategija;
- c) Tinkamos kokybės veikiantis produktas iš karto gali pasiekti suinteresuotas šalis;
- d) Darbo produktų verifikavimas yra neatsiejama darbo produktų dalis;
- e) Progresas matomas nuolatos visoms suinteresuotoms šalims;
- f) Nuolatinio tiekimo grandis pati save dokumentuojanti – diegimo kodas arba proceso aprašymas prieinamas visiems.

7.5. Proceso judrumo lygis 4: Numatomas

Numatomas – šiame lygyje procesas yra numatomas, tai reiškia, kad programų sistemų kūrėjai pilnai kontroliuoja procesą, geba jį matuoti ir keisti judrumą. Procesas ir sukuriama darbo rezultatai prognozuojami. Komanda geba prisitaikyti prie kliento poreikių bei numatyti galimus poreikius ateityje, todėl kuria programinę įrangą atitinkamai.

7.5.1. JA 4.1. Prognozuojamumo atributas

Programinės įrangos kūrimas yra prognozuojamas judriai. Žinoma per kiek laiko ir koku greičiu bus sukurti atitinkami darbo produktai, kitaip tariant, kiek užtruks kol bus paruošti validuoti. Grįžtamojo ryšio trukmės numatymas, kuris padeda prognozuoti produkto kūrimo eigą. Taip pat kūrėjai numato galimus kliento poreikius ir prisideda prie produkto tobulinimo. Šio atributo pasiekimai yra:

- a) Judrumas yra matuojamas;
- b) Renkama informacija apie komandos gebėjimą įvykdyti užduotis;
- c) Komanda įsitraukia į produkto strategiją ir numato kliento poreikius.

7.5.2. JA 4.2. Lankstumo atributas

Procesas yra lankstus, jis prisitaiko prie kliento poreikių. Taip procesą galima keisti priklausomai nuo išorės ar kliento poreikių pasikeitimo. Tokio proceso judrumas yra didelis, nes jis gali reaguoti į aplinką ir taip keisti savo savybes. Lankstaus proceso atributo pasiekimai yra:

- a) Gebėjimas keisti iteracijų ilgį;
- b) Projekto vystymas taip, kad resursus būtų nesunku pakeisti ar papildyti;
- c) Nedidelės komandos.

7.6. Proceso judrumo lygis 5: Efektyvus

Procesas efektyvus, jo vykdymas nuolatos peržiūrimas ir gerinamas, atsižvelgiama į suinteresuotų šalių poreikius, daroma komandos savianalizė, pasitelkiama statistika, eliminuojami visi trikdžiai ir siekiama didesnės naudos klientui. Proceso judrumas ir siekimas kuo ankstesnio darbo produktų validavimo užtikrina optimalų proceso veikimą, kuris maksimaliai patenkina kliento lūkesčius.

7.6.1. JA 5.1. Optimizavimo atributas

Proceso judrumas nuolatos optimizuojamas. Sukuriamų darbo produktų ir jų validavimo laikas mažinamas, taip stengiantis pagreitinti sukuriama vertę klientui ir sumažinti riziką – kuo anksčiau pristatant sukurtą darbo produktą validavimui. Pasiiekti šiam atributui būtini pasiekimai:

- a) Darbo produktų sukūrimo paruošimas validavimui nuolatos gerinamas;
- b) Komandos nariai dalinasi žiniomis ir tobulėja kartu;
- c) Mokomasi iš rodiklių ir praeities klaidų savianalizės būdu;
- d) Vengimas bet kokio nebūtino darbo.

7.7. Proceso atributų vertinimo skalė

Šiame proceso matavimo karkase proceso atributas yra pamatuojama proceso judrumo savybė. Proceso atributo pasiekimų įgyvendinimas yra proceso atributo pasiekimo rezultatas.

Proceso atributo įvertis yra lygis, kaip proceso atributas įgyvendintas vertinant tam tikrą procesą. Proceso atributai vertinami naudojant ranginę skalę.

- **N Nepasiektas:**
 - Nėra pakankamai arba išvis nėra įrodymų apie vertinamo proceso atributą.
- **I Iš dalies pasiektas:**
 - Yra dalis įrodymų apie vertinamą atributą ir galima nustatyti dalinį atributo įgyvendinimą nagrinėjamame procese. Dalis pasiekimo aspektų yra neprognozuojami.
- **D Didžiąja dalimi pasiektas:**
 - Yra įrodymų apie sisteminių priartėjimą prie vertinamo proceso atributo atlikimo. Gali egzistuoti dalis silpnų vietų susijusių su proceso atributo įgyvendinimu.
- **P Pilnai pasiektas:**
 - Yra įrodymų apie pilną ir sistemišką vertinamo proceso atributo įgyvendinimą, neįžvelgiama trūkumų šiame atributo įgyvendinime atitinkamo proceso atžvilgiu.

Apibrėžta ranginė skalė gali būti išreikšta procentinėmis reikšmėmis:

- **N** Nepasiektas: nuo 0 iki 15% pasiekimo
- **I** Iš dalies pasiektas: nuo 16% iki 50% pasiekimo
- **D** Didžiąja dalimi pasiektas: nuo 51% iki 85% pasiekimo
- **P** Pilnai pasiektas: nuo 86% iki 100% pasiekimo

Vertinant kiekvieną proceso atributą turi būti laikomasi šių taisyklių:

1. Kiekvienas proceso atributo pasiekimas yra įvertinimas pagal surinktą informaciją.
2. Visų proceso atributų pasiekimų įverčiai yra apjungiami į bendrą proceso atributo įvertinimą.
3. Vertintojas, vertinant rezultatus, gali remtis ekspertiniu įverčiu, netaikydamas formalaus matematinio būdo, kita alternatyva yra agregavimo metodas.

7.8. Proceso judrumo lygių modelis

Proceso judrumo lygis nustatomas pagal proceso atributų reitingus ir jų įvertinimą lygi žr. 17 lentelę.

17 lentelė. Proceso judrumo lygių modelis

Judrumo lygis	Proceso atributas	Įvertinimas
0 – Nevykdomas	-	-
1 – Vykdomas	JA 1.1 Proceso vykdymo atributas	D arba P
2 – Veiksmingas	JA 1.1 Proceso vykdymo atributas JA 2.1 Judrumo atributas JA 2.2 Iteratyvumo atributas	D D arba P D arba P
3 – Disciplinuotas	JA 1.1 Proceso vykdymo atributas JA 2.1 Judrumo atributas JA 2.2 Iteratyvumo atributas JA 3.1 Sklandumo atributas JA 3.2 Automatizavimo atributas	P P P D arba P D arba P
4 – Numatomas	JA 1.1 Proceso vykdymo atributas JA 2.1 Judrumo atributas JA 2.2 Iteratyvumo atributas JA 3.1 Sklandumo atributas JA 3.2 Automatizavimo atributas JA 4.1 Prognozuojamumo atributas JA 4.2 Lankstumo atributas	P P P P P D arba P D arba P
5 – Efektyvus	JA 1.1 Proceso vykdymo atributas JA 2.1 Judrumo atributas JA 2.2 Iteratyvumo atributas JA 3.1 Sklandumo atributas JA 3.2 Automatizavimo atributas JA 4.1 Prognozuojamumo atributas JA 4.2 Lankstumo atributas JA 5.1 Optimizavimo atributas	P P P P P P P D arba P

7.9. Proceso matavimo karkaso atitikimas standartui

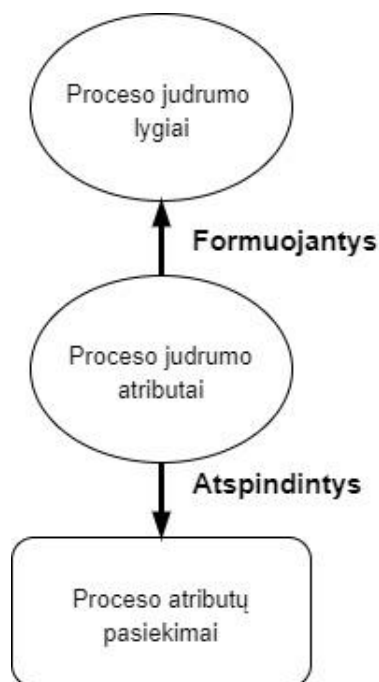
Šiame skyriuje nustatomas proceso matavimo karkaso atitikimas ISO/IEC 33003 standartui. Tiesiogiai referuojant į standarte aprašytus reikalavimus, pagrindžiama, kaip tai buvo įgyvendinta, sudarant proceso judrumo vertinimo karkasą.

Toliau nagrinėjami konceptualizavimo, konstrukto apibrėžimo, veikimo, proceso atributų vertinimo aspektai. Nenagrinėjamas agregavimas, jautrumo analizė ir kiti patikimumo, bei validumo reikalavimai, nes jų validavimas šioje darbo fazėje nėra tikslingas. Darbe nesiekama parodyti pilną, statistine analize grįstą atitikimą standartams, bet pagrįsti bazinį šio modelio vidinį validumą ir atitikimą standartui, o vėliau atlikus išorinį validavimą (išbandžius modelį realiame

pasaulyje) ir nustatius ar jis tinkamas – svarstyti ar verta šiam modeliui atlikti platesnį validumo patikrinimą.

7.9.1. Konceptualizavimo atitikimas

Proceso judrumo lygis apibrėžiamas vienu ar daugiau proceso atributų, kurie yra formuojantys proceso judrumo matai. Tai reiškia jų visuma ir sudaro proceso judrumą. Proceso atributai yra reikalingi, norint sukonstruoti proceso judrumą. Proceso atributai susideda iš proceso atributų pasiekimų, kurie yra atspindintys matai.



18 pav. Proceso judrumo lygių, atributų ir jų pasiekimų santykis

Apibrėžiant proceso matavimo karkasą pagal ISO/IEC 33003 keliami šie reikalavimai, prie kiekvieno reikalavimo parašytas trumpas paaiškinimas, kaip sudarytas proceso matavimo karkas atitinka jį žr. 19 lentelę:

19 lentelė. Konceptualizacijos atitikimas

Reikalavimas pagal ISO/IEC 33003	Atitikimas
Matavimo karkasas turi identifikuoti ir dirbti su viena proceso charakteristika.	Karkasui sudaryti naudojama viena proceso charakteristika – judrumas.
Proceso charakteristika proceso matavimo karkase turi būti apibrėžta kaip daugiamatis atributų vaizdinys, tai yra, ją turi sudaryti lygiai susidedantys iš atributų.	Proceso kokybes charakteristiką – judrumą, sudaro 8 atributai suskirstyti į 5 lygius.
Proceso charakteristika proceso matavimo karkase turi būti apibrėžta kaip rinkinys proceso atributų.	Proceso kokybes charakteristiką – judrumą – sudaro 8 atributai.
Kiekvienas proceso atributas turi apibrėžti proceso charakteristikos savybę.	Proceso atributai aprašyti septintame šio darbo skyriuje.

Kiekvienas proceso atributas, kuris nėra tiesiogiai matuojamas, turi būti laikomas konstruktu.	Proceso atributai susideda iš pasiekimų, kurie ir suformuoja atributus, todėl jie yra konstruktai. Atributai apibrėžti septintame šio darbo skyriuje.
Proceso atributai, proceso matavimo karkase turi būti apibrėžti kaip atspindintys arba formuojantys.	Proceso atributai yra apibrėžti ir jie yra formuojantys.
Matavimo karkasas turėtų dokumentuoti strategiją ir prielaidas reikalingas naudojimui ir pritaikymui	Šio darbo 7 skyriuje yra aprašyta šio matavimo karkaso paskirtis.

7.9.2. Konstrukto apibrėžimo atitikimas

20 lentelė. Konstrukto apibrėžimo atitikimas

Reikalavimas pagal ISO/IEC 33003	Atitikimas
Konstrukto apibrėžimas turi apibrėžti proceso charakteristikos ir jos atributų prasmę proceso matavimo karkase.	Proceso charakteristikos prasmė yra paaiškinta šio darbo septintame skyriuje.
Konstrukto apibrėžimas turi parodyti proceso charakteristikos ir jos atributų atvaizdavimą dimensijomis.	7 skyriuje yra pateikta diagrama (pav. 16), kuri nurodo konstrukto atvaizdavimą atributais, toliau pateikiama tiksli konstrukto struktūra.
Konstrukto apibrėžimas turi nurodyti gaires proceso charakteristikos ir jos atributų veikimui.	Proceso charakteristikų veikimas yra aprašytas 7 skyriuje.
Konstrukto apibrėžimas turi nurodyti sudėtinių matų vertinimo (pvz. gebėjimo lygiai) skalę arba skaitinę skalę.	Skalė pateikta skyriuje 7 skyriuje.
Bent vieną proceso atributą turi sudaryti tikslo ir rezultatų pasiekimas, kitaip šis atributas vadinamas proceso vykdymo atributu.	7.2 skyriuje yra apibrėžtas vykdymo atributas.

7.9.3. Veikimo atitikimas

21 lentelė. Veikimo atitikimas

Reikalavimas pagal ISO/IEC 33003	Atitikimas
Visi proceso atributai turi atitikti konstrukto aprašymą.	Atributai sudaryti atsižvelgiant į judrumo apibrėžimą.
Proceso atributų pasiekimas turi būti įrodomas pagal objektyvius įrodymus.	Atributų pasiekimas įrodomas pasitelkiant atributų pasiekimus, kaip matavimo pagrindą.

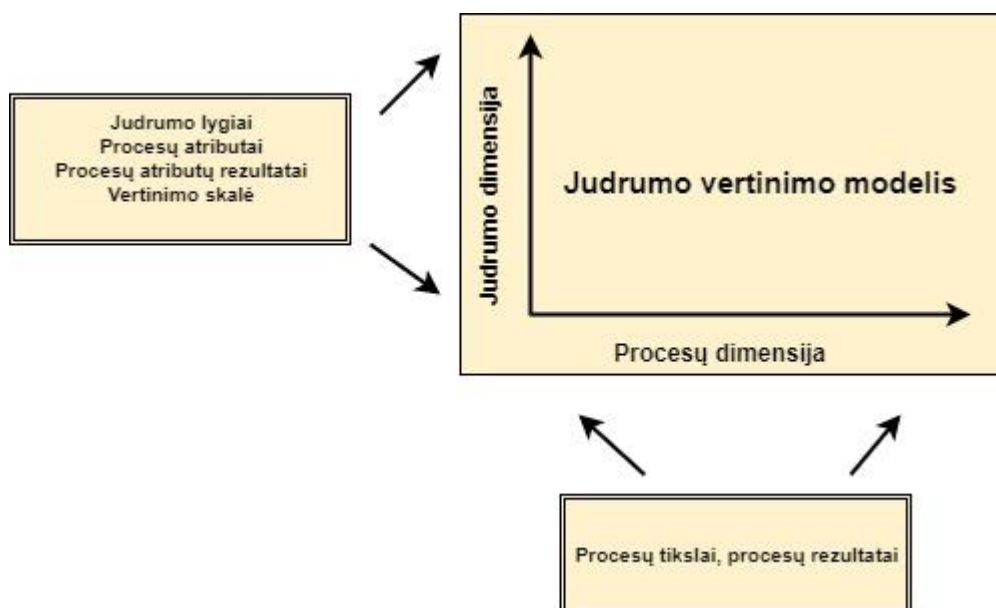
7.9.4. Proceso atributų įvertinimo atitikimas

22 lentelė. Atributų įvertinimo atitikimas

Reikalavimas pagal ISO/IEC 33003	Atitikimas
Procesų atributai turi būti sureitinguoti.	Matavimo vienetai apibrėžti 7.7 skyriuje.
Turi būti parinkta tam tikra procesų skalė.	Matuoti atributams parinkta ranginė skalė, ji aprašyta 7.7 skyriuje.
Matavimo metodas, kuris leidžia priskirti reikšmes kiekvienam matavimui, turi būti identifikuotas.	7.7 skyriuje aprašyti būdai, kaip priskiriamos reikšmės matavimui.

8. Procesų vertinimo modelis

6 skyriuje yra aprašytas procesų etaloninis modelis. 7 skyriuje yra apibrėžtas proceso matavimo karkasas, kuris skirtas matuoti proceso charakteristiką – judrumą. Remiantis šiomis darbo dalimis sudarytas proceso vertinimo modelis, atitinkantis ISO/IEC 33004 standartą. PAM sudarytas vertinti proceso judrumo charakteristikai, šiai charakteristikai vertinti naudojami visi procesai iš sudaryto PRM. PAM struktūra pavaizduota 23 pav.



23 pav. Judrumo vertinimo modelis

9. Modelio analizė

Sudarytas naujas judrumo vertinimo modelis, to motyvacija buvo skirtingų judrumo supratimų egzistavimas ir naujo judrumo supratimo pritaikymas. Darant šį modelį buvo atsižvelgta į jau egzistuojančius judrumo vertinimo ir gebėjimo modelius. Šiame skyriuje lyginsime naujo modelio konstrukciją su kitų modelių konstrukcijomis ir nagrinėsime panašumus bei skirtumus.

Tyrimo metu sukonstruotas procesų matavimo karkasas remiantis ISO/IEC 33003 ir 33020 standartais. Išskirti šeši judrumo lygiai: Neįvardinamas, Neplanuotas, Veiksmingas, Disciplinuotas, Numatomas, Efektyvus. Šiems lygiams priskirti atributai remiantis jau sukurtais judrumo vertinimo modeliais, literatūros analizės medžiaga. Sukurta matavimo skalė, kuri sukonstruota remiantis tinkama ISO/IEC 330020 vertinimo skale. Patikrintas dalinis modelio atitikimas standartuose keliamiems reikalavimams.

Darbo metu sukonstruotas procesų etaloninis modelis, kuris panaudotas procesų vertinimo modelyje. Šiam procesų modeliui sukonstruoti iš dalies pasirinkta AgilityMod modelyje apibrėžta aspektų dimensija, nes ji atitinka visuminio proceso skaidymą į tris vardinius procesus, kurie yra savarankiški ir sukuria darbo produktus, taip juos paruošdami validavimui. Kiekvienam procesui priskirti tikslai ir juos įgyvendinantys rezultatai. Tokių procesų vykdymas leidžia pasiekti didesnę judrumą ir kurti programinę įrangą efektyviau.

24 lentelė. Skirtingų matavimo skalių gretinimas

Lygis	AgilityMod	Judrumo modelis	ISO/IEC 33020 gebėjimo modelis
0	Nevykdomas	Nevykdomas	Nevykdomas
1	Tikslingas <ul style="list-style-type: none"> • Vykdyto 	Vykdomas <ul style="list-style-type: none"> • Vykdyto 	Vykdomas <ul style="list-style-type: none"> • Vykdyto
2	Lieknas <ul style="list-style-type: none"> • Iteratyvumo • Paprastumo 	Veiksmingas <ul style="list-style-type: none"> • Bendradarbiavimo • Iteratyvumo 	Valdomas <ul style="list-style-type: none"> • Vykdyto valdymas • Darbo produktų valdymas
3	Efektyvus <ul style="list-style-type: none"> • Techninio meistriškumo • Tobulėjimo 	Disciplinuotas <ul style="list-style-type: none"> • Sklandumo • Automatizavimo 	Įtvirtintas <ul style="list-style-type: none"> • Proceso apibrėžimo • Proceso paskleidimo
4		Numatomas <ul style="list-style-type: none"> • Prognozuojamumo • Lankstumo 	Prognozuojamas <ul style="list-style-type: none"> • Matavimo • Kontrolės
5		Efektyvus <ul style="list-style-type: none"> • Optimizavimo 	Inovatyvus <ul style="list-style-type: none"> • Inovatyvumo • Optimizavimo

24 lentelėje surašytos AgilityMod modelio, gebėjimo modelio pagal ISO/IEC 33020 ir naujo judrumo modelio vertinimo skalės su atributais.

AgilityMod modelio atveju judrumo skalė sudaryta iš keturių lygių: Nevykdomas, Tikslingas, Lieknas, Efektyvus. Tikslingas – atitinka vykdymo lygį pagal gebėjimo lygius, šis lygis parodo, kad AgilityMod atveju, aspektas, yra vykdomas. Lieknas pagal terminą angl. „Lean“ apibrėžia proceso atitikimą iteratyvumui ir paprastumui. Paskutinis lygis nusako, ar aspektas yra Efektyvus, tam nustatyti pasitelkiami techninio meistriškumo ir mokymosi atributai. Tokia judrumo konstrukcija yra labai stambiai sugrupuota ir neatspindinti visų judrumo savybių. Naudojantis kitokiu judrumo supratimu, šie lygiai pergrupuoti ir papildyti atributais, kurie išreiškia gebėjimą efektyviai validuoti sukurtus darbo produktus, kuo anksčiau, taip didinant judrumą.

Gretinant AgilityMod su naujai sukurta skale galima aiškiai matyti skirtingą išskaidymą. Lyginant pirmus tris lygius matomas panašumas, pradžioje procesas nevykdomas ar neįvardinamas, vėliau jis vykdomas, tai nurodo vykdymo atributas. Trečias lygis AgilityMod ir naujai pasiūlytame modelyje irgi panašūs, abu išskiria iteratyvumą, tačiau naujo modelio atveju paprastumas yra pakeistas į bendradarbiavimą, nes šis judrumo požymis atrodo svarbesnis vertinant pagal šiame darbe išdėstytą judrumo apibrėžimą. Paskutinis AgilityMod lygis, Efektyvus, gali rasti atitikmenų naujo modelio 4, 6 lygiuose. Galima daryti išvadą, kad naujo modelio atveju iki efektyvaus proceso einamas ilgesnis kelias, nes pakeliui reikia įgyvendinti disciplinuotumą ir numatomumą.

Lyginant esamus judrumo vertinimo modelius, su ISO/IEC standartu įtvirtintu gebėjimo vertinimo modeliu, siekiama palyginti struktūrą ir pažiūrėti, kiek jie panašūs, taip bandant suprasti panašumus ir skirtumus. Pirmieji du lygiai atitinka, nes jie apibrėžia būseną, kai proceso nėra ir kai procesas egzistuoja – vertinant vykdomumo atributą. Trečiasis lygis sunkiai sugretinamas. Sekantys trys lygiai turi panašumų, žinoma atributų formuluotės skiriasi, kitaip ir negali būti, nes tai skirtingos proceso charakteristikos, bet jas gretinant matomas atitikimas. AgilityMod atveju Efektyvus lygis galėtų rasti sąsajų su gebėjimo Inovatyviu lygiu, bet daugiau sąsajų neižvelgiama.

Apibendrinant galima teigti, kad naujai sukurto judrumo vertinimo modelio, judrumo dimensijos konstrukcija, žiūrint iš sudarymo principo, panašesnė į gebėjimo modelio konstrukciją, nei į AgilityMod.

Procesų dimensija AgilityMod modelyje ir naujai sukurto modelyje yra panaši, perimti pagrindiniai trys procesai, atsisakyta Valdymo aspekto, kuris įsilieja ir yra padengiamas likusių aspektų arba perteikiamas judrumo dimensijoje. Aspektų rezultatai praplėsti, taip bazinis jų pasiekimas užtikrina didesnę pagrindą judrumui.

10. Judrumo vertinimo modelio validavimas

Šiame skyriuje aprašomas sukurto modelio validavimas realiuose projektuose. Atliktas vertinimas keturiuose projektuose, kiekvienas iš projektų vykdomas skirtingoje įmonėje, todėl procesai skirtingi. Tarp vertintų įmonių, dvi dirba su telekomunikacijų projektais, kur procesas turi būti pakankamai lankstus, nes rinka yra labai greitai besikeičianti. Viena įmonė kuria savo produktą, kuris populiarus visame pasaulyje, dirbama su naujausiomis technologijomis, nes to reikalauja produkto savybės. Ir paskutinė įmonė kuria programinę įrangą medicinos prietaisams.

Validavimo procesas atliekamas šiais etapais:

- Projekto vertinimas pagal sukurtą modelį ir judrumo profilio sudarymas.
- Projekto vertinimas pagal AgilityMod modelį ir judrumo profilio sudarymas.
- Ekspertinė apklausa apie atliktus vertinimus ir rezultatų palyginimas.

Vertinimas buvo atliktas pačių įmonės ekspertų. Ekspertams buvo suteikta visa reikalinga medžiaga ir apmokymai vertinimui atlikti. Taip pat buvo atsakinėjama į iškilusius klausimus ar neišskumus eigoje. Vertintojai buvo motyvuoti atlikti tokį vertinimą, nes tema aktuali jų darbo aplinkoje, taip pat visi ekspertai tiesiogiai prisideda prie projekto/įmonės procesų formavimo. Vertinimas atliktas keturiose įmonėse, kadangi visos įmonės yra pakankamai didelės, vertintojai pasirinko savo projekto, kuriame dirba apimtį.

6 ir 7 šio darbo skyriuose yra pateikta informacija, iš ko susideda vertinimo skalė ir kaip atrodo procesų etaloninis modelis. 7.7 skyriuje pateikta matavimo skalė pagal kurią reikia vertinti atributų pasiekimus. 7.8 skyriuje pateikta informacija kaip agreguoti vertinimus ir nustatyti judrumo lygį pagal ten pateiktą judrumo lygių modelį. AgilityMod vertinimas atliktas pasitelkiant medžiagą aprašytą O.O.Top disertacijoje [Özc14a]. Padarytas vienas pakeitimas, vertinant naudotasi šiame darbe 7.7 skyriuje aprašyta vertinimo skale (P, D, I, N), kuri atitinka AgilityMod modelyje nurodytą (3,2,1,0) skalę, tokiu būdu vertinimas tampa aiškesnis abiejų modelių kontekste.

Analizuojant vertinimo profilius ir apklausiant įmonės ekspertus bus siekiama išsiaiškinti, ar sukurtas modelis adekvatus ir atitinka realaus pasaulio veikimą, ar įmonės ekspertai sutinka su gautais rezultatais ir kaip patys juos supranta bei vertina, ar vertinimą atliekant su jau egzistuojančiu judrumo vertinimo modeliu galima tikėtis panašių rezultatų, kokie esminiai vertinimo skirtumai.

10.1. A įmonės vertinimas

Atributas/Procesas	Vykdomas								Veiksmingas		Disciplinuotas		Nuspėjamas		Efektyvus
	JA 1.1 Vykdymo								JA 2.1	JA 2.2	JA 3.1	JA 3.2	JA 4.1	JA 4.2	JA 5.1
Proceso pasiekimai	BP1	BP2	BP3	BP4	BP5	BP6	BP7	BP8							
Tyrinėjimo	D	P	D	D	D	I	D	-	P	D	I	N	I	I	I
Konstravimo	I	D	D	P	I	D	-	-	P	P	I	D	I	I	I
Perėjimo	D	I	D	D	D	-	-	-	D	D	I	I	I	I	I

25 pav. Judrumo profilis pagal naują modelį

Vertinta įmonė dirba telekomunikacijų srityje, plėtoja savitarnos ir elektroninės komercijos sistemas. Pirma atliktas vertinimas pagal naują judrumo vertinimo modelį žr. 25 pav. Matoma, kad proceso rezultatai pasiekti nepilnai, kiekviename iš procesų yra bent vienas tik iš dalies pasiektas rezultatas, tai rodo, kad nė vienas procesas nėra pilnai vykdomas. Trūkumas yra nedidelis pvz. „Tyrinėjimo“ proceso atveju trūksta konstruktyvesnio darbų apimties ir reikalavimų paruošimo planavimo. Judrumo lygis „Veiksmingas“ pasiekiamas visiems procesams, nes dirbama iteratyviai ir užtikrinamas bendradarbiavimo atributas. Tai atitinka eksperto įžvalgas. Aukštesni lygiai nėra įgyvendinti, tai irgi atitinka ekspertines įžvalgas, nes „Scrum“ procesas įmonėje yra diegimo fazėje ir jis nėra niekaip optimizuotas, todėl sutinkama su vertinimu.

Eksperto nuomone vertinimas realiai atitinka esamą situaciją įmonėje, procesas nėra nusistovėjęs, nemaža dalis praktikų nėra vykdomos, o jeigu ir vykdomos – nenuspėjamai, nedisciplinuotai ir neefektyviai.

Atributas/Aspektas	Tikslingas								Lieknas				Efektyvus					
	Performing aspect								Iterative		Simple		Technically Excellent		Learning			
Proceso pasiekimai	AP1	AP2	AP3	AP4	AP5	AP6	AP7	AP8	GP 2.1.1	GP 2.1.2	GP 2.2.1	GP 2.2.2	GP 3.1.1	GP 3.1.2	GP 3.2.1	GP 3.2.2	GP 3.2.3	GP 3.2.4
Tyrinėjimo	D	D	D	D	I	D	-	-	D	P	P	P	I	I	P	I	I	N
Konstravimo	D	D	P	P	-	-	-	-	P	P	P	P	I	D	P	I	I	N
Perėjimo	P	P	P	P	D	I	-	-	D	P	D	P	I	D	P	I	I	N
Valdymo	D	D	D	I	I	I	I	I	I	D	D	I	I	N	D	I	I	N

26 pav. judrumo profilis pagal AgilityMod

Sekantis vertinimas buvo atliktas pagal AgilityMod modelį žr. 26 pav. Eksperto teigimu vertinant procesą pagal šį modelį kilo daugiau klausimų, jis pasirodė ne toks aiškus. Vertinant aspektus jautėsi, kad valdymo aspektas yra kitoks ir neatitinka konteksto, todėl jį vertinti judrumo atžvilgiu buvo ypač sudėtinga. Matosi, kad tik konstravimo aspektas yra pilnai vykdomas, šis aspektas apskritai išsiskiria vertinto projekto kontekste, nes pilnai atitinka judrumo atributus iki pat efektyvaus lygio. Kiti aspektai įvertinti daug prasčiau arba nenuosekliai. Aiškiai matosi GP 3.2.1 praktikos vykdymas, kuris bendrame kontekste atrodo labai didelis. GP 3.2.4 „Matuoti rezultatus taip palaikant mokymąsi ir tobulėjimą“ aiškiai nevykdomas, anot eksperto įmonėje nėra surinkto mechanizmo rinkti duomenis ir juos analizuoti.

Eksperto nuomone šis vertinimas nors ir parodo teigiamą konstravimo proceso įvertinimą, kuris yra pakankamai adekvatus, bet pats vertinimas buvo gan padrikas ir vietomis sunkiai suprantamas. Eksperto nuomone, nors projekto įvertinimas AgilityMod modeliu atrodo labiau teigiamai, bet nenuoseklumas atspindi relią situaciją įmonėje, kai procesas yra pereinamoje fazėje ir susiduriama su įvairiomis problemomis.

10.2. B įmonės vertinimas

Atributas/Procesas	Vykdomas								Veiksmingas		Disciplinuotas		Nuspėjamas		Efektvus
	JA 1.1 Vykdymo								JA 2.1	JA 2.2	JA 3.1	JA 3.2	JA 4.1	JA 4.2	JA 5.1
Proceso rezultatai	BP1	BP2	BP3	BP4	BP5	BP6	BP7	BP8							
Tyrinėjimo	P	D	P	D	D	D	D	-	D	D	D	I	I	I	N
Konstravimo	I	P	P	P	D	D	-	-	D	P	D	D	I	D	N
Perėjimo	D	P	D	D	I	-	-	-	D	D	D	I	I	D	N

27 pav. judrumo profilis pagal naujai sukurtą modelį

Vertinta įmonė dirba įvairiuose sektoriuose, konkretus vertintas projektas yra telekomunikacijų srityje. 27 paveiksle matomas pilnas tyrinėjimo proceso pasiekimas, likę du procesai labai arti pilno pasiekimo. Konstravimo procese tik iš dalies pasiektas „Reikalavimų artefaktai detalizuojami, kiekvienam priimant geriausią techninį sprendimą.“ rezultatas. Perėjimo procese taip pat BP5 yra pasiekta tik iš dalies. Bendras įmonės procesų vykdymas yra gan aukšto lygio. Judrumo lygis „veiksmingas“ pasiektas, tačiau sekančiame lygyje atributas JA 3.2. jau yra pasiektas tik iš dalies. Eksperto nuomone įvertintas procesas atrodo adekvačiai, išlaikomas nuoseklumas. Matant bendrą judrumo profilį ekspertas sutinka su tokiu vertinimu ir laiko jį atspindinčiu realybę.

Atributas/Aspektas	Tikslingas								Lieknas				Efektvus					
	Performing aspect								Iterative		Simple		Technically Excellent		Learning			
Proceso pasiekimai	AP1	AP2	AP3	AP4	AP5	AP6	AP7	AP8	GP 2.1.1	GP 2.1.2	GP 2.2.1	GP 2.2.2	GP 3.1.1	GP 3.1.2	GP 3.2.1	GP 3.2.2	GP 3.2.3	GP 3.2.4
Tyrinėjimo	D	D	D	I	I	D	-	-	I	D	I	D	D	I	I	I	I	I
Konstravimo	D	P	P	P	-	-	-	-	D	D	P	P	D	D	P	P	D	I
Perėjimo	P	P	P	P	D	I	-	-	I	D	I	D	D	D	P	P	D	I
Valdymo	D	D	D	D	I	I	I	I	N	I	D	D	D	D	D	D	D	I

28 pav. judrumo profilis pagal AgilityMod

28 paveiksle matomas vertinimas pagal AgilityMod. Tik konstravimo aspektas yra pilnai vykdomas, nes visi aspekto atributai pasiekti pilnai arba didžiąja dalimi. Eksperto nuomone valdymo procesą sunku vertinti, jis atrodo tarsi kito iš kito konteksto. Labai aiškiai išsakyta pastaba apie negebėjimą vertinti valdymo aspekto iteratyvumo kontekste. Analizuojant vertinimą aiškiai matosi nenuoseklumas. Iteratyvumo atributas ir būtent GP 2.1.1. „Balansuoti tarp nuspėjamų darbų ir pritaikomų eigoje darbų“ yra pasiektas tik iš dalies arba visai nepasiektas, net trijuose iš keturių aspektų. Aukščiau esantys vertinimai yra didžiąja dalimi teigiami, bet kadangi iteratyvumas neįgyvendintas, tai parodo nenuoseklumą.

Eksperto nuomone šis vertinimas atspindi įmonės procesus, nes įmonė dirba su šiuo projektu jau kurį laiką ir taiko jame jau žinomus judraus programinės įrangos kūrimo metodus, tačiau jaučiamas nenuoseklumas vertinant iteratyvumo atributą, taip pat valdymo aspektas atrodo vertingas, bet iškrenta iš konteksto ir jį sunku interpretuoti iteratyviai.

10.3. C įmonės vertinimas

Atributas/Procesas	Vykdomas								Veiksmingas		Disciplinuotas		Nuspėjamas		Efektyvus
	JA 1.1								JA 2.1	JA 2.2	JA 3.1	JA 3.2	JA 4.1	JA 4.2	
Proceso pasiekimai	BP1	BP2	BP3	BP4	BP5	BP6	BP7	BP8							
Tyrinėjimo	P	I	P	D	I	I	I	-	I	P	D	I	N	I	N
Konstravimo	D	D	D	I	P	I	-	-	I	D	N	N	I	N	N
Perėjimo	I	N	P	P	I	-	-	-	D	P	P	I	N	I	N

29 pav. judrumo profilis pagal naujai sukurtą modelį

C įmonės veikla bendrame kontekste yra išskirtinė, nes įmonė kuria programinę įrangą mediciniams prietaisams ir laiko save dirbančia Lean principu, tačiau nevengia ir judriųjų praktikų, jas taiko mišriai. Iš vertinimo matosi, kad nė vienas procesas nėra vykdomas. Arčiausiai vykdymo, kaip ir prieš tai nagrinėtuose projektuose yra konstravimo procesas, taip gali būti nes tai svarbiausias procesas, į jį dažnai koncentruojamasi užmirštant kitus procesus. Nuoseklumo vertinime nesimato. Pradedant „Disciplinuotu“ matosi aiškus procesų judrumo nebuvimas, net iš dalies.

Eksperto nuomone šis vertinimas atspindi realią situaciją įmonėje, nes vyrauja network ir daug veiklų atliekamos neveiksmingai ir nedisciplinuotai, nekalbant apie efektyvumą. Ši situacija susidariusi dėl projekto perdavimo iš vienu rankų į kitas. Eksperto nuomone, nors iteratyvumas pasiektas bent didžiąja dalimi visuose procesuose, bendradarbiavimo nebuvimas „naikina“ iteratyvumo pasiekimus. Taip pat ekspertui atlikus vertinimą pasirodė, kad sklandumo atributas galimai yra žemesnio lygio. Gautas vertinimas atspindi įmonės proceso judrumą, kuris šiuo metu visiškai nepasiektas.

Atributas/Aspektas	Tikslingas								Lieknas				Efektyvus					
	Performing aspect								Iterative		Simple		Technically Excellent		Learning			
Proceso pasiekimai	AP1	AP2	AP3	AP4	AP5	AP6	AP7	AP8	GP 2.1.1	GP 2.1.2	GP 2.2.1	GP 2.2.2	GP 3.1.1	GP 3.1.2	GP 3.2.1	GP 3.2.2	GP 3.2.3	GP 3.2.4
Tyrinėjimo	P	I	I	N	D	P	-	-	D	I	I	P	D	I	P	I	I	N
Konstravimo	I	I	P	P	-	-	-	-	D	D	D	P	D	I	P	P	I	I
Perėjimo	P	I	N	I	I	N	-	-	P	D	I	D	I	I	P	P	P	I
Valdymo	I	P	N	D	I	P	D	P	P	I	D	P	I	I	D	D	P	I

30 pav. judrumo profilis pagal AgilityMod

Vertinimas pagal AgilityMod, kuris pateiktas 30 paveiksle – rodo, kad aspektai nėra vykdomi. Tačiau aukštesni judrumo lygiai „Lieknas“ ir „Efektyvus“ pasiekia pakankamai aukštą įvertinimą. Matosi aiškus nenuoseklumas, pvz. GP 3.2.1 yra pilnai arba didžiąja dalimi pasiekti, o prieš tai einantys atributai tik iš dalies.

Eksperto nuomone vertinat šį modelį kilo daug neaiškumų, aspektų aprašymai, judrumo lygiai ir jų atributai buvo painūs ir pasirodė nenuoseklūs. Vertinimas šiuo modeliu buvo daug sudėtingesnis. Tačiau apibendrinus ekspertus sutinka, kad šis judrumo profilis parodo realią situaciją projekte, nes judrumas yra nepasiektas.

10.4. D įmonės vertinimas

Atributas/Procesas	Vykdomas								Veiksmingas		Disciplinuotas		Nuspėjamas		Efektyvus
	JA 1.1								JA 2.1	JA 2.2	JA 3.1	JA 3.2	JA 4.1	JA 4.2	JA 5.1
Proceso pasiekimai	BP1	BP2	BP3	BP4	BP5	BP6	BP7	BP8							
Tyrinėjimo	P	P	P	D	P	P	D	-	P	D	D	I	D	I	N
Konstravimo	D	P	D	P	D	P	-	-	P	P	P	D	D	D	I
Perėjimo	P	D	P	P	D	-	-	-	P	P	I	I	I	D	I

31 pav. judrumo profilis pagal naujai sukurtą modelį

D įmonė dribo su savo sukurtu produktu. Įmonės produktas vystomas remiantis naujausiomis technologijomis. Žinant įmonės pozicijas rinkoje buvo daroma prielaida, kad šios įmonės judrumas bus aukščiausias, tai pasiteisino atlikus vertinimą. 31 pav. judrumo profilyje matosi, kad visos procesų praktikos yra didžiąja dalimi arba pilnai pasiektos. Visi procesai pasiekia „veiksmingą“ lygį, konstravimo procesas pasiekia „disciplinuotą“ lygį. Lyginant su prieš tai vertintomis įmonėmis, tai yra daug didesnis pasiekimas.

Eksperto nuomone vertinimas atitinka situaciją įmonėje, tačiau daug klausimų kilo dėl perėjimo proceso. Anot eksperto buvo sunku identifikuoti validavimo veiksmą perėjimo procese arba jis nėra aiškiai apibrėžtas įmonės veikloje. Eksperto vertinimu procesų rezultatų formuluotės yra geresnės ir lengviau suprantamos nei buvo preliminarus vertinimo metu, kuris atliktas balandžio mėnesį.

Atributas/Aspektas	Tikslingas								Lieknas				Efektyvus					
	Performing aspect								Iterative		Simple		Technically Excellent		Learning			
Aspekto rezultatai	AP1	AP2	AP3	AP4	AP5	AP6	AP7	AP8	GP 2.1.1	GP 2.1.2	GP 2.2.1	GP 2.2.2	GP 3.1.1	GP 3.1.2	GP 3.2.1	GP 3.2.2	GP 3.2.3	GP 3.2.4
Tyrinėjimo	P	P	P	D	D	P	-	-	D	P	I	P	I	D	I	I	D	I
Konstravimo	P	P	P	P	-	-	-	-	P	P	P	P	P	P	P	P	P	I
Perėjimo	P	P	P	P	P	I	-	-	P	P	D	P	D	P	D	D	I	I
Valdymo	P	P	D	P	D	D	P	D	P	P	D	D	D	D	I	D	D	I

32 pav. judrumo profilis pagal AgilityMod

Vertinimas AgilityMod modeliu yra panašus lyginant su nauju modeliu, beveik visi aspektai yra vykdomi, išskyrus perėjimo aspektas turi iš dalies vykdomą praktiką „kurti palaikymo dokumentaciją“. „Konstravimo“ ir „Valdymo“ aspektai pasiekia „Liekną“ lygį. Konstravimo procesas beveik pasiekia aukščiausią įvertinimą, tai parodo proceso efektyvumą.

Eksperto vertinimu „Tyrinėjimo“ aspektas pasirodė nenuoseklus ir sukėlė klausimų, todėl buvo sunku jį vertinti. Konstravimo proceso teigiamas įvertinimas atitinka eksperto supratimą apie šio proceso didesnę judrumą. Lyginant modelius, ekspertas sutiko, kad naujas judrumo vertinimo modelis yra gerokai detalesnis judrumo lygių prasme ir leidžia judrumą vertinti tiksliau, o AgilityMod pasirodė per daug abstraktus ir keliantis daugiau klausimų. Abu vertinimai buvo naudingi nagrinėjant įmonės judrumą.

10.5. Vertinimo rezultatų apibendrinimas

Surinkti duomenys iš keturių įmonių, apklausti ekspertai apie vertinimą ir išnagrinėti judrumo profiliai. Visi vertinti projektai/įmonės laiko save judriais arba taiko judriąsias praktikas kartu su kitomis. Duomenys išanalizuoti ir gautos tokios išvalgos:

- Naujas judrumo vertinimo modelis priimtas teigiamai ir pagal ekspertus buvo naudingas.
- Visi ekspertai sutiko, kad rezultatai atspindi situaciją įmonėje.
- Vertinimas buvo sklandus ir aiškus.
- Vertinant judrumo lygiai buvo nuoseklūs, ekspertai neišskyrė neatitikimų.
- Nebuvo nustatyta atributų, kurie visiškai neatitiktų ekspertų supratimo.
- Procesų dimensija ekspertams buvo suprantama ir aiški.
- AgilityMod vertinimo rezultatai iš esmės nesiskiria, lyginant su nauju modeliu.
- Vertinant pagal AgilityMod 2 iš 4 ekspertų išskyrė, kad vertinimas yra per daug abstraktus ir sunkiau suprantamas lyginant su nauju modeliu.
- AgilityMod modelyje valdymo aspektas 3 iš 4 ekspertų pasirodė netinkamas judrumo kontekste, kaip savarankiškas procesas.

Šios išvalgos parodo, kad naujasis modelis geba vertinti judrumą lyginant gautus rezultatus su AgilityMod. Pats AgilityMod modelis susilaukė daug daugiau kritikos dėl nenuoseklumo ir neaiškumo. Kuriant naują modelį pasiteisino prielaida, kad valdymo aspektas yra kitoks ir jo nereiktų išskirti procesų grandinėje, kaip atskiro proceso, tą patvirtino ir apklausti ekspertai.

Rezultatai ir išvados

Magistro baigiamojo darbo tikslui – sudaryti programų kūrimo proceso judrumo vertinimo modelį, suprantant judrumą kaip programų kūrimo proceso gebėjimą trumpinti laiką tarp darbo rezultatų sukūrimo ir jų validavimo – pasiekti šie rezultatai:

- Atlikus literatūros analizę nustatyti trys validuojami procesai, kurie atitinka pasirinktą judrumo supratimą, vėliau nagrinėjant esamus modelius, išskirtos judrumą užtikrinančios praktikos ir iš jų išgryninti procesų tikslai bei rezultatai, kuriais remiantis sudarytas etaloninis procesų modelis atitinkantis ISO/IEC 33004 standartą.
- Analizuojant jau egzistuojančius vertinimo modelius, standartus, remiantis pasirinktu judrumo supratimu, sudarytas judrumo matavimo karkasas atitinkantis ISO/IEC 33003 standartą. Remiantis šiuo matavimo karkasu ir procesų etaloniniu modeliu sudarytas naujas judrumo vertinimo modelis pagal ISO/IEC 33004 reikalavimus, šis modelis yra tolydinės architektūros ir remiasi kitokiu judrumo supratimu nei iki šiol sukurti modeliai.
- Remiantis naujai sudarytu modeliu, bei visa reikalinga medžiaga vertinimui atlikti, apmokyti keturių įmonių specialistai, kurie sėkmingai atliko savo projektų vertinimus pagal naują ir jau egzistuojantį judrumo vertinimo modelį. Gauti rezultatai išanalizuoti apklausiant ekspertus ir taip patikrintas modelio validumas.

Magistro baigiamojo darbo išvados:

- Remiantis pasirinktu judrumo apibrėžimu buvo nustatyta, kad galima išskirti daugiau nei vieną procesą, kuris sudarys etaloninį procesų modelį, o tai reiškia, kad sudarytas judrumo vertinimo modelis yra tolydinis, ne pakopinis. Tokia modelio struktūra leidžia vertinti kiekvieno proceso judrumą atskirai.
- Nagrinėjant įmonės ar projekto judrumą galime jį vertinti pagal tris išskirtus procesus: tyrinėjimo, konstravimo ir perėjimo. Sudarant etaloninį procesų modelį nustatyta, kad valdymo procesas, kuris yra aptinkamas tirtuose kitų autorių judrumo vertinimo modeliuose, nėra būtinas šio modelio kontekste, jo praktikos gali atsispindėti judrumo dimensijoje ar kitų procesų apimtyje.

ŠALTINIAI

- [AL12] Scot W. Ambler and Mark Lines, Disciplined Agile Delivery: A Practitioner's Guide to Agile Software Delivery in the Enterprise: IBM Press, p. 497, 2012.
- [AÖD16] Onat Ege Adal Özden Özcan-Top, and Onur Demirörs. Evaluation of Agility Assessment Tools: A Multiple Case Study. Informatics Institute, Middle East Technical University. SPICE 2016: Software Process Improvement and Capability Determination p.p. 135-149, 2016.
- [Asa15] 10th Annual State of Agile Report. VersionOne, 2015. [Žiūrėta 2017-12-10] Prieiga per internetą: <<http://stateofagile.versionone.com>>
- [Bac15] Claudia Bach, New ISO/IEC 33001 updates ISO/IEC 15504 series. 2015-03-15. [Žiūrėta 2017-06-15] Prieiga per internetą: <<http://standardsforum.com/new-isoiec-33001/>>
- [BBB+01] Kent Beck, Mike Beedle, Arie van Bennekum and others. Manifesto for Agile Software Development. 2001. [Žiūrėta 2017-12-10]. Prieiga per internetą: <<https://http://agilemanifesto.org/>>
- [Boe84] Barry W. Boehm. Verifying and Validating Software Requirements and Design Specifications. [Žiūrėta 2017-06-14] Prieiga per internetą: <<http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?arnumber=1695100>>
- [CMM10] CMMI for Development, Version 1.3. Carnegie Mellon University, 2010. [Žiūrėta 2017-06-02] Prieiga per internetą: <http://resources.sei.cmu.edu/asset_files/TechnicalReport/2010_005_001_15287.pd>
- [CR09] P. Chetankumar, M.Ramachandran. Agile Maturity Model (AMM): A Software Process Improvement framework for Agile Software Development Practices, 2009. [Žiūrėta 2017-06-10] Prieiga per internetą: <<http://bit.ly/2sJK9Mo>>.
- [COB16] Paul Clarke, Rory V. O'Connor, Brian Leavy. „A Complexity Theory viewpoint on the Software Development Process and Situational Context“. 2016. [Žiūrėta 2018-05-03]. Prieiga per internetą: <<http://doras.dcu.ie/21317/1/pubformACMProceedingsTemplatePositionPaper5Pages-ComplexityInSoftwareDevelopmentAProcessPerspectiveICSSP2016CameraReadyAuthorCopy.pdf>>

- [Coc05] Alistair Cockburn. Two Case Studies Motivating Efficiency as “Spendable” Quantity. In: Proceedings of the International Conference on Agility (2005).
- [Žiūrėta 2018-03-08] Prieiga per internetą: <http://alistair.cockburn.us/Two+Case+Studies+Motivating+Efficiency+as+a+%22Spendable%22+Quantity>.
- [Ent10] Enterprise SPICE® An Integrated Model for Enterprise-wide. Assessment and Improvement. [Žiūrėta 2018-03-14] Prieiga per internetą: <https://www.strongspace.com/shared/9oawjdc7jl>.
- [Els08] Amr Elssamadisy, Agile adoption patterns: a roadmap to organizational success: Addison-Wesley Professional, ISBN-13: 978-0321514523, p. 179, 2008.
- [ET65] Fred Emery, Eric Trist. The Causal Texture of Organizational Environments. [Žiūrėta 2017-06-14] Prieiga per internetą: <http://bit.ly/2sjTMBU>.
- [FDA02] General Principles of Software Validation; Final Guidance for Industry and FDA Staff. [Žiūrėta 2017-06-14] Prieiga per internetą: <http://bit.ly/2sH3LAK>.
- [FN14] A. Fuggetta, E.D. Nitto. „Software Process“. 2014, p. 1-12. [Žiūrėta 2018-05-03]. Prieiga per internetą: <http://www.alfonsofuggetta.org/wordpress/wp-content/uploads/2014/06/ICSE-2014-2014-Fuggetta.pdf>
- [GN14] Taghi Javdani Gandomani, Mina Ziaei Nafchi. Agility Assessment Model to Measure Agility Degree of Agile Software Companies. [Žiūrėta 2017-06-17] Prieiga per internetą: <http://www.indjst.org/index.php/indjst/article/view/47806>.
- [Hig04] Highsmith, J., Agile Project Management, Creating innovative products, Addison-Wesley, p. 277, 2004.
- [Hou14] Dan X. Houston. Agility beyond software development. [Žiūrėta 2017-06-15] Prieiga per internetą: <http://dl.acm.org/citation.cfm?id=2600837>
- [Hol07] Matthias Holweg, The genealogy of lean production. [Žiūrėta 2017-06-14] Prieiga per internetą: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0272696306000313>
- [IEEE12] IEEE 1012-2012 - Standard for System and Software Verification and Validation. [Žiūrėta 2018-04-17] Prieiga per internetą: <http://ieeexplore.ieee.org/document/6204026/>

- [Iko09] Ikoma, Mikio, et al. Using a validation model to measure the agility of software development in a large software development organization. Software Engineering-Companion Volume, 2009. ICSE-Companion 2009. 31st International Conference on. IEEE, 2009. [Žiūrėta 2018-01-10] Prieiga per internetą: <<http://ieeexplore.ieee.org/document/5070967/>>.
- [ISO03] ISO/IEC 15504-2:2003: Information technology -- Process assessment -- Part 2: Performing an assessment. International Organization for Standardization, 2003.
- [ISO08] ISO/IEC 12207:2008. Systems and software engineering - Software life cycle processes. International Organization for Standardization. 2008.
- [ISO12] ISO/IEC 15504-5:2012: Information technology -- Process assessment -- Part 5: An exemplar Process Assessment Model, 2012.
- [ISO15a] ISO/IEC 33003:2015. Information technology -- Process assessment -- Requirements for process measurement frameworks, 2015.
- [ISO15b] ISO/IEC 33004:2015. Information technology -- Process assessment -- Requirements for process reference, process assessment and maturity models, 2015.
- [ISO15c] ISO/IEC 33020:2015. Information technology -- Process assessment -- Process measurement framework for assessment of process capability, 2015.
- [Yau10] Charlene A Yauch. Measuring agility as a performance outcome. [Žiūrėta 2017-06-14] Prieiga per internetą: <<http://www.emeraldinsight.com/doi/pdfplus/10.1108/17410381111112738>>
- [LSA13] Maarit Laanti, Jouni Similä, Pekka Abrahamsson. Definitions of Agile Software Development and Agility. [Žiūrėta 2017-06-12] Prieiga per internetą: <https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-642-39179-8_22>.
- [Maz15] Nerijus Mazėtis: Proceso judrumo vertinimo modelis : magistro tezės. Programų sistemų katedra, matematikos ir informatikos fakultetas, Vilniaus universitetas, 2015.
- [OXF17] Oxford University Press, English dictionary. [Žiūrėta 2017-06-14] Prieiga per internetą: <<https://en.oxforddictionaries.com/definition/validation>>.
- [ÖD13] Özcan-Top, O., Demirörs, O.. Assessment of agile maturity models: a multiple case study. In: Woronowicz, T., Rout, T., O'Connor, R.V., Dorling, A. (eds.) SPICE 2013. CCIS, vol. 349, pp. 130–141. Springer, Heidelberg, 2013.
- [Özc14a] Özden Özcan-Top. AgilityMod: a software agility reference model for agility assessment. Informatics Institute, Middle East Technical University. Software Process

- Improvement and Capability Determination: Volume 526 of the series Communications in Computer and Information Science p.p. 145-158, 2014.
- [Özc14b] Özden Özcan-Top. Software agility assessment reference model v3.0. Informatics Institute, Middle East Technical University, 2014. [Žiūrėta 2018-01-26] Prieiga per internetą:<https://www.researchgate.net/profile/Ozden_Ozcan_Top/publication/292982767_Software_Agility_Assessment_Reference_Model_v30_AgilityMod/links/56b39b4508ae636a540d1926/Software-Agility-Assessment-Reference-Model-v30-AgilityMod.pdf>
- [RUP98] Rational Unified Process Best Practices for Software Development Teams. Rational the software development company. 1998, p 1-18. [Žiūrėta 2018-05-03]. Prieiga per internetą:
<http://www.cis.famu.edu/~cen5055joe/Lectures/1251_bestpractices_TP026B.pdf>
- [Sch04] Ken Schwaber, Agile project management with Scrum vol. 7: Microsoft Press, Redmond, p. 155, ISBN-13: 978-0735619937, 2004.
- [SDM+13] Tomas Schweigert, Detlef Vohwinkel, Morten Korsaa, Risto Nevalainen, Miklos Biro. Agile maturity model: analysing agile maturity characteristics from the SPICE perspective. [Žiūrėta 2017-06-12] Prieiga per internetą:
<<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/smr.1617/full>>.
- [SVK13] Tomas Schweigert, Detlef Vohwinkel, Morten Korsaa, Risto Nevalainen, Miklos Biro. "Agile Maturity Model: A Synopsis as a First Step to Synthesis," in Systems, Software and Services Process Improvement, ed: Springer, 2013, pp. 214-227. [Žiūrėta 2018-01-26] Prieiga per internetą: < https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-642-39179-8_19>.
- [Tid03] Tidikis, Rimantas. Socialinių mokslų tyrimų metodologija. Rimantas Tidikis, Lietuvos teisės universitetas. Vadovėlis, Vilnius 2003. 626 psl.
- [VGV+14] VenuGopal Balijepally, Gerald DeHondt, Vijayan Sugumaran, Sridhar Nerur. „Value Proposition of Agility in Software Development – An Empirical Investigation“. 2014, p 1-14. [Žiūrėta 2018-05-03]. Prieiga per internetą: < <https://pdfs.semanticscholar.org/cac0/7a7e84a131ecbe644827d7e9b98f9d7ae881.pdf>>

Sąvokų apibrėžimai

Darbo produktas – proceso vykdymo rezultatas. Darbo produktai gali būti naudojami kituose procesuose.

Proceso atributas – išmatuojama proceso charakteristikos savybė, būdinga kiekvienam vardiniam procesui ir nusakanti proceso specifinių veiklų aplinką.

Proceso charakteristika – išmatuojama proceso savybė, proceso atributų rinkinys, kuris yra svarbus proceso kokybei.

Proceso matavimo karkasas – angl. „*Process measurement framework*“, proceso charakteristikos matavimo karkasas, kurio reikalavimus apibrėžia ISO/IEC 33003 standartas.

Proceso gebėjimas – proceso charakteristika, nusakanti laukiamų rezultatų, kuriuos galima gauti taikant tą procesą, pasiskirstymą. Gebėjimas nusako galimybę (tikimybę), kad procesas įgyvendins procesui keliamus tikslus.

Proceso gerinimas – veiksmai, kurių imamasi pakeisti organizacijos procesą taip, kad jis atitiktų verslo ir suinteresuotų šalių poreikius.

Proceso sritis – grupė veiklų, kurios prisideda prie proceso gebėjimo ar kitos proceso charakteristikos didinimo.

Proceso rezultatas – angl. „*Process outcome*“ matomas proceso tikslo pasiekimas.

Proceso vertinimo modelis – PAM angl. „*Process assessment model*“, vertinimo modelis, kurio sudarymo principus ir struktūrą apibrėžia ISO/IEC 33004 standartas.

Validavimas – procesas, kuris parodo atitikimą reikalavimams ir tinkamumą naudojimui, kurį gali patvirtinti arba paneigti projekto suinteresuotosios šalys.

Vardinis procesas – programų kūrimo veiklos, kurios susijusios pagal tikslus.

Visuminis procesas – kitaip visas programų kūrimo procesas, visuma veiklų, kuriant produktą. Vardinių procesų aibė.

Santrumpos

- PAM – angl. *Process Assessment Model*.
- PRM – angl. *Process Reference Model*.
- ISO/IEC – angl. *International Organization for Standardization (ISO), International Electrotechnical Commission (IEC)*.
- RUP – angl. *Rational Unified Process*.
- AMM – angl. *Agile Maturity Model*.
- NM – Nerijaus Mazėčio proceso judrumo vertinimo modelis.
- AAM – angl. *Agility Assessment Model*.