

LATVIJAS UNIVERSITĀTE

DATORIKAS FAKULTĀTE

**KONKRĒTĀ SINTAKSĒ BALSTĪTA AIZVIETOŠANA  
GRAFISKĀM VALODĀM**

KVALIFIKĀCIJAS DARBS

Autors: **Dmitrijs Kosarevskis**

Studenta apliecības Nr.: dk18118

Darba vadītājs: Elīna Kalniņa

RĪGA 2020

## ANOTĀCIJA

Rīku atbalsts modelēšanas valodām, tai skaitā grafiskām domēn-specifiskām valodām, nav pietiekami attīstīts. Funkcionalitāte, kas tipiski ir pieejamas citos rīkos, piemēram, teksta redaktoros, programmatūras izstrādes vidēs utt. nav pieejamas grafiskām modelēšanas valodām, piemēram, atrast meklējamo modeļa fragmentu, aizvietot atrasto fragmentu utml. Šim nolūkam tika izveidots paplašinājums 'Konkrētā sintaksē balstīta aizvietošana grafiskām valodām' grafisku domēn-specifisko valodu rīku būves platformai ajoo. Šis paplašinājums piedāvā atrastā modeļa fragmenta aizvietošanu ar citu fragmentu vai fragmenta dzēšanu.

**Atslēgas vārdi:** atrašana-aizvietošana, domēn specifiskās valodas, modelēšanas valodas, Meteor

## ABSTRACT

### Concrete Syntax-Based Find-Replace for Graph-Based Languages

The tool support of modelling languages including graphical domain-specific languages is not at the level user's have got used to in other domains. Various features typical in other tools, e.g. text editors, programming tools etc. are missing, for example, find, find-replace and others. For this purpose, a 'Concrete Syntax-Based Find-Replace for Graph-Based Languages' extension has been developed to enable the find-replace in graphical DSL tool definition platform called ajoo.

**Keywords:** find/replace, domain-specific languages, modelling languages, Meteor

# SATURA RĀDĪTĀJS

ANOTĀCIJA .....	2
ABSTRACT .....	3
SATURA RĀDĪTĀJS .....	4
IEVADS .....	6
APZĪMĒJUMU SARAKSTS .....	8
1. VISPĀRĒJAIS APRAKSTS .....	9
1.1. Esošā stāvokļa apraksts .....	9
1.2. Pasūtītājs .....	9
1.3. Produkta perspektīva .....	9
1.4. Darījumprasības .....	9
1.5. Sistēmas lietotāji .....	10
1.6. Vispārējie ierobežojumi.....	11
1.7. Pieņēmumi un atkarības.....	11
2. PROGRAMMATŪRAS PRASĪBU SPECIFIKĀCIJA .....	12
2.1. Konceptuālais datubāzes apraksts .....	12
2.2. Funkcionālās prasības.....	13
2.2.1. Funkciju sadalījums pa moduļiem.....	13
2.2.2. Aizvietošanas modulis .....	15
2.2.3. Izcelšanas modulis .....	21
2.2.4. KSBA iespējošanas modulis .....	23
2.2.5. Grafa izkārtošanas modulis .....	24
2.3. Nefunkcionālās prasības .....	26
2.3.1. Lietojamība.....	26
3. PROGRAMMATŪRAS PROJEKTĒJUMA APRAKSTS .....	27
3.1. Datu bāzes projektējums.....	27
3.1.1. Loģiskais datu bāzes modelis .....	27
3.1.2. Fiziskais datu bāzes modelis .....	30
3.2. Funkcionālais projektējums .....	37

3.2.1.	Grafiskā pieprasījuma veidošana.....	37
3.2.2.	Atrasto fragmentu aizvietošana .....	39
3.2.3.	Atrastā fragmenta aizvietošana izvēlētā diagrammā .....	40
3.2.4.	Fragmentu izcelšana.....	41
3.2.5.	Diagrammā esošo elementu izkārtošana .....	42
3.2.6.	KSBA iespējošana DSL sintakses meta diagrammā.....	43
3.3.	Lietotāja saskarņu projektējums.....	44
3.3.1.	KSBA iespējošana DSL sintakses meta diagrammā.....	44
3.3.2.	Grafiskā pieprasījuma veidošana.....	45
3.3.3.	Atrastā fragmenta aizvietošana.....	46
3.3.4.	Atrasto fragmentu izcelšana .....	47
3.3.5.	Diagrammā esošo elementu izkārtošana .....	48
4.	TESTĒŠANAS DOKUMENTĀCIJA.....	49
4.1.	Testēšanas plāns .....	49
4.1.1.	Identifikators.....	49
4.1.2.	Ievads .....	49
4.1.3.	Testējamie vienumi.....	50
4.2.	Testēšanas žurnāls .....	51
5.	PROJEKTA PĀRVALDĪBA.....	81
6.	DARBIETILPĪBAS NOVĒRTĒJUMS .....	82
7.	KVALITĀTES NODROŠINĀJUMS .....	83
8.	PROGRAMMATŪRAS KONFIGURĀCIJU PĀRVALDĪBA .....	84
9.	SECINĀJUMI.....	85
	IZMANTOTĀ LITERATŪRA UN AVOTI.....	86
	PIELIKUMI.....	87
1.	Pielikums. Programmas koda fragmenti.....	87
2.	Pielikums. Testēšanas diagrammas .....	91
3.	Pielikums. Fiziskais datu bāzes modelis.....	98

## IEVADS

### **Nolūks**

Šis dokuments satur paplašinājuma “Konkrētā sintaksē balstīta aizvietošana grafiskām valodām” programmatūras prasību specifikāciju (turpmāk – PPS), programmatūras projektējuma apraksts (turpmāk – PPA), testēšanas dokumentāciju.

PPS nolūks ir iepazīstināt lasītāju ar paplašinājuma “Konkrētā sintaksē balstīta aizvietošana grafiskām valodām” programmatūras prasībām, saskaņā kurām, ir izstrādājams paplašinājums. PPS paredzēts paplašinājuma izstrādātājiem, lai precizētu paplašinājuma funkcijas, un pasūtītājiem, lai precizētu paplašinājuma prasības.

PPA nolūks ir aprakstīt paplašinājuma realizāciju atbilstoši izvirzītajām prasībām. Tā paredzēta izstrādātājiem kā dokuments, pēc kura vadīties, izstrādājot paplašinājumu “Konkrētā sintaksē balstīta aizvietošana grafiskām valodām”.

### **Darbības sfēra**

Programmatūra “Konkrētā sintaksē balstītā aizvietošana grafiskām valodām” ir Latvijas Universitātes Matemātikas un Informātikas institūtā izstrādātās ajoo platformas paplašinājums, kas nodrošina lietotājam iespēju pieslēgt ajoo rīkā meklēšanas – aizvietošanas funkcionalitāti konkrētai grafiskās valodas definīcijai. Tas ļauj lietotājam veidot aizvietošanas pieprasījumus konkrētā sintaksē grafiskā veidā. Ajoo platforma piedāvā iespēju veidot konfigurācijas jeb rīkus grafiskām (uz grafiem balstītām) domēn-specifiskām valodām (DSL – domain-specific language). Ajoo platforma izmanto kuplināšanas (bootstrapping) principu, kas šī rīka ietvaros nozīmē to, ka ar rīka palīdzību var veidot citus rīkus. Tāpēc pati DSL definīcija ir diagramma un, pielietojot šo kuplināšanas principu, šī definīcijas diagramma kļūst par pamatu diagrammu rīkam, ar kuru var veidot diagrammas, kas atbilst šai definīcijai jeb ir šīs definīcijas instances. Ar izveidotajām konfigurācijām var veidot projektus, kuros var veidot diagrammas. Diagrammas atbilst kādai esošai DSL definīcijai, šī definīcija nosaka diagrammas tipu. Diagrammas tiek veidotas grafiski, veidojot grafu struktūras no elementiem, kas tika nedefinēti DSL sintaksē. Lietotājs diagrammas veidošanai var izvēlēties paletē (elementu izvēlnē) pieejamos elementus.

## Saistība ar citiem dokumentiem

PPS izstrādē par pamatu tika izmantots LVS 68:1996 "Programmatūras prasību specifikācijas ceļvedis".

## Pārskats

Šis dokuments ir organizēts šādās daļās:

- Dokumenta ievads – raksturots dokumenta nolūks, darbības sfēra, saistība ar citiem dokumentiem un aprakstīta dokumenta struktūra;
- Vispārējais apraksts – aprakstīti produkta vispārējie faktori, kas ietekmē produktu un tā prasības (produkta perspektīva, produkta funkcijas, lietotāja raksturiezīmes, vispārējie ierobežojumi, pieņēmumi un atkarības);
- Programmatūras prasību specifikācija – iepazīstina ar produkta konceptuālo moduli, kā arī ar funkcionālajām un nefunkcionālajām prasībām;
- Programmatūras projektējuma apraksts – apraksta datu bāzes, projekta funkciju un saskarnes projektējumus.
- Testēšanas dokumentācija – apraksta izveidotās programmatūras testēšanu, kas iekļauj testēšanas plānu, testēšanas žurnālu.
- Projekta pārvaldības apraksts – apraksta projekta programmatūras izstrādes organizāciju, iesaistītās personas un izstrādes norisi
- Darbietilpības novērtējums – apraksta projekta programmatūras un dokumentācijas izstrādei patērētā laika daudzuma pamatojumu.
- Kvalitātes nodrošinājums – apraksta izstrādes laikā pielietotos kvalitātes nodrošināšanas procesus.
- Programmatūras konfigurāciju pārvaldība – apraksta izmantoto programmatūras konfigurāciju versiju pārvaldības sistēmu un šo konfigurāciju pārvaldības gaitu.

## APZĪMĒJUMU SARAKSTS

**PPS** – programmatūras prasību specifikācija

**PPA** – programmatūras projektējuma apraksts

**DSL** – domēn specifiskās valodas

**Ajoo** – rīku platforma grafiskām valodām

**LUMII** – Latvijas Universitātes Matemātikas un informātikas institūts

**KSBA** – Konkrētā sintaksē balstītā grafiskā aizvietošana grafiskām valodām, ajoo platformas paplašinājums

**Konkrētā sintaksē balstīta meklēšana grafiskām valodām** – Ajoo platformā izstrādātais paplašinājums, kas veic meklēšanu grafiskām valodām. Meklēšana atlasa fragmentus pēc to elementu tipiem, atribūtu vērtībām, atribūtu tipiem.

**IMCS** – LUMII izstrādātā diagrammu izkārtošanas bibliotēka

**PEG js** – JavaScript sintaktiskās analizatoru (parseru) ģenerators

**Meteor** – atvērtā pirmkoda izstrādes platforma JavaScript lietotņu izstrādei

**NoSQL** – termins, kurš apzīmē datubāzes, kuras nodrošina datu glabāšanu mehānismu, kas ir atšķirīgs tabulām, kuras tiek izmantotas relāciju datubāzēs

**MongoDB** – NoSQL datubāzes pārvaldes sistēma

**Mongo Compass** – grafiskās saskarnes rīks MongoDB datubāzes pārvaldei

**Underscore js** – JavaScript utilītu bibliotēka

**JSON** – JavaScript objektu notācija (JavaScript Object Notation)

# 1. VISPĀRĒJAIS APRAKSTS

## 1.1. Esošā stāvokļa apraksts

Viens no iemesliem kāpēc modeļu bāzētā izstrāde (MDE) nav sasniegusi sagaidāmo izplatību un pielietojumu industrijā ir vājš rīku atbalsts. Neskatoties uz to, ka domēn specifisko valodu (DSL) izmantošana tiek plaši pielietota modeļu bāzētā izstrādē, DSL izstrādes rīku atbalsta kvalitāte neatbilst citu pielietojamo rīku kvalitātei. Lietotāji ir pieraduši pie noteiktā lietojamības līmeņa, izstrādājot programmatūru ar citiem rīkiem, piemēram, teksta redaktoriem, komerciālām izstrādes vidēm, kur ir pieejami tāda funkcionalitāte kā atrast kādu simbolu virkni vai atrast un aizvietot simbolu virkni ar kādu citu simbolu virkni. Grafisko DSL redaktoros tipiski šāda funkcionalitāte nav pieejama vispār vai ir pieejama tikai DSL tekstuālajai daļai.

## 1.2. Pasūtītājs

Konkrētā sintaksē balstīta aizvietošana grafiskām valodām (turpmāk – KSBA) tika izstrādāta Latvijas Universitātes Matemātikas un Informātikas institūtā, ERAF projekta 1.1.1.2/VIAA/1/16/180 ietvaros.

## 1.3. Produkta perspektīva

KSBA izstrādāta kā ajoo platformas paplašinājums, taču šī produkta koncepciju iespējams pielietot arī citos grafiskajos redaktoros, kas tiek izmantoti DSL veidošanā un lietošanā.

## 1.4. Darījumasprības

- Lietotnē jābūt iespējai automātiski pievienot aizvietošanas funkcionalitāti lietotāja izvēlētai DSL sintaksei jeb definīcijai.
- Lietotnē jābūt iespēja lietotājam veidot grafiskos aizvietošanas pieprasījumus.
- Lietotnē jābūt iespējai attēlot lietotāja pieprasījuma rezultātus, kas atbilst meklējamam grafa fragmentam, sargrupētus pa diagrammām.
- Lietotnē jābūt iespēja parādīt konkrēto atrasto grafa fragmentu, izceļot fragmenta virsotnes.
- Lietotnē jābūt iespēja parādīt visus atrastos grafa fragmentus izvēlētai diagrammā, izceļot visu grafu fragmentu virsotnes.

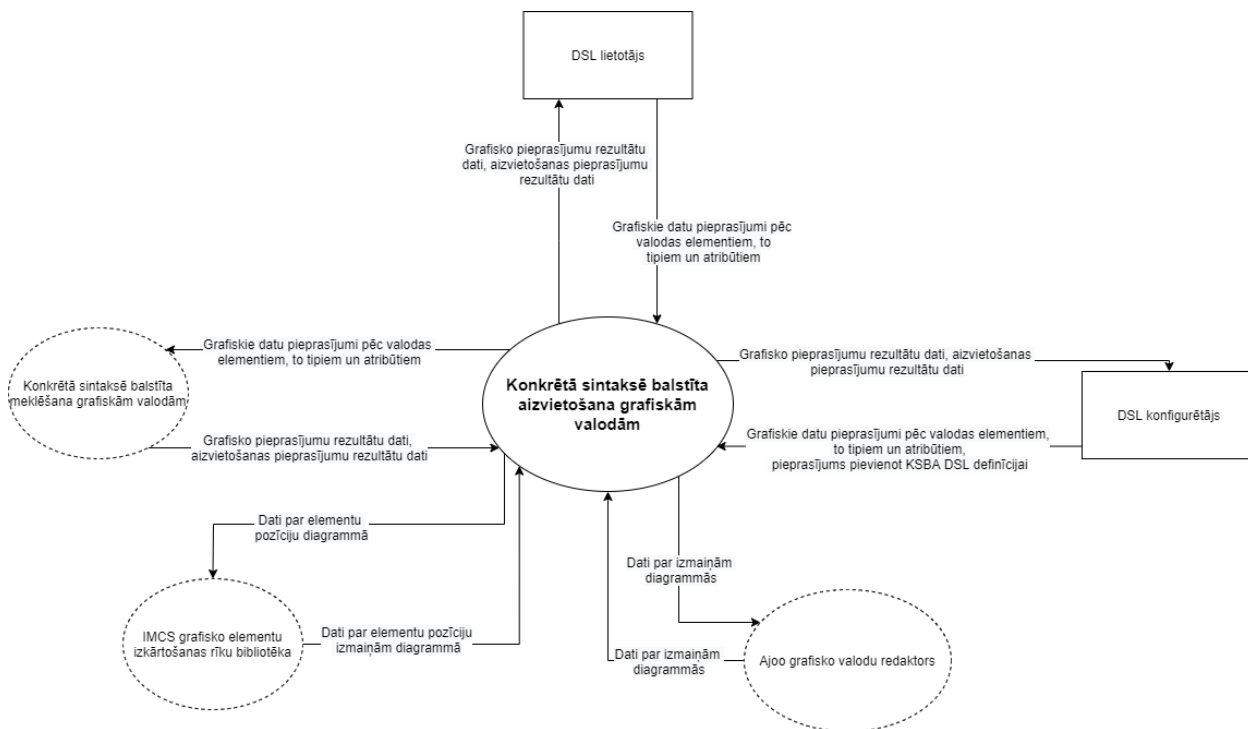
- Lietotnē jābūt iespējai veikt aizvietošanu, kas aizvieto ar pieprasījumu atrasto konkrēto aizvietoājamo fragmentu ar pieprasījumā specificēto aizvietojošo fragmentu.
- Lietotnē jābūt iespējai arī aizvietot visus atrastos fragmentus konkrētā diagrammā un iespējai aizvietot visus atrastos fragmentus visās diagrammās.
- Lietotnē jābūt iespēja dzēst konkrēto atrasto fragmentu konkrētā diagrammā, visus fragmentus vienā diagrammā, ja atrasti vairāki, un dzēst visus atrastos fragmentus visās diagrammās.
- Lietotnē jābūt iespējai veidot jaunas atribūtu vērtības aizvietojošiem elementiem, uzstādot konstanti jeb jaunu vērtību vai izrēķinot no aizvietoājamo elementu atribūtu vērtībām.
- Lietotnei jāspēj automātiski izkārtot aizvietošanas rezultātus, lai izvairītos no iespējamās elementu pārklāšanās.
- Lietotnē jābūt atsevišķa iespēja automātiski izkārtot diagrammas elementus.

## 1.5. Sistēmas lietotāji

Ajoo rīku būves platformā ir trīs lietotāju veidi: DSL konfigurētājs, DSL lietotājs un DSL lasītājs. DSL konfigurētājam ir tiesības gan veidot projektus un diagrammas konkrētajos DSL, gan konfigurēt un veidot jaunas DSL definīcijas. DSL lietotājam ir tiesības veidot projektus un diagrammas konkrētajos DSL, pievienot vai dzēst projekta dalībniekus, mainīt to tiesības no DSL lietotāja uz DSL lasītāju un otrādi. Savukārt DSL lasītājam ir tiesības tikai apskatīt diagrammas tam pieejamā projektā un ne vairāk. DSL lasītājam nav pieejama iespēja veidot vai rediģēt diagrammas, nav pieejams rīku panelis rediģēšanas režīmā, tāpēc tam nav pieejama meklēšanas poga rediģēšanas rīka panelī. Tāpēc KSBA paplašinājums DSL lasītājam nav pieejams.

Sistēmas lietotāji ir:

- DSL lietotājs – lietotājs, kam ir pieejamas rediģēšanas tiesības konkrētā projekta ietvaros, piemēram, diagrammu rediģēšana ar KSBA.
- DSL konfigurētājs – lietotājs, kam pieejamas DSL lietotāja iespējas un papildus ir iespēja veidot jaunu konkrēto sintaksi grafiskai valodai, kā arī iespējot KSBA funkcionalitātes eksistējošai DSL sintaksei.



1.1.att. Konkrētā sintaksē balstītas aizvietošanas grafiskām valodām 0. līmeņa DPD diagramma

## 1.6. Vispārējie ierobežojumi

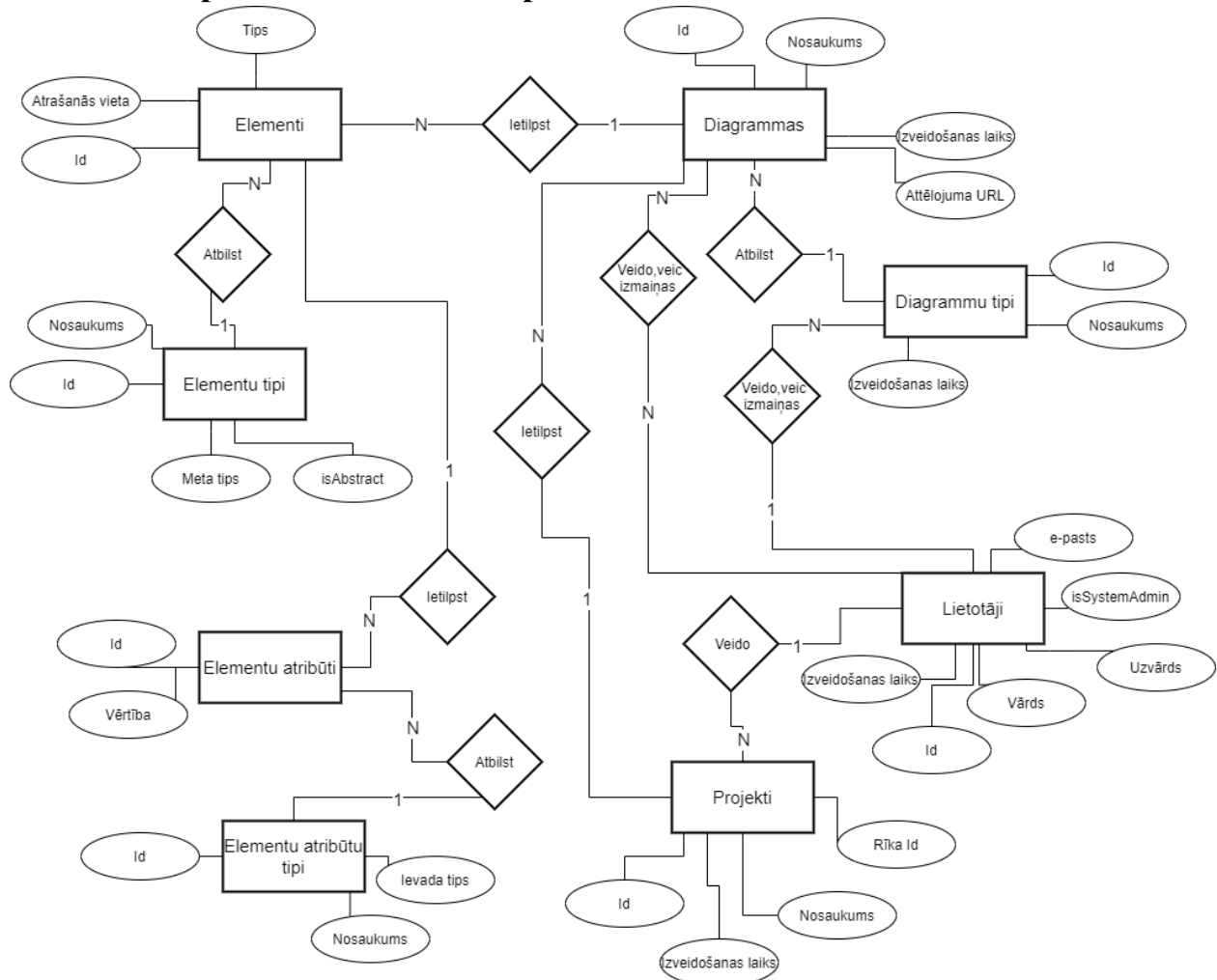
KSBA darbojas ajoo platformā, izmantojot pārlūkprogrammu. To ir iespējams izmantot jau eksistējošā ajoo rīka tīmekļa vietnē kā platformas paplašinājumu.

## 1.7. Pieņēmumi un atkarības

- Katru grafiskās valodas aizvietošanu diagrammās veic tikai viens lietotājs vienlaicīgi.
- KSBA darbojas kā ajoo platformas paplašinājums, līdz ar to darbojas tikai ajoo platformas ietvaros.

## 2. PROGRAMMATŪRAS PRASĪBU SPECIFIKĀCIJA

### 2.1. Konceptuālais datu bāzes apraksts

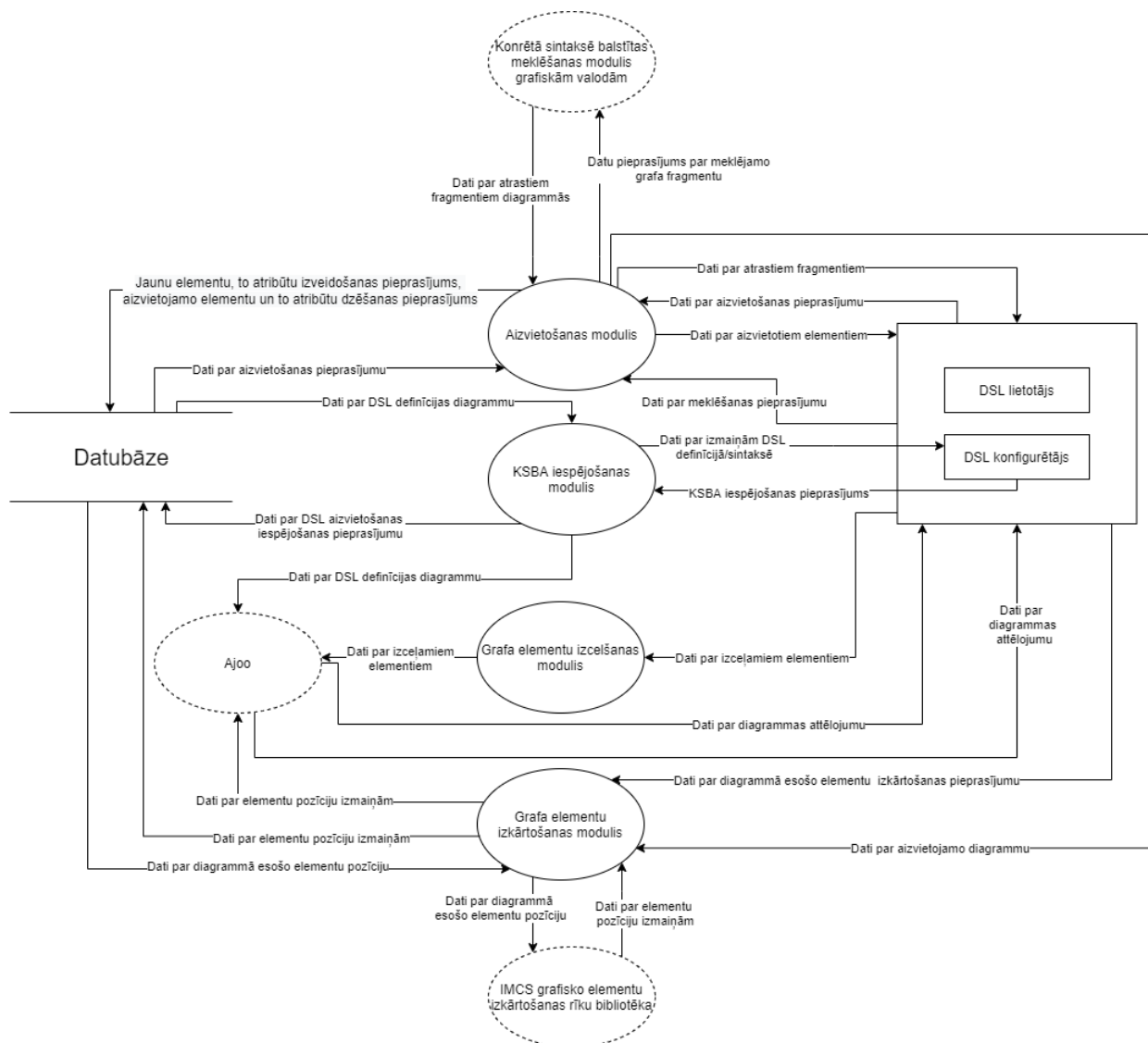


2.1.att. Datu bāzes konceptuālā ER modeļa diagramma

Konceptuālais ER modelis (2.1.att.) attēlo datubāzes būtiskākās entītijas, to atribūti un relācijas starp tām. Ajo platformas rīkā pastāv arī citas entītijas. Šeit tiek attēlotas tieši tās, kuras ir nozīmīgas KSBA darbības ietvaros. Ajo platformas rīka datubāzes pārvaldības sistēma darbojas pēc NoSQL principiem (MongoDB), tomēr konceptuālā līmenī to var aprakstīt ar ER modeļa diagrammu. Šeit tiek attēlots to, kā glabājas informācija par Elementiem, elementu tipiem, elementu atribūtiem, elementu atribūtu tipiem, diagrammām, diagrammu tipiem, projektiem un lietotājiem.

## 2.2. Funkcionālās prasības

### 2.2.1. Funkciju sadalījums pa moduļiem



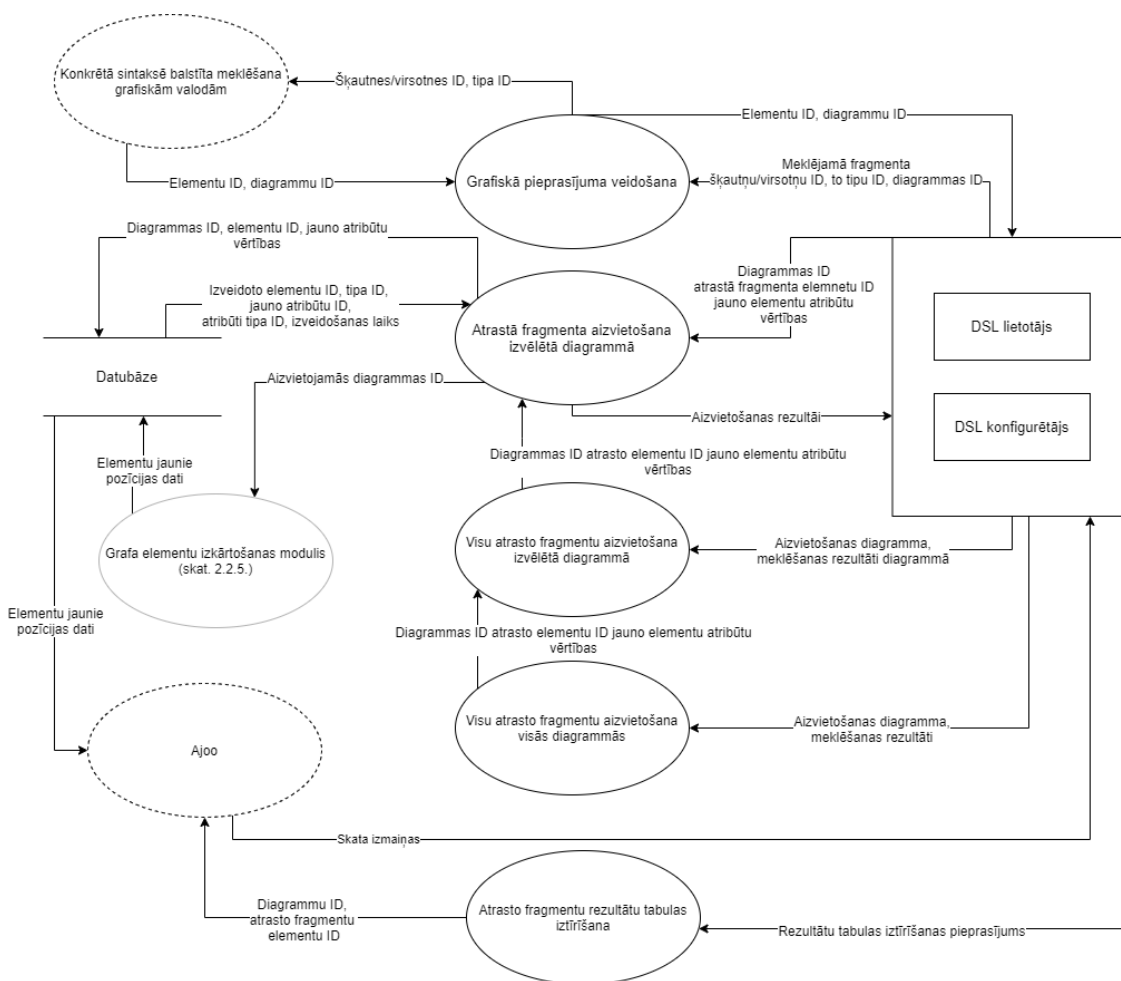
2.2.att. 1.līmeņa DPD

2.1. tabula. Funkciju sadalījums pa moduļiem

Modulis	Funkcija	Funkcijas identifikators	Lietotāju grupa	
			DSL lietotājs	DSL konfigurētājs
Aizvietošanas modulis	Grafiskā pieprasījuma veidošana	AF01	X	X
	Atrastā fragmenta aizvietošana izvēlētā diagrammā	AF02	X	X
	Visu atrasto fragmentu aizvietošana izvēlētā diagrammā	AF03	X	X
	Visu atrasto fragmentu aizvietošana visās diagrammās	AF04	X	X
	Atrasto fragmentu rezultātu tabulas iztīrīšana	AF05	X	X
Izcelšanas modulis	Viena atrastā fragmenta izcelšana diagrammā	IF01	X	X
	Visu atrasto fragmentu izcelšana diagrammā	IF02	X	X
KSBA iespējošanas modulis	KSBA iespējošana DSL sintakses meta diagrammā	EF01		X
Grafa elementu izkārtošanas modulis	Diagrammā esošo elementu izkārtošana	GF01	X	X

## 2.2.2. Aizvietošanas modulis

Aizvietošanas modulis atbild par grafisko pieprasījumu veidošanu un to izpildi. Šis modulis nodrošina iespēju veidot grafisko pieprasījumu, kura pamatā ir meklējamais fragments, aizvietojamais fragments un speciālā aizvietošanas līnija, kas norāda uz aizvietojamiem elementiem. Modulis nodrošina gan viena atrastā fragmenta aizvietošanu, gan visu fragmentu aizvietošanu vienā diagrammā, gan visu fragmentu aizvietošanu visās diagrammās. Modulis piedāvā iespēju iztīrīt atrasto rezultātu kopu. Aizvietošanas modulis sadarbojas ar Grafa elementu izkārtošanas moduli (skat. apakšnodaļu 2.2.5.), izkārtojot aizvietošanas rezultātus jeb izkārtojot elementus diagrammā, kad tika veikta aizvietošana.



2.3.att. Aizvietošanas modulis 2.līmeņa DPD

## 2.2.2.1. Grafiskā pieprasījuma veidošana

2.2.tabula. Grafiskā pieprasījuma veidošana

<b>Identifikators</b>	AF01
<b>Ievads</b>	
Veido grafisko pieprasījumu	
<b>Ievade</b>	
<p>Lietotājs veido grafisko pieprasījumu, kurš sastāv no trīs daļām:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Speciālā aizvietošanas līnija, kura nodala pieprasījuma meklējamo un aizvietojamu fragmentu.</li><li>• Meklējamais jeb aizvietojamais grafa fragments, kura viens no elementiem atrodas speciālās aizvietošanas līnijas sākuma galā. Fragmenti var būt gan viens elements, gan elementi, kas savā starpā saistīti ar šķautnēm. Elementiem un šķautnēm starp tiem iespējams norādīt to atribūtu vērtības, kuras tiek izmantotas kā papildus meklēšanas nosacījumi, lai sašaurinātu meklējamo rezultātu kopu.</li><li>• Aizvietojošais grafa fragments, kura viens no elementiem atrodas speciālās aizvietošanas līnijas beigu galā. Elementu atribūtos ar teksta ievadlaukiem var veidot izteiksmes, ar kuru palīdzību var veidot atribūtu vērtības no meklējamā fragmenta elementu atribūtiem jaunus elementus. Aizvietojošajā fragmentā var būt arī speciālais elements, kas paredzēts atrastā fragmenta elementa vai elementu dzēšanai.</li></ul> <p>Vienā diagrammā var būt vairāki šādi pieprasījumi.</p> <p>Izveidojot pieprasījumu, lietotājs nospiež pogu 'Find'.</p>	
<b>Apstrāde</b>	
<p>Pārbauda pieprasījumu pēc sekojošiem nosacījumiem:</p> <ol style="list-style-type: none"><li>1) Pārbauda, vai diagrammā ir speciālā aizvietošanas līnija<ol style="list-style-type: none"><li>a) Ja diagrammā nav nevienas speciālās aizvietošanas līnijas, tad tiek atgriezts kļūdas paziņojums[1]</li></ol></li><li>2) Pārbauda, vai meklējamais un aizvietojošais fragments savā starpā nepārklājas jeb nav savienoti ar šķautni, kas nav speciālā aizvietošanas līnija.<ol style="list-style-type: none"><li>a) Ja meklējamais fragments un aizvietojošais fragments nav stingri nodalīti savā starpā, tiek atgriezts kļūdas paziņojums[2] rezultātu tabulas vietā;</li></ol></li><li>3) Ja kādā no aizvietojošā fragmenta elementiem ir izteiksme, tad veic pārbaudi pēc sekojošiem izteiksmes noteikumiem.<ol style="list-style-type: none"><li>a) Ja izteiksme neatbilst kādam no sekojošiem noteikumiem:<ol style="list-style-type: none"><li>i) Izteiksme, līdzīgi saskaitīšanas izteiksmei, sastāv no viena vai vairākiem termiem, kas savā starpā savienoti ar '+' simbolu.</li><li>ii) Terms izteiksmes noteikumu ietvaros var būt divu veidu: konstante (paredzēta lietotāja paša veidotu vērtību aizvietojošajā elementa atribūtā)</li></ol></li></ol></li></ol>	

vai ne-konstante (paredzēta atribūta vērtības veidošanai atsaucoties uz kādu no meklējamā fragmenta elementa atribūtu).

iii) Konstante sākas un beidzas ar “” simbolu (divkāršās pēdiņas). Starp šiem simboliem var atrasties tukšs vārds vai simbolu virkne, kas ietver sekojošus simbolus: mazie un lielie latīņu alfabēta burti, cipari no 0 līdz 9, \t\n\r ~!@#\$\$%^&\*()\_=?<>,;:\

iv) Ne-konstante var būt divu veidu: ne-konstante, kura specificē tikai atribūta nosaukumu un ne-konstante, kura specificē gan atribūta nosaukumu, gan speciālās aizvietošanas līnijas nosaukuma vērtību atribūta precizēšanai. Pirmā veida ne-konstante sākas ar @ simbolu, kam seko simbolu virkne, kas sastāv no: mazie un lielie latīņu alfabēta burti, cipari no 0 līdz 9, \t\n\r ~!@#\$\$%^&\*()\_=?<>,;:\

Otrā veida ne-konstante sākas ar @ simbolu, kam seko simbolu virkne (skat. ne-konstantes pirmā veida atļautos simbolus), šī daļa ir domāta speciālās aizvietošanas līnijas nosaukuma vērtības specificēšanai.

Savukārt šai virknei seko . (punkts) simbols, kam seko ne-konstantes otrā daļa, kurā ir atļauti visi tie simboli, kas tiek atļauti pirmajā daļā.

tad tiek izvadīta tabula[3] ar visām izteiksmēm un kļūdu paziņojumiem.

#### **Izvade**

Ja visas pārbaudes tika apstrādātas veiksmīgi, tiek izvadīta rezultātu tabula, kurā ir diagrammas nosaukums, aizvietošanas iespēja vienam atrastajam fragmentam un aizvietošanas iespēja visiem atrastajiem fragmentiem. Ja rezultātā nekas netika atrasts tiek izvadīts ‘No results’ paziņojums tabulas vietā.

#### **Kļūdu paziņojumi**

- 1) “Replace line have not been found”
- 2) “Find fragment elements and Replace fragment elements are overlapping”
- 3) Tabulā katrai izteiksmei, kura neatbilst noteikumiem, tiek attēlotas četras kolonnas. Pirmajā kolonnā ir pati izteiksme, otrajā kolonnā – elementa tips, trešajā – atribūta nosaukums, ceturtajā – kļūdas paziņojums.

## 2.2.2.2. Atrastā fragmenta aizvietošana izvēlētā diagrammā

2.3.tabula. Atrastā fragmenta aizvietošana izvēlētā diagrammā

<b>Identifikators</b>	AF02
<b>Ievads</b>	
	Aizvieto izvēlēto fragmentu atrasto rezultātu kopā konkrētā diagrammā
<b>Ievade</b>	
	Rezultātu tabulā, kura parādās AF01 funkcijas rezultātā, lietotājs izvēlas vienu atrasto fragmentu vienai diagrammai un nospiež attiecīgam fragmentam pogu ‘Replace match’.
<b>Apstrāde</b>	
	1) Pārbauda, vai eksistē diagramma, kurā ir jāveic aizvietošanu a) Ja diagrammas, kurā jāveic aizvietošanu, neeksistē, izvada kļūdas paziņojumu [1].
<b>Izvade</b>	
	Pogas saturs izvēlētam fragmentam mainās no ‘Replace match’ uz ‘Used’ un kļūst neklikšķināma, izvēlētā diagrammā notiek aizvietošana, tiek veidoti jauni elementi un to atribūtu vērtības, ja tādas tika norādītas. Ja aizvietojamā fragmenta elementi ietilpst arī citos atrastajos fragmentos, tad šo citu fragmentu aizvietošanas pogām saturs mainās uz ‘Conflicting’ un kļūst neklikšķināmas.
<b>Kļūdu paziņojumi</b>	
	1) “Diagram does not exist”

### 2.2.2.3. Visu atrasto fragmentu aizvietošana izvēlēta diagrammā

2.4.tabula. Visu atrasto fragmentu aizvietošana izvēlēta diagrammā

<b>Identifikators</b>	AF03
<b>Ievads</b>	
	Aizvieto visus fragmentus atrasto rezultātu kopā izvēlēta diagrammā
<b>Ievade</b>	
	Rezultātu tabulā, kura parādās AF01 funkcijas rezultātā, lietotājs izvēlas vienu atrasto diagrammu un nospiež attiecīgai diagrammai pogu ‘Replace all occurrences’.
<b>Apstrāde</b>	
	1) Pārbauda, vai visi diagrammā atrastie fragmenti nesatur kopīgus elementus. Ja tādi ir, tad katra nākamā konfliktējoša fragmenta poga maina saturu uz ‘Conflicting’. Pretējā gadījumā pirmajam nekonfliktējošam fragmentam tiek veiktas funkcijas AF02 apstrādes soļi.
<b>Izvade</b>	
	Pogas saturs izvēlētiem fragmentiem mainās no ‘Replace match’ uz ‘Used’ vai ‘Conflicting’ un kļūst neklikšķināma, izvēlēta diagrammā notiek aizvietošana, tiek veidoti jauni elementi un to atribūtu vērtības, ja tādas tika norādītas.
<b>Kļūdu paziņojumi</b>	
	1) “Diagram does not exist”

## 2.2.2.4. Visu atrasto fragmentu aizvietošana visās diagrammās

2.5.tabula. Visu atrasto fragmentu aizvietošana visās diagrammās

<b>Identifikators</b>	AF04
<b>Ievads</b>	
	Aizvieto visus fragmentus atrasto rezultātu kopā visās diagrammās.
<b>Ievade</b>	
	Virs rezultātu tabulas, kura parādās AF01 funkcijas rezultātā, lietotājs nospiež pogu 'Replace all'.
<b>Apstrāde</b>	
	1) Tiek veikti funkcijas AF03 apstrādes soļi katrai diagrammai sarakstā. Ja kāda diagramma no saraksta netiek atrasta, tad ar funkcijas AF03 palīdzību tiek izvadīts kļūdas paziņojums[1].
<b>Izvade</b>	
	Pogas saturs izvēlētiem fragmentiem mainās no 'Replace match' uz 'Used' vai 'Conflicting' un kļūst neklikšķināma, visās diagrammās notiek aizvietošana, tiek veidoti jauni elementi un to atribūtu vērtības, ja tādas tika norādītas.
<b>Kļūdu paziņojumi</b>	
	1) "Diagrams: [visu neatrasto diagrammu nosaukumi] do not exist"

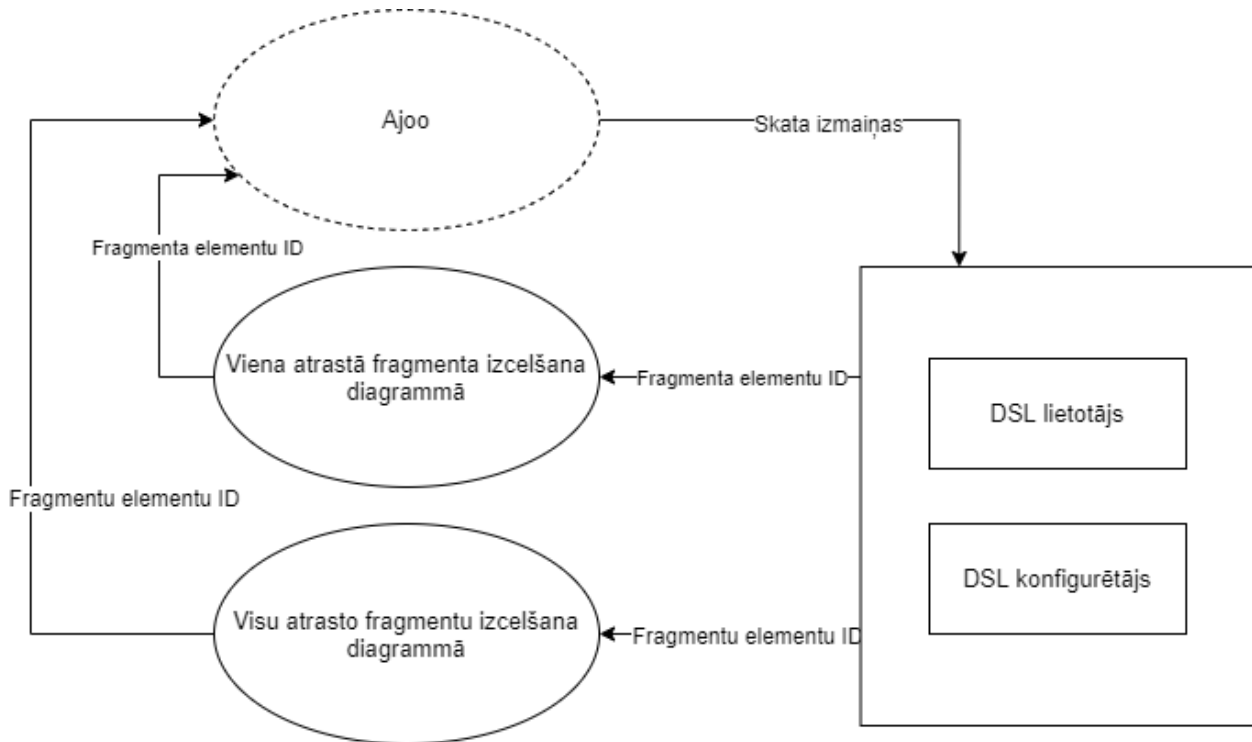
## 2.2.2.5. Atrasto fragmentu rezultātu tabulas iztīrīšana

2.6.tabula. Atrasto fragmentu rezultātu tabulas iztīrīšana

<b>Identifikators</b>	AF05
<b>Ievads</b>	
	Iztīra rezultātu kopas tabulu
<b>Ievade</b>	
	Virs rezultātu tabulas, kura parādās AF01 funkcijas rezultātā, lietotājs nospiež pogu 'Clear results'.
<b>Apstrāde</b>	
	Nav
<b>Izvade</b>	
	Rezultātu tabula tiek iztīrīta.
<b>Kļūdu paziņojumi</b>	
	Nav

### 2.2.3. Izcelšanas modulis

Izcelšanas modulis atbild par atrasto fragmentu izcelšanu aizvietojamā diagrammā, lai, izceļot atrasto fragmentu, parādīt lietotājam fragmenta izkārtojumu diagrammā. Diagrammā, kurā tika atrasti meklējamie fragmenti, var būt daudzi elementi, tāpēc izcelšana var palīdzēt saprast, kuri elementi ir iekļauti tajā fragmentā. To ir iespējams veikt pirms aizvietošanas. Pastāv iespēja izcelt vienu vai visus atrastos fragmentus diagrammā, ja tika atrasti vairāki.



2.4.att. Izcelšanas modulis 2.līmeņa DPD

### 2.2.3.1. Viena atrastā fragmenta izcelšana diagrammā

2.7.tabula. Viena atrastā fragmenta izcelšana diagrammā

<b>Identifikators</b>	IF01
<b>Ievads</b>	
Izceļ aizvietojamā diagrammā izvēlēto fragmentu.	
<b>Ievade</b>	
Rezultātu tabulā, kura parādās AF01 funkcijas rezultātā, lietotājs izvēlas vienu atrasto fragmentu vienai diagrammai un nospiež attiecīgam fragmentam pogu ‘Highlight match’.	
<b>Apstrāde</b>	
1) Pārbauda, vai eksistē diagramma, kurā ir jāveic izcelšanu a) Ja diagrammas, kurā jāveic izcelšana, neeksistē, izvada kļūdas paziņojumu [1].	
<b>Izvade</b>	
Lietotājam tiek parādīti aizvietojamā diagrammā izvēlēta fragmenta elementi, kas tiek izcelti, mainot elementu stilu.	
<b>Kļūdu paziņojumi</b>	
1) “Diagram does not exist”	

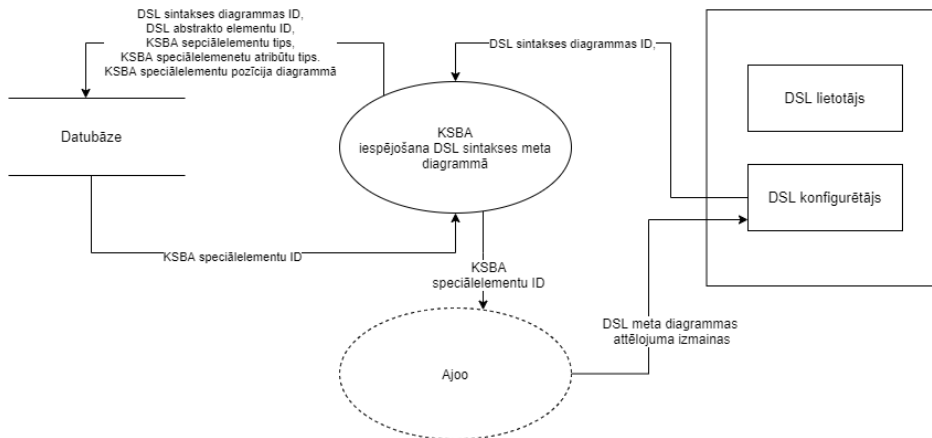
### 2.2.3.2. Visu atrasto fragmentu izcelšana diagrammā

2.8.tabula. Visu atrasto fragmentu izcelšana diagrammā

<b>Identifikators</b>	IF02
<b>Ievads</b>	
Izceļ aizvietojamā diagrammā visus fragmentus.	
<b>Ievade</b>	
Rezultātu tabulā, kura parādās AF01 funkcijas rezultātā, lietotājs izvēlas vienu diagrammu un nospiež pogu ‘Highlight all’.	
<b>Apstrāde</b>	
1) Pārbauda, vai eksistē diagramma, kurā ir jāveic izcelšanu a) Ja diagrammas, kurā jāveic izcelšanu, neeksistē, izvada kļūdas paziņojumu [1].	
<b>Izvade</b>	
Lietotājam tiek parādīti aizvietojamā diagrammā visu atrasto fragmentu elementi, kuri tiek izcelti, mainot elementu stilu.	
<b>Kļūdu paziņojumi</b>	
1) “Diagram does not exist”	

## 2.2.4. KSBA iespējošanas modulis

KSBA iespējošanas modulis nodrošina automātisku KSBA speciālo aizvietošanas elementu pievienošanu, kas ir nepieciešami KSBA darbībai.



2.5.att. KSBA iespējošanas modulis 2.līmeņa DPD

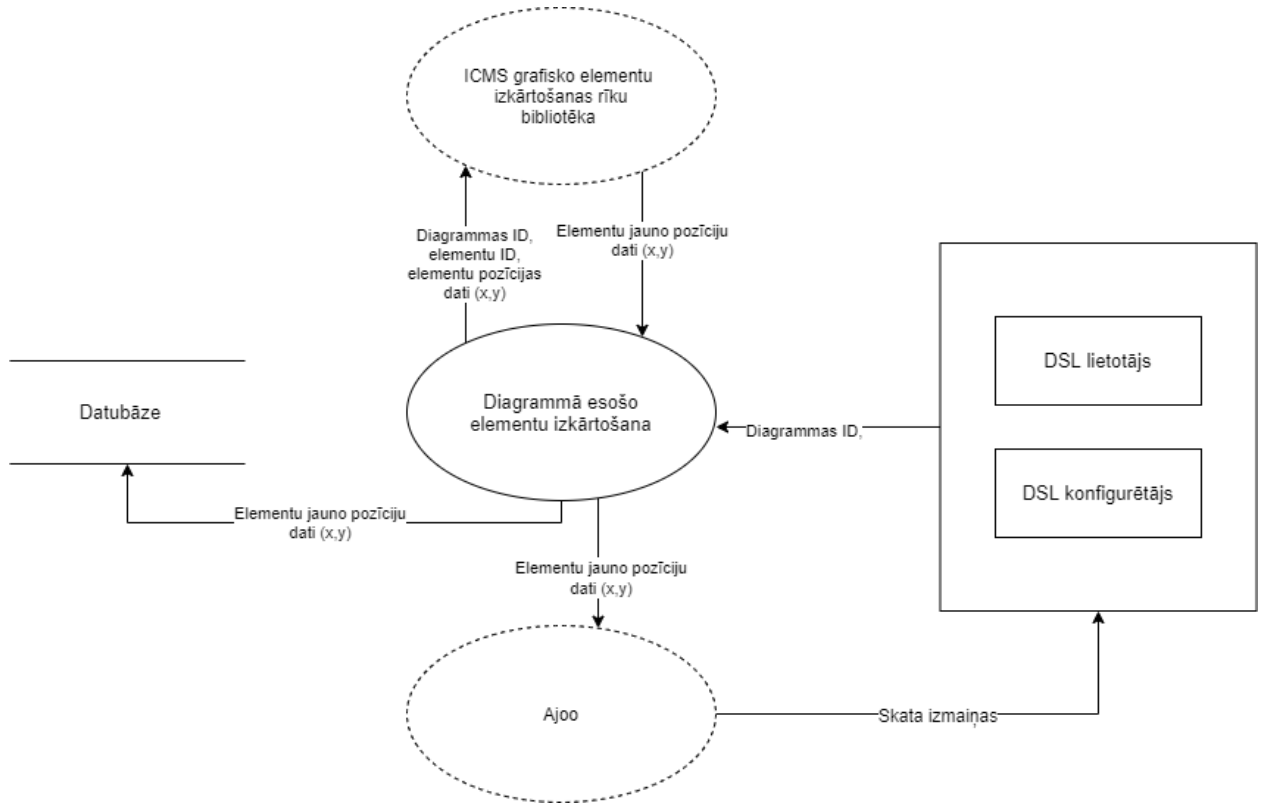
### 2.2.4.1. KSBA iespējošana DSL sintakses meta diagrammā

2.9.tabula. KSBA iespējošana DSL sintakses meta diagrammā

<b>Identifikators</b>	EF02
<b>Ievads</b>	
Iespējo KSBA konkrētai DSL sintakses definīcijai	
<b>Ievade</b>	
DSL sintakses konfigurācijas rīkā, rediģējot konkrētās DSL sintaksi, DSL-konfigurētājs nospiež pogu 'Enable replace'.	
<b>Apstrāde</b>	
<ol style="list-style-type: none"> <li>1) Pārbauda, vai DSL-sintakses diagramma nav tukša <ol style="list-style-type: none"> <li>a) Ja ir, tad izvada kļūdas paziņojumu [1]</li> </ol> </li> <li>2) Pārbauda, vai DSL-sintakses diagrammā jau ir iespējota KSBA</li> </ol> <p>Ja KSBA jau ir iespējota izvēlēta DSL sintakses definīcijā, tad izvada kļūdas paziņojumu [2]</p>	
<b>Izvade</b>	
Ja apstrāde tika veikta veiksmīgi, tad DSL sintakses abstraktiem elementiem tiek pievienoti KSBA speciālie elementi.	
<b>Kļūdu paziņojumi</b>	
<ol style="list-style-type: none"> <li>1) "DSL syntax diagram is empty"</li> <li>2) "Replace has been already enabled"</li> </ol>	

## 2.2.5. Grafa elementu izkārtošanas modulis

Grafa elementu izkārtošanas modulis nodrošina iespēju automātiski izkārtot diagrammā esošos elementus, kas aizvietošanas rezultātā var savā starpā pārklāties. Šī moduļa funkciju var izmantot arī ārpus KSBA konteksta.



2.6.att. Grafa elementu izkārtošanas modulis 2.līmeņa DPD

## 2.2.5.1. Diagrammā esošo elementu izkārtošana

2.10.tabula. Diagrammā esošo elementu izkārtošana

<b>Identifikators</b>	GF01
<b>Ievads</b>	
	Izkārto diagrammā esošos elementus automātiski
<b>Ievade</b>	
	Lietotājs diagrammas skatā nospiež pogu 'Layout'.
<b>Apstrāde</b>	
	1) Pārbauda vai diagrammā ir elementi a) Ja diagramma ir tukša, tad izvada kļūdas paziņojumu [1]
<b>Izvade</b>	
	Atgriež diagrammas skatu ar izmainītu elementu izkārtojumu.
<b>Kļūdu paziņojumi</b>	
	1) "Diagram has no elements"

## **2.3. Nefunkcionālās prasības**

### **2.3.1. Lietojamība**

- KSBA paplašinājuma saskarnes elementiem jāatrodas diagrammas skatā, kurā darbojas DSL lietotājs vai DSL konfigurētājs.
- Izceļot vienu atrasto fragmentu vai izceļot visus atrastos fragmentus izvēlētajā diagrammā, jāpaliek iespēja izmantot aizvietošanu diagrammas skatā, kurā tika veikta izcelšana.

## 3. PROGRAMMATŪRAS PROJEKTĒJUMA APRAKSTS

### 3.1. Datu bāzes projektējums

Tā kā KSBA ir jau esošas platformas paplašinājums, tas tiek veidots izmantojot eksistējošu datu bāzi. Tāpēc datu bāzes shēmu nav nepieciešams projektēt, tomēr ir nepieciešams attēlot un aprakstīt eksistējošās datu bāzes projektējumu, kas parāda glabājamo datu struktūru ar kuru strādā KSBA paplašinājums.

#### 3.1.1. Loģiskais datu bāzes modelis

Loģiskais datu bāzes modelis parāda datu bāzes esošo struktūru. Tā kā eksistējoša datu bāze ir ne-relāciju (NoSql) datu bāze, kas neierobežo kolekcijas (tabulu) struktūru ar striktu shēmu, tās struktūras attēlošanai tika izvēlēta klašu diagramma, kas attēlo gan datu kolekciju struktūru, gan atšķirības vienas kolekcijas ietvaros.

Dotajā klašu diagrammā (skat. att. 3.1.) tiek attēlotas Ajoo platformas datu bāzes nozīmīgākās kolekcijas klašu veidā no KSBA darbības viedokļa. Platformas datu bāzē pastāv arī citas kolekcijas, taču tās nav nozīmīgas KSBA kontekstā. Tiek attēloti tikai nozīmīgākie lauki KSBA darbības kontekstā. Diagrammas dzeltenās klases ir kolekcijas un zaļās apakšklases attēlo dokumentu apakštipus vienas kolekcijas ietvaros. Piemēram, elementu (*Element*) kolekcijā var glabāties gan virsotnes tipa elementi (*Box*), gan šķautnes jeb līnijas tipa elementi (*Line*). Līdzīgi ir ar elementu tipa klasi (*ElementType*).

Tiek attēlotas saites starp klasēm, kas parāda relācijas starp noteiktām platformas entītijām. Pastāv divu veidu saites: vienkārša saite, kas attēlo vienkāršu saistību jeb relāciju un kompozīcija, kas atšķirībā no parastās saites parāda agregāciju, kas norāda klašu atkarību dzēšanas ziņā. Piemēram vairāki atribūti (Ajoo tas ir *Compartment*) var pastāvēt viena elementa ietvaros un ja šis elements tiek dzēsts, tad tā atribūti arī tiek dzēsti. Katram atribūtam ir atbilstošs atribūtu tips (*CompartmentType*) un, ja kāds no atribūtu tipiem tiek dzēsts, tad tam atbilstošie atribūti arī tiek dzēsti. Tādā veidā darbojas arī pārējās kompozīcijas, kurām ir viens-pret-daudz attiecība.

Kompozīcijas, kurām ir viens-pret viens attiecības, piemēram, starp diagrammas tipu (*DiagramType*) un diagrammu (*Diagram*), nozīmē to, ka tieši vienam diagrammas tipam atbilst viena diagramma, kurā tiek definēta diagrammas tipa sintakse. Ja šī sintakses diagramma tiek

dzēsta, tad tiek dzēsts atbilstošais diagrammas tips. Tas atbilst iepriekš aprakstītam kuplināšanas principam (bootstrapping), kas tiek izmantots ajoo platformā. Tāpat elementa tipam ir atbilstošais elements sintakses diagrammā, atribūta tipam ir atbilstošais elements sintakses diagrammā utt. Šādu kompozīciju saites tiek attēlotas diagrammā ar pelēku krāsu.

Katrai klasei ir identifikatora lauks (*\_id*), uz kuru atsaucas klases, kuras ir saistītas savā starpā. Izņēmums ir lietotājs (*User*), atsaucoties uz lietotāju, kurš, piemēram, veido vai rediģē diagrammu, diagrammas laukos (*createdBy* vai *editedBy* klasē *Diagram*) atsaucas uz lietotāja sistēmas identifikatoru (*systemId* klasē *User*)



### 3.1.2. Fiziskais datu bāzes modelis

Piezīme: tā kā platformas datu bāzes pārvaldes sistēma ir ne-relāciju MongoDB, fiziskās datu bāzes modeli nav iespējams attēlot kā tabulas ar saitēm, ņemot vērā pieejamos rīkus. Fiziskais datu bāzes modelis tiek attēlots ar tabulām, kurās tiek aprakstīti nozīmīgāko lauku nosaukumi, to tipi un apraksts. Pilns kolekciju attēlojums no MongoDB Compass rīka, kurā tiek attēlotas kolekciju struktūras datu tipi laukiem, ir pieejams pielikumā nr. 3.

3.1. tabula. Elements

Nosaukums	Datu tips	Apraksts
_id	String	Elementa unikāls identifikators
elementType	String	Elementa tipa identifikators
diagramId	String	Identifikators diagrammai, kurā atrodas elements
diagramTypeId	String	Identifikators diagrammas tipam, kurā atrodas elements
projectId	String	Identifikators projektam, kurā atrodas elements
style	JSON object/document	JSON dokuments, kurā tiek glabāta informācija par elementa aizpildīšanās krāsu, kontūras krāsu, biezumu utt.
type	String	Elementa virstipa nosaukums, parasti <i>Box</i> vai <i>Line</i>
points	Array	Masīvs no veseliem un decimāldaļu skaitļiem, kuri apraksta līnijas lūzuma punktus koordinātu sistēmā [x1,y1,x2,y2,...,xn,yn]. Parādās tikai līnijas tipa elementiem.
startElement	String	Identifikators virsotnei, kura atrodas līnijas sākuma galā. Parādās tikai līnijas tipa elementiem.
endElement	String	Identifikators virsotnei, kura atrodas līnijas beigu galā. Parādās tikai līnijas tipa elementiem.
location	JSON object/document	JSON dokuments, kurš apraksta virsotnes koordinātas, garumu un

		platumu. Parādās tikai virsotnes tipa elementiem.
--	--	---

3.2.tabula. **ElementTypes**

Nosaukums	Datu tips	Apraksts
_id	String	Elementa tipa unikāls identifikators
toolId	String	Rīka identifikators
diagramId	String	Identifikators DSL definīcijas diagrammai, kurā atrodas elements, kurš atbilst elementa tipam
diagramTypeId	String	Identifikators DSL diagrammas tipam, kurā atrodas elements, kurš atbilst elementa tipam
elementId	String	Identifikators elementam DSL definīcijas diagrammā
isAbstract	boolean	Nosaka to, vai elements ir abstrakts vai nav. Abstrakts elements neparādās DSL lietotājam paletē, tomēr DSL definīcijā tā īpašības var mantot citi elementi.
name	String	Elementa tipa nosaukums, kuru norāda DSL konfigurētājs
type	String	Elementa virstipa nosaukums, parasti Box vai Line
superTypeIds	Array	Masīvs no elementu identifikatoriem DSL definīcijā, no kuriem elements manto to īpašības
direction	String	Līnijas tipa elementu virziena apraksts, piemēram, <i>directional</i> , <i>bidirectional</i> , <i>orthogonal</i> .
startElementTypeId	String	Virsošnes elementa tipa identifikators, kurš atrodas līnijas sākuma galā. Parādās tikai līnijas tipa elementiem.
endElementTypeId	String	Virsošnes elementa tipa identifikators, kurš atrodas līnijas beigu galā. Parādās tikai līnijas tipa elementiem.

3.3. tabula. **Compartments**

Nosaukums	Datu tips	Apraksts
_id	String	Atribūta unikāls identifikators
elementTypeId	String	Elementa tipa identifikators, kurā atrodas atribūts
diagramId	String	Identifikators diagrammai, kurā atrodas atribūts
diagramTypeId	String	Identifikators diagrammas tipam, kurā atrodas atribūts
projectId	String	Identifikators projektam, kurā atrodas atribūts
style	JSON object/document	JSON dokuments, kurā tiek glabāta informācija par atribūta vērtības stilu (fonts, lielums, krāsa, utt.)
elementId	String	Identifikators elementam, kurā atrodas atribūts
value	String	Atribūta vērtība
input	String	Atribūta ievads, atkarīgs no atribūta tipa.
compartmnetTypeId	String	Identifikators atribūta tipam, kuram atbilst atribūts

3.4. tabula. **CompartmentTypes**

Nosaukums	Datu tips	Apraksts
_id	String	Atribūta unikāls identifikators
elementTypeId	String	Elementa tipa identifikators, kuram atbilst atribūta tips
diagramId	String	Identifikators DSL definīcijas diagrammai, kurā tiek definēts atribūta tips
diagramTypeId	String	Identifikators DSL definīcijas diagrammas tipam, kurā tiek definēt atribūta tips
name	String	Atribūta tipa nosaukums
styles	Array	Masīvs no JSON dokumentiem, kuros tiek noteikti atribūta tipa stilu dati.
elementId	String	Identifikators elementam DSL definīcijas diagrammā, kurā atrodas atribūta tips
label	String	Atribūta tipa iezīme
inputType	JSON object/document	Atribūta tipam noteiktais ievada tips.
toolId	String	Rīka identifikators

## 3.5. tabula. Diagrams

Nosaukums	Datu tips	Apraksts
_id	String	Diagrammas unikāls identifikators
name	String	Diagrammas nosaukums
imageUrl	String	Diagrammas attēlojums rīkā, kas tiek glabāts kā simbolu virkne
diagramTypeId	String	Identifikators diagrammas tipam
projectId	String	Identifikators projektam, kurā atrodas diagramma
style	JSON object/document	JSON dokuments, kurā tiek glabāta informācija par diagrammas stilu
createdBy	String	Lietotāja systemId identifikators
createdAt	String	Diagrammas izveidošanas laiks un datums
editingUserId	String	systemId pēdējam lietotājam, kurš rediģēja diagrammu
editingStartedAt	String	Pēdējās diagrammas rediģēšanas sākuma laiks

3.6. tabula. **DiagramTypes**

Nosaukums	Datu tips	Apraksts
_id	String	Diagrammas tipa unikāls identifikators
name	String	Diagrammas tipa nosaukums
diagramId	String	DSL definīcijas diagrammas identifikators
editorType	String	Rīka nosaukums
projectId	String	Identifikators projektam, kurā atrodas diagramma
style	JSON object/document	JSON dokuments, kurā tiek glabāta informācija par DSL definīcijas diagrammas stilu
createdBy	String	Lietotāja systemId identifikators
toolId	String	Rīka identifikators

3.7. tabula. **Projects**

Nosaukums	Datu tips	Apraksts
_id	String	Projekta unikāls identifikators
name	String	Projekta nosaukums
createdAt	String	Projekta izveidošanas laiks un datums
createdBy	String	Lietotāja systemId identifikators
toolId	String	Rīka identifikators

3.8. tabula. Users

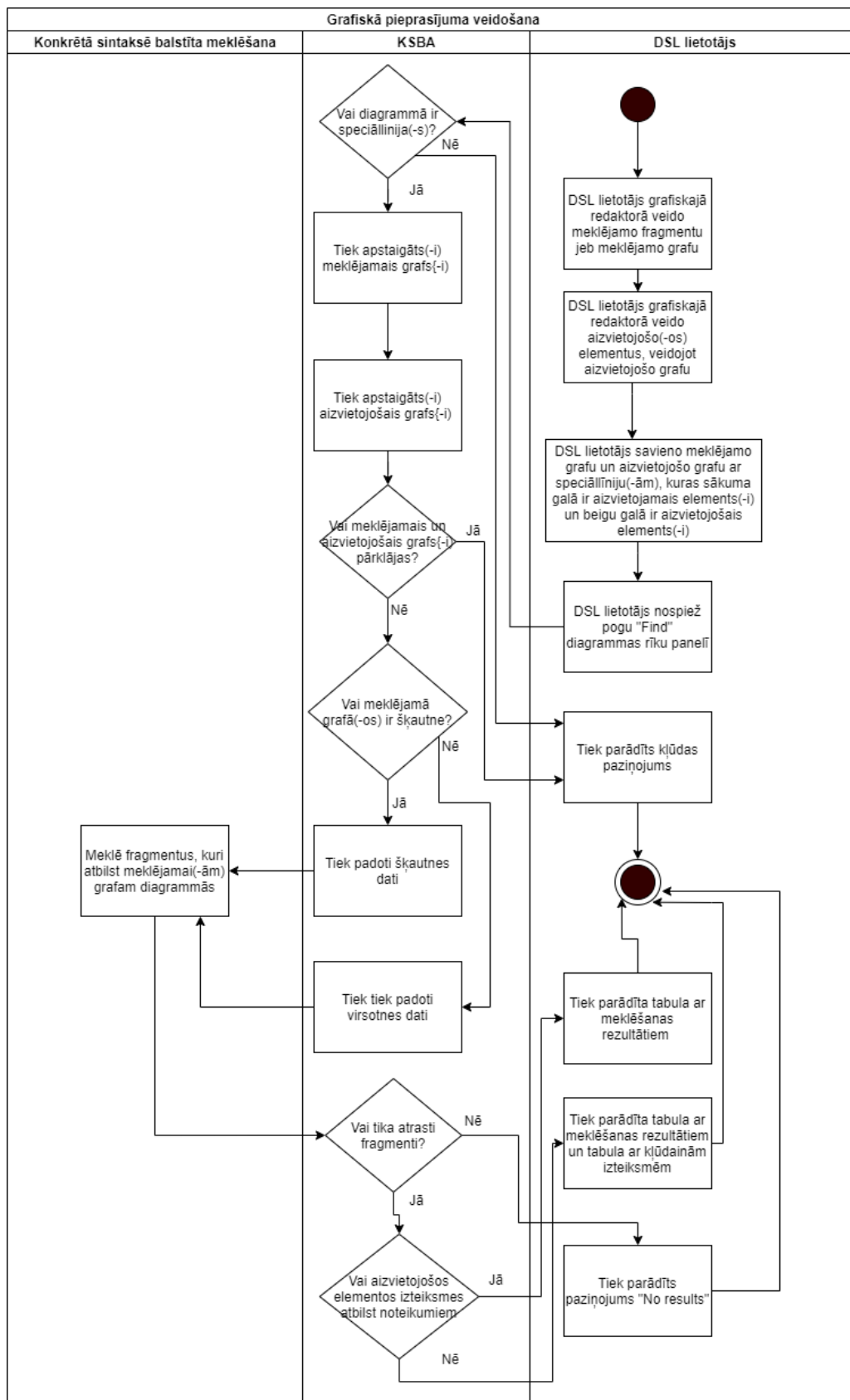
Nosaukums	Datu tips	Apraksts
_id	String	Lietotāja unikāls identifikators
name	String	Lietotāja vārds
surname	String	Lietotāja uzvārds
systemId	String	Lietotāja sistēmas unikāls identifikators
email	String	Lietotāja e-pasts
isSystemAdmin	Boolean	Patiesumvērtība, kura nosaka to, vai lietotājs ir sistēmas administrators, KSBA kontekstā DSL konfigurētājs
createdAt	String	Lietotāja izveidošanas laiks un datums
lastModified	String	Lietotāja profila pēdējās rediģēšanas laiks un datums

## 3.2. Funkcionālais projektējums

### 3.2.1. Grafiskā pieprasījuma veidošana

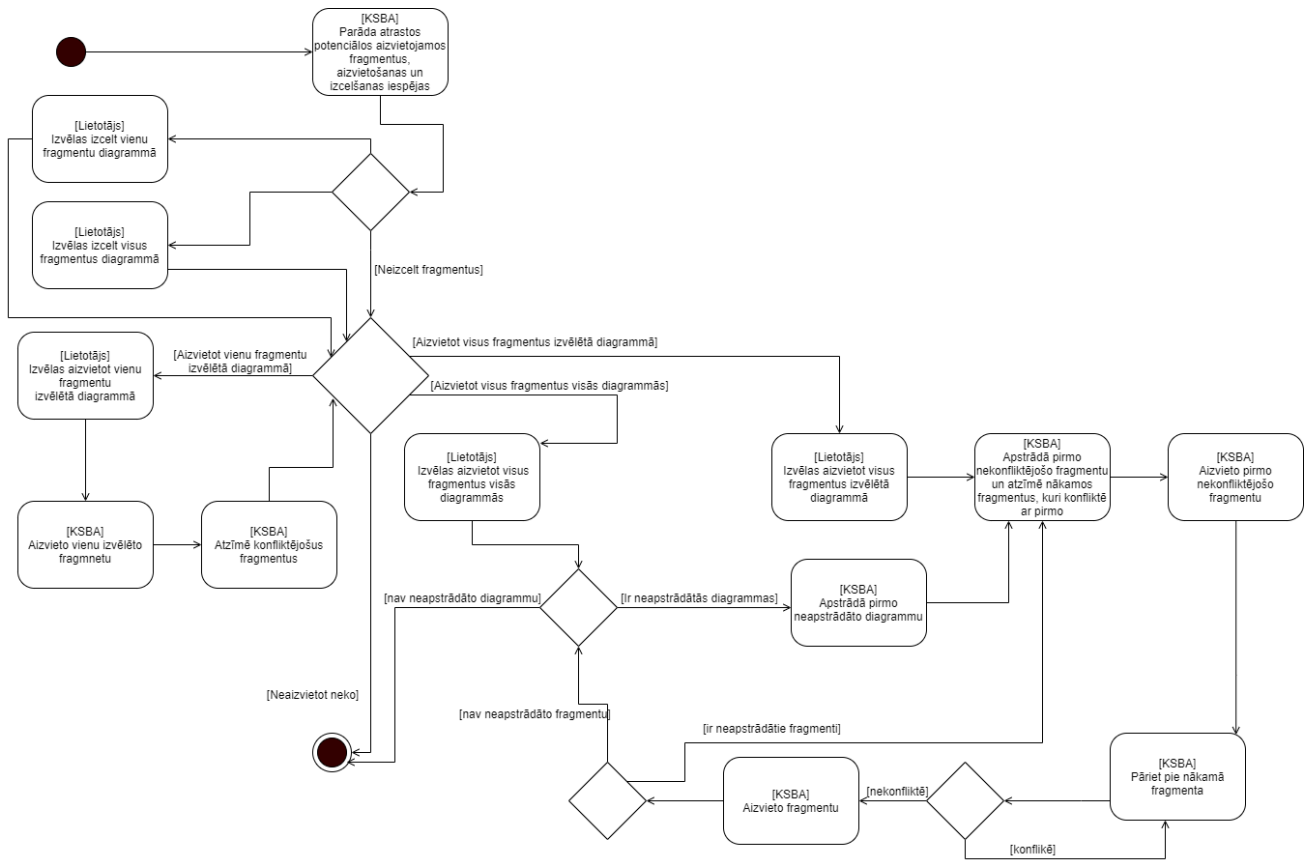
Šī aktivitāšu diagramma (skat. att. 3.2.) attēlo grafiskā pieprasījuma veidošanas funkciju no DSL lietotāja, Konkrētā sintaksē balstītās meklēšanas un KSBA mijiedarbības skatpunkta. Sākumā DSL lietotājs atrodas diagrammas skatā, kurā ir pieejama diagrammas redaktors ar paleti (elementu izvēlni), kurā ir pieejami DSL sintaksē nodefinētie elementi. Lietotājs ņem nepieciešamos elementus ar kursoru pārvietojot elementus no paletes diagrammas redaktorā. Lietotājs veido divus savā starpā nesavienotus grafus, kurus pēc tam savieno ar speciālu līniju, kura nodala meklējamo grafu un aizvietojošo grafu. Speciālās līnijas sākuma galā atrodas aizvietojamais elements un beigu galā atrodas aizvietojošais elements. Kad lietotājs pabeidz veidot struktūras, lietotājam ir iespēja meklēt fragmentus citās diagrammās.

Pirms veikt meklēšanu, ir jāpārlicinās par speciālās līnijas eksistenci diagrammā, lai varētu veikt divu grafu apstaigāšanu. Apstaigājot grafus, jāpārlicinās par to, ka tie ir stingri atdalīti viens no otra. Tā kā grafs var būt gan viena virsotne, gan vairākas virsotnes, kas ir savienotas ar šķautnēm, meklēšana notiek nedaudz atšķirīgi. Gadījumā, ja meklējamā daļā ir tikai viena virsotne, tad meklēšanas funkcijai (Konkrētā sintaksē balstīta meklēšana) jāpadod tikai dotās virsotnes identifikatoru. Ja ir vairākas virsotnes, kas ir savā starpā savienotas ar šķautnēm, tad meklēšanas funkcijai ir jāpadod jebkuras šķautnes identifikators. Tiek veikta pārbaude arī izteiksmēm, kas tika ievadīti aizvietojošā grafa elementu atribūtu teksta laukos. Ja kāda no izteiksmēm neatbilst noteikumiem (skat. 2.2.tabulu), tad blakus meklēšanas rezultātu tabulai tiek parādīta arī tabula ar kļūdainām izteiksmēm.



3.2.att. Aktivitāšu diagramma ‘Grafiskā pieprasījuma veidošana’

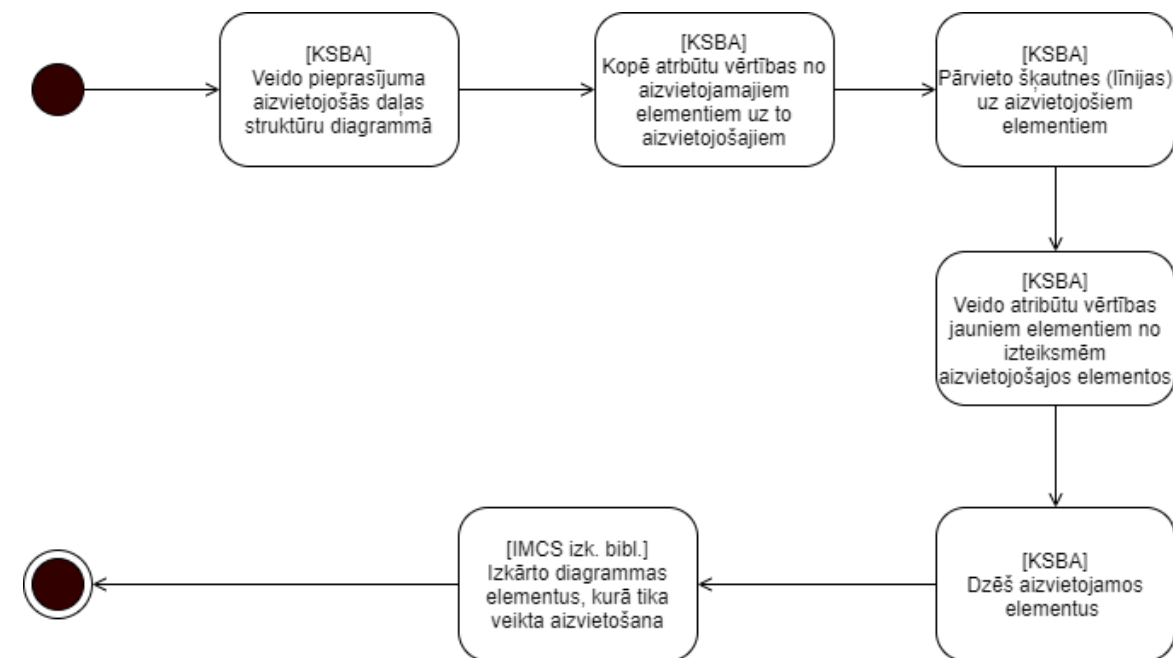
### 3.2.2. Atrasto fragmentu aizvietošana



3.3.att. Aktivitāšu diagramma ‘Atrasto fragmentu aizvietošanai’

Šī aktivitāšu diagramma (skat. att. 3.3.) parāda iespējamās lietotāja un KSBA aktivitātes pēc tam, kad tika veiksmīgi izpildīts meklēšanas pieprasījums. Šajā diagrammā tiek attēlotas gan fragmentu aizvietošanas, gan fragmentu izcelšanas aktivitātes, jo aizvietošanu var veikt gan pēc vēlamā fragmenta vai fragmentu izcelšanas, gan neizceļot fragmentus vispār. Šeit tiek attēlotas vispārīgākas aktivitātes, kas saistītas ar aizvietošanu un izcelšanu, lai parādīt galvenās aktivitātes aizvietošanas iespēju kontekstā. Aizvietojo vairākus fragmentus reizē, vairākkārt darbojas aizvietošana vienam fragmentam. Šī aktivitāte tiek izvērsta nākamajā diagrammā (skat. 3.4.att.). Tiek izvērsta arī izcelšanas aktivitāte (skat. 3.5.att.).

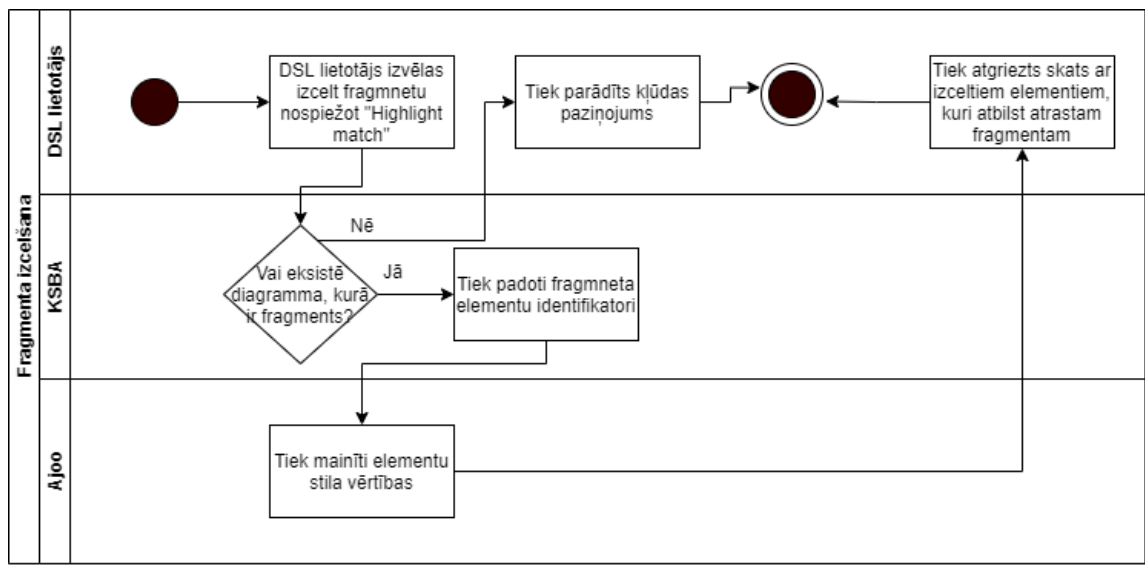
### 3.2.3. Atrastā fragmenta aizvietošana izvēlēta diagrammā



3.4.att. Aktivitāšu diagramma ‘Atrastā fragmenta aizvietošana izvēlēta diagrammā’

Šī aktivitāšu diagramma parāda viena fragmenta aizvietošanu vienā diagrammā no KSBA paplašinājuma skatupunkta. Sākumā tiek izveidota aizvietojošā struktūra diagrammā, kurā tiek veikta aizvietošana. Pēc tam, ja aizvietojamajiem un aizvietojošajiem elementiem ir vienādi atribūtu nosaukumi un vienādi ievadlauku veidi, tad no aizvietojamajiem elementiem tiek kopētas atribūtu vērtības aizvietojošajiem elementu atribūtos. Pēc tam notiek jaunu atribūtu vērtību veidošana, balstoties uz izteiksmju iegūtām vērtībām, ja tādas izteiksmes tika veidotas aizvietojošajiem elementiem. Kad tas tiek izdarīts, tikai tad tiek dzēsti aizvietojamie elementi no diagrammas, kurā tiek veikta aizvietošana. Aizvietojamie elementi ir tie, kas atrodas speciālās aizvietošanas līnijas sākuma galā jeb aizvietojošie elementi ir tie, no kuriem iziet speciālā aizvietošanas līnija. Kad aizvietošana tiek pabeigta, diagrammā, kurā notika aizvietošana, tiek izkārtoti tajā esošie elementi, lai izvairītos no elementu savstarpējās pārklāšanās, kas varēja rasties, veidojot aizvietojošo struktūru.

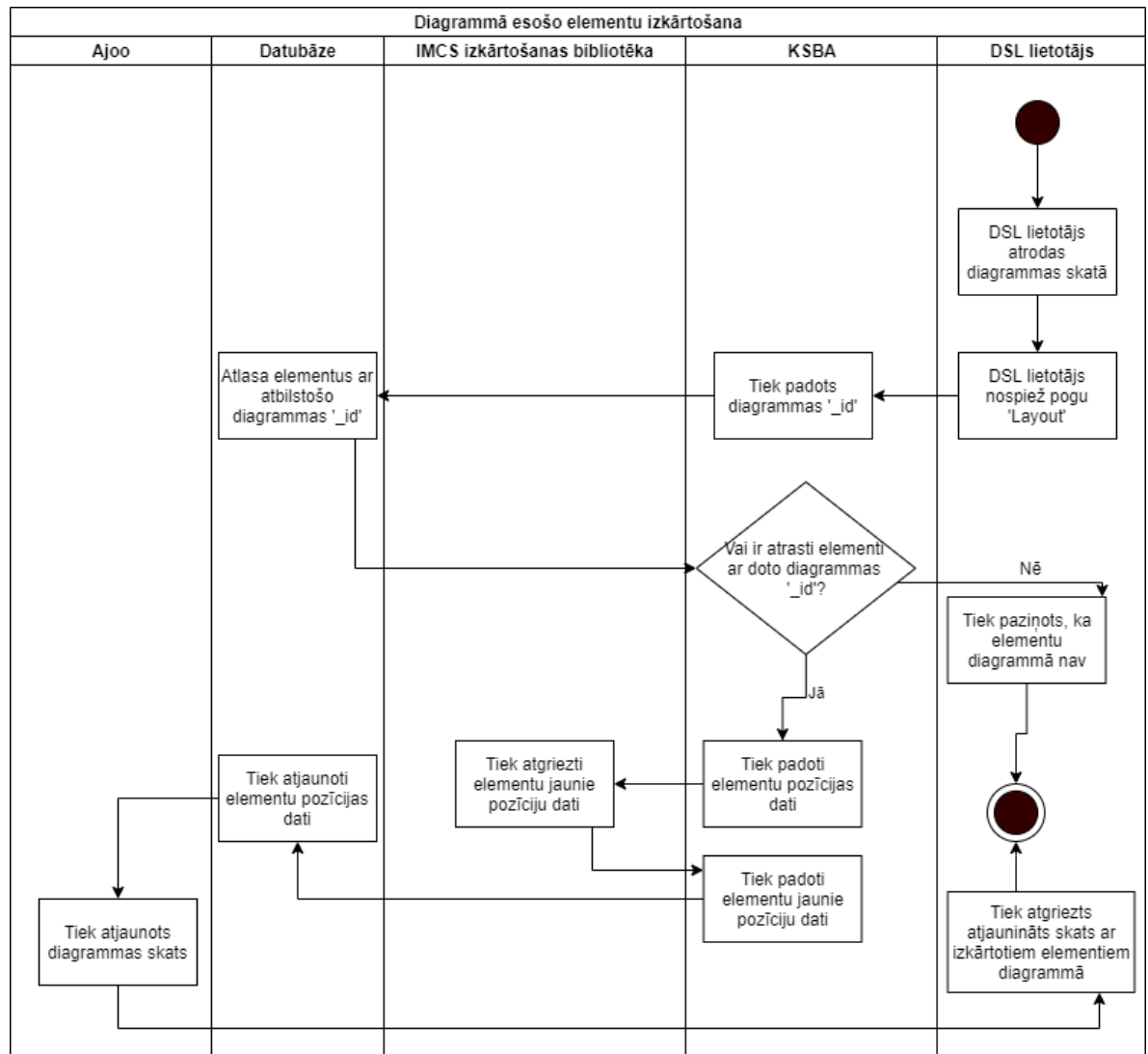
### 3.2.4. Fragmentu izcelšana



3.5.att. Aktivitāšu diagramma ‘Viena atrastā fragmenta izcelšana izvēlētajā diagrammā’

Šajā aktivitāšu diagrammā tiek attēlota izvēlēta fragmenta izcelšana izvēlētajā diagrammā no DSL lietotāja skatupunkta. DSL lietotājs izvēlas konkrētu fragmentu, kuru vēlas izcelt un spiež pogu ‘*Highlight match*’ attiecīgā fragmentam. Tiek veikta pārbaude, vai diagramma, kurā ir jāizceļ fragmenti, eksistē. Ja tā eksistē, tad Ajoos tiek padoti fragmenta elementu identifikatori un tiek atgriezts skats ar izceltiem fragmenta elementiem. Ja diagramma neeksistē, tiek izvadīts atbilstošs kļūdas paziņojums. Līdzīgā veidā darbojas arī visu atrasto fragmentu izcelšana izvēlētajā diagrammā, atšķirība ir tikai padodamo identifikatoru skaitā, gadījumā, ja izvēlētajā diagrammā atrasti vairāki fragmenti.

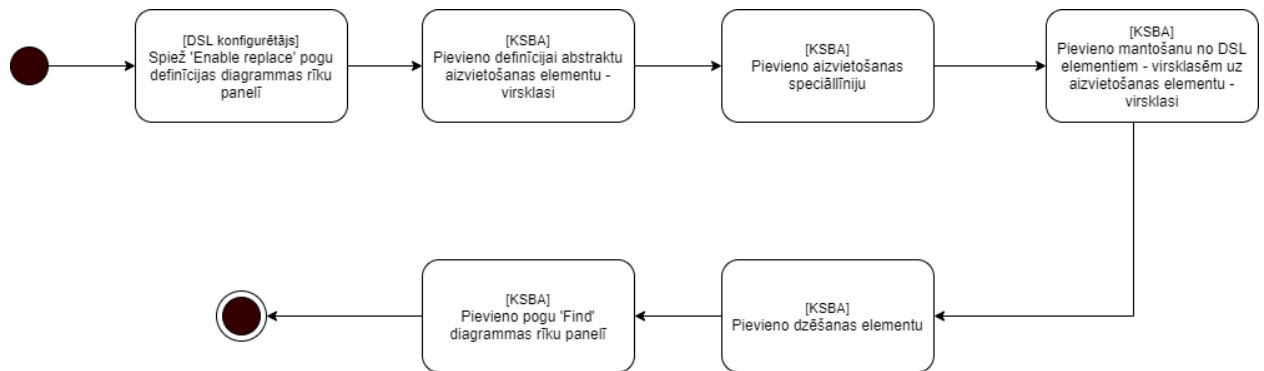
### 3.2.5. Diagrammā esošo elementu izkārtošana



3.6.att. Aktivitāšu diagramma ‘Diagrammā esošo elementu izkārtošana’

Šī aktivitāšu diagramma parāda funkcijas ‘Diagrammā esošo elementu izkārtošana’ mijiedarbību starp DSL lietotāju, KSBA, IMCS izkārtošanas bibliotēku un ajoo platformu. DSL lietotājs diagrammas rīku panelī nospiež pogu ‘Layout’. Tiek atlasīti diagrammā esošie elementi un ja tādu nav, tad tiek izvadīts atbilstošs paziņojums. Tomēr, ja diagrammā ir elementi, tad IMCS izkārtošanas bibliotēkas funkcijai tiek padoti elementu pozīcijas dati, ja elements ir virsotne jeb kaste (*Box*), tad pozīcijas dati ir x, y, koordinātas, garums un platums. Savukārt, ja elements ir šķautne jeb līnija (*Line*), tad kā pozīcijas dati tiek padots masīvs ar punktiem formātā [x1,y1,x2,y2,...,xn,yn], kas atbilst līnijas lūzuma punktiem diagrammā.

### 3.2.6. KSBA iespējošana DSL sintakses meta diagrammā



3.7.att. Aktivitāšu diagramma ‘KSBA iespējošana DSL sintakses meta diagrammā’

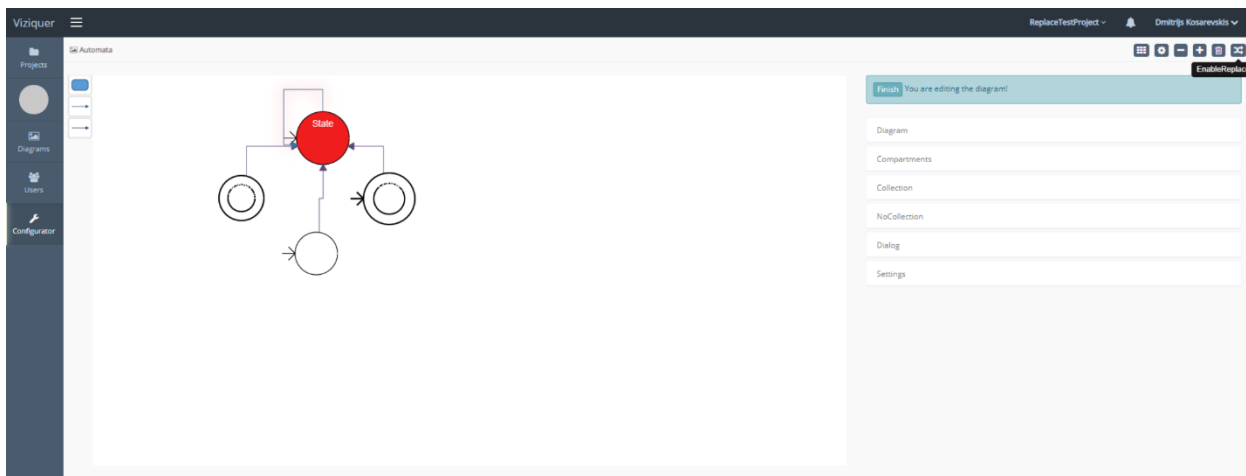
Dotajā aktivitāšu diagrammā tiek parādītas aktivitātes funkcijai, kas iespējo KSBA aļoo platformā konkrētās sintakses grafiskajā DSL. DSL konfigurētājs atrodas aļoo konfiguratorā, grafiskās sintakses definīcijas diagrammas (meta diagrammas) skatā. Diagrammas rīku panelī DSL konfigurētājs nospiež pogu ‘Enable replace’. Tiek pievienoti nepieciešamie aizvietošanas speciālie elementi, tiek veidota specializācijas līnija starp aizvietošanas DSL elementu un diagrammas abstraktiem elementiem. Specializācijas līnija ir aļoo pieejams DSL elements, kas ļauj veidot mantošanu DSL sintaksē. Tādā veidā visi elementi sintakses diagrammā, kas mantoja abstrakto elementu īpašības, mantos arī aizvietošanas elementa īpašības. Tiek pievienota poga ‘Find’ diagrammas rīku panelī. Rīku paneļa saturs katram diagrammas tipam, kas atbilst konkrētai sintaksei, ir iestatāms atsevišķi, tāpēc poga ‘Find’ tiek pievienota automātiski, lai to nav jāiestata manuāli.

### 3.3. Lietotāja saskarņu projektējums

Tā kā ajoo ir jau eksistējoša platforma, kurā jau ir visi nepieciešamie skati, lai veidot diagrammu sintakses, diagrammas, projektus, elementus, atribūtus utt., saskarnes nav nepieciešams projektēt no jauna. Tomēr KSBA paplašinājums pievieno ne tikai funkcionalitāti, bet arī saskarnes elementus eksistējošos skatos, kas ļauj lietotājam izmantot KSBA piedāvātās funkcijas. Šajā sadaļā tiek izskatīti KSBA saskarnes elementi.

#### 3.3.1. KSBA iespējošana DSL sintakses meta diagrammā

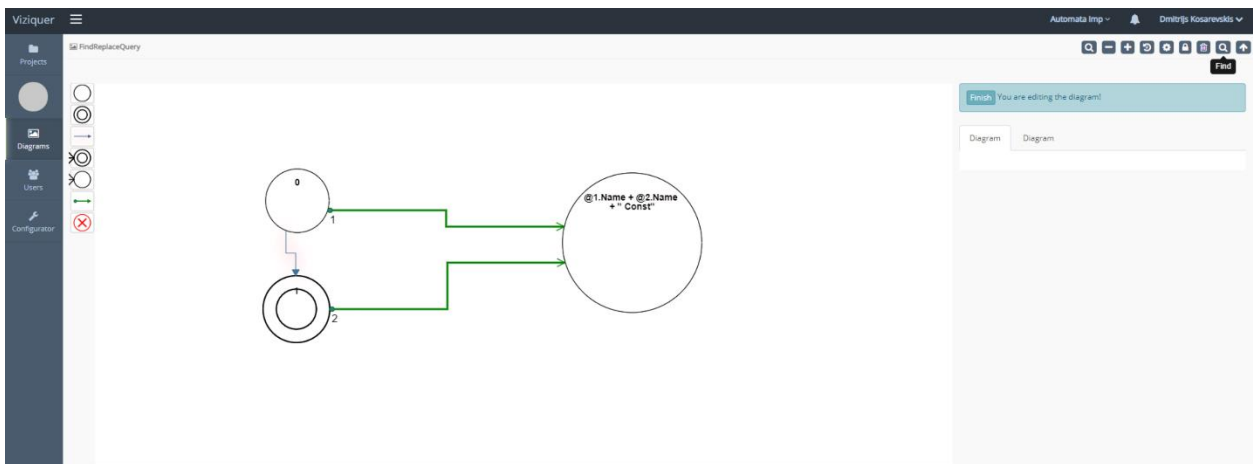
Šajā skatā DSL konfigurētājs veido DSL sintaksi, kurā definē elementus, to atribūtus, saites starp DSL elementiem. Lai konkrētai DSL sintaksei varētu iespējot KSBA funkcionalitāti, DSL konfigurētājam ir jānospiež pogu, kurai novietojot kursoru parādās paskaidrojošais padoms ar saturu ‘*EnableReplace*’. Poga atrodas diagrammas rīku panelī, labajā augšējā stūrī. Nospiežot šo pogu, DSL konfigurētājs var automātiski pievienot KSBA nepieciešamos elementus DSL sintaksē.



3.8.att. KSBA iespējošana DSL sintakses meta diagrammā

### 3.3.2. Grafiskā pieprasījuma veidošana

Šajā skatā DSL lietotājs veido diagrammu, kura atbilst konkrētai DSL sintaksei un atrodas kādā no projektiem. Pēc KSBA iespējošanas diagrammas skatā, rīku sadaļā parādās poga 'Find', kuru DSL nospiež pēc grafiskā pieprasījuma veidošanas, elementu izvēlnē tiek pievienoti KSBA elementi, kuri ļauj veidot meklējamo un aizvietojošo daļu. Zaļās līnijas jeb šķautnes ir pieprasījuma speciālās aizvietošanas līnijas, kuras nošķir meklējamo un aizvietojošo daļu. Attēlā (skat att. 3.9.) ir parādīts pieprasījuma piemērs, kurā ir meklējamā daļa ar atribūtu vērtībām, kuras sašaurina meklējamo rezultātu kopu. Speciālām aizvietošanas līnijām arī var būt atribūtnosaukums, ko pēc tam var izmantot, veidojot izteiksmes aizvietojošiem elementiem. Dotajā piemērā tiks aizvietoti divi elementi ar vienu, jo speciālās aizvietošanas līnijas iziet no abiem elementiem un iet vienā. Ja speciālā aizvietošanas līnija būtu tikai viena, tad tiktu aizvietots tikai viens elements, kurš atrodas speciālās aizvietošanas līnijas galā un otrais elements būtu izmantots tikai meklēšanai kā filtrs.



3.9.att. Grafiskā pieprasījuma veidošana

### 3.3.3. Atrastā fragmenta aizvietošana

Pēc grafiskā pieprasījuma izpildīšanas (skat. 3.3.2.) tiek atgriezta rezultātu tabula (skat. att. 3.10.), kurā tiek parādīti atrastie fragmenti sagrupētie pa diagrammām. Aizvietošanu ir iespējams veikt gan vienam izvēlētam fragmentam (*'Replace match'* poga), gan visiem fragmentiem vienā diagrammā (*'Replace all occurrences'* poga), gan aizvietot visus atrastos fragmentus visās diagrammās (*'Replace all'* poga). Ja DSL lietotājs vēlas pārveidot grafisko pieprasījumu, tad DSL lietotājam ir iespēja iztīrīt rezultātu tabulu, nospiežot pogu *'Clear results'*.

The screenshot shows the Viziquer application interface. At the top, there's a navigation sidebar with 'Projects', 'Diagrams', 'Users', and 'Configurator'. The main workspace displays a diagram with three nodes: a top node '0', a bottom node '2', and a right node '@1.Name \* @2.Name + "Const"'. Edges connect node '0' to node '2' and node '0' to the right node. Below the diagram is a 'Find Results' panel with 'Clear results' and 'Replace all' buttons. The table below shows search results for 'Diagram' and '5Names'.

Diagram	Action	Select match for diagram	Action
		Match NO 1	Replace match   Highlight match
		Match NO 2	Replace match   Highlight match
		Match NO 3	Replace match   Highlight match
		Match NO 4	Replace match   Highlight match
		Match NO 5	Replace match   Highlight match
		Match NO 6	Replace match   Highlight match
		Match NO 7	Replace match   Highlight match
		Match NO 8	Replace match   Highlight match
		Match NO 9	Replace match   Highlight match

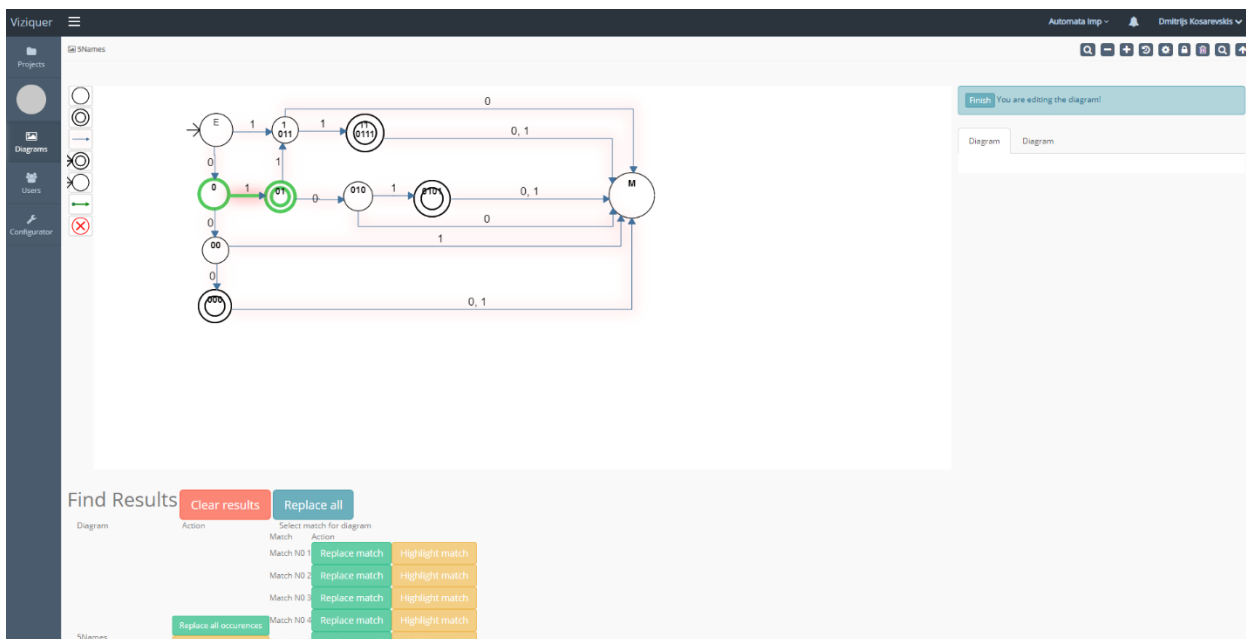
  

5Names	Action
	Replace all occurrences
	Highlight All

3.10.att. Atrastā fragmenta aizvietošana

### 3.3.4. Atrasto fragmentu izcelšana

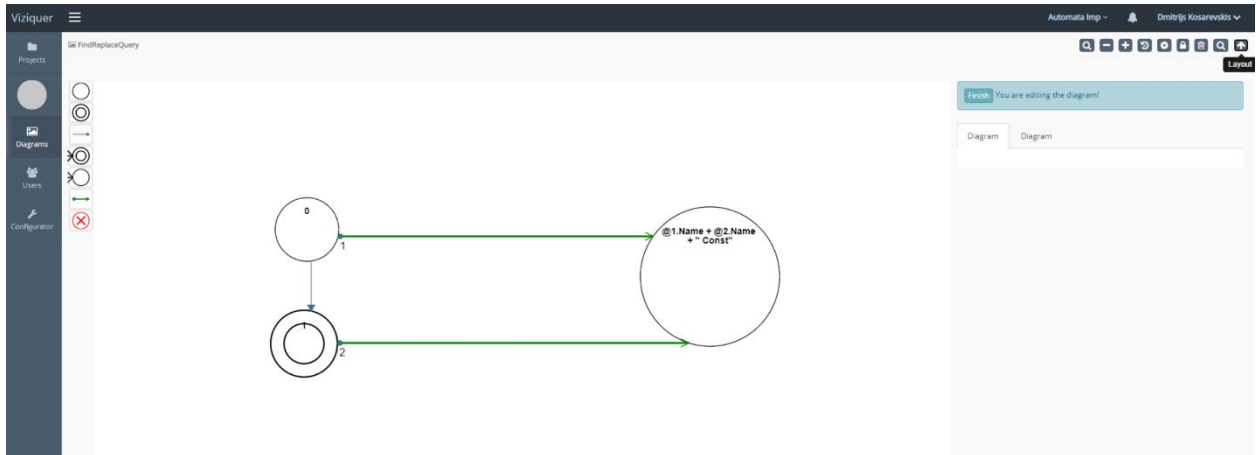
Pirms aizvietot kādu fragmentu vai fragmentus, DSL lietotājam ir iespēja izcelt vēlamu fragmentu diagrammā, nospiežot pogu ‘*Highlight match*’ (skat. att. 3.10.). Pēc šīs pogas nospiešanas DSL lietotājam tiek atgriezts skats ar izceltu fragmentu diagrammā (skat. att. 3.11.). Pie tam DSL lietotājam ir iespēja veikt aizvietošanu arī pēc fragmenta izcelšanas.



3.11.att. Atrasto fragmentu izcelšana

### 3.3.5. Diagrammā esošo elementu izkārtošana

DSL lietotājam ir iespēja automātiski izkārtot diagrammā esošos elementus. Nospiežot pogu ‘*Layout*’ diagrammas rīku panelī, diagrammā esošie elementi tiek izkārtoti tā, lai tiek nepārklātos.



3.12.att. Diagrammā esošo elementu izkārtošana

## 4. TESTĒŠANAS DOKUMENTĀCIJA

### 4.1. Testēšanas plāns

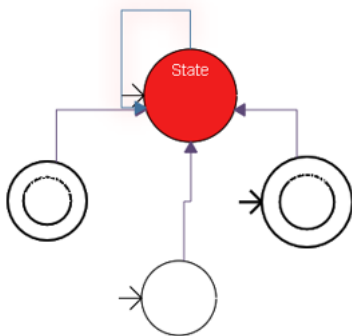
#### 4.1.1. Identifikators

Test\_KSBA\_1

#### 4.1.2. Ievads

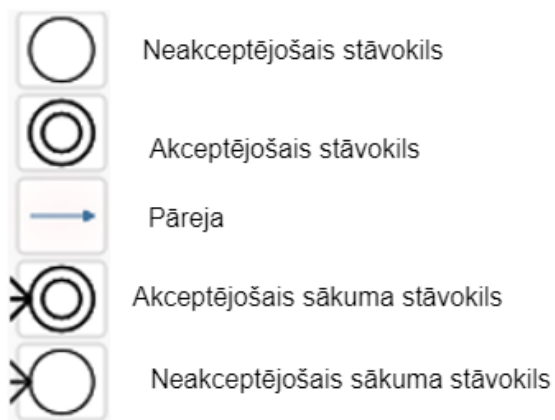
Šīs testēšanas ietvaros tiks testēts ajoo paplašinājums KSBA. Testēšanas mērķis ir nodrošināt PPS minēto KSBA paplašinājuma funkciju korektu izpildi. Testēšanai tiek izmantota melnās kastes testēšanas metode. Tā kā KSBA ir paplašinājums, kas strādā ar grafiskiem elementiem ajoo grafiskajā rīkā, testpiemēru izpilde notiek manuāli. Tiek veikti scenāriju bāzēti vienībtesti, jo testējamais vienums ir savā starpā saistīts, piemēram, fragmentu aizvietošanu un izcelšanu nevar veikt bez atsevišķi grafiskā pieprasījuma veidošanas, kurš atgriež meklējamus fragmentus.

Testēšanas nolūkiem tiek izmantota konkrēta sintakse galīgiem automātiem ar pārejām (skat. att. 4.1.)



4.1. att. DSL sintakses diagramma

Ar šo DSL sintaksi ir iespējams veidot diagrammas ar pieciem elementiem, četri virsotnes tipa elementi un viens pārejas tipa elements. Veidojot diagrammas ar šo diagrammas tipu, DSL lietotājam izvēlnē ir pieejami elementi (skat. att. 4.2.)



4.2.att. Pieejamie DSL elementi

Lai veiktu KSBA paplašinājuma testēšanu, ir nepieciešama diagrammu datu kopa. Testēšanai tika izmantota ERAF projekta 1.1.1.2/VIAA/1/16/180 ietvaros izstrādātā datu kopa<sup>1</sup>. Datu kopā iekļautās diagrammas iespējams aplūkot pielikumā nr. 2.

Testēšanas procesā tiek pārbaudīts, vai visi paredzētie paziņojumi parādās pie dažādiem ievades datiem, vai skatos notiek pēc funkciju izpildes sagaidāmas izmaiņas. Testēšanas žurnālā tiek reģistrēti gan veiksmīgie, gan neveiksmīgie testi ar paskaidrojumiem piezīmju sadaļā.

### 4.1.3. Testējamie vienumi

Dati par testpiemēriem un to izpildes rezultātiem tiek grupēti pēc PPS (skat. sadaļu 2.2.) aprakstītajiem moduļiem un funkcijām tajos. Dotās funkcijas ir testējamie vienumi.

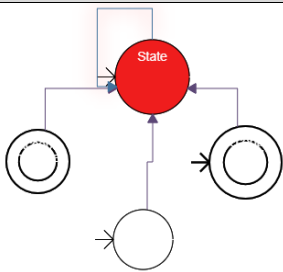
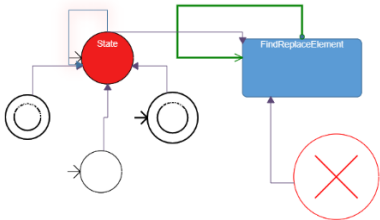
<sup>1</sup> Definīcija - <https://github.com/LUMII-Syslab/viziquer/blob/ConcreteSyntaxBasedFind/jsons/AutomataDef.json>  
Diagrammas - <https://github.com/LUMII-Syslab/viziquer/blob/ConcreteSyntaxBasedFind/jsons/Automata.json>

## 4.2. Testēšanas žurnāls

Testēšana notiek izmantojot scenārijus.

Scenārijs Nr.1. Iespējot konkrētai DSL definīcijai KSBA paplašinājumu.

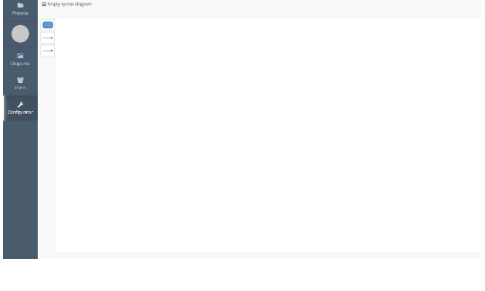
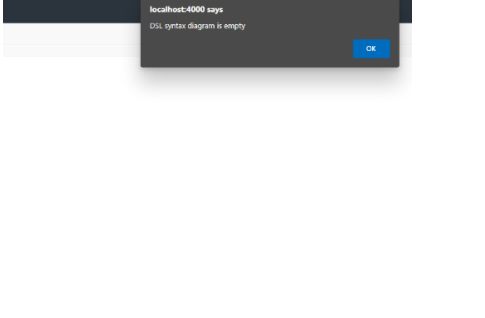
4.1. tabula. Testēšanas scenārijs nr. 1.

Darbība	Rezultāta attēls	Izmantotā Funkcija	Sagaidāmais rezultāts	Vai atbilst sagaidāmajam rezultātam
Tiek izveidota DSL sintakse				
Pogas 'EnableReplace' nospiešanas rezultāts		EF01	Tiek pievienoti KSBA speciālie elementi	Jā

Piezīme scenārijam nr.1.: Sākotnēji specializācijas līnija netika korekti attēlota pēc KSBA elementu pievienošanas. Kļūda labota.

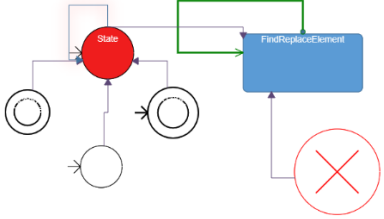
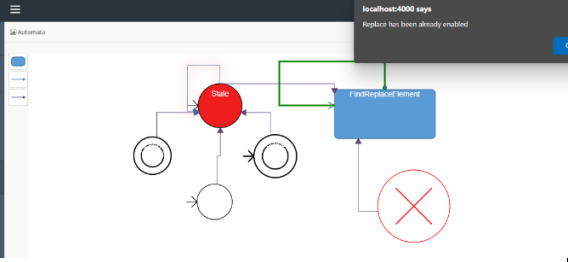
Scenārijs Nr. 2. Iespējot KSBA paplašinājumu tukšā DSL sintakses diagrammā.

4.2. tabula. Testēšanas scenārijs nr. 2.

Darbība	Rezultāta attēls	Izmantotā Funkcija	Sagaidāmais rezultāts	Vai atbilst sagaidāmajam rezultātam
Tiek izveidota tukša DSL sintakse				
Pogas 'EnableReplace' nospiešanas rezultāts		EF01	Tiek izvadīts paziņojums "DSL syntax diagram is empty"	Jā

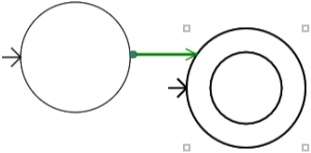
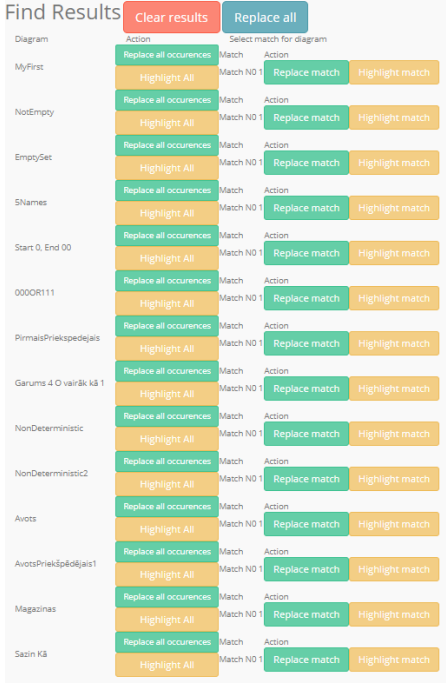
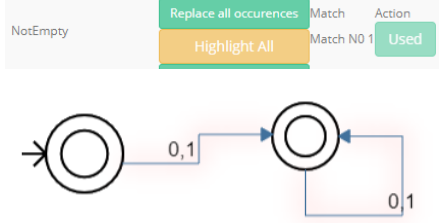
Scenārijs Nr. 3. Iespējot KSBA paplašinājumu DSL sintakses diagrammā, kurā jau ir iespējots KSBA paplašinājums, tiek izmantots scenārija nr. 1. diagramma.

4.3. tabula. Testēšanas scenārijs nr. 3.

Darbība	Rezultāta attēls	Izmantotā Funkcija	Sagaidāmais rezultāts	Vai atbilst sagaidāmajam rezultātam
Tiek atvērta DSL sintakses diagramma, kurā jau ir iespējots KSBA				
Pogas 'EnableRepl ace' nospiešanas rezultāts		EF01	Tiek izvadīts paziņojums "Replace has been already enabled"	Jā

Scenārijs Nr. 4. Aizvietot vienu fragmentu ar vienu elementa tipu bez atribūtiem ar otra tipa elementu bez atribūtiem vienā diagrammā un bez izcelšanas.

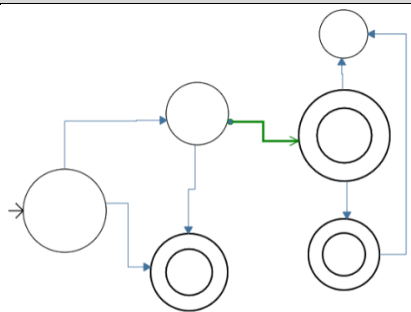
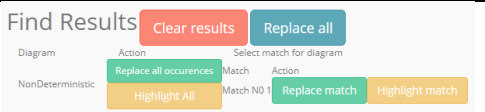
4.4. tabula. Testēšanas scenārijs nr. 4.

Darbība	Rezultāta attēls	Izmantotā Funkcija	Sagaidāmais rezultāts	Vai atbilst sagaidāmajam rezultātam
Tiek izveidots grafiskais pieprasījums				
Pogas 'Find' nospiešanas rezultāts		AF01	Tiek Parādīta rezultātu tabula ar 14 atrastiem fragmentiem 14 diagrammās	Jā
Pogas 'Replace match' nospiešanas diagrammai		AF02	Pogas saturs diagrammai 'NotEmpty' mainās no 'Replace'	Jā

ar nosaukumu 'NotEmpty' rezultāts			<i>match</i> ' uz 'Used', meklējamais elements tiek aizvietots ar aizvietojošo elementu	
-----------------------------------	--	--	---	--

Scenārijs Nr. 5. Izveidot grafisko pieprasījumu ar vairākiem, savstarpēji saistītiem ar pārejām elementiem un bez atribūtiem meklējamā daļā un aizvietot vienu elementu ar vairākiem savstarpēji savienotiem elementiem ar pārejām bez atribūtiem. Pirms aizvietošanas veikt atrastā fragmenta izcelšanu.

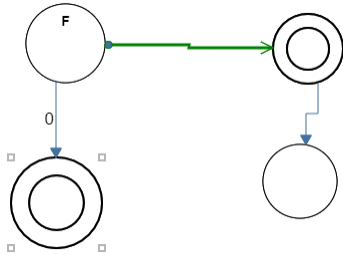
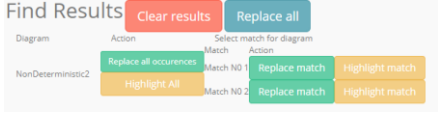
4.5. tabula. Testēšanas scenārijs nr. 5.

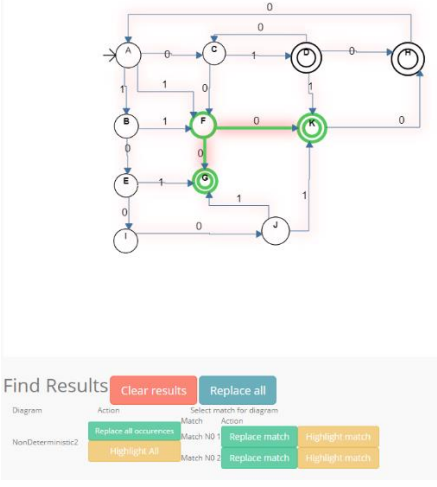
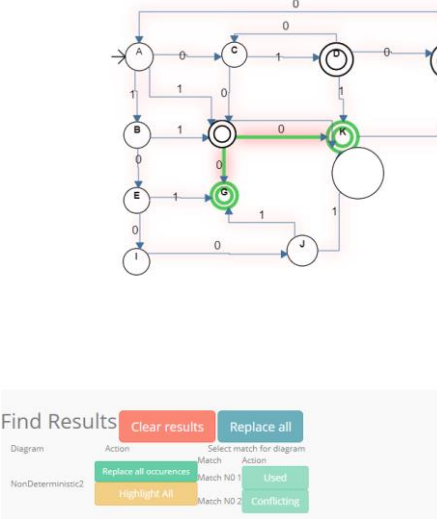
Darbība	Rezultāta attēls	Izmantotā Funkcija	Sagaidāmais rezultāts	Vai atbilst sagaidāmajam rezultātam
Tiek izveidots grafiskais pieprasījums				
Pogas 'Find' nospiešanas rezultāts		AF01	Tiek Parādīta rezultātu tabula ar vienu atrasto fragmentu	Jā

			vienā diagrammā	
Pogas 'Highlight match' nospiešanas rezultāts		IF01	Diagrammā ar atrasto fragmentu elementiem, kurus satur fragmenti, mainās stils. Iespēja aizvietot fragmentu paliek	Jā
Pogas 'Replace match' nospiešanas diagrammai ar nosaukumu 'Non-Deterministic' rezultāts		AF02	Pogas saturs diagrammai 'Non-Deterministic' mainās no 'Replace match' uz 'Used', diagramma tiek izkārtota tā, lai elementi nepārklājas	Jā

Scenārijs Nr. 6. Izveidot grafisko pieprasījumu ar ar vairākiem, savstarpēji saistītiem ar pārejām elementiem un ar atribūtiem meklējamā daļā, kas specificē meklējamo fragmentu. Aizvietot visus atrastos fragmentus vienā diagrammā ar citu fragmentu, saglabājot aizvietotā fragmenta atribūta vērtību aizvietojošā elementā. Meklējamie fragmenti savā starpā pārklājas, tāpēc kādi no fragmentiem paliek aizvietoti. Veikt visu atrasto fragmentu izcelšanu pirms aizvietošanas.

4.6. tabula. Testēšanas scenārijs nr. 6.

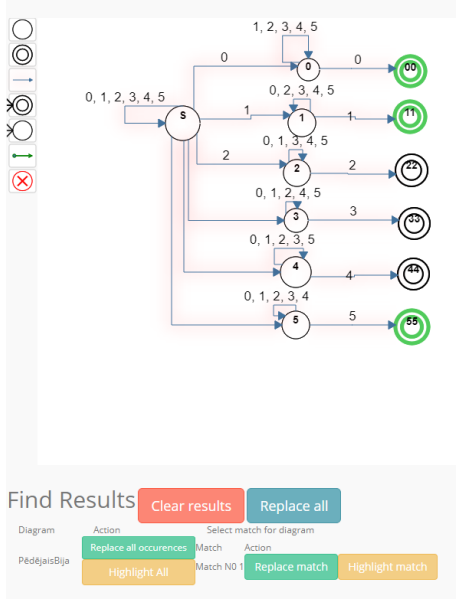
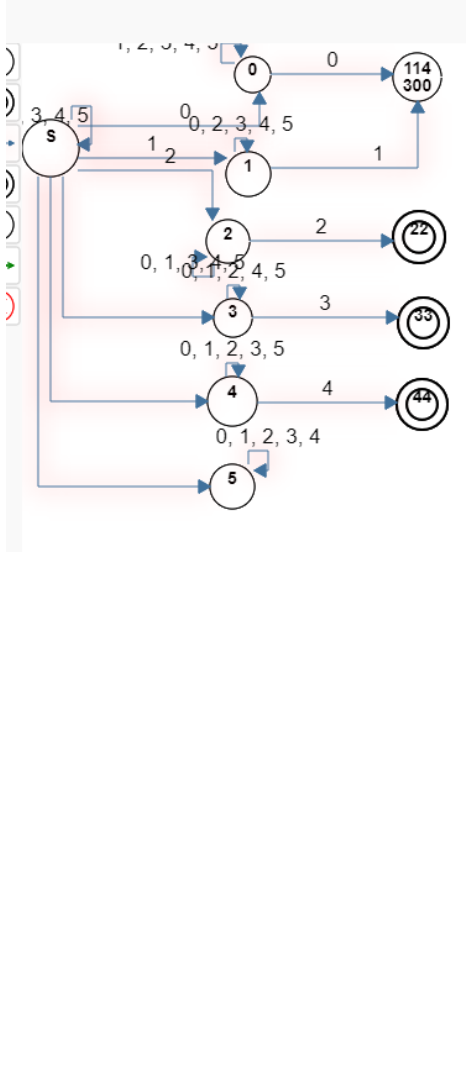
Darbība	Rezultāta attēls	Izmantotā Funkcija	Sagaidāmais rezultāts	Vai atbilst sagaidāmajam rezultātam
Tiek izveidots grafiskais pieprasījums				
Pogas 'Find' nospiešanas rezultāts		AF01	Tiek Parādīta rezultātu tabula ar diviem atrastiem fragmentiem vienā diagrammā	Jā

<p>Pogas 'Highlight all' nospiešanas rezultāts</p>		<p>IF02</p>	<p>Diagrammā ar atrastiem fragmentiem elementiem, kurus satur fragmenti, mainās stils. Iespēja aizvietot fragmentu paliek</p>	<p>Jā</p>
<p>Pogas 'Replace all occurrences' nospiešanas diagrammai ar nosaukumu 'Non- Deterministic2' rezultāts</p>		<p>AF03</p>	<p>Diagrammā tiek aizvietots elements tikai vienam no diviem atrastiem fragmentiem, šim fragmentam atbilstošās pogas saturs mainās uz 'Used', otram fragmentam atbilstošās pogas saturs mainās uz 'Conflicting'</p>	<p>Jā</p>

Scenārijs Nr. 7. Izveidot grafisko pieprasījumu, kurā ir vairākas nesaistītas meklējamās daļas, viena meklējamā daļā ir divi savstarpēji nesaistīti ar pārejām elementi ar specificētām atribūtu vērtībām, kuri tiek aizvietoti ar vienu elementu, kuram atribūta vērtība tiek izrēķināta no izteiksmes. Otrajā meklējamā daļā ir viens elements ar specificētu atribūta vērtību, kuru ir jāizdzēš ar speciālo DSL elementa palīdzību. Pirms aizvietot atrasto fragmentu, tiek veikta izcelšana.

4.7. tabula. Testēšanas scenārijs nr. 7.

Darbība	Rezultāta attēls	Izmantotā Funkcija	Sagaidāmais rezultāts	Vai atbilst sagaidāmajam rezultātam
Tiek izveidots grafiskais pieprasījums				
Pogas 'Find' nospiešanas rezultāts		AF01	Tiek Parādīta rezultātu tabula ar vienu atrasto fragmentu vienā diagrammā	Jā

<p>Pogas 'Highlight match' nospiešanas rezultāts</p>		<p>IF01</p>	<p>Diagrammā ar atrasto fragmentu elementiem, kurus satur fragmenti, mainās stils. Iespēja aizvietot fragmentu paliek</p>	<p>Jā</p>
<p>Pogas 'Replace match' nospiešanas diagrammai ar nosaukumu 'PēdējaisBija' rezultāts</p>		<p>AF02</p>	<p>Pogas saturs diagrammai 'PēdējaisBija' mainās no 'Replace match' uz 'Used', diagramma tiek izkārtota tā, lai elementi nepārklājas. Aizvietojošam elementam tiek pievienotas šķautnes, kas bija savienotas ar aizvietojamiem elementiem. Aizvietojošam</p>	<p>Jā</p>

			<p>elementam izveidojas atribūta vērtība, kas sastāv no aizvietojamo elementu atribūtu vērtībām un konstantes “43” konkatenācijas. Elements, kuram atribūta vērtība ir “55” tiek dzēsts no diagrammas.</p>	
--	--	--	--	--

Scenārijs Nr. 8. Izveidot grafisko pieprasījumu, kurā meklējamā daļā ir savstarpēji saistīti elementi ar pāreju, gan pārejai, gan elementiem tiek specificētas atribūtu vērtības. Aizvietot vienu elementu visos atrastajos fragmentos visās diagrammās. Aizvietojošam elementam tiek specificēta izteiksme, no kuras jāizrēķina jauna atribūta vērtība. Aizvietojošam elementam ir pāreja pašam uz sevi ar specificētu izteiksmi, kura ir konstante.

4.8. tabula. Testēšanas scenārijs nr. 8.

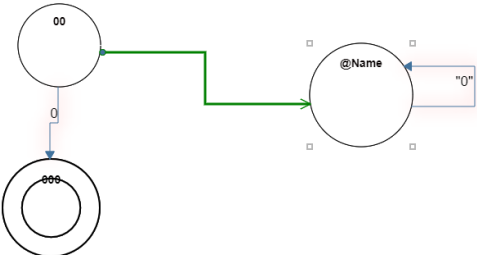

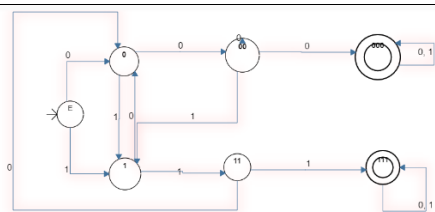
Darbība	Rezultāta attēls	Izmantotā Funkcija	Sagaidāmais rezultāts	Vai atbilst sagaidāmajam rezultātam
Tiek izveidots grafiskais pieprasījums				
Pogas 'Find' nospiešanas rezultāts		AF01	Tiek Parādīta rezultātu tabula ar diviem atrastiem fragmentiem divās diagrammās	Jā
Pogas 'Replace all' nospiešanas rezultāts		AF04	Pogas saturs visām pogām mainās no 'Replace match' uz 'Used',	Jā

Diagramma “000OR111” pēc  
aizvietošanas

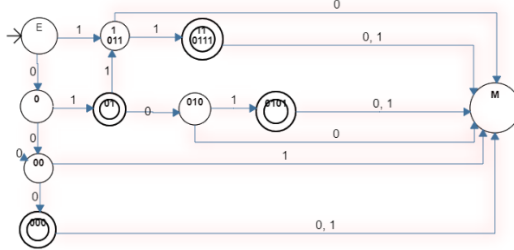
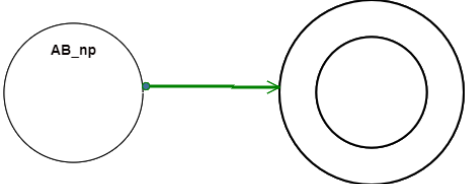
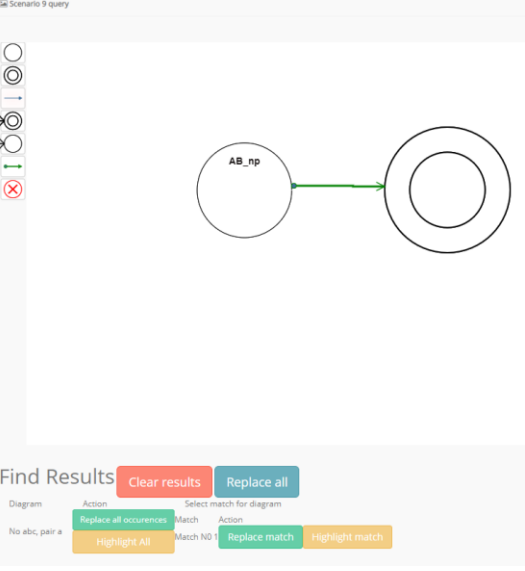


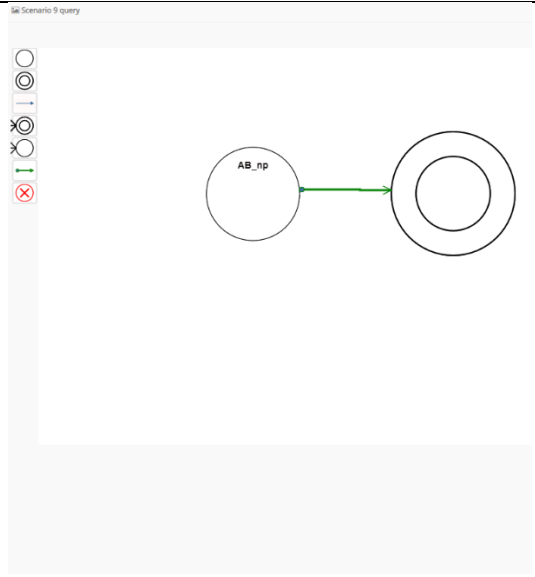
Diagramma “5Names” pēc aizvietošanas

meklējamais  
elements katrā  
diagrammā tiek  
aizvietots ar  
aizvietojošo  
elementu,  
Aizvietojošam  
elementam tiek  
izveidota  
atribūtu vērtība,  
kas ir  
aizvietojamā  
elementa  
atribūta vērtība  
(neakceptējošais  
stāvoklis ar  
atribūtu “00”).  
Aizvietojošā  
elementam  
izveidotā  
šķautnē tiek  
izveidota jauna  
atribūta vērtība,  
kas ir konstante.

Scenārijs Nr. 9. Izveidot grafisko pieprasījumu un pēc rezultātu kopas parādīšanās izdzēst rezultātu kopu

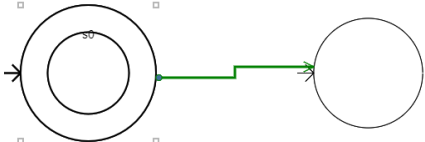
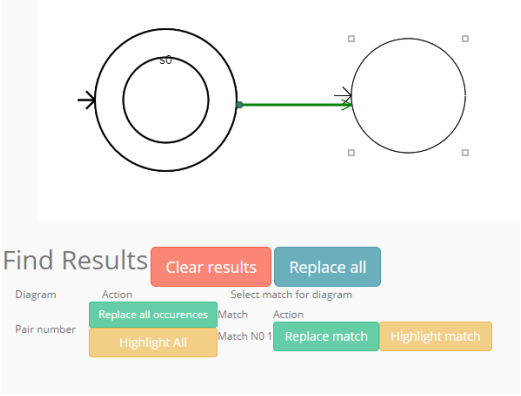
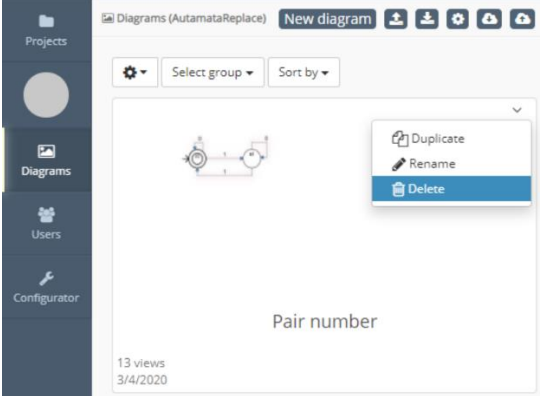
4.9. tabula. Testēšanas scenārijs nr. 9.

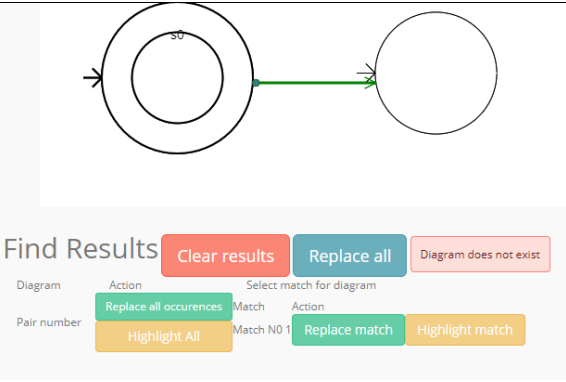
Darbība	Rezultāta attēls	Izmantotā Funkcija	Sagaidāmais rezultāts	Vai atbilst sagaidāmajam rezultātam
Tiek izveidots grafiskais pieprasījums				
Pogas 'Find' nospiešanas rezultāts		AF01	Tiek Parādīta rezultātu tabula ar vienu atrasto fragmentu vienā diagrammā	Jā

<p>Pogas 'Clear results' nospiešanas rezultāts</p>	 <p>The screenshot shows a software window titled "Scenario 9 query". On the left is a vertical toolbar with icons for creating, deleting, and moving elements. The main workspace contains a diagram with a single circle on the left labeled "AB_np" and a double-circle on the right. A green arrow points from the "AB_np" circle to the double-circle.</p>	<p>AF05</p>	<p>Rezultātu tabula pazūd no diagrammas skata</p>	<p>Jā</p>
--	--	-------------	---	-----------

Scenārijs Nr. 10. Pirms izcelt izvēlēto atrasto fragmentu diagrammu, izvēlētā diagramma tiek dzēsta.

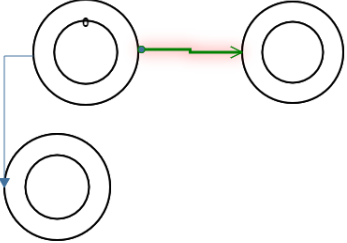
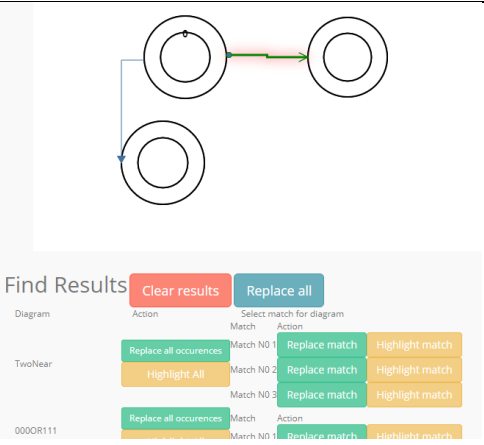
4.10. tabula. Testēšanas scenārijs nr. 10.

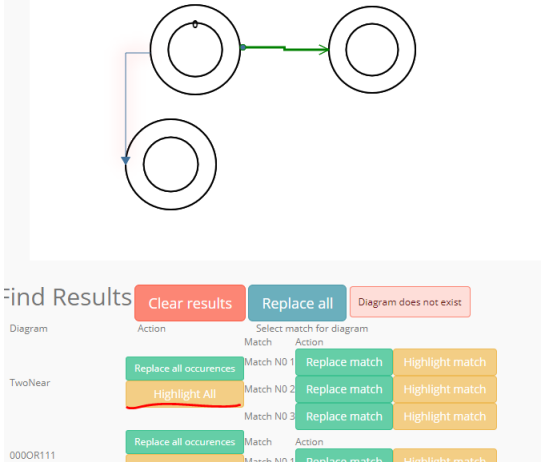
Darbība	Rezultāta attēls	Izmantotā Funkcija	Sagaidāmais rezultāts	Vai atbilst sagaidāmajam rezultātam
Tiek izveidots grafiskais pieprasījums				
Pogas 'Find' nospiešanas rezultāts		AF01	Tiek Parādīta rezultātu tabula ar vienu atrasto fragmentu vienā diagrammā	Jā
Pirms izcelšanas diagramma tiek izdēsta				

<p>Atgriežoties pieprasījuma diagrammā, pogas ‘<i>Highlight match</i>’ nospiešanas rezultāts</p>		<p>IF01</p>	<p>Tiek izvadīts paziņojums “<i>Diagram does not exist</i>”</p>	<p>Jā</p>
--	---	-------------	---	-----------

Scenārijs Nr. 11. Pirms izcelt visus atrastos fragmentus izvēlētā diagrammā, izvēlētā diagramma tiek dzēsta.

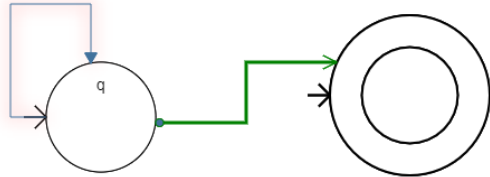
4.11. tabula. Testēšanas scenārijs nr. 11.

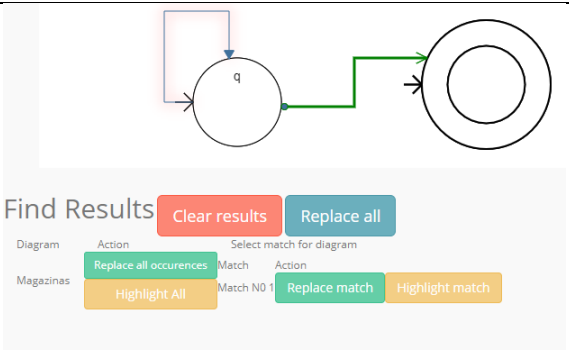
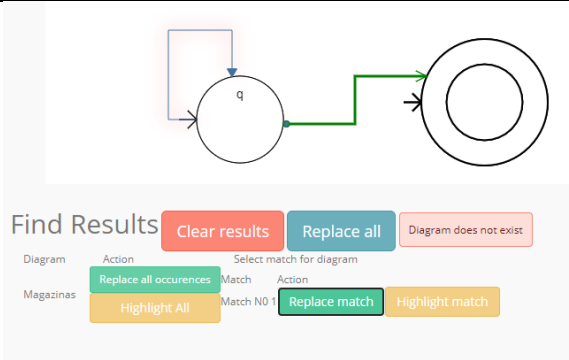
Darbība	Rezultāta attēls	Izmantotā Funkcija	Sagaidāmais rezultāts	Vai atbilst sagaidāmajam rezultātam
<p>Tiek izveidots grafiskais pieprasījums</p>				
<p>Pogas ‘<i>Find</i>’ nospiešanas rezultāts</p>		<p>AF01</p>	<p>Tiek Parādīta rezultātu tabula ar vienu atrasto fragmentu vienā diagrammā</p>	<p>Jā</p>

Pirms izcelšanas diagramma tiek izdēsta	Līdzīgi scenārijam Nr. 10.			
Atgriežoties pieprasījuma diagrammā, pogas <i>'Highlight all'</i> , kas atbilst diagrammai <i>'TwoNear'</i> nospiešanas rezultāts		IF02	Tiek izvadīts paziņojums <i>"Diagram does not exist"</i>	Jā

Scenārijs Nr. 12. Pirms viena atrastā fragmenta aizvietošanas, diagramma, kurā tika atrasts fragments, tiek dzēsta.

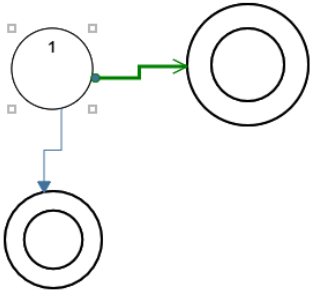
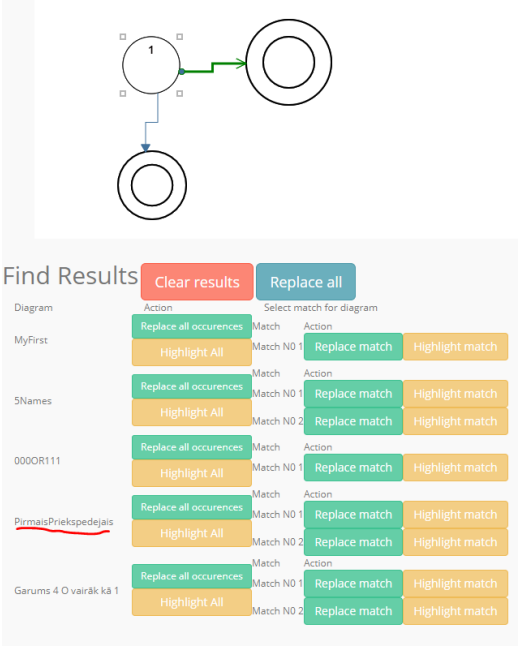
4.12. tabula. Testēšanas scenārijs nr. 12.

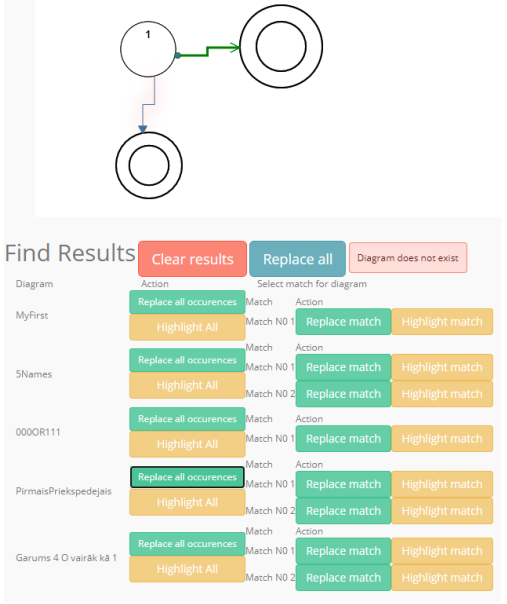
Darbība	Rezultāta attēls	Izmantotā Funkcija	Sagaidāmais rezultāts	Vai atbilst sagaidāmajam rezultātam
Tiek izveidots grafiskais pieprasījums				

<p>Pogas 'Find' nospiešanas rezultāts</p>		<p>AF01</p>	<p>Tiek Parādīta rezultātu tabula ar vienu atrasto fragmentu vienā diagrammā</p>	<p>Jā</p>
<p>Pirms aizvietošanas diagramma tiek izdēsta</p>	<p>Līdzīgi scenārijam Nr. 10.</p>			
<p>Atgriezoties pieprasījuma diagrammā, pogas 'Replace match', kas atbilst diagrammai 'Magazinas' nospiešanas rezultāts</p>		<p>AF02</p>	<p>Tiek izvadīts paziņojums "Diagram does not exist"</p>	<p>Jā</p>

Scenārijs Nr. 13. Pirms aizvietot visus fragmentus izvēlētā diagrammā, diagramma, kurā tika atrasti fragmenti, tiek dzēsta.

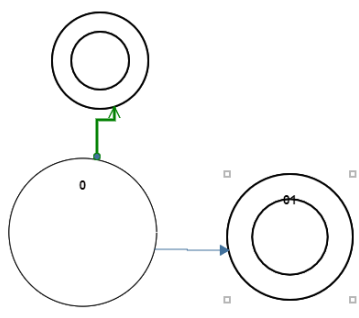
4.13. tabula. Testēšanas scenārijs nr. 13.

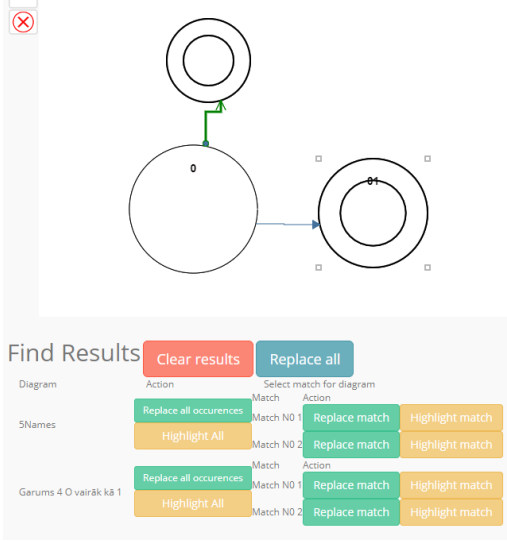
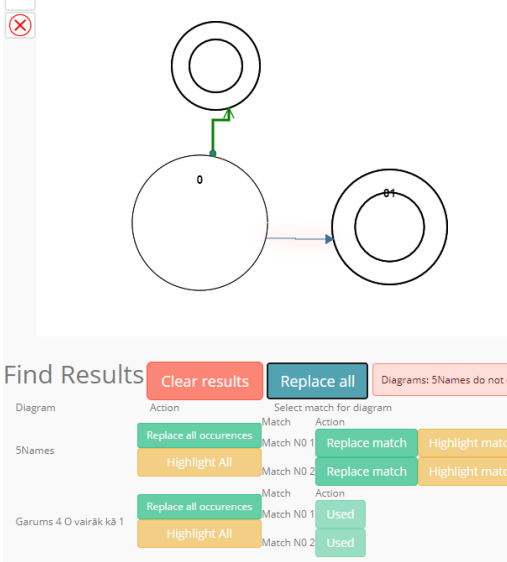
Darbība	Rezultāta attēls	Izmantotā Funkcija	Sagaidāmais rezultāts	Vai atbilst sagaidāmajam rezultātam
Tiek izveidots grafiskais pieprasījums				
Pogas 'Find' nospiešanas rezultāts		AF01	Tiek Parādīta rezultātu tabula ar 8 atrastiem fragmentiem piecās diagrammās	Jā
Pirms aizvietošanas diagramma tiek izdēsta	Līdzīgi scenārijam Nr. 10.			

<p>Atgriežoties pieprasījuma diagrammā, pogas ‘<i>Replace all occurrences</i>’, kas atbilst diagrammai ‘<i>Pirmais-Priekšpedejais</i>’ nospiešanas rezultāts</p>		<p>AF03</p>	<p>Tiek izvadīts paziņojums “<i>Diagram does not exist</i>”</p>	<p>Jā</p>
--	---	-------------	---	-----------

Scenārijs Nr. 14. Pirms aizvietot visus fragmentus visās diagrammās, viena no diagrammām, kurā tika atrasti fragmenti, tiek dzēsta.

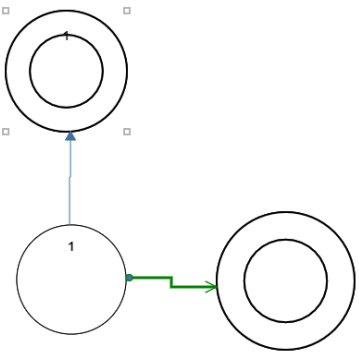
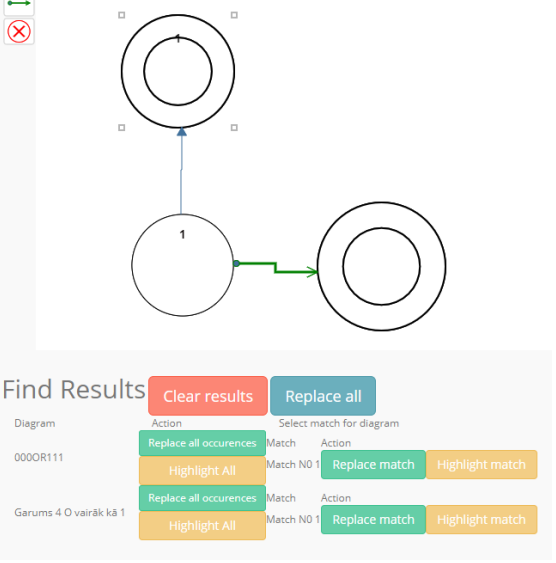
4.14. tabula. Testēšanas scenārijs nr. 14.

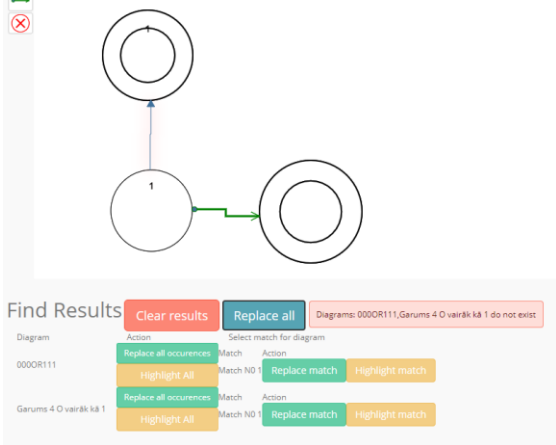
Darbība	Rezultāta attēls	Izmantotā Funkcija	Sagaidāmais rezultāts	Vai atbilst sagaidāmajam rezultātam
<p>Tiek izveidots grafiskais pieprasījums</p>				

<p>Pogas 'Find' nospiešanas rezultāts</p>		<p>AF01</p>	<p>Tiek Parādīta rezultātu tabula ar 4 atrastiem fragmentiem 2 diagrammās</p>	<p>Jā</p>
<p>Pirms izcelšanas diagramma tiek izdēsta</p>	<p>Līdzīgi scenārijam Nr. 10. Tiek dzēsta '5Names' diagramma</p>			
<p>Atgriezoties pieprasījuma diagrammā, pogas 'Replace all' nospiešanas rezultāts</p>		<p>AF04</p>	<p>Tiek izvadīts paziņojums "Diagrams: 5Names do not exist"</p>	<p>Jā</p>

Scenārijs Nr. 15. Pirms aizvietot visus fragmentus visās diagrammās, visas diagrammas, kurā tika atrasti fragmenti, tiek dzēstas.

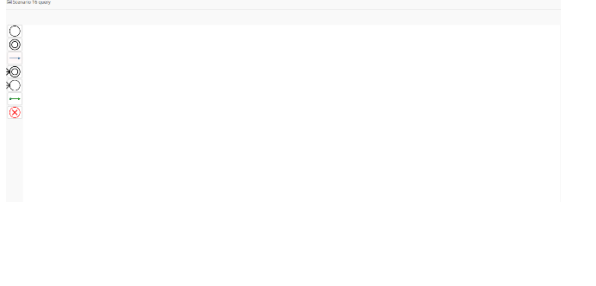
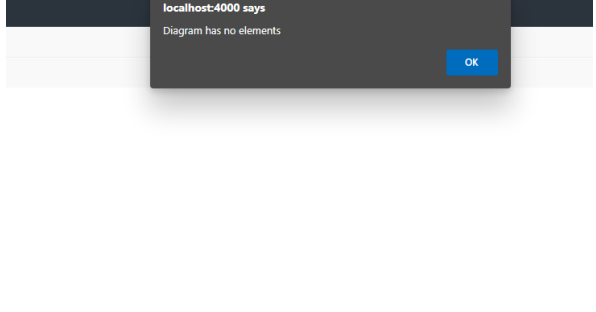
4.15. tabula. Testēšanas scenārijs nr. 15.

Darbība	Rezultāta attēls	Izmantotā Funkcija	Sagaidāmais rezultāts	Vai atbilst sagaidāmajam rezultātam
Tiek izveidots grafiskais pieprasījums				
Pogas 'Find' nospiešanas rezultāts		AF01	Tiek Parādīta rezultātu tabula ar 2 atrastiem fragmentiem 2 diagrammās	Jā
Pirms izcelšanas diagramma tiek izdēsta	Līdzīgi scenārijam Nr. 10. Tiek dzēstas diagrammas '000OR111' un 'Garums 4 O vairāk kā 1'			

<p>Atgriežoties pieprasījuma diagrammā, pogas ‘<i>Replace all</i>’ nospiešanas rezultāts</p>		<p>AF04</p>	<p>Tiek izvadīts paziņojums “<i>Diagrams: 000R111, Garums 4 O vairāk kā 1 do not exist</i>”</p>	<p>Jā</p>
--	---	-------------	---	-----------

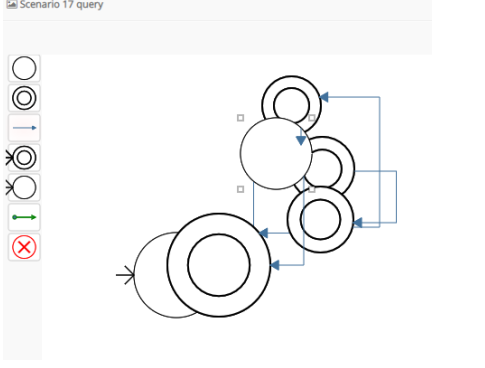
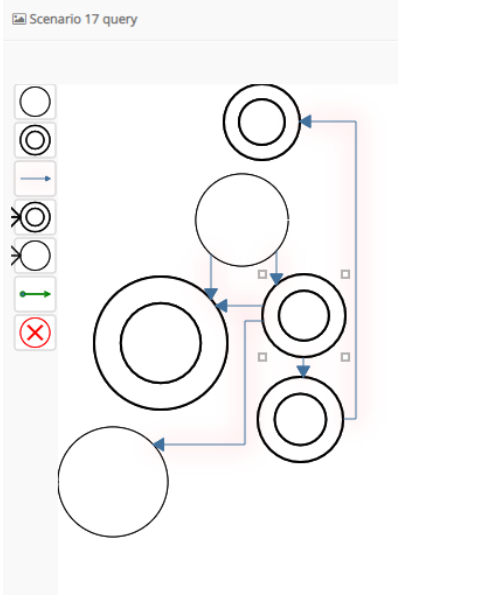
Scenārijs Nr. 16. Automātiski izkārtot diagrammu, kurā nav elementu

4.16. tabula. Testēšanas scenārijs nr. 16.

Darbība	Rezultāta attēls	Izmantotā Funkcija	Sagaidāmais rezultāts	Vai atbilst sagaidāmajam rezultātam
<p>Tiek izveidota tukša diagramma</p>				
<p>Pogas ‘<i>Layout</i>’ nospiešanas rezultāts</p>		<p>GF01</p>	<p>Tiek izvadīts paziņojums ‘<i>Diagram has no elements</i>’</p>	<p>Jā</p>

Scenārijs Nr. 17. Automātiski izkārtot diagrammu, kurā ir gan virsotnes tipa, gan līnijas tipa elementi, kas savstarpēji pārklājas diagrammā.

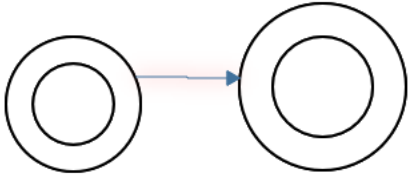
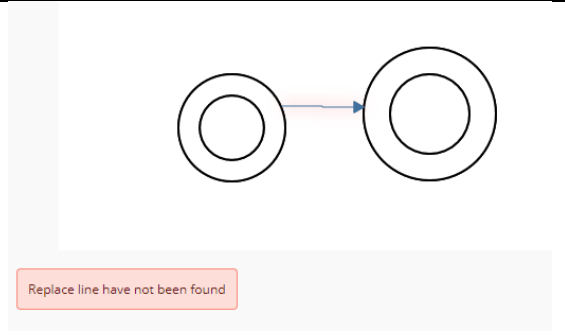
4.17. tabula. Testēšanas scenārijs nr. 17.

Darbība	Rezultāta attēls	Izmantotā Funkcija	Sagaidāmais rezultāts	Vai atbilst sagaidāmajam rezultātam
Tiek izveidota diagramma				
Pogas 'Layout' nospiešanas rezultāts		GF01	Diagrammas elementi tiek izkārtoti tā, ka tie savā starpā nepārklājas.	Jā

Piezīme scenārijam nr. 17.: Dažreiz, lai diagrammas redaktorā ieraudzītu automātiskās izkārtotā rezultātus ir jāatsvaidzina pārlūka logs.

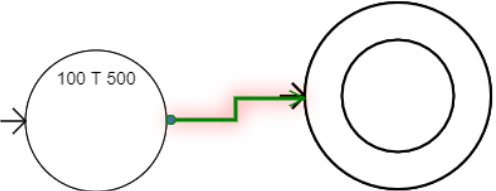
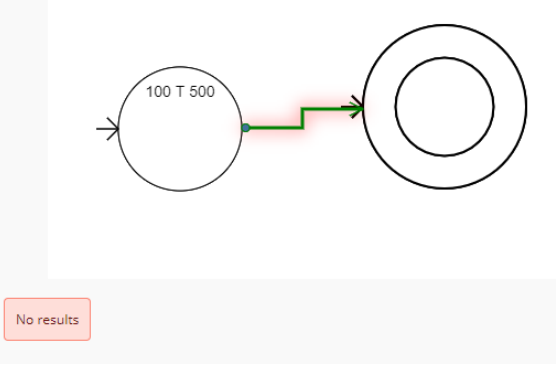
Scenārijs Nr. 18. Izveidot grafisko pieprasījumu, kurā nav nevienas speciālās līnijas.

4.18. tabula. Testēšanas scenārijs nr. 18.

Darbība	Rezultāta attēls	Izmantotā Funkcija	Sagaidāmais rezultāts	Vai atbilst sagaidāmajam rezultātam
Tiek izveidots grafiskais pieprasījums				
Pogas 'Find' nospiešanas rezultāts		AF01	Tiek izvadīts paziņojums "Replace line has not been found"	Jā

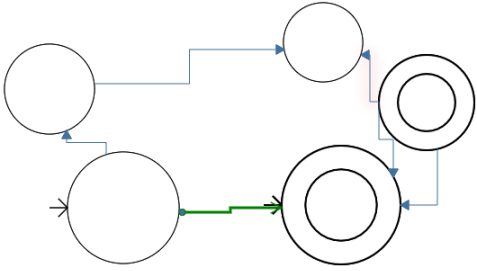
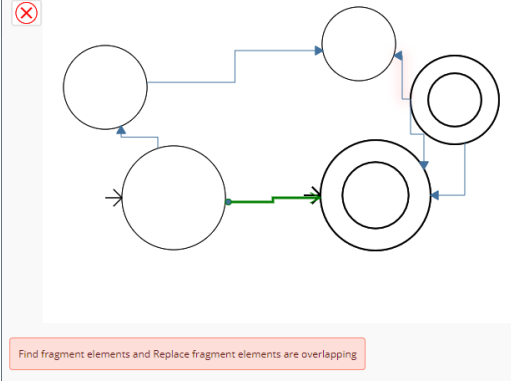
Scenārijs Nr. 19. Izveidot grafisko pieprasījumu, kuram atrasto fragmentu rezultātu kopa ir tukša.

4.19. tabula. Testēšanas scenārijs nr. 19.

Darbība	Rezultāta attēls	Izmantotā Funkcija	Sagaidāmais rezultāts	Vai atbilst sagaidāmajam rezultātam
Tiek izveidots grafiskais pieprasījums				
Pogas 'Find' nospiešanas rezultāts		AF01	Tiek izvadīts paziņojums "No results"	Jā

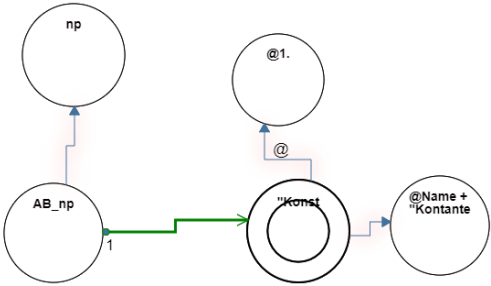

Scenārijs Nr. 20. Izveidot grafisko pieprasījumu, kurā pieprasījuma meklējamā daļa un pieprasījuma aizvietojošā daļa nav stingri nodalīti savā starpā jeb kāds no meklējamā fragmenta elementiem ir savienots ar kādu no aizvietojošās daļas fragmenta elementu.

4.20. tabula. Testēšanas scenārijs nr. 20.

Darbība	Rezultāta attēls	Izmantotā Funkcija	Sagaidāmais rezultāts	Vai atbilst sagaidāmajam rezultātam
Tiek izveidots grafiskais pieprasījums				
Pogas 'Find' nospiešanas rezultāts		AF01	Tiek izvadīts paziņojums "Find fragment elements and Replace fragment elements are overlapping"	Jā

Scenārijs Nr. 21. Izveidot grafisko pieprasījumu, kura aizvietojošā fragmenta elementu atribūtu vērtībām tiek izveidotas izteiksmes, kas neatbilst PPS funkcijas AF01 aprakstītiem noteikumiem.

4.21. tabula. Testēšanas scenārijs nr. 21.

Darbība	Rezultāta attēls	Izmantotā Funkcija	Sagaidāmais rezultāts	Vai atbilst sagaidāmajam rezultātam																				
Tiek izveidots grafiskais pieprasījums																								
Pogas 'Find' nospiešanas rezultāts	 <table border="1" data-bbox="430 1176 1023 1239"> <thead> <tr> <th>Expression</th> <th>Element type</th> <th>Compartment type</th> <th>Error message</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>"Konst"</td> <td>AcceptingState</td> <td>name</td> <td>Expected: " or [a-zA-Z0-9 \t\n\r -\ @#%&amp;'&amp;*"~!&lt;&gt;:;{}] but found end of input at column 7</td> </tr> <tr> <td>@1.</td> <td>State</td> <td>Name</td> <td>Expected: [a-zA-Z0-9 \t\n\r -\ @#%&amp;'&amp;*"~!&lt;&gt;:;{}] but found end of input at column 4</td> </tr> <tr> <td>@</td> <td>Transition</td> <td>Symbol</td> <td>Expected: [a-zA-Z0-9 \t\n\r -\ @#%&amp;'&amp;*"~!&lt;&gt;:;{}] but found end of input at column 2</td> </tr> <tr> <td>@Name + Kontante</td> <td>State</td> <td>Name</td> <td>Expected: " or [a-zA-Z0-9 \t\n\r -\ @#%&amp;'&amp;*"~!&lt;&gt;:;{}] but found end of input at column 18</td> </tr> </tbody> </table>	Expression	Element type	Compartment type	Error message	"Konst"	AcceptingState	name	Expected: " or [a-zA-Z0-9 \t\n\r -\ @#%&'&*"~!<>:;{}] but found end of input at column 7	@1.	State	Name	Expected: [a-zA-Z0-9 \t\n\r -\ @#%&'&*"~!<>:;{}] but found end of input at column 4	@	Transition	Symbol	Expected: [a-zA-Z0-9 \t\n\r -\ @#%&'&*"~!<>:;{}] but found end of input at column 2	@Name + Kontante	State	Name	Expected: " or [a-zA-Z0-9 \t\n\r -\ @#%&'&*"~!<>:;{}] but found end of input at column 18	AF01	Tiek parādīta rezultātu tabula ar vienu atrasto fragmentu vienā diagrammā. Tiek parādīta tabula ar kļūdainām izteiksmēm, sagaidāmā ievada aprakstu,	Jā
Expression	Element type	Compartment type	Error message																					
"Konst"	AcceptingState	name	Expected: " or [a-zA-Z0-9 \t\n\r -\ @#%&'&*"~!<>:;{}] but found end of input at column 7																					
@1.	State	Name	Expected: [a-zA-Z0-9 \t\n\r -\ @#%&'&*"~!<>:;{}] but found end of input at column 4																					
@	Transition	Symbol	Expected: [a-zA-Z0-9 \t\n\r -\ @#%&'&*"~!<>:;{}] but found end of input at column 2																					
@Name + Kontante	State	Name	Expected: " or [a-zA-Z0-9 \t\n\r -\ @#%&'&*"~!<>:;{}] but found end of input at column 18																					

			elementa un atribūta tipa nosaukums katrai izteiksmei.	
--	--	--	--	--

## 5. PROEKTA PĀRVALDĪBA

KSBA paplašinājuma izstrāde notika pēc ‘spējās’ izstrādes modeļa. Izstrādē tika iesaistīti divas personas: kvalifikācijas darba izstrādātājs un LUMII vadošā pētniece (darba vadītāja). Funkcionalitāte tika izstrādāta pakāpeniski, aptuveni vienas nedēļas ilgos izstrādes ciklos, tomēr dažkārt cikla ilgums bija atšķirīgs atkarībā no izstrādājamā vienuma sarežģītības. Cikla sākumā notika vienošanās ar darba vadītāju par kārtējiem izstrādājamiem programmatūras vienumiem. Prasības izstrādājamai funkcionalitātei parasti tika noteikta ar testpiemēru, kas noteica ievades datus un sagaidāmo rezultātu. Cikla beigās darba vadītājam tika demonstrēts izstrādātais vienums vai vienumi, tika veikta atskaite par notikušām problēmām vai grūtībām un to iespējamiem risinājumiem, ja tādas tika konstatētas izstrādes procesā. Tika veikti izstrādāto vienumu testi, kā arī tika pārbaudīta to ietekme uz agrāk izstrādātiem vienumiem.

## 6. DARBIETILPĪBAS NOVĒRTĒJUMS

Darbietilpības novērtēšanai tiek izmantotas atklātā piekļuvē pieejamās etalontabulas, kuras nopublicēja pasaules atzītā komercsabiedrība QSM (Quantitative Software Management), kas nodarbojas ar programmatūras darbietilpības prognozēšanu. Pēc tabulas “Business Systems Implementation Unit (New and Modified IU) Benchmarks” ailes “Quartile 1”, kas rāda informāciju par 25% mazākajiem no 550 projektiem, šādi projekti vidēji ilguši 3,2 mēnešus, vidēji prasījuši 965 personstundas (aptuveni 4 personmēneši), tos vidēji izstrādājuši 1,57 cilvēki, šādu projektu programmkoda loģisko rindiņu skaita mediāna ir 1889 rindiņas un projektu lielums ir starp 131 un 3115 loģiskām rindiņām. KSBA paplašinājuma izstrādātās programmatūras rindiņu skaits, neskaitot tukšās un komentāru rindiņas, ir nedaudz vairāk par 1100 rindiņām. KSBA paplašinājumu ir izstrādājusi 1 persona.

Iemesli, kāpēc KSBA paplašinājuma programmatūras loģisko rindiņu skaits ir mazāks par industrijā esošo mediānas skaitu: KSBA paplašinājums tika izstrādāts augsta līmeņa programmēšanas valodā JavaScript, tika izmantota bibliotēka Underscore js, kas piedāvā vairākas gatavas funkcijas-palīgus. Tika izmantota PEG js bibliotēka, kas veido gatavus parserus no izveidotās formālās gramatikas, tika izmantota IMCS izkārtošanas bibliotēka. Autoram nācās izstrādāt paplašinājumu esošam rīka, kas nozīmē, ka daudz laika aizņēma esošās rīka arhitektūras izpēte un apguve. Tāpat problēmu apgabals bija tāds ar ko autoram iepriekš pieredzes nebija.

Tomēr šī darbietilpības novērtēšanas metode nav pilnā mērā pielietojama izstrādātā paplašinājuma ietvaros, jo programmatūra izstrādāta pētnieciskā projekta ietvaros, kur programmatūras sarežģītība ir salīdzinoši augsta. Tāpēc darbietilpības novērtēšanai var izmantot ekspertu novērtējumu. Darba vadītāja (ar vairāk kā 10 gadu pieredzi līdzīgos pētniecības projektos) novērtēja darbietilpību kā 4 personmēnešus. Tas aptuveni atbilst KSBA paplašinājuma izstrādes patērēto laika periodu.

## 7. KVALITĀTES NODROŠINĀŠANA

KSBA paplašinājuma programmatūras izstrādes laika gaitā tika veiktas noteiktas aktivitātes un darbības kvalitātes nodrošināšanai. Tika veiktas sekojošas kvalitātes nodrošināšanas darbības:

- Izstrādājot un testējot KSBA paplašinājuma funkcionalitāti, tika uzmanīgi sekots līdzi, lai noteiktās prasības būtu realizētas atbilstoši noteiktiem testpiemēriem.
- Tika veikti scenāriju bāzētie vienībtesti, kas nodrošināja izstrādes laikā pieļauto kļūdu konstatēšanu un to labošanu.
- Tika ievērotas Meteor ietvara izstrādātājiem paredzētās vadlīnijas ietvara izmantošanai, kas nodrošināja korektu ietvara izmantošanu.
- Izstrādājot dokumentāciju, programmatūras prasību specifikācijas un programmatūras projektējuma apraksta veidošanas procesā tika ņemti vērā atbilstošie valsts standarti.
- Izstrādes laika gaitā vairākkārt tika veiktas neformālās apskates, kurās piedalījās persona, kas izstrādāja kvalifikācijas darbu, un projekta darba vadītājs. Tas palīdzēja nodrošināt izstrādājamās programmatūras kvalitāti atbilstoši noteiktām prasībām.
- Programmatūras pirmkods tika izstrādāts vienotā stilā, izstrādes laikā tika ņemti vērā 'labā programmēšanas stila' pamatprincipi: mainīgiem, funkcijām un failiem tika piešķirti paskaidrojoši nosaukumi, programmatūras pirmkods tika papildināts ar paskaidrojošiem komentāriem. Tika izmantoti gatavie risinājumi atsevišķu funkciju veikšanai.

## 8. PROGRAMMATŪRAS KONFIGURĀCIJU PĀRVALDĪBA

Programmatūras pirmkoda pārvaldībai tika izmantota atvērtā pirmkoda Git versiju kontroles sistēma. Programmatūras pirmkods tika saglabāts GitHub vietnes repozitorijā. Tā kā izstrādātā sistēma ir jau eksistējošā ajoo redaktora funkcionalitāte, tika izveidots atsevišķs konfigurāciju zars, par pamatu kuram tika ņemts ‘*ConcreteSyntaxBasedFind*’ zars no ajoo repozitorija. Tika izveidots lokāls repozitorijs, kurā tika veikta izstrāde. Jaunas izveidotās datnes un veiktās izmaiņas esošajās datnēs tika saglabātas lokālajā repozitorijā un aptuveni divas reizes nedēļā izmaiņas tika saglabātas attālinātā repozitorijā. Ja veiktās izmaiņas tika uzskatītas par pietiekami izstrādātām un pārbaudītām darbībā, tās tika sapludinātas (merge branch) ar ‘*ConcreteSyntaxBasedFind*’ zaru.

## 9. SECINĀJUMI

KSBA paplašinājuma izstrādes rezultātā tika realizēta visa ieplānotā funkcionalitāte, kas atbilst programmatūras prasību specifikācijā izvirzītām prasībām un tika integrēta ajoo platformā, nemainot tās pārējās funkcijas. Paplašinājuma izstrāde veltīt lielu daļu no izstrādes laika ajoo platformas funkciju izpētei un programmēšanā izmantojamās valodas un bibliotēku rīku apgūšanai. Izstrādes laikā tika apgūtas jaunas iemaņas darbā ar JavaScript valodu un tās utilītu bibliotēku Underscore.js, tika iegūts priekšstats un nepieciešamās iemaņas darbā ar ne-relāciju datubāzes pārvaldes sistēmu, tika apgūts sintaktisko analizatoru jeb parseru ģeneratoru PEG.js bibliotēkas izmantošanas iespējas. Izstrādes laikā bija iespēja attīstīt komunikācijas iemaņas un programmēšanas iemaņas, sadarbojoties ar darba vadītāju.

Viena no nepilnībām, kurai netika pievērsta uzmanība izstrādes laikā, ir KSBA funkcionalitātes izmantošana, darbojoties vairākiem lietotājiem vienlaicīgi vienā diagrammā. Šī prasība netika iekļauta projekta izstrādes ietvaros, tomēr tai ir vērts pievērst uzmanību un novērst šo nepilnību.

Ir plānots veikt eksperimentus, lai izvērtētu izstrādātas funkciju lietojamību, tāpat ir plānots kopā ar darba vadītāju sagatavot zinātnisku publikāciju, kā tiks izvērtēta iespēja ieviest līdzīgu funkcionalitāti citās platformās.

## IZMANTOTĀ LITERATŪRA UN AVOTI

1. LVS 68:1996 „Programmatūras prasību specifikācijas ceļvedis”.
2. LVS 72:1996 „Ieteicamā prakse programmatūras projektējuma aprakstīšanai”.
3. Meteor – atklātā pirmkoda JavaScript izstrādes platforma. Pieejams:  
<https://docs.meteor.com/#/full/>
4. MongoDB – atklātā pirmkoda datubāze. Pieejams: <https://docs.mongodb.com/manual/>
5. QSL (Quantitative Software Management) etalontabulas. Pieejams:  
<https://www.qsm.com/resources/qsm-benchmark-tables>
6. PEG js – parseru ģenerators. Pieejams: <https://pegjs.org/documentation>
7. IMCS izkārtošanas JavaScript bibliotēka. Pieejams: [https://github.com/LUMII-Syslab/imcs\\_layoutengine](https://github.com/LUMII-Syslab/imcs_layoutengine)
8. Underscore js – JavaScript bibliotēka. Pieejams: <https://underscorejs.org>

# PIELIKUMI

## 1. Pielikums. Programmas koda fragmenti

```
function replaceSingleMatch(diagramId, list){
  Utilities.callMeteorMethod("checkDiagramExistance", diagramId,function(response){
    Session.set("DiagramErrorMsg",""); // Sessijas dati diagrammas paziņojumam
    if(response) {
      let matchId = list.id;
      let elementsToLookup = _.flatten(_.map(list.match, function(matchItem){
        return _.map(matchItem.elements, function(element){
          return element.elementId;
        });
      })); // elementi, kurus jāmeklē citos fragmentos, lai samarķētu konfliktējošos

      let UpdateStatus = Session.get('ResultsJson');
      _.each(UpdateStatus, function(diagramItems){
        _.each(diagramItems.matches, function(match){
          if(match.id == matchId) match.status = 'used'; // maina izmantotā fragmenta statusu
        });
      });
      UpdateStatus = markConflictingMatches(UpdateStatus, elementsToLookup);
      Session.set('ResultsJson', UpdateStatus);

      Utilities.callMeteorMethod("replaceSingleOccurence",list, function(response){
        LayoutElements(Session.get('activeDiagram')); // izkārto diagrammas elementus
      });
    }
    else { // Ja diagrammas nav, jāuzstāda atbilstošs paziņojums
      Session.set("DiagramErrorMsg","Diagram does not exist");
    }
  });
}
```

Viena atrastā fragmenta aizvietošana, klienta pusē

```

Meteor.methods({
  EnableReplace: function(list) {
    let data
    if(Meteor.isServer){
      data = JSON.parse(Assets.getText('FindReplaceExtension.json'));
      list.data = data;
    }// KSBA DSL sintakses elementi JSON formātā

    let SpecLineType = ElementTypes.findOne({name: "Specialization"})._id;
    let SuperBoxes = _.pluck(ElementTypes.find({diagramId: list.diagramId, type:"Box", superTypeIds: {$size: 0}}).fetch(),'elementId');
    if(!_.size(SuperBoxes)){
      return {msg: "DSL syntax diagram is empty"} // ja nav neviena SuperBox, tad diagramma ir tukša
    }
    let FindReplaceElement = ElementTypes.findOne({name: "FindReplaceElement", diagramId: list.diagramId, diagramTypeId: list.diagramTypeId});
    let RemoveElement = ElementTypes.findOne({name: "RemoveElement", diagramId: list.diagramId, diagramTypeId: list.diagramTypeId});
    let FindReplaceLink = ElementTypes.findOne({name: "FindReplaceLink", diagramId: list.diagramId, diagramTypeId: list.diagramTypeId});
    if( typeof FindReplaceElement === 'undefined' &&
        typeof FindReplaceLink === 'undefined' &&
        typeof RemoveElement === 'undefined'){
      Meteor.call("importFindReplaceElements", list); // Impotē KSBA DSL Elementus DSL sintakses diagrammā
      let FindReplaceElementId = Compartments.findOne({value: "FindReplaceElement", diagramId: list.diagramId}).elementId;
      let FindReplaceElement = Elements.findOne({_id:FindReplaceElementId});
      let FindReplaceElementType = ElementTypes.findOne({elementId: FindReplaceElement._id})._id;
      // ar katru no SuperBoxes ir jāizveido specializācijas līnija ar FindReplaceElement, lai iespējotu KSBA
      if(FindReplaceElementId){
        _.each(SuperBoxes, function(box){
          let BOX = Elements.findOne({_id: box});
          createSpecializationLink(FindReplaceElement, BOX, list,SpecLineType);
          ElementTypes.update({elementId: BOX._id}, {$set:{superTypeIds: [FindReplaceElementType]}});
        });
        insertReplaceButtonInToolbar(list.diagramId);// pievieno pogas diagrammu rīka panelī
        insertLayoutButtonInToolbar(list.diagramId);
      }
    }
    else return {msg: "Replace has been already enabled"};
    // Ja KSBA jau bija iespējots, tad izvada atbilstošu paziņojumu
  }
});

```

## KSBA paplašinājuma iespējošana, servera pusē

```

LayoutElements = (ActiveDiagramId) => {
  let IdDict = []; // konteiners id vārdnīcai
  if(ActiveDiagramId){
    let DiagramBoxes = Elements.find({diagramId: ActiveDiagramId, type: 'Box'}).fetch();
    // meklē elementus aktīvajā diagrammā
    if(_.size(DiagramBoxes) > 0){
      let IdStartNum = 1;
      let layout = new IMCSDiagramLayout;

      _.each(DiagramBoxes, function(diagramBox){
        let IdPair = {stringId: diagramBox._id, intId: IdStartNum, type: "box"};
        let ElementLocation = diagramBox.location;

        layout.addBox(IdStartNum, ElementLocation.x, ElementLocation.y, ElementLocation.width, ElementLocation.height);
        IdDict.push(IdPair);
        IdStartNum++;
      });
      let DiagramLines = Elements.find({diagramId: ActiveDiagramId, type: "Line"}).fetch();
      if(DiagramLines){
        _.each(DiagramLines, function(diagramLine){
          let IdPair = {stringId: diagramLine._id, intId: IdStartNum, type: "line"};
          let startElement = _.findWhere(IdDict, {stringId: diagramLine.startElement});
          let endElement = _.findWhere(IdDict, {stringId: diagramLine.endElement});
          // katrai atrastai līnijai diagrammā tiek atrasti tās sākuma un beigu elementi un pievienoti layout
          if(startElement && endElement) layout.addLine(IdStartNum, startElement.intId, endElement.intId, diagramLine.points);

          IdDict.push(IdPair);
          IdStartNum++;
        });
      }
      let result = layout.arrangeIncrementally();
      // izkārto inkrementāli, jeb ņemot vērā esošo izkārtojumu
      let list = {IdDict: IdDict, layoutResult: result};
      // izsauc servera metodi izkārtojuma atjaunināšanai
      Utilities.callMeteorMethod('updateLayout', list, function(response){
        });
    } else alert("Diagram has no elements");
  }
}

```

## Diagrammā esošo elementu izkārtošana, klienta puse

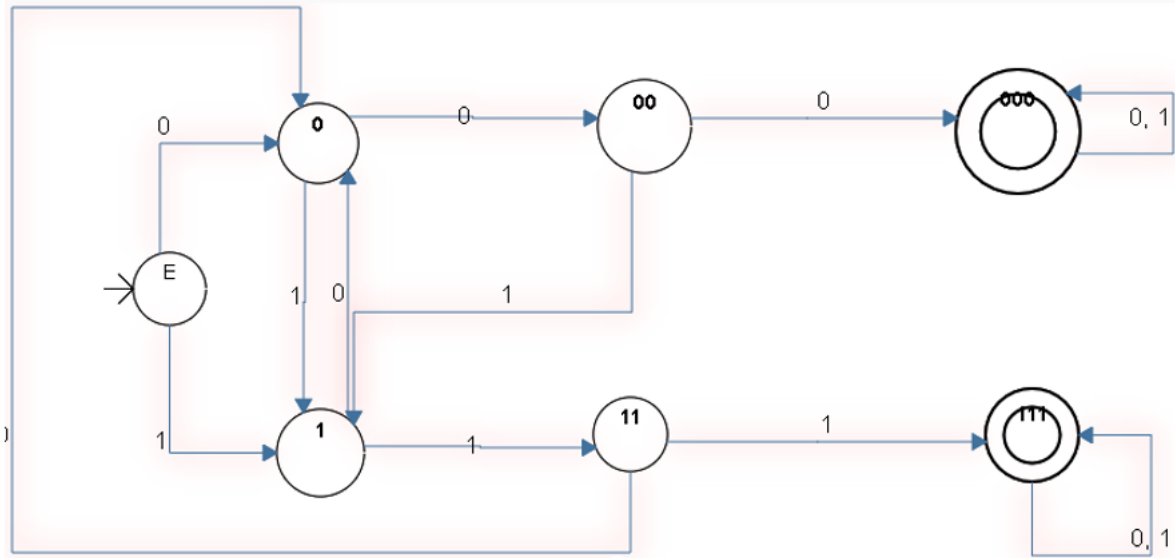
```

updateLayout: function(list) {
  let Boxes      = _.where(list.IdDict, {type: "box"});
  let Lines      = _.where(list.IdDict, {type: "line"});
  let layoutResult = list.layoutResult;
  _.each(Boxes, function(Box){ // sākumā atjauno virsotnes
    let newElementLocation = layoutResult.boxes[Box.intId];
    try{
      Elements.update({_id: Box.stringId},
        {
          $set: {"location.x":      newElementLocation.x,
                "location.y":      newElementLocation.y,
                "location.width":   newElementLocation.width,
                "location.height":  newElementLocation.height}
        })
    }
    catch(error){
      console.error();
    }
  });
  _.each(Lines, function(Line){ // pēc tam atjauno līniju points
    let linePoints = layoutResult.lines[Line.intId];
    let pointsArray = []; // katrai līnijai points jāievāc [x1,y1,...,xn,yn] formātā
    _.each(linePoints, function(point){
      pointsArray.push(point.x);
      pointsArray.push(point.y);
    });
    if(_.size(pointsArray)){
      try{
        Elements.update({_id: Line.stringId},{
          $set: {points: pointsArray}
        })
      }
      catch(error){
        console.log(error);
      }
    }
  });
},

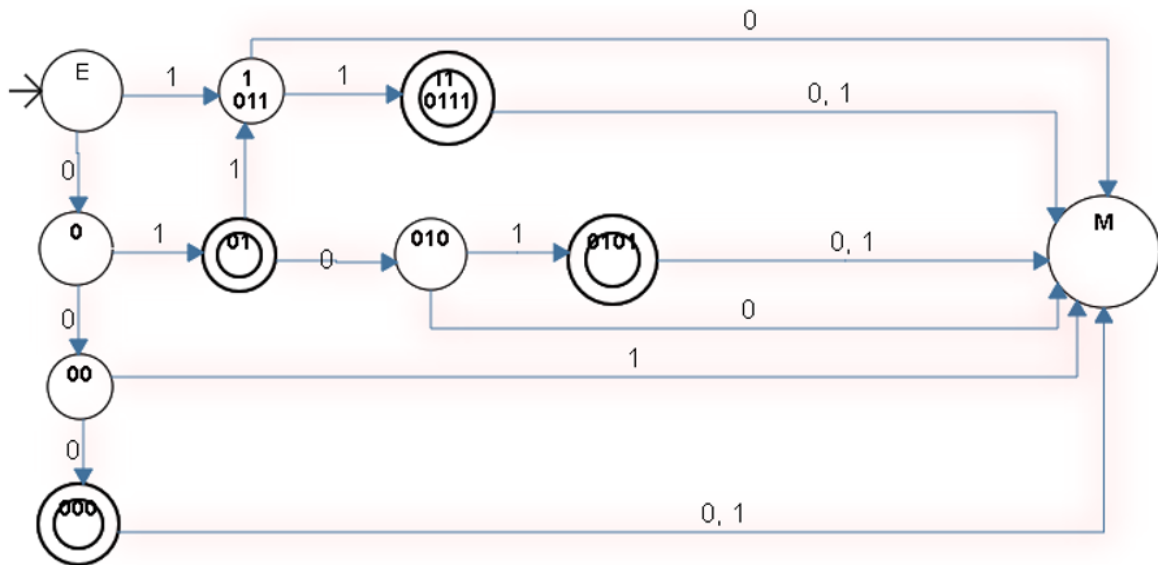
```

**Diagrammas izkārtojuma atjaunināšana**

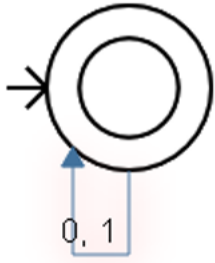
## 2. Pielikums. Testēšanas diagrammas



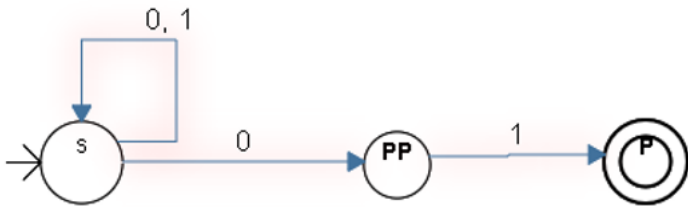
000OR111



5Names



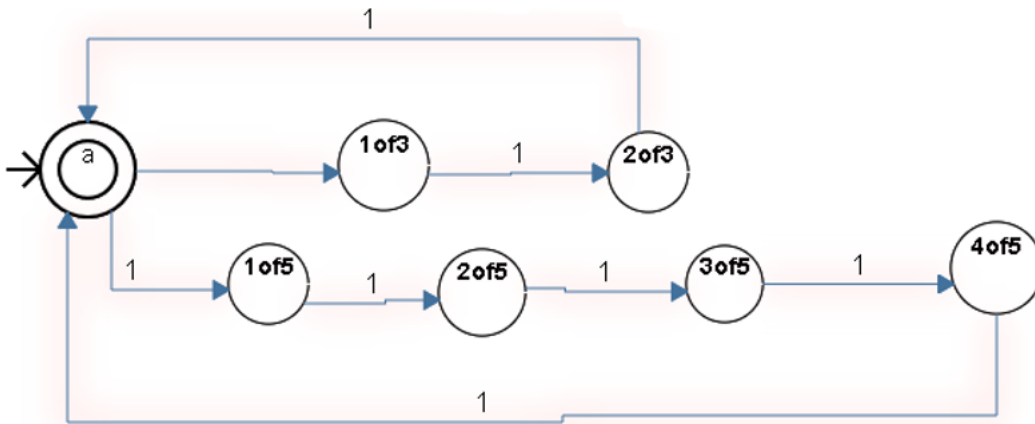
Any



Avots



AvotsPriekšpēdējais1



Divides3Or5

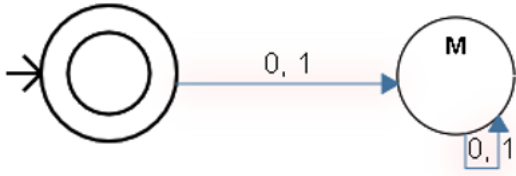
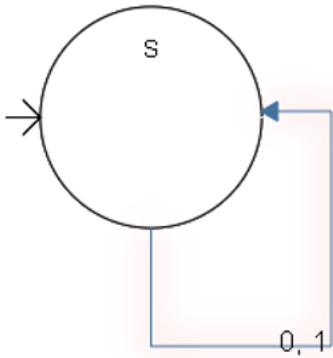
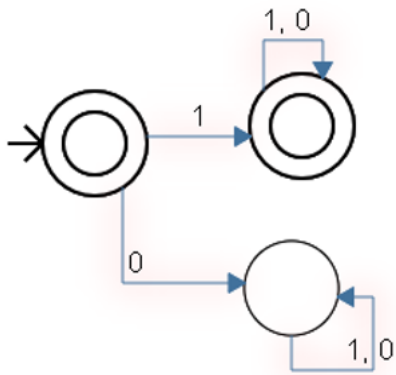


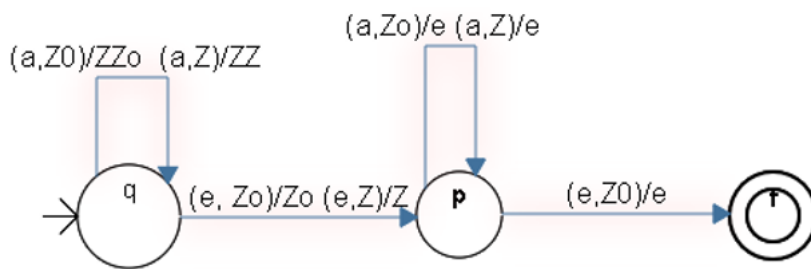
Fig. 11. Empty



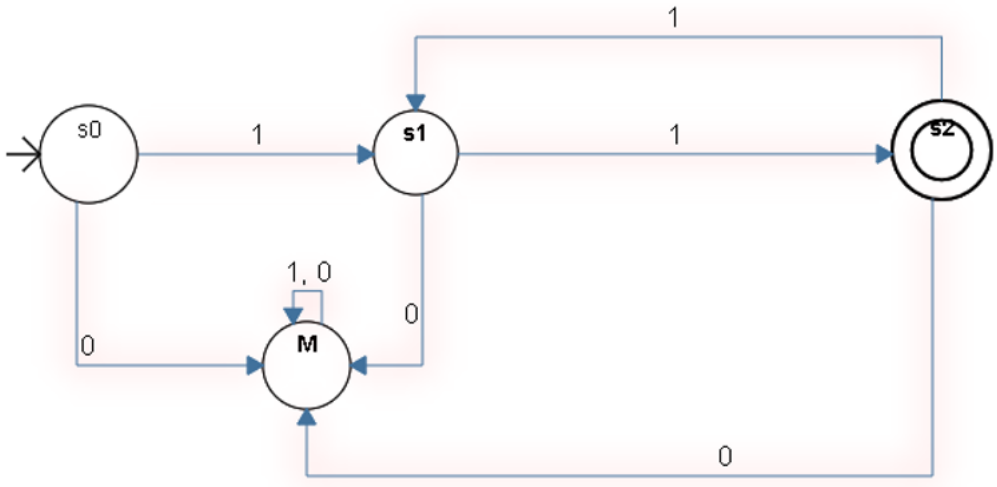
EmptySet



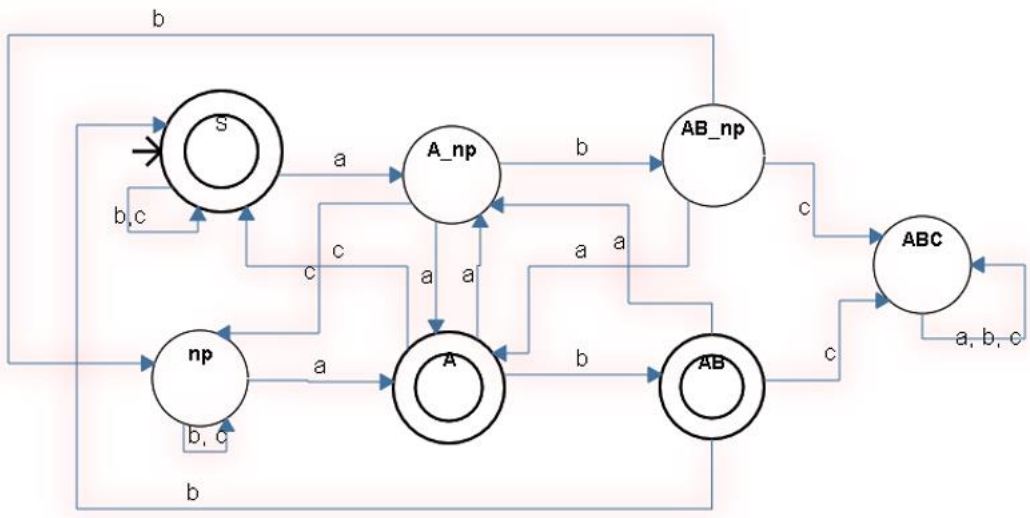
EmptyOrStartsWith1



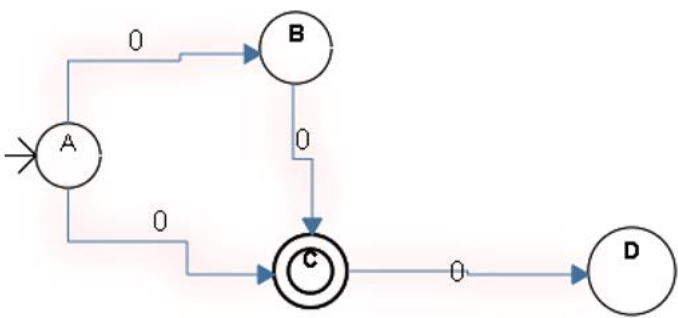
Magazinas



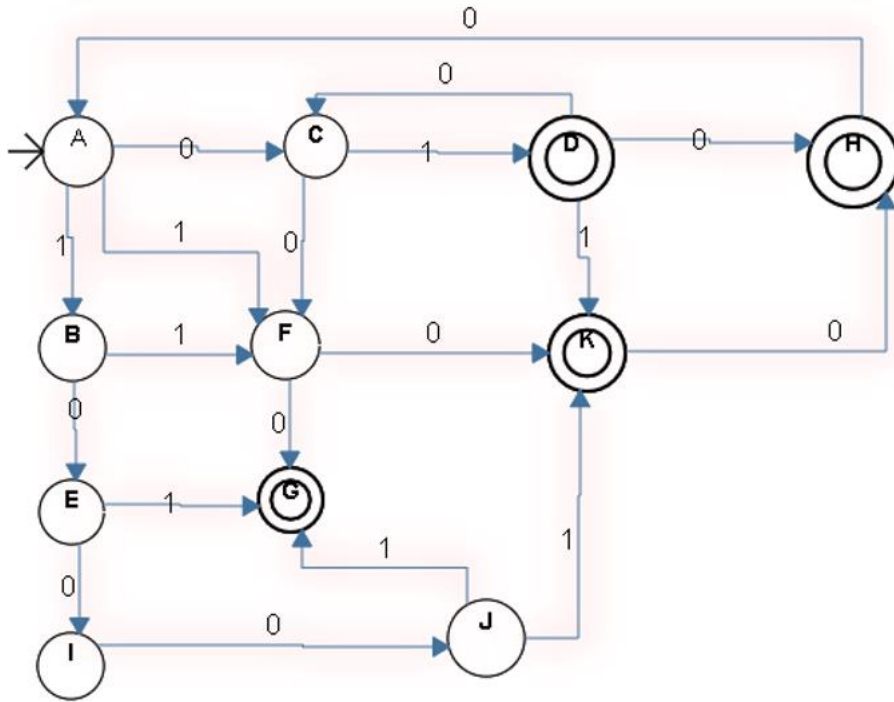
MyFirst



No abc, pair a



NonDeterministic



NonDeterministic2

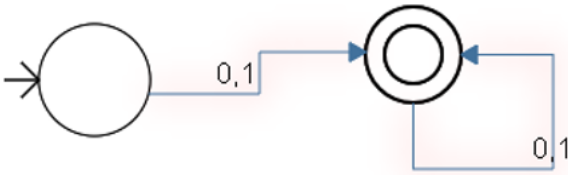
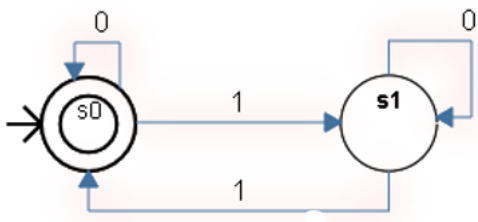
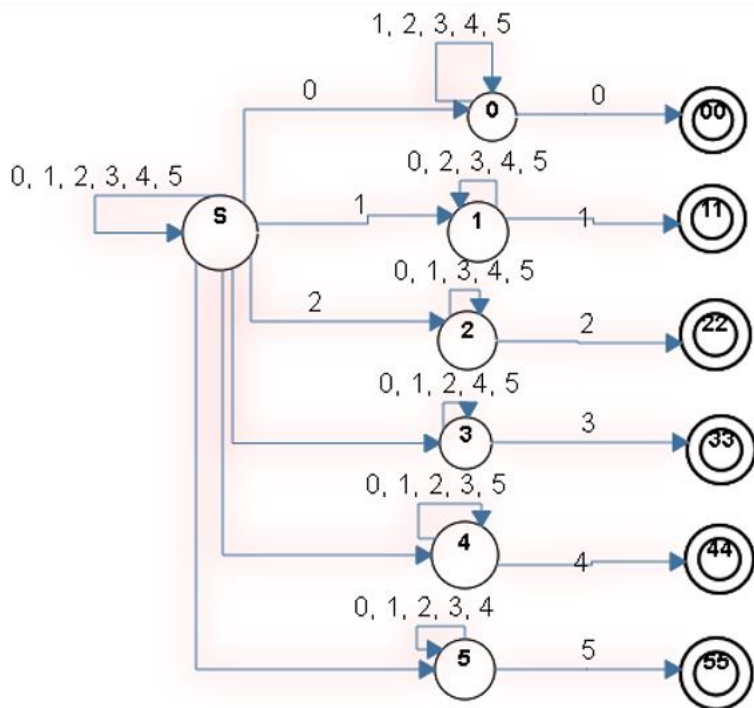


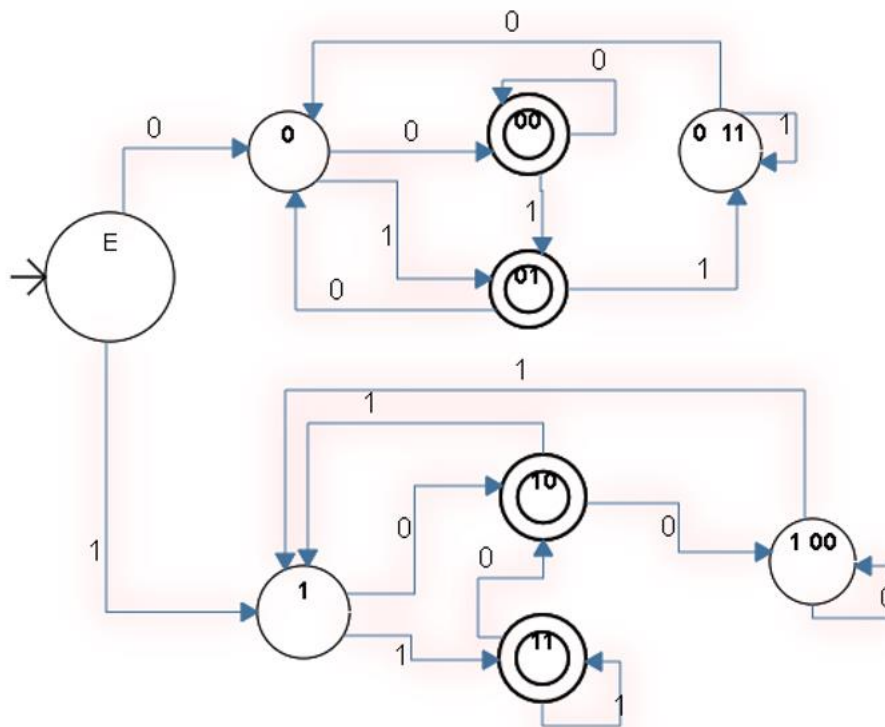
Fig. 19. NotEmpty



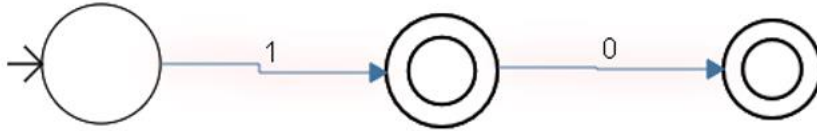
Pair number



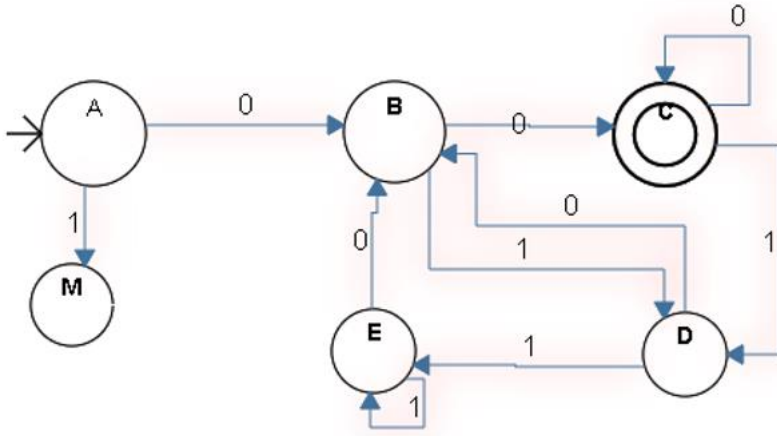
PēdējaisBija



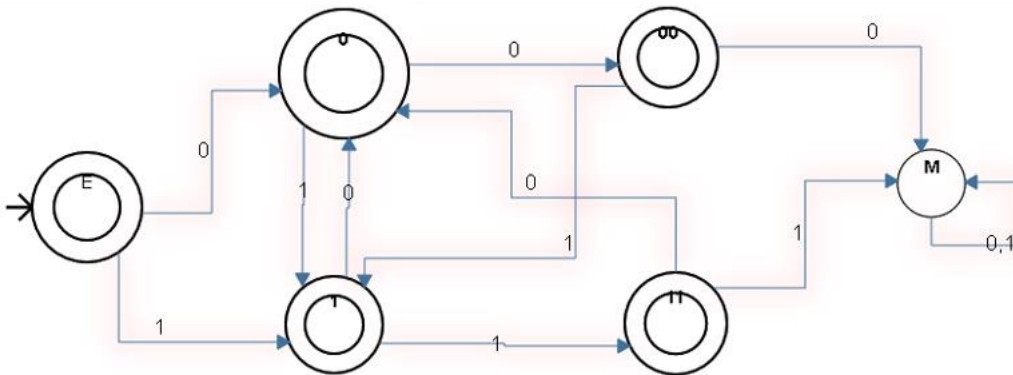
PirmaisPriekspedejais



SazinKā



Start 0, End 00



TwoNear

### 3. Pielikums. Fiziskais datu bāzes modelis.

meteor.Elements

Documents Aggregations **Schema** Explain Plan Indexes Validation

**FILTER**

Query returned **543** documents. This report is based on a sample of **543** documents (100.00%). ⓘ

**\_id**  
string

▶ **data**  
document undefined

**diagramId**  
string

**diagramTypeId**  
string

**elementType**  
string

**endElement**  
string undefined

▶ **location**  
document undefined

**Datu bāzes fiziskais modelis. Elementi**

FILTER

Query returned 543 documents. This report is based on a sample of 543 documents (100.00%).

**points**



**projectId**



**startElement**



▶ **style**



**styleId**



**toolId**



**type**



Datu bāzes fiziskais modelis. Elementi – turpinājums

FILTER

Query returned 31 documents. This report is based on a sample of 31 documents (100.00%).

**\_id**

string

▶ **contextMenu**

array

document

**diagramId**

string

undefined

**diagramTypeid**

string

**direction**

string

undefined

**elementId**

string

undefined

**endElementTypeld**

string

undefined

**Datu bāzes fiziskais modelis. Elementu tipi**

FILTER

Query returned 31 documents. This report is based on a sample of 31 documents (100.00%).

extensionPoints

array

document

isAbstract

boolean

keyStrokes

array

document

lineType

string

undefined

name

string

readModeContextMenu

array

readModeKeyStrokes

array

unde

startElementTypeld

string

undefined

Datu bāzes fiziskais modelis. Elementu tipi - turpinājums

# meteor.ElementTypes

Documents

Aggregations

**Schema**

Explain Plan

Indexes

Validation

FILTER

Query returned **31** documents. This report is based on a sample of **31** documents (100.00%).

string undefined

## styles

array  
document

## superTypes

array  
string

## swimlane

docuundefined

## targetDiagramType

string undefined

## toolId

string

## type

string

**Datu bāzes fiziskais modelis. Elementu tipi - turpinājums**

FILTER

Query returned 45 documents. This report is based on a sample of 45 documents (100.00%).

**\_id**

string

**allowedGroups**

array

**createdAt**

date

**createdBy**

string

**diagramTypeId**

string

**editingStartedAt**

date

undefined

**editingUserId**

string

undefined

**Datu bāzes fiziskais modelis. Diagrammas**

FILTER

Query returned 45 documents. This report is based on a sample of 45 documents (100.00%).

**editorType**

string

**imageUrl**

string

**name**

string

**parentDiagrams**

array

**projectId**

string

undefined

**seenCount**

int32

▶ **style**

document

**toolId**

string

undefined

**Datu bāzes fiziskais modelis. Diagrammas - turpinājums**

# meteor.DiagramTypes

Documents   Aggregations   **Schema**   Explain Plan   Indexes   Validation

**FILTER**

Query returned 4 documents. This report is based on a sample of 4 documents (100.00%). ⓘ

**\_id**  
string

▸ **collectionContextMenu**  
array  
document

▸ **collectionKeyStrokes**  
array  
document

**createdAt**  
date

**createdBy**  
string

**diagramId**  
string   undefined

**editorType**  
string

▸ **extensionPoints**  
array  
document

**Datu bāzes fiziskais modelis. Diagrammu tipi**

FILTER

Query returned 4 documents. This report is based on a sample of 4 documents (100.00%).

▶ globalKeyStrokes

array

document

name

string

▶ noCollectionContextMenu

array

document

▶ noCollectionKeyStrokes

array

document

readModeCollectionContextMenu

array

readModeCollectionKeyStrokes

array

readModeNoCollectionContextMenu

array

readModeNoCollectionKeyStrokes

array

▶ readModeToolbar

array

Datu bāzes fiziskais modelis. Diagrammu tipi – turpinājums

# meteor.DiagramTypes

Documents   Aggregations   **Schema**   Explain Plan   Indexes   Validati

**FILTER**

Query returned 4 documents. This report is based on a sample of 4 documents (100.00%). ⓘ

- array
- readModeNoCollectionContextMenu**
  - array
- readModeNoCollectionKeyStrokes**
  - array
- ▶ **readModeToolbar**
  - array
  - document
- ▶ **selectionStyle**
  - document
- ▶ **size**
  - document
- ▶ **style**
  - document
- ▶ **toolbar**
  - array
  - document
- toolId**
  - string

Datu bāzes fiziskais modelis. Diagrammu tipi - turpinājums

FILTER

Query returned 423 documents. This report is based on a sample of 423 documents (100.00%).

**\_id**

string

**compartmentTypeld**

string

**diagramId**

string

**diagramTypeld**

string

**elementId**

string

**elementTypeld**

string

**index**

int32

Datu bāzes fiziskais modelis. Atribūti

FILTER

Query returned 423 documents. This report is based on a sample of 423 documents (100.00%).

**input**

string

**isObjectRepresentation**

boolean

**projectId**

string

undefined

▶ **style**

document

**styleId**

string

**toolId**

string

undefined

**value**

string

**valueLC**

string

**Datu bāzes fiziskais modelis. Atribūti - turpinājums**

# meteor.CompartmentTypes

Documents

Aggregations

Schema

Explain Plan

Indexes

Validation

FILTER

Query returned 44 documents. This report is based on a sample of 44 documents (100.00%).

**\_id**

string

**defaultValue**

string undefined

**description**

string undefined

**diagramId**

string undefined

**diagramTypeId**

string

**dialogTabId**

string undefined

**elementId**

string undefined

**Datu bāzes fiziskais modelis. Atribūtu tipi**

## meteor.CompartmentTypes

Documents Aggregations **Schema** Explain Plan Indexes Validation

**FILTER**

Query returned **44** documents. This report is based on a sample of **44** documents (100.00%). ⓘ

**elementType**

string \_\_\_\_\_ undefined \_\_\_\_\_

▶ **extensionPoints**

array \_\_\_\_\_  
document \_\_\_\_\_

**index**

int32 \_\_\_\_\_

▶ **inputType**

document \_\_\_\_\_

**isObjectRepresentation**

boolean \_\_\_\_\_

**label**

string \_\_\_\_\_

**name**

string \_\_\_\_\_

**noRepresentation**

boolean \_\_\_\_\_

Datu bāzes fiziskais modelis. Atribūtu tipi - turpinājums

FILTER

Query returned 44 documents. This report is based on a sample of 44 documents (100.00%).

### noRepresentation

boolean

### prefix

string undefined

### styles

array

undefined

document

### suffix

string undefined

### tabIndex

int32

### toolId

string

Datu bāzes fiziskais modelis. Atribūtu tipi - turpinājums

FILTER

Query returned 6 documents. This report is based on a sample of 6 documents (100.00%).

**\_id**

string

**createdAt**

date

**createdBy**

string

**icon**

string

undefined

**name**

string

**toolId**

string

**Datu bāzes fiziskais modelis. Projekti**

# meteor.Users

Documents

Aggregations

**Schema**

Explain Plan

Indexes

Validator

FILTER

Query returned 7 documents. This report is based on a sample of 7 documents (100.00%).

**\_id**

string

**activeProject**

string

**activeVersion**

string

undefined

**createdAt**

date

**email**

string

**isSystemAdmin**

boolean

**language**

string

**lastModified**

date

**Datu bāzes fiziskais modelis. Lietotāji**

FILTER

Query returned 7 documents. This report is based on a sample of 7 documents (100.00%).

loginFails

array

document

loginFailsCount

int32

logins

array

document

name

string

nameLC

string

profileImage

string

surname

string

surnameLC

string

**systemId**

string

---

**tags**

array

---

**Datu bāzes fiziskais modelis. Lietotāji – turpinājums**

Kvalifikācijas darbs „*Konkrētā sintaksē balsīta aizvietošana grafiskām valodām*” izstrādāts Latvijas Universitātes Datorikas fakultātē.

Ar savu parakstu apliecinu, ka darbs izstrādāts patstāvīgi, izmantoti tikai tajā norādītie informācijas avoti un iesniegtā darba elektroniskā kopija atbilst izdrukai.

Autors: *Dmitrijs Kosarevskis* \_\_\_\_\_ .01.2021.

Rekomendēju darbu aizstāvēšanai

Darba vadītājs/a: *doc., Elīna Kalniņa* \_\_\_\_\_ .01.2021.

Recenzents: *Dr.sc.comp., Edgars Diebelis*

Darbs iesniegts 11.01.2021.

Kvalifikācijas darbu pārbaudījumu komisijas sekretāre: *Darja Solodovņikova* \_\_\_\_\_

Darbs aizstāvēts kvalifikācijas darbu pārbaudījuma komisijas sēdē

\_\_\_\_.01.2021. prot. Nr. \_\_\_\_\_

Komisijas sekretārs(-e): \_\_\_\_\_