VILNIAUS UNIVERSITETAS
MATEMATIKOS IR INFORMATIKOS FAKULTETAS
PROGRAMŲ SISTEMŲ KATEDRA

Baigiamasis bakalauro darbas

Dalykinės srities modelio transformavimas į UML užduočių diagramas

(Deriving use cases from business process)

Atliko: 4 kurso 1 grupės studentas
Aleksandras Sivkovas (parašas)
Darbo vadovas:
Prof. dr. Saulius Gudas (parašas)
Recenzentas:
prof. habil. dr. Vardaitis Pavardaitis (parašas)

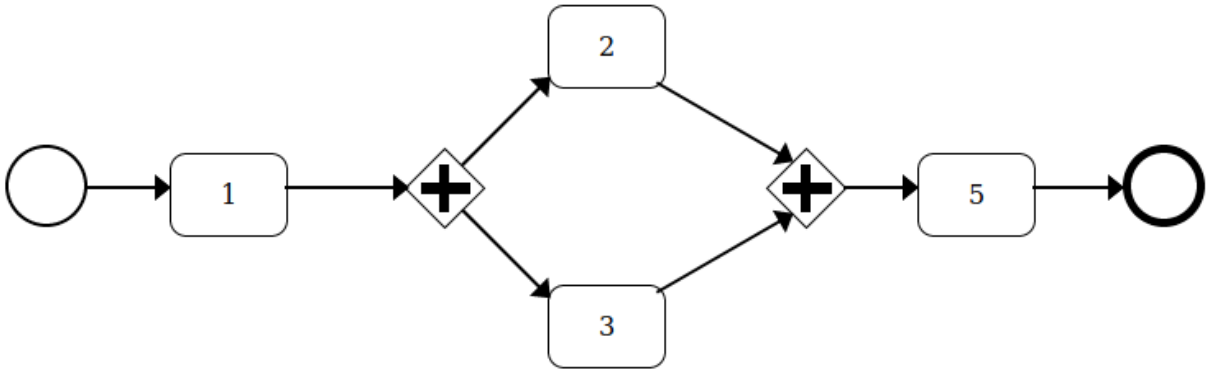
Vilnius
2018

Turinys

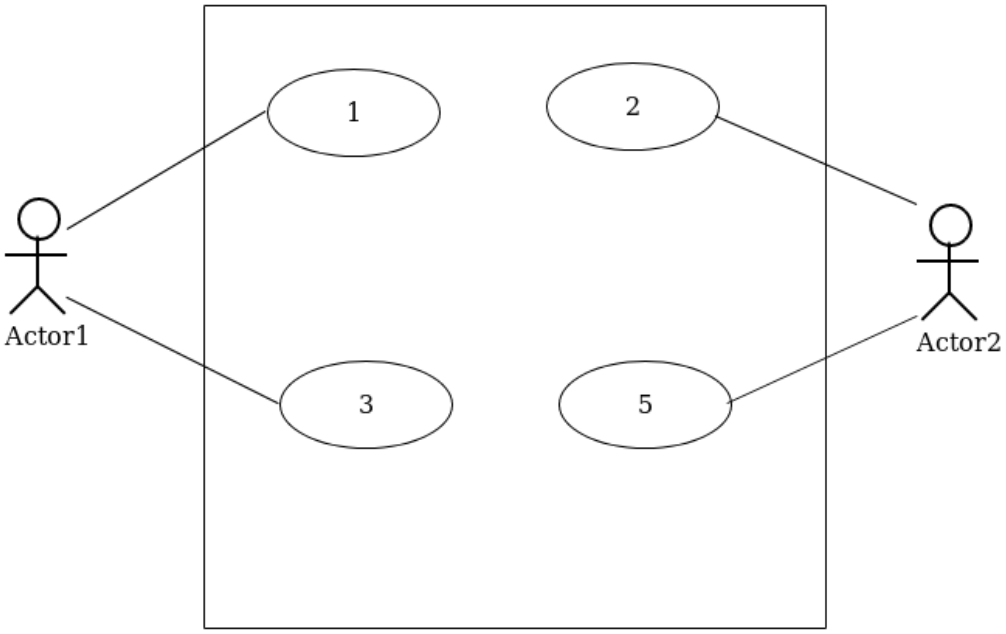
Įvadas

Reikalavimų inžinerija yra sudėtinga programų kūrimo dalis. Proceso sudėtingumas dažnai tampa klaidų priežastimi. Čia atsiradusios klaidos sunkiai aptinkamos ir sukelia brangiai kainuojančias pasekmes, nes sekančiuose etapuose bus kuriama neteisingai apibrėžta programa. Norint išvengti klaidų galima kai kurias proceso veiklas automatizuoti. Nors yra daug modeliavimo įrankių, juose trūksta automatinio vieno modelio generavimo iš kito.

Projektuojant sistemą gali atsitikti toks atvejis (2 pav.). Čia pavaizduota, kad analitikas aptiko kokias funkcijas reikia įgyvendinti. Analizuodamas 1 pav. pavaizduotą veiklą jis aptiko vartojimo atvejus pažymėtus 1, 2, 3, 5. Taigi nuspręsta kurti sistemą pavaizduotą 2 pav.

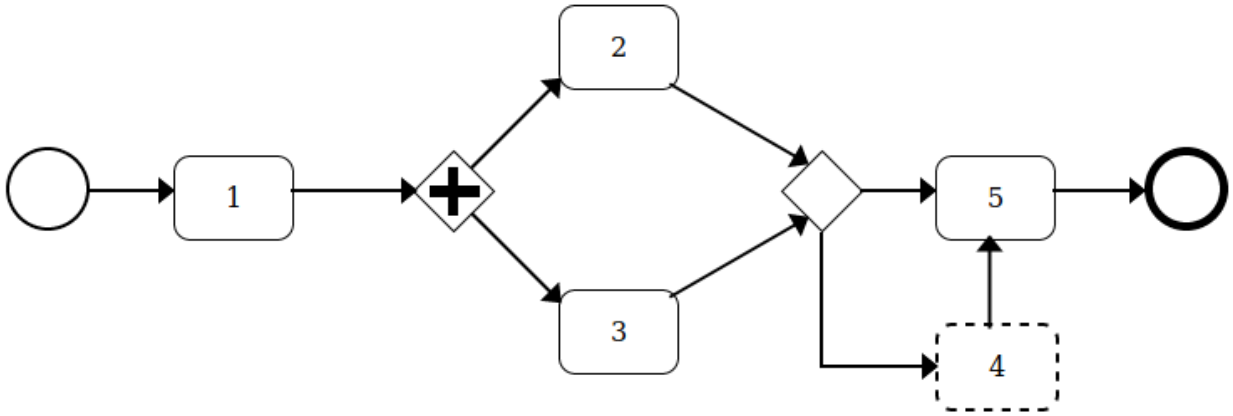


1 pav. Veiklos modelio pavyzdys

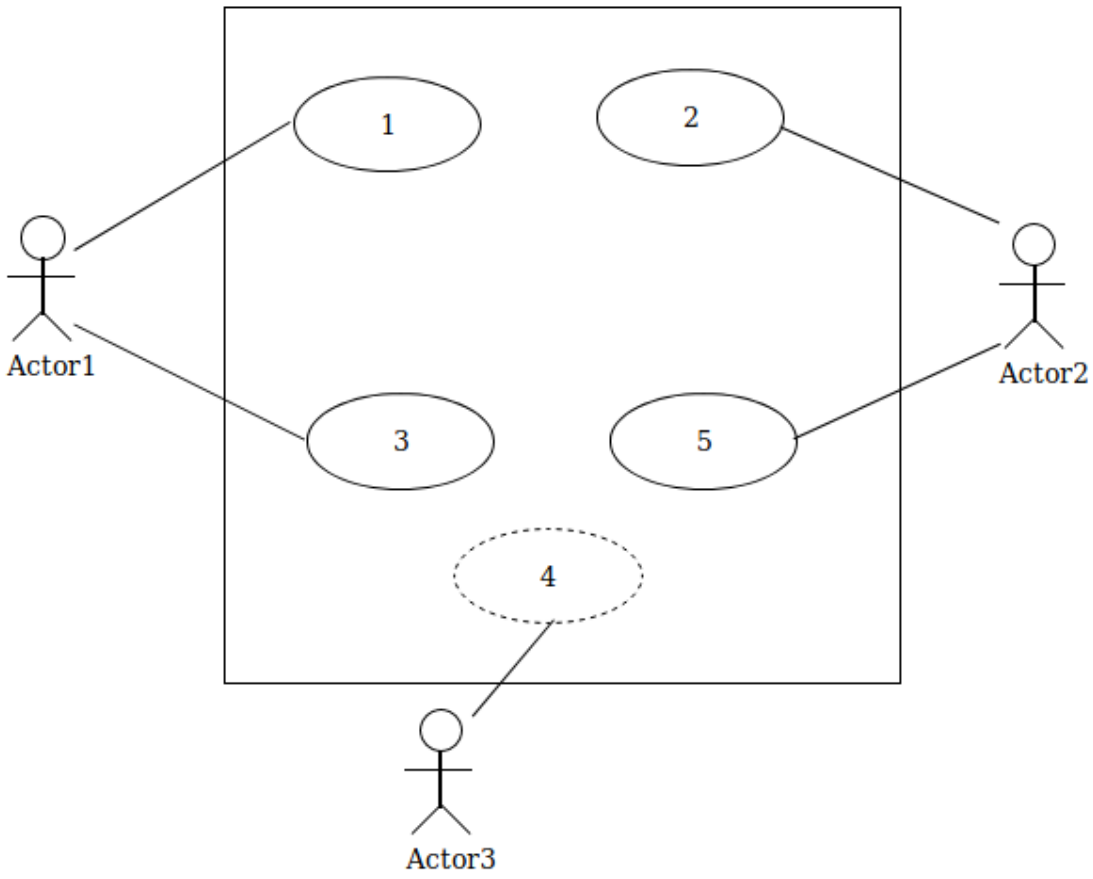


2 pav. Vartojimo atvejų diagramos sukurtos pagal 1 pav. veiklą pavyzdys

Bet vėliau paaiškėjo, kad norint įgyvendinti veiklą pažmėtą 5 kartais reikia duomenų iš 4 veiklos pažymėtos punktyrine linija (3 pav.). Taigi vartojimo atvejų diagramoje trūko 4 vartojimo atvejo (4 pav.). Analitikas to nepastebėjo ir įvyko projektavimo klaida apie kurią niekas nesužinojo.



3 pav. Pataisyto veiklos modelio pavyzdys



4 pav. Vartojimo atvejų diagramos sukurtos pagal 3 pav. pavyzdys

Sumažinti klaidų kiekį galima užrašant turimus duomenis ir automatiškai generuojant mode-

lius. Generavimo įrankis galėtų patikrinti ar įvesties duomenys atitinka keliamus reikalavimus. Taip bus parodyti netikslumai ir analitikas galės pakoreguoti modelį.

Šio darbo tikslas – sukurti algoritmą **BPMN** modelio transformacijai į užduočių diagramas ir įgyvendinti programos prototipą. Užduočių diagramos yra svarbi reikalavimų inžinerijos dalis, kadangi ji apibrėžia naudotojo reikalavimus. Įmonės dažniausiai žino kaip ir kokias veiklas jos vykdo. Verslo procesą galima apibrėžti **BPMN** diagramomis. Bet ne viską, kas yra **BPMN** modelyje, galima perkelti į užduočių diagramą, todėl darbe bus apibrėžtas modifikuotas **BPMN** modelis, kuriame bus vaizduojama tik algoritmui aktuali informacija. Taip pat gali tekti pridėti papildomų atributų, kurie padės pasiekti tikslesnius rezultatus. Čia bus tiriamas **BPMN** modelio transformacijos į užduočių diagramas algoritmas.

Siekiami rezultatai yra:

1. Algoritmas galintis transformuoti **BPMN** modelį į užduočių diagramą(angl. Use case diagram).

2. Programa demonstruojanti algoritmo veikimą.

1. BPMN diagrama

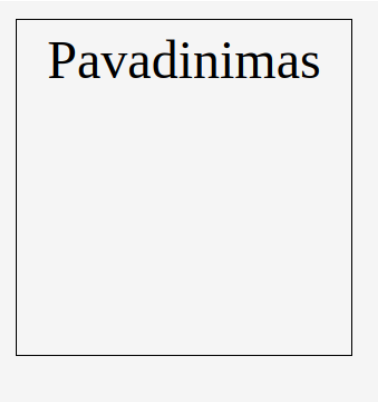
Norint standartizuoti verslo modelių atvaizdavimą 2004 metais organizacija BPMI išleido **BPMN** 1.0 specifikaciją. Ji leido tiek vaizduoti esamus, tiek apsikeisti kuriamų procesų reikalavimais. **BPMN** greitai išpopuliarėjo tarp vadybininkų, verslo analitikų ir programuotojų, nes pasiūlė pažįstamą verslo procesų atvaizdavimą ir turėjo matematinį pagrindą. Vėliau BPMI susijungė su **OMG** ir 2013 metais buvo išleista **BPMN** 2.0 versija, kurioje **BPMN** įgavo geresnį skaitomumą, lankstumą ir išplečiamumą.

1.1. BPMN apimtis

BPMN specifikacija standartizuoja verslo procesų modelį, jų atvaizdavimo būdą ir duomenų apsikeitimo formatą perduoti tiek modelį, tiek jo atvaizdavimą. Sutelkti dėmesiui į skirtingas proceso dalis pateikiami procesų ir choreografijos submodeliai. Bendradarbiavimo submodelis, į save įtraukiantis kitus, gali būti naudojamas pateikti iš karto viskam. Specifikacijos apimtis yra verslo procesai taigi dalykai kaip strategija, duomenų struktūros, resursai, taisyklės ir įstatymai neįeina į ją.

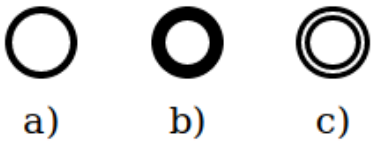
1.2. BPMN komponentai

BPMN specifikacija leidžia atvaizduoti gana nemažai verslo proceso atributų [Obj11]. Specifikacijoje jie yra suskirstyti į pagrindinius ir išvestinius. Toliau pateikiami pagrindiniai **BPMN** komponentai.



5 pav. Juostos žymėjimo pavyzdys

Juosta (pool) žymi diagramos dalyvį. Šio komponento paskirtis yra parodyti už kokias veiklas ir koks vykdytojas yra atsakingas. Juosta gali būti skaidoma smulkiau norint konkrečiau nurodyti vykdytojų grupes ir jų pareigas, tuomet ji gali būti vadinama linija (lane). Juosta žymima apibraukiant tam tikrą sritį (5 pav.). Viduje yra vieta komponentams už kurių atlikimą atsakingas dalyvis.

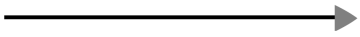


6 pav. Įvykio žymėjimo pavyzdys

Įvykis (event) žymi, kad įvyko kažkas, kas įtakojo proceso būseną. Šis komponentas dažniausiai turi priežastį (trigger) dėl ko jis įvyko ir pasekmes (result). Specifikacijoje įvykiai skirstomi į tris tipus: pradžios (6 pav. a), pabaigos (6 pav. b) ir tarpinius (6 pav. c). Žymėjimas yra tuščias apskritimas (6 pav.), viduje paliekant vietos tipo konkretizavimui.

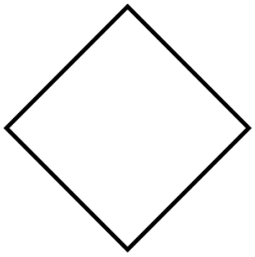
7 pav. Veiklos žymėjimo pavyzdys

Veikla (Activity) yra darbas atliekamas organizacijos procesuose. Ji gali būti atominė ir turėti tik pavadinimą arba skaidoma labiau, tokiu būdu tapdama subprocesu. Visais atvejais žymėjimas yra stačiakampis su užapvalintais kampais (7 pav.).



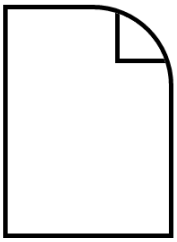
8 pav. Sekos srauto žymėjimo pavyzdys

Sekos srautas (Sequence Flow) žymi veiklų seką. Jeigu nenurodyta lygiagretumo veiklos modelyje vykdomos iš eilės. Šis komponentas parodo kokia tvarka tai vyks. Jį galima apibūdinti kaip grafo su kryptimis briauna, kryptis parodo kuri veikla turi būti įvykdyta vėliau. Sekos srautas žymimas solidžia linija ir užpildyto trikampio formos rodykle parodančia kryptį (8 pav.).



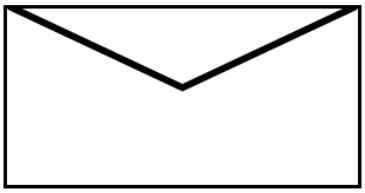
9 pav. Sprendimo žymėjimo pavyzdys

Sprendimas (gateway) gali būti įterptas sekos srautuose tarp veiklų. Jis žymi srautų išsišakojimą arba susijungimą. Šis komponentas parodo, kad priklausomai nuo konkretaus proceso būsenos bus vykdomos veiklos į kurias eina sekos srautai atitinkantys sprendimo sąlygas. Žymėjimas yra kvadratas pasuktas 45 laipsniu kampu (9 pav.). Viduje yra vieta sprendimo konkretizavimui.



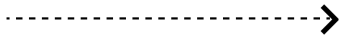
10 pav. Duomenų objekto žymėjimo pavyzdys

Duomenų objektas (data Object) pateikia informaciją apie tai kokių duomenų reikalauja veiklos vykdytojas norėdamas ją atlikti ir kokie duomenys pagaminami po jos vykdymo. Komponentas gali žymėti tiek neskaidomus tiek sudėtinius duomenis. Jis vaizduojamas (10 pav.) kaip stačiakampis su nukirptu dešiniuoju viršutiniu kampu ir trikampiu prie jo (arba kaip stačiakampis lapas su užlenktu dešiniuoju viršutiniu kampu).



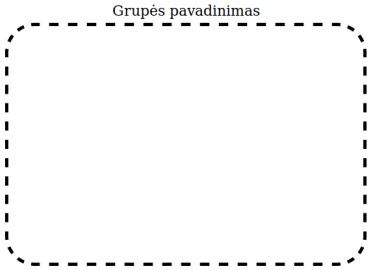
11 pav. Pranešimo žymėjimo pavyzdys

Pranešimas (message) žymi bendravimą tarp dalyviu. Šis komponentas skirtas apibrėžti perduodamai informacijai tarp jų. Vaizduojamas (11 pav.) stačiakampiu su trikampiu viduje (vokas).



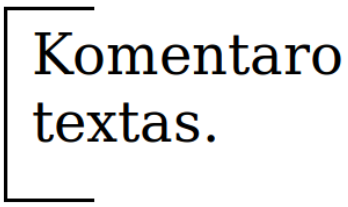
12 pav. Pranešimų srauto žymėjimo pavyzdys

Pranešimų srautas (Message flow) žymi duomenų perdavimą. Tai yra kryptinė grafo briauna, kuri jungia duomenų objektus ir žinutes su juos sukuriančiomis arba naudojančiomis veiklomis. Duomenų srautas į objektą ar žinutę rodo, kad tai yra veiklos išeiga, priešingu atveju tai yra veiklos įeiga, duomenys reikalingi jai įvykdyti. Vaizduojama (11 pav.) punktyrine linija su rodykle rodančia kryptį.



13 pav. Grupės žymėjimo pavyzdys

Grupė (group) skirta nurodyti modelio komponentų kategorijas. Ji neturi įtakos sekų ar duomenų srautams, o tik pasako kas priklauso tai pačiai kategorijai. Vaizdavimas diagramoje yra komponentų apibraukimas ir grupės pavadinimo nurodymas (13 pav.).



14 pav. Komentaro žymėjimo pavyzdys

Komentaras (text annotation) yra mechanizmas skirtas pateikti papildomai informacijai diagramos skaitytojams. Šis komentas neįtakoja sekos ar duomenų srautų, o tik paaiškina kas ir kodėl vyksta. Žymimas skliaustu iš kairės komentaro teksto pusės (14 pav.).

15 pav. Asociacijos žymėjimo pavyzdys

Asociacija (association) skirta komentarams susieti su modelio komponentais. Ji nurodo kuri diagramos dalis yra komentuojama. Asociacija vaizduojama punktyrine linija (15 pav.).

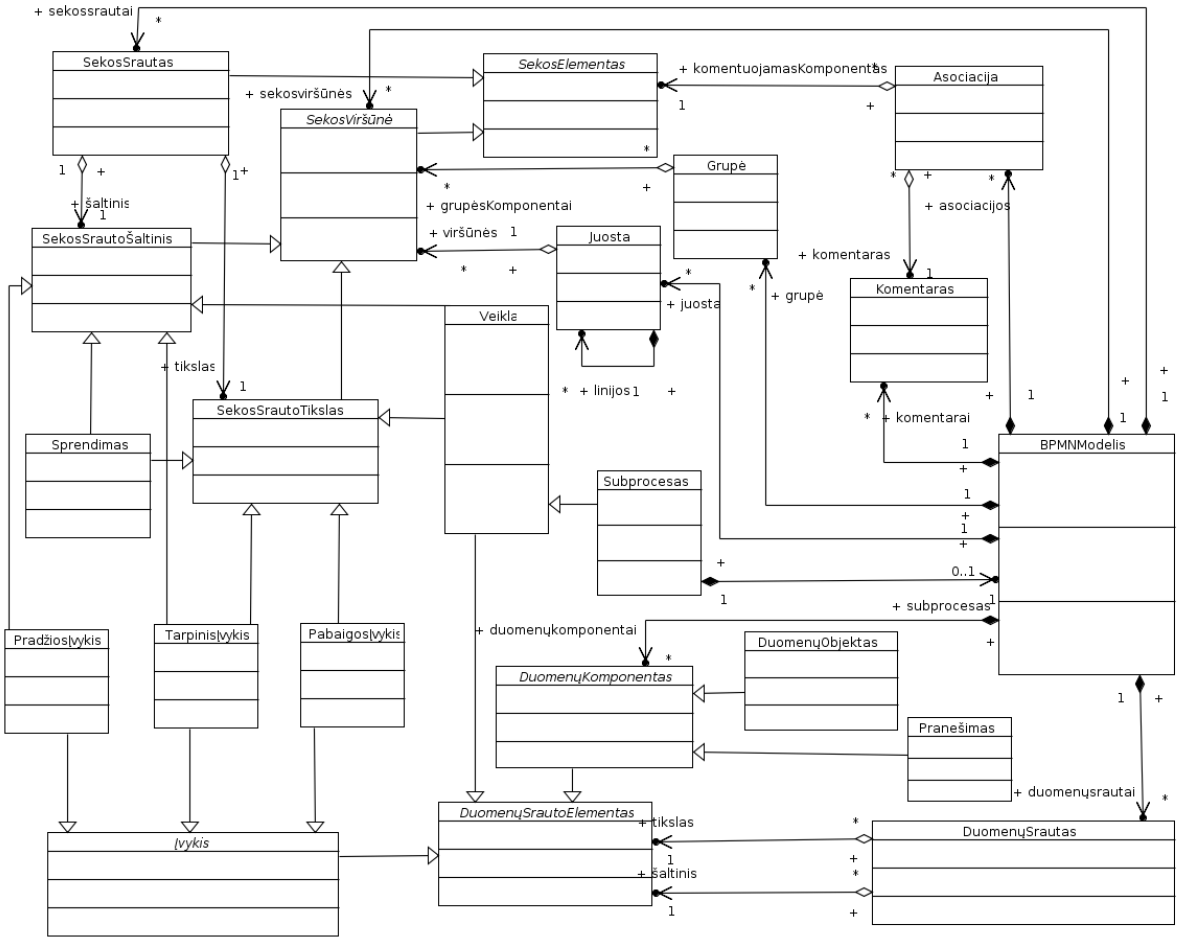
1.3. BPMN komponentų tarpusavio ryšiai

Norint modeliuoti verslo procesus vien komponentų nepakanka, taip pat reikia žinoti ir kaip jie sąveikauja tarpusavyje. Tarpusavio ryšius gana neblogai apibūdina metamodelis. Šiame darbe jis bus dažnai naudojamas tam tikslui. Skyriuje 1.2 aprašytų komponentų sąveiką galima pavaizduoti (16 pav.) metamodeliu.

Šiame metamodelyje tipas BPMNModelis yra šakninis komponentas. Jis savyje laiko sekos viršūnes, sekos srautus, juostas, grupes, duomenų komponentus, duomenų srautus, komentarus ir asociacijas. Komponentus metamodelyje galima suskirstyti į tris grupes: sekos komponentus, duomenų komponentus ir komentavimo komponentus. Sekos komponentams priklauso SekosElemento

tipų hierarchija, duomenų komponentams priklauso DuomenųKomponento hierarchija ir DuomenųSrautas, komentavimui priklauso Komentaras ir Asociacija. Taigi galima iš eilės apibūdinti šias grupes iš kurių susideda **BPMN** modelis.

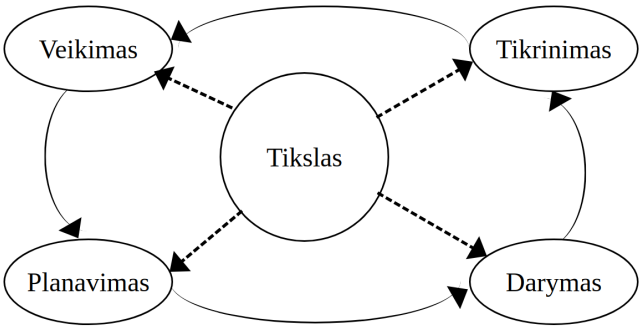
SekosViršūnė yra abstraktus tipas nurodantis, kad tai yra komponentai jungiami sekos srautais, tokie kaip Veikla, Sprendimas ir Įvykio subtipai. Jis išplėstas abstrakčiais tipais: SekosSrautoŠaltinis ir SekosSrautoTikslas, nes kai kurios sekos viršūnės negali turėti ir įeinančius ir išeinančius sekos srautus. Pavyzdžiui komponentas PradžiosĮvykis gali turėti tik išeinančius, PabaigosĮvykis gali turėti tik įeinančius. Įvykis yra abstraktus tipas nes modelyje būna kurie nors iš jo subtipų. Sekos srautas turi vieną šaltinį ir vieną tikslą. Grupės ir Juostos nurodo kurios sekos viršunės joms priklauso. Juosta dar gali turėti linijų. Metamodelyje taip pat parodoma, kad Veikla gali būti Subprocesas, tokiu būdu savyje laikydama kitą procesą. DuomenųSrautoElementas yra abstraktus tipas parodantis, kad jo subtipai gali būti jungiami duomenų srautais. Įvestas abstraktus tipas DuomenųKomponentas norint apibendrinti PraneŠimą ir DuomenųObjektą. Komentaras jungiamas Asociacija ir gali komentuoti sekos komponentus.



16 pav. **BPMN** pagrindinių komponentų metamodelis

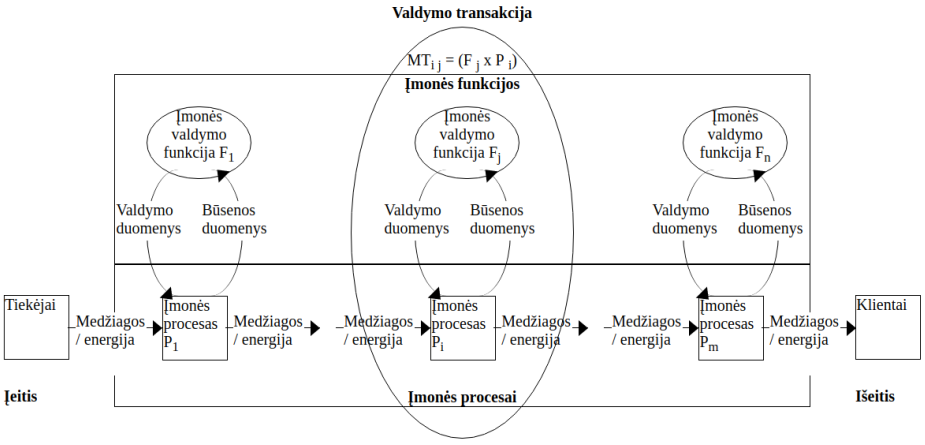
2. Detalizuotas vertės grandinės modelis

BPMN modelyje galima pastebėti įmonės valdymo veiklų supratimo neapibrėžtumus [GL16]. Taip yra todėl, kad išorinio modeliavimo metodai neparodo informacijos arba resursų transformavimo priežasčių. Tačiau įmonę galima analizuoti ir transakcinių darbų sekų modelio (17 pav) požiūriu.



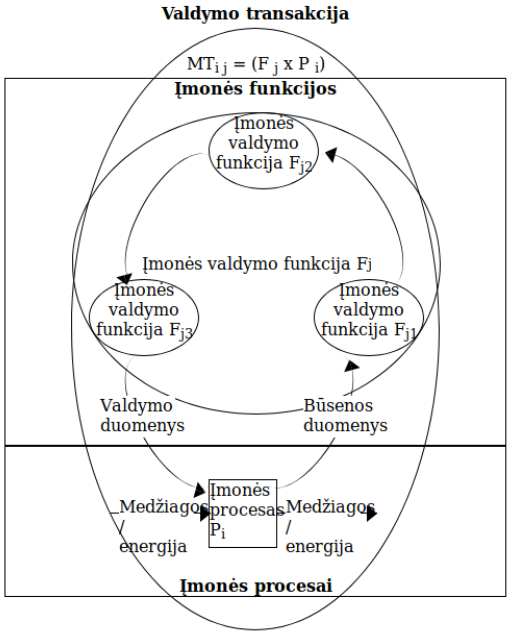
17 pav. Transakcinių darbų sekų modelio pavyzdys

Darbe įmonės procesas bus nagrinėjamas kaip transakcijų visuma. Materialios veiklos atskiriamos nuo valdymo veiklų. P_i žymi veiklos procesą, kuris transformuoja žaliavas, medžiagas, energiją ir formuoja materialią išeigą. F_j yra veiklos valdymo funkcija, informacijos (duomenų, žinių) transformavimo veikla, būtina valdant procesą P_i. Modelis yra suskirstytas į valdymo transakcijas $MT_{ij} = F_j \times P_i$. Tokiu būdu pateikiama daugiau informacijos apie įmonę. Diagrama bus vaizduojama kaip detalizuotas M. Porterio vertės grandinės modelis (18 pav).



18 pav. Detalizuotas M. Porterio vertės grandinės modelis

Valdymo funkcija F_j gali būti suskaidyta smulkiau. (19 pav) parodytas pavyzdys kai F_j susideda iš smulkesnių dalių F_{j1}, F_{j2} ir F_{j3}. Kartu visa tai suteikia veiklos procesui P_i valdymo duomenis kuriuos jis panaudoja vykdymui. Vėliau grąžinami būsenos duomenys, jie panaudojami valdymo funkcijoje ir ciklas kartojasi.



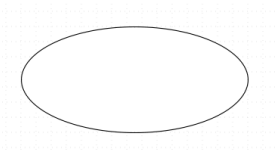
19 pav. Valdymo funkcijos F_j išskaidymo pavyzdys

2.1. Detalizuoto vertės grandinės modelio apimtis

Detalizuotas vertės grandinės modelis leidžia modeliuoti įmonės veikimą kaip transakcijų visumą. Jis atskiria vadybos veiklas nuo produkcijos veiklų. Parodomi valdymo informacijos ciklai, kurie kontroliuoja produkcijos veiklą ir padeda siekti įmonės užsibrėžtų tikslų. Taip pat parodomi informacijos srautų tipai, produkcijos veiklų įeigos ir išeigos tipai. Visa tai leidžia suprasti kodėl įmonėje egzistuoja viena ar kita valdymo transakcija ir kaip jos įtakoja įmonės tikslų pasiekimą.

2.2. Detalizuoto vertės grandinės modelio komponentai

DVGM yra **BPMN** modelio praplėtimas, suskirstantis įmonės veiklą į valdymo transakcijas ir atskiriantis valdymo funkcijas nuo įmonės procesų. Šiame modelyje galima naudoti komponentus iš **BPMN** , taip pat pridedama keletas naujų. Iš pat pradžių yra dvi juostos: valdymo funkcijų vykdytojai ir įmonės procesų vykdytojai, kurie gali būti skaidomi smulkiau naudojant linijas.

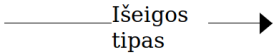


20 pav. Valdymo funkcijos pavyzdys

Valdymo funkcija (management function) darbas atliekamas organizacijoje, kuris prisideda į valdymo duomenų generavimą. Šio darbo įeiga paprastai savyje turi jo valdomo įmonės proceso proceso būseną. Tai yra **BPMN** veiklos komponento praplėtimas. Žymimas ovalu viduje paliekant vietos pavadinimui (20 pav.).

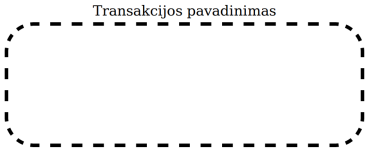
21 pav. Įmonės proceso pavyzdys

Įmonės procesas arba tiesiog procesas (process) yra darbas atliekamas organizacijoje, kuris tiesiogiai prisideda prie organizacijos gaminamos išeigos sukūrimo. Šis komponentas valdomas valdymo funkcijų per valdymo transakcijose keliaujančius duomenis. Joms jis pateikia savo būsenos duomenis ir gauna valdymo duomenis. Tai yra **BPMN** veiklos komponento praplėtimas. Žymimas stačiakampiu viduje paliekant vietos pavadinimui (21 pav.).



22 pav. Interakcijų sekos srauto pavyzdys

Interakcijų sekos srautas (interactions sequence flow) yra sekos srauto išplėtimas nurodant kas perduodama iš vienos veiklos į kitą. Kadangi įmonės veikla vaizduojama ciklais veiklos išeiga tampa kitos veiklos įeiga. Šis komponentas vaizduojamas solidžia linija su užpildyto trikampio formos rodykle gale ir išeigos (kuri tampa įeiga) tipo vardu prie pavaizduotos linijos (22 pav.).

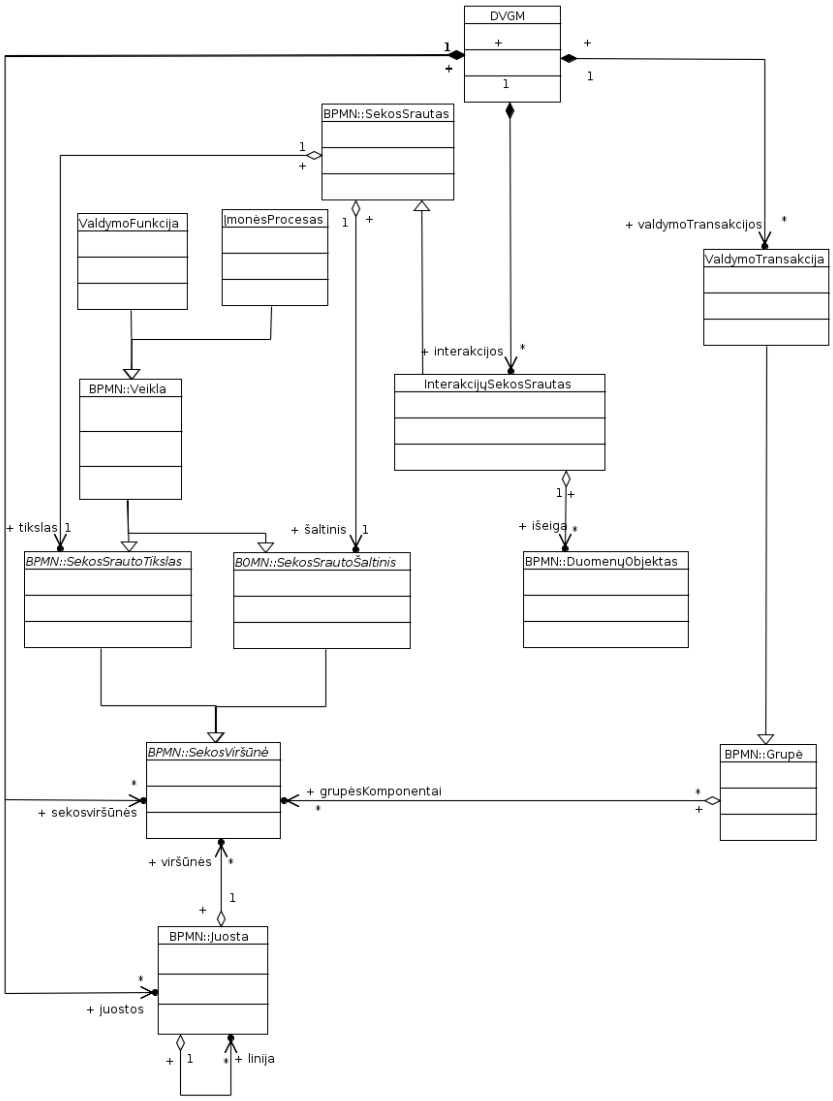


23 pav. Valdymo transakcijos pavyzdys

Valdymo transakcija (management transaction) yra grupė, kuri parodo, kaip valdymo funkcijos kontroliuoja įmonės procesą. Šis komponentas žymi valdymo duomenų transformacijų ciklą. Jis vaizduojamas punktyrine linija apibraukiant veiklas priklausančias transakcijai ir parašant transakcijos pavadinimą (23 pav.).

2.3. Detalizuoto vertės grandinės modelio komponentų tarpusavio ryšiai

DVGM komponentų tarpusavio ryšiai pavaizduoti metamodeliu (24 pav.). Jis sudarytas panaudojant komponentus iš prieš tai sudaryto **BPMN** metamodelio (16 pav.), jie pažymėti priešdėliu „BPMN::”.



24 pav. **DVGM** metamodelis

Šakninis komponentas **DVGM** savyje laiko valdymo transakcijas, interakcijų sekos srautus, juostas ir sekos viršūnes. Valdymo funkcijos ir įmonės procesai yra sekos viršūnės. Jos gali būti interakcijų sekos srautų tiek šaltiniu tiek tikslu. Interakcijų sekos srautas savyje taip pat laiko duomenų objektą, kuris nurodo išeigos tipą. Valdymo transakcija yra grupė kuriai priklauso valdymo funkcijos ir įmonės procesai. Juostos gali būti skaidomos į linijas, jos savyje turi valdymo transakcijas ir įmonės procesus.

3. Užduočių diagrama

1992 metais Ivar Jacobson apibrėžė metodologiją specifikuoti vartojimo atvejus [JCJ+92]. Jis pateikė būdą apibrėžti atvejus tiek tekstu (1 lentelė), tiek diagrama (25 pav.). Tarp programų sistemų kūrėjų ši metodologija išpopuliarėjo kaip funkcinių reikalavimų apibrėžimo technika. **OMG** savo specifikacijose **UML** [Obj15] ir **SysML** [OMG17] standartizuoja vartojimo atvejų modelį ir priskiria jį prie elgsenos apibūdinimo diagramų. 2011 metais Ivar Jacobson paskelbė užduočių modelio 2.0 versiją [JSB11], kuri pritaikyta prie judrių metodologijų projektų įgyvendinimo.

1 lentelė. Tekstinio naudojimo atvejo pavyzdys

ID	NA1
Pavadinimas	Registruoto naudotojo autentifikacija

Aktoriai

1. Registruotas naudotojas.
2. Išorinė autentifikavimosi sistema.

Aprašas

Registruotas naudotojas autentifikuojasi sistemoje.

Prieš sąlygos

1. Naudotojas nėra autentifikuotas sistemoje.

Priežastys

1. Naudotojas pareikalavo būti autentifikuotas.

Po sąlygos

1. Naudotojas yra autentifikuotas sistemoje.

Pagrindinė užduočių seka

1. Sistema pateikia autentifikacijos variantus.
2. Naudotojas autentifikuojasi sistemos turimu autentifikacijos būdu.
3. Sistema pateikia patvirtinimą, kad naudotojas autentifikavosi.

Alternatyvios užduočių sekos

2.1. Naudotojas autentifikuojasi išorine autentifikavimosi sistema.

Išimtinės užduočių sekos

*.1. Naudotojas atsisako autentifikuotis.

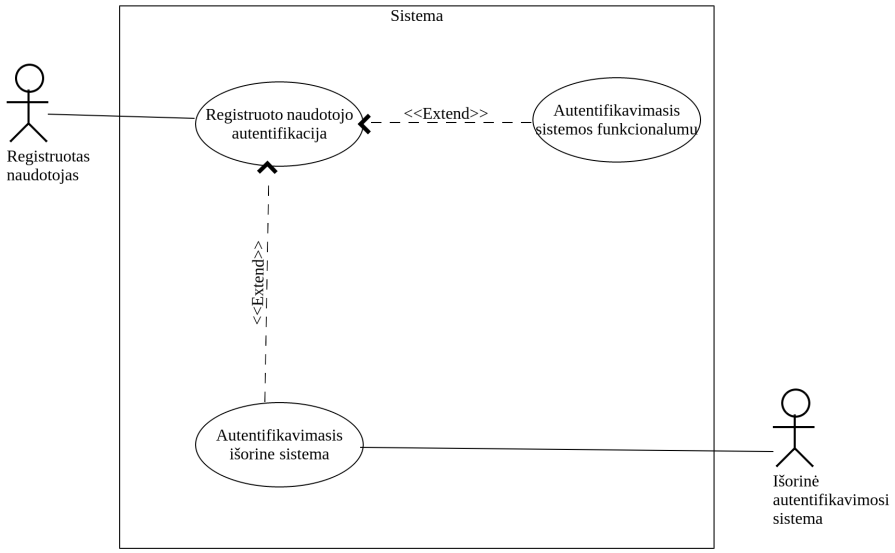
*.1.1. Naudotojas pateikia atsisakymą autentifikuotis.

*.1.2. Sistema nebereikalauja autentifikacijos duomenų.

3.1. Naudotojo pateikti duomenys neautentifikuoja jo.

3.1.1. Sistema naudotojui pateikia pranešimą apie tai, kad jo pateikti duomenys neautentifikuoja registruoto sistemos naudotojo.

Lentelėje nr.1 pavaizduotas autentifikavimosi sistemoje tekstinio naudojimo atvejo pavyzdys. Naudojimo atvejai paprastai turi identifikacijos numerį pagal kurį nurodomi reikalavimų specifikacijoje. Taip pat pavadinimą, kad būtų patogiau apie jį kalbėti. Išvardinami aktoriai dalyvaujantys vykdyme. Naudojimo atvejis trumpai ir aiškiai aprašomas. Nurodomos kokios aktualios sąlygos būna prieš vykdant, kas įtakojo vykdymą ir rezultatai. Tuomet išvardinamos užduotys reikalingos pasiekti rezultatui. Jeigu naudojimo atvejis gali būti įvykdytas keliais būdais, jie nurodomi alternatyviose užduočių sekose. Jeigu vykdant užduočių sekas gali atsitikti kažkas, dėl ko nepavyksta pasiekti sėkmingo rezultato sąlygų, tai nurodoma išimtinėse užduočių sekose.



25 pav. Užduočių diagrama pagal 1 lentelę

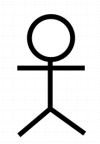
Naudojimo atvejus galima atvaizduoti užduočių diagrama. 25 paveikslas vaizduoja 1 lentelėje aprašytą naudojimo atvejo užduočių diagramą. Pagrindinė užduočių seka pavaizduota naudojimo atveju „Autentifikavimasis sistemos funkcionalumu", alternatyvi – „Autentifikavimasis išorine sistema", išimtinės sekos nepavaizduotos.

3.1. Užduočių diagramos apimtis

Užduočių diagrama skirta apibūdinti kaip naudotojai siekia savo tikslų pasitelkdami sistemą. Ji parodo kokie yra funkciniai reikalavimai, naudotojų taksonomiją, duomenų srautus tarp naudotojų ir sistemos. Taip pat pateikia funkcijų hierarchijos modeliavimą ir leidžia jas suskaidyti (naudojant įtraukimo ryšį). Užduočių diagrama apibūdina funkcinius reikalavimus, ji nepateikia nei funkcijų atlikimo tvarkos, nei duomenų struktūrų naudojamų sistemoje.

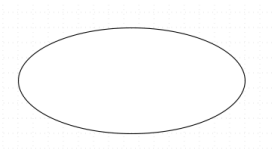
3.2. Užduočių diagramos komponentai

Skirtingi šaltiniai pateikia kiek skirtingus komponentus ir jų apibrėžimus. Šiame darbe daugiausia taikomi **OMG** standartuose pateikti apibrėžimai. Toliau bus pateikiami **UML** standarte apibrėžtos užduočių diagramos komponentai.



26 pav. Aktoriaus žymėjimo pavyzdys

Aktorius (actor) žymi naudotojo rolę. Ją gali atlikti tiek žmogus, tiek išorinė programų sistema. Aktoriai sąveikauja su bendravimo kanalais prijungtais naudojimo atvejais. Šis komponentas žymimas žmogumi iš pagaliukų (26 pav.).

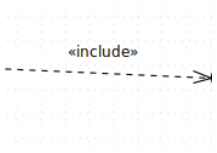


27 pav. Naudojimo atvejo žymėjimo pavyzdys

Naudojimo atvejis (use case) žymi veiklų kurias atlikus gaunamas naudingas rezultatas aibę. Rezultatas gali būti naudingas tiek vykdytojui, tiek kitiems suinteresuotiems žmonėms. Šis komponentas vaizduojamas elipse (27 pav.), naudojimo atvejo pavadinimas gali būti tiek elipsėje, tiek po ja.

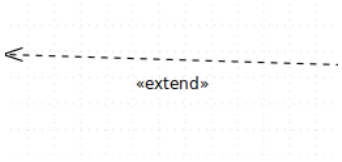
28 pav. Bendravimo kanalo žymėjimo pavyzdys

Bendravimo kanalas (communication path) žymi sąveika tarp aktoriaus ir sistemos. Šis komponentas diagramoje jungia aktorių su naudojimo atveju, taip parodydamas, kad prieš atlikdamas veiklas (sistemos funkcijas) naudotojas pateikia įvestį o po jų atlikimo gaunamas rezultatas. Jeigu bendravimo kanalo ryšio su aktoriumi gausa yra daugiau nei 1 reiškia naudojimo atvejui atlikti reikalingi keli vykdytojai, jeigu bendravimo kanalo ryšio su naudojimo atveju gausa yra daugiau nei 1 reiškia aktorius gali atlikti tas pačias veiklas daugiau nei vieną kartą. Asosijacija žymima solidžia linija (28 pav.).



29 pav. Įtraukimo žymėjimo pavyzdys

Įtraukimas (includes) žymi naudojimo atvejo suskaidymą. Šis komponentas modeliuoja sąryši tarp dviejų vartojimo atvejų, taip parodydamas, kad įtraukiamo naudojimo atvejo veiklos yra atliekamos įtraukiančiame naudojimo atvejyje. Įtraukimą numatyta naudoti tuomet, kai tos pačios veiklos pasikartoja keliuose naudojimo atvejuose. Tos veiklos įdedamos į atskirą naudojimo atvejį ir prijungiamos šiuo ryšiu, tokiu būdu iškeliamas pasikartojantis funkcionalumas. Įtraukimas vaizduojamas punktyrine linija su rodykle prie įtraukiamo naudojimo atvejo ir patikslinimu dvigubuose kampiniuose skliaustuose (29 pav.).



30 pav. Išplėtimo žymėjimo pavyzdys

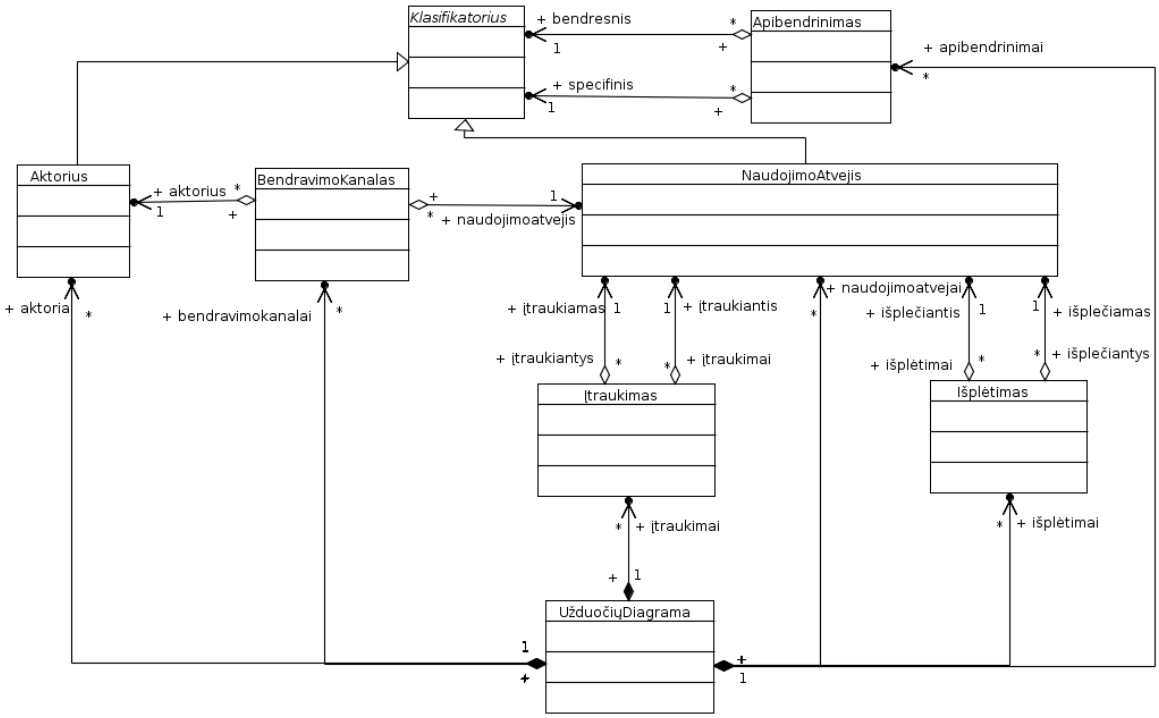
Išplėtimas (extends) žymi, kad esant tam tikroms sąlygoms naudojimo atvejis įtraukia veiklas iš kitų naudojimo atvejų. Šis komponentas numatytas naudoti bendram funkcionalumui iškelti, bet kitaip nei ryšys „Įtraukia“, parodo, kad veiklos įtraukiamos ne visada. Jis vaizduojamas punktyrine linija su rodykle prie išplečiamo naudojimo atvejo ir patikslinimu dvigubuose kampiniuose skliaustuose (30 pav.).

31 pav. Apibendrinimo žymėjimo pavyzdys

Apibendrinimas (generalization) žymi, kad elementas yra bendresnio elemento variantas. Nuo išplėtimo naudojimo atvejo apibendrinimas skiriasi tuo, kad pasakoma jog bent vienas iš apibendrinamų naudojimo atvejų funkcionalumų įtraukiamas į apibendrinančio naudojimo atvejo funkcionalumą. Žymimas solidžia linija su rodykle prie apibendrinamo naudojimo atvejo (31 pav.).

3.3. Užduočių diagramos komponentų tarpusavio ryšiai

Komponentų aprašytų 3.2 skyriuje tarpusavio ryšiai pavaizduoti metamodeliu (32 pav.). Jis sudarytas pagal **UML** ir **SysML** standartuose pateiktą informaciją.



32 pav. Užduočių diagramos metamodelis

Užduočių diagrama yra paketas savyje laikantis aktorius, naudojimo atvejus, bendravimo kanalus, įtraukimus, išplėtimus ir apibendrinimus. Bendravimo kanalas jungia vieną aktorių su vienu naudojimo atveju. Įtraukimas yra ryšys tarp įtraukiamo ir įtraukiančio naudojimo atvejo. Išplėtimas jungia išplečiamą naudojimo atvejį su išplečiančiu. **UML** modelis leidžia abstraktaus tipo klasifikatoriaus apibendrinimą. Aktorius ir naudojimo atvejis yra klasifikatoriaus subtipai, todėl gali būti apibendrinti.

4. UML diagramų transformavimo algoritmai

4.1. Algoritmas BPMN modeliui transformuoti į Užduočių diagramą

Literatūroje yra parašyta apie **vartojimo atvejų diagramos** išvedimą iš **BPMN** modelio [DJ02]. Straipsnyje aprašytas algoritmas atlieka (3) transformaciją. Imamas modifikuotas **BPMN** modelis (1) ir tie **vartojimo atvejų diagramos** komponentai, kurie gali būti iš jo išvesti (2).

$$BPMNElements = \{Start,End,Role,Branch,Task,Transition\}; \tag{1}$$

$$UseCasesElements = \{Actor, Generalization, Association,UseCase, Include, ExtensionPoint, Extend\}; \tag{2}$$

$$BPMN(BPMNModelElements) \Rightarrow UseCases(UseCasesElements); \tag{3}$$

Algoritmo autoriai pirmiausia siūlo surasti ryšius tarp modelių. Juostos atitinka aktorius. Užduotys tuo tarpu grupuojamos, kol nepasiekia maksimalaus skaičiaus vykdomų be pertraukos, priklausančių tai pačiai juostai ir pagaminančių rezultatą. Tokia grupė pavadinama žingsniu ir yra laikoma atitinkančia vartojimo atvejį. Tuomet lieka surasti kaip dar galima būtų panaudoti informaciją, patikslinti ir suprastinti gautoms diagramoms.

Vėliau pristatomas algoritmas. Jis Pirmiausia sudėlioja užduotis į proceso žingsnius. Vėliau juostos tampa aktoriais, o žingsniai jose – vartojimo atvejais. Galiausiai pasikartojančios užduotis išimamos iš žingsnių ir prijungiamos bendravimo kanalu įtraukia arba išplečia pagal situaciją.

5. Užduočių diagramos išvedimas iš BPMN modelio

Šio darbo tikslas, algoritmas galintis gauti užduočių diagramas iš **BPMN** modelio, bus kuriamas pagal 4.1 aprašytą algoritmo sukūrimo pavyzdį. Pirmiausia bus rasti ryšiai tarp diagramų, vėliau sukurtas būdas juos panaudoti, galiausiai panaudota likusi modelio informacija patikslinti ir suprastinti diagramoms.

5.1. Ryšiai tarp BPMN ir užduočių diagramų

Norint duomenis iš vieno modelio perkelti į kitą galima pasinaudoti ryšiais esančiais tarp jų.

2 lentelė. Ryšiai tarp **BPMN** ir užduočių diagramų

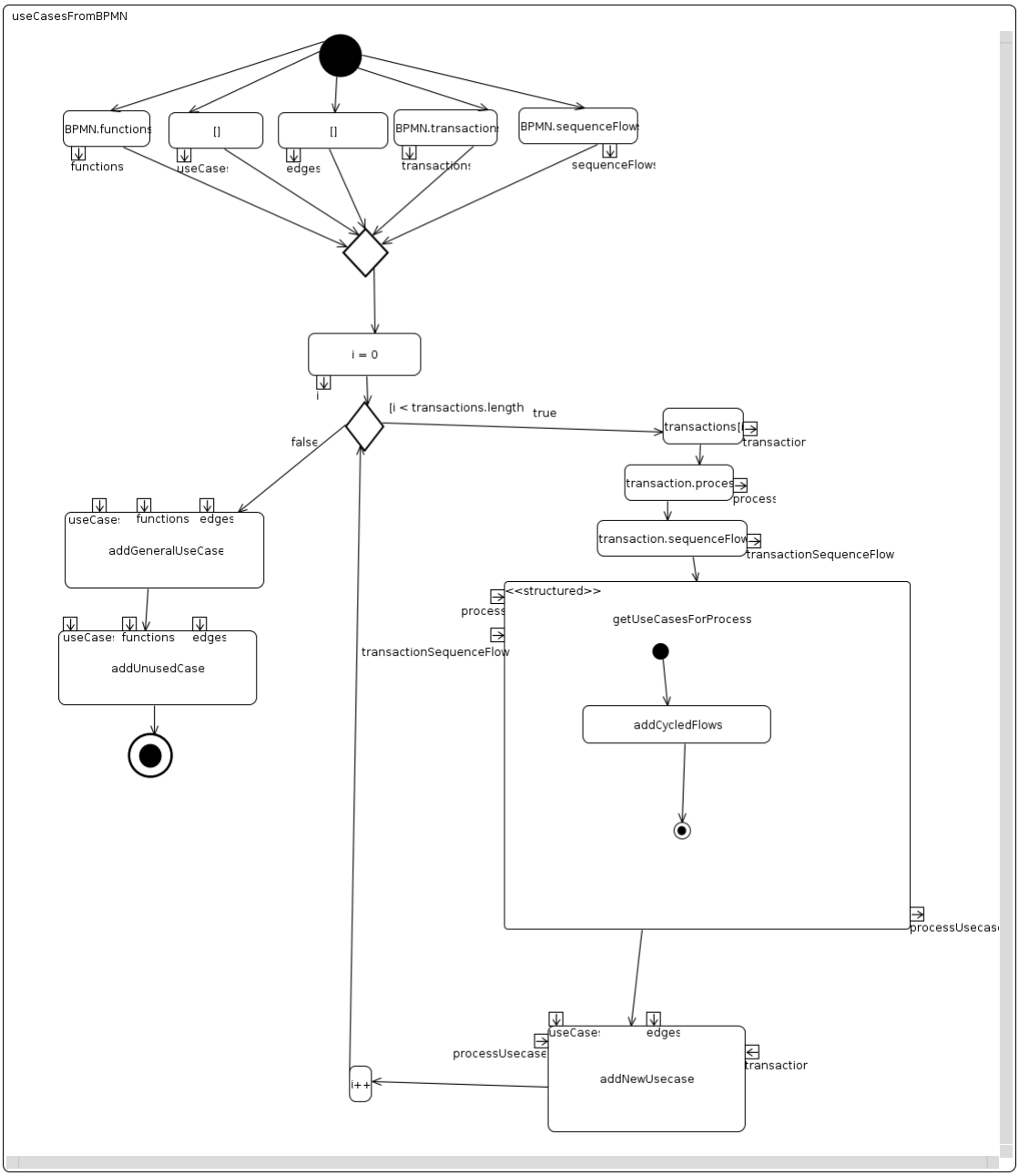
	Aktorius	Vartojimo atvejis	Bendravimo kanalas	Įtraukia	Išplečia
Juosta	+				
Valdymo funkcija		+		+	+
Įmonės procesas	+				
Valdymo transakcija		+		+	+
Interakcijų sekos srautas			+		

Iš juostos galima gauti Aktorius. Valdymo funkcija turi informacijos apie tai kokie vartojimo atvejai yra sistemoje ir kaip jie susiję vienas su kitu. Įmonės procesas taip pat yra aktorius kuris naudoja sistemą. Valdymo transakcija yra vartojimo atvejis. Interakcijų sekos srautas parodo kokie duomenys keliauja bendravimo kanalais. Rasti ryšiai taip pat parodo kurie komponentai bus imami ir kurie gaunami. Taigi galima apibrėžti algoritmo įvesties ir išvesties duomenis.

5.2. Ryšių tarp diagramų panaudojimas transformacijai

Rasti ryšiai parodo į kokius **DVGM** komponentus reikia žiūrėti išvedant užduočių diagramos dalis. Toliau peržiūrimi diagramos variantai ir sudėliojami konkretūs žingsniai kuriuos reikia atlikti. Galiausiai gaunamas pseudokodas (Pseudokodas 1). Jo veikimas pažingsniui aprašomas, taip pat pavaizduotas (pav. 33).

33 pav. Algoritmo diagrama



1. Iškviečiama funkcija useCasesFromBPMN (Pseudokodas 1) paduodant jai **BPMN** modelį.

Pseudokodas 1: **UML** Užduočių diagramos gavimo iš **BPMN** modelio algoritmo pseudokodas

```
1 useCasesFromBPMN = function(BPMN){
2   transactions = BPMN.transactions;
3   sequenceFlows = BPMN.sequenceFlows;
4   useCases = [];
5   edges = [];
6   for(transaction in transactions){
```

```
7     process = transaction.process;
8     transactionSequenceFlows = transaction.sequenceFlows;
9     processUsecases = getUseCasesForProcess(process,
10        transactionSequenceFlows);
11    addNewUsecases(edges,useCases,processUsecases,transaction);
12  }
13  functions = BPMN.functions;
14  addGeneralUseCases(edges,useCases,functions);
15  addUnusedCases(useCases,functions);
16
17  UseCaseDiagram = {useCases,edges};
18  return UseCaseDiagram;
19 }
```

2. Po duomenų inicializavimo pirmiausia imamas transakcijos procesas (eil. 7) ir gaunami sekos srautai jungiantys komponentus transakcijoje (eil. 8).

3. Vėliau sukuriami vartojimo atvejai apibrėžiantys proceso valdymą (eil. 9) funkcija getUseCasesForProcess (Pseudokodas 2).

Pseudokodas 2: Funkcija getUseCasesForProcess

```
1  getUseCasesForProcess = function(process,sequenceFlows){
2    processFlows = sequenceFlows.filter(flow => (
3      flow.source == process
4    ));
5    cycledFlows = [];
6    for(flow in processFlows){
7      addCycledFlows(cycledFlows,[],
8          flow,process,sequenceFlows)
9    }
10   processUsecases = [];
11   for(flow in cycledFlows){
12     usecase = createUseCase(flow);
13     processUsecases.add(usecase);
14   }
15   return processUsecases;
16 }
```

4. Joje randami sekos srautai išeinantys iš proceso (eil. 2) ir kiekvienam iš jų rekursijos bū-

du surandami ciklai su procesu funkcija addCycledFlows (Pseudokodas 3). Kiekvienam iš cikle esančių sekos srautų sukuriamas vartojimo atvejis (eil. 10 - 14). Jų kolekcija ir yra (Pseudokodas 2) grąžinamas rezultatas.

Pseudokodas 3: Funkcija addCycledFlows

```
1  addCycledFlows = function(cycledFlows,currentPath,
2      newFlow,process,sequenceFlows){
3    if(newFlow.target == process){
4      return true;
5    }
6    if(currentPath.contains(newFlow)){
7      return false;
8    }
9    if(cycledFlows.contains(newFlow)){
10     return true; // We already found path this way
11   }
12   nextFlows = sequenceFlows.filter(flow => (
13     flow.source == newFlow.target
14   ));
15   if(nextFlows.length == 0){
16     return false;
17   }
18   cycledFlows.add(newFlow);
19   currentPath.add(newFlow);
20   pathFound = false;
21   for(flow in nextFlows){
22     if(addCycledFlows(cycledFlows,currentPath,
23         flow,process,sequenceFlows)){
24       pathFound = true;
25       // No brake because we need to recursivelly add all paths
26     }
27   }
28   if(!pathFound){
29     cycledFlows.remove(newFlow);
30   }
31   currentPath.remove(newFlow);
32   return pathFound;
33 }
```

Minėta Funkcija (Pseudokodas 3) pirmiausia patikrina ar jau nėra ciklo su procesu ir jei taip patvirtina, kad parametras currentPath turi savyje kelia į procesą (eil. 3 - 5). Jei kelias užsiciklino grąžinamas neigiamas atsakymas (eil. 6 - 8), tai reiškia grįžimą atgal. Jei žingsnis veda į jau išsaugotą sėkmingą kelio atkarpą patvirtinamas jo teisingumas (eil. 9 - 11). Jei nei viena iš šių sąlygų nepasitvirtino paimami sekantys žingsniai (eil. 12). Jų neradus pranešama apie aklavietę (eil. 15 - 17). Kol kas pažymima, kad žingsnis yra sėkmingas (eil. 18) ir žengtas (eil. 19). Toliau ieškoma ciklų su procesu einant sekančiais sekos srautais (eil. 21 - 27). Neradus nei vieno kelio į procesą ištrinamas pažymėjimas apie žingsnio teisingumą (eil. 28 - 30). Kadangi keliai žengus šį žingsnį ištyrinėti grįžtama atgal (eil. 31).

5. (Pseudokodas 2) sukurti vartojimo atvejai pridedami prie jau gautų vartojimo atvejų kartu su ryšiais tarp jų funkcija addNewUsecases (Pseudokodas 4).

Pseudokodas 4: Funkcija addNewUsecases

```
1  addNewUsecases = function(edges,useCases,newUseCases,transaction){
2    if(newUseCases.length < 1){
3      return;
4    }
5    mainUseCase = createUseCase(transaction);
6    useCases.add(mainUseCase);
7    if(newUseCases.length == 1){
8      useCase = newUseCases[0];
9      mainUseCase.createdFromFlow = useCase.createdFromFlow;
10     mainUseCase.usedBy = useCase.usedBy;
11     return;
12   }
13   for(useCase in newUseCases){
14     useCases.push(useCase);
15     edge = createIncludeEdge(mainUseCase,useCase);
16     edges.push(edge);
17   }
18 }
```

Joje sukuriamas vartojimo atvejis visai transakcijai (eil. 5), pažiūrima kiek vartojimo atvejų rasta, jei vienas tai jo informacija išsaugoma į pagrindinį vartojimo atvejį (eil. 7 - 12). Radus daugiau, jie išsaugomi kaip įeinantys į transakciją (eil. 13 - 17).

6. Galiausiai randamos bendros funkcijos tarp transakcijų ir sukuriami apibendrinantys vartojimo atvejai (Pseudokodas 5).

Pseudokodas 5: Funkcija addGeneralUseCases

```
addGeneralUseCases = function(edges,useCases,functions){
  for(f in functions){
    useCasesUsingThisFunction = useCases.filter(useCase => (
      useCase.createdFromFlow.to == f
    ));
    if(useCasesUsingThisFunction.length < 2){
      continue;
    }
    generalUseCase = createGeneraluseCase(f);
    useCases.push(generalUseCase);
    for(useCase in useCasesUsingThisFunction){
      edge = createExtendEdge(generalUseCase,useCase);
      edges.push(edge);
    }
  }
}
```

7. Jeigu liko nepanaudotų funkcijų, iš jų sukuriami vartojimo atvejai su perspėjimais (Pseudokodas 6).

Pseudokodas 6: Funkcija addUnusedCases

```
addUnusedCases = function(useCases,functions){
  for(function in functions){
    if(useCases.includes(useCase =>(
      useCase.createdFromFlow.target == f
    ))){
      continue;
    }
    useCase = createUnusedUsecase(function);
    useCases.push(useCase);
  }
}
```

Sudėtingiausia algoritmo vieta yra transakcijos grafo viršūnių radimas (Pseudokodas 3), kuriam naudojamas paieškos į gylį algoritmas, taigi sudėtingumas yra tiesinis. Atlikusi šio algoritmo veiksmus programa iš Nr. 1 priede pavaizduoto vertės grandinės modelio gauna Nr. 2 priede pavaizduotą užduočių diagramą.

6. Programa BPMN transformacijai į užduočių diagramą

Vienas iš šio darbo tikslų yra programa, demonstruojanti algoritmo **BPMN** transformacijai į užduočių diagramą, veikimą. Programos įeigai pasirinktas **BPMN** išplėtimas **DVGM** modelis, išeiga – užduočių diagrama. Algoritmas aprašytas 4 skyriuje. Programos kodas yra https://github.com/Aleksandras-Sivkovas/diagrams-editor-app.

6.1. Technologijos pasirinktos programos įgyvendinimui

Programai įgyvendinti pasirinkta javascript programavimo kalba. Kadangi reikės atvaizduoti diagramas buvo nuspręsta atlikti tai pasinaudojant html. Pasirinkta 6 javascript versija. Ši versija suteikia kalbai objektines savybes ir daug kitų patogumų [ECM15].

Pasirinkta atviro kodo Node.js programavimo aplinka [Dah09]. Ši aplinka pritaikyta dirbti su javascript projektais. Išoriniams paketams tvarkyti pasirinkta atviro kodo npm paketų tvarkyklė [Isa10]. Ši tvarkyklė padeda tvarkyti javascript paketų versijas. Ji buvo pasirinkta nes yra pagrindinė Node.js aplinkos paketų tvarkyklė.

Programos modelių surinkimas ir transpailinimas aprašomas naudojant atviro kodo javascript modulių surinkimo bibliotekos Webpack konfiguraciją [Tob10]. Ji leidžia pasirinkti kokie moduliai ir kokiu būdu turi būti surinkti ir transpailinti. Webpack naudojamas surinkti javascript projektą iš daugybės modulių ir transpailinti juos taip kad palaikytų norimą versiją. Šiuo atveju javascript 6 standarto kodas transpailinamas į 5, kad veiktų naršyklėse.

Programa modeliuojama naudojant MVC metodologiją. Modeliui ir kontroleriui pasirinkta atviro kodo MobX modeliavimo biblioteka [Wes15]. Ji leidžia kurti programos duomenų modelius ir kontroliuoja jų būsenos klausymąsi naudodama javascript objekto duomenų priskyrimo ir gavimo metodus.

Programos MVC vaizdavimo dalis kuriama naudojant atviro kodo React biblioteką [Wal13]. Ji pateikia patogų virtualaus dokumento objekto modelio interfeisą kuris pritaikytas veikti vienodai visose naršyklėse ir optimizuoja dokumento objekto modelio atnaujinimus. Taip pat turi patogią sintaksę vaizdo apibrėžimui – JSX. React labai gerai integruojasi su MobX.

Išvados

Conclusions

Literatūra

[Dah09] Ryan Dahl. Node.js, 2009. URL: https://nodejs.org.

[DJ02] R.M. Dijkman and Stef M.M. Joosten. An algorithm to derive use cases from business processes. 08:679–684, 2002-03.

[ECM15] ECMA International. *Standard ECMA-262 - ECMAScript Language Specification*. 6 leid., 2015-06. URL: http://www.ecma-international.org/ecma-262/6.0/ECMA-262.pdf.

[GL16] Saulius Gudas ir Audrius Lopata. Towards internal modelling of the information systems application domain. *Informatica, Lith. Acad. Sci.*, 27(1):1–29, 2016. URL: http://content.iospress.com/articles/informatica/inf1085.

[Isa10] Kat Marchán Isaac Z. Schlueter Rebecca Turner. Node package manager, 2010. URL: https://www.npmjs.com/.

[JCJ+92] Ivar Jacobson, Magnus Christerson, Patrik Jonsson ir Gunnar Övergaard. *Object-Oriented Software Engineering: A Use Case Driven Approach*. Addison-Wesley, Reading, 1992.

[JSB11] Ivar Jacobson, Ian Spence ir Kurt Bittner. *USE-CASE 2.0 The Guide to Succeeding with Use Cases*. Ivar Jacobson International SA., 2011. URL: file:///C:/Users/bergerma/AppData/Local/Temp/Use-Case+2_0_Jan11.pdf.

[Obj11] Object Management Group (OMG). Business process model and notation (BPMN). OMG Document Number formal/2011-01-03 (http://www.omg.org/spec/BPMN/2.0), 2011. Version 2.0.

[Obj15] Object Management Group (OMG). Omg unified modeling language (OMG UML). OMG Document Number formal/2015-03-01 (http://www.omg.org/spec/UML/2.5), 2015. Version 2.5.

[OMG17] OMG. OMG Systems Modeling Language (OMG SysML), Version 1.5, Object Management Group, 2017. URL: https://www.omg.org/spec/SysML/1.5.

[Tob10] Johannes Ewald Tobias Koppers Sean Larkin. Webpack, 2010-03. URL: https://webpack.js.org/.

[Wal13] Jordan Walke. React, 2013. URL: https://reactjs.org/.

[Wes15] Michel Weststrate. Mobx, 2015. URL: https://github.com/mobxjs/mobx.

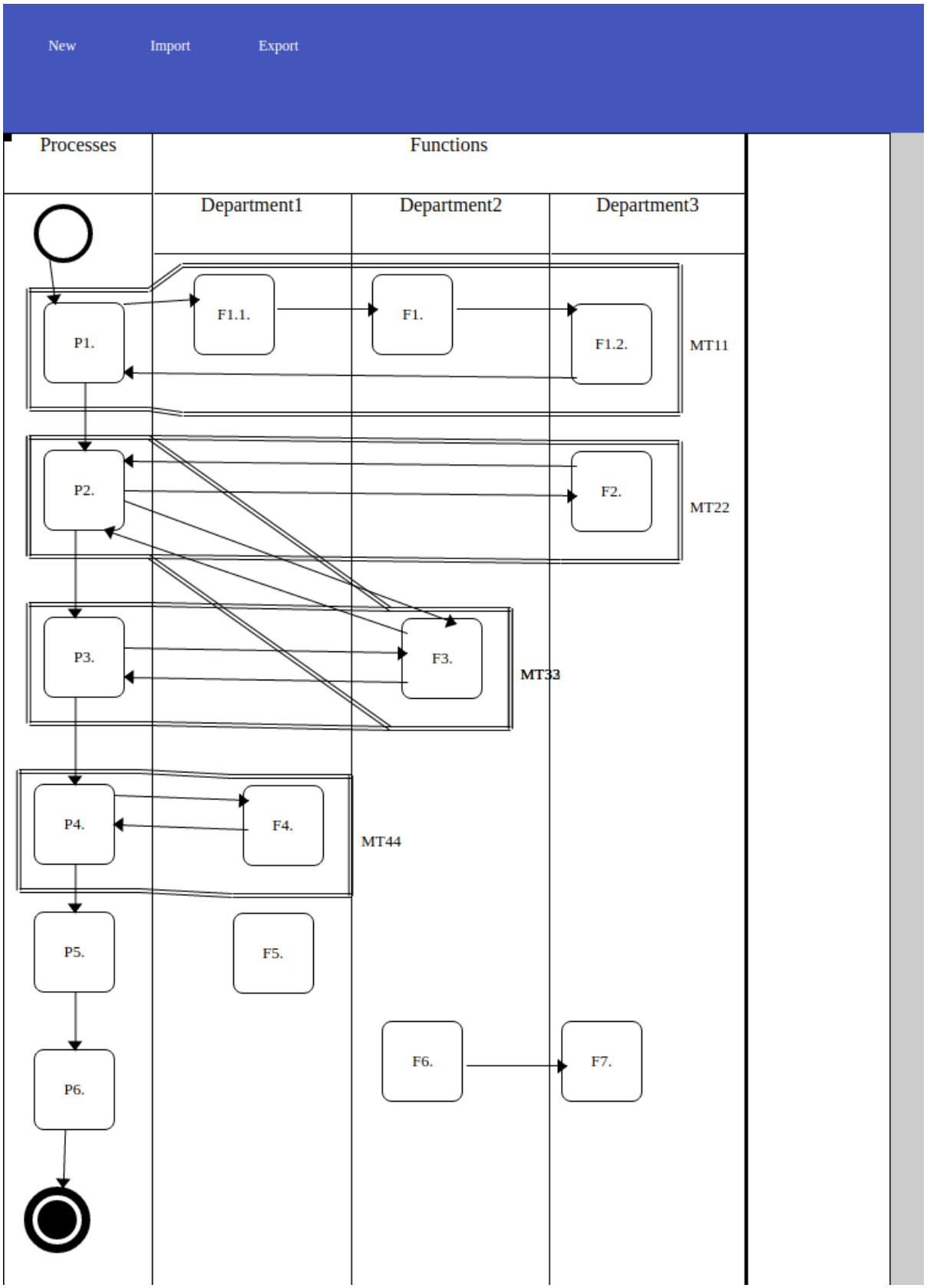
Santrumpos

Šiame darbe naudojami žymėjimai:

1. **UML** – modeliavimo kalba, skirta suteikti standartinį sistemos analizės, architektūros, veikimo ir kūrimo pavaizdavimą [Obj15].
2. **SysML – UML** išplėtimas skirtas modeliuoti programų sistemas. [OMG17]
3. **OMG** (angl. Object Management Group) – atviras, tarptautinis ne pelno siekiantis technologijų standartų konsorciumas (https://www.omg.org/).

Priedas Nr. 1

Vertės grandinės modelis programos lange



Priedas Nr. 2

Transformuotas užduočių diagrama programos lange