VILNIAUS UNIVERSITETAS
MATEMATIKOS IR INFORMATIKOS FAKULTETAS
PROGRAMŲ SISTEMŲ KATEDRA

Reliacinės duomenų bazės kaip paslaugos

Relational database as a service

Bakalauro darbas

Atliko: Gintarė Stalygaitė

(parašas)

Darbo vadovas: prof. dr. Romas Baronas

(parašas)

Darbo recenzentas: lekt. Andrius Adamonis

(parašas)

Vilnius - 2016

SANTRAUKA

Kadangi įvairios paskirties ir pobūdžio duomenys yra neatsiejami nuo kiekvienos šiuolaikiškos įmonės veiklos, tai duomenų bazės yra labai svarbus dalykas. Reliacinės duomenų bazės kaip paslauga yra greitai plintančios ir tobulėjančios, todėl yra sunku atsirinkti tarp jų gausos, kuri iš jų yra tinkamiausia. Todėl šiame bakalauriniame darbe iškelti uždaviniai padėjo surinkti vienas pagrindinių reliacinių duomenų bazių kaip paslaugos savybes, kurios tapo vertinimo kriterijais. Šie kriterijai yra pritaikyti ir suprantami paprastiems vartotojams, siekiantiems išsirinkti vieną iš galimų reliacinių duomenų bazių kaip paslaugų. Tokiems, aktualiausiems vertinimo kriterijams nusakius vertinimo matus, pavyko sukurti vertinimo metodiką, kuri padeda kiekvienam vartotojui įvertinti reliacinę duomenų bazę kaip paslaugą ir nuspręsti ar ji tinkama jo verslo modeliui. Surinkus informaciją apie keletą skirtingų reliacinių duomenų bazių kaip paslaugą („*Oracle*“, „*Amazon Aurora*“ ir „*Microsoft Azure*“) įrodyta, kad vertinimo kriterijai iškelti tinkami ir jiems parinkti tinkami vertinimo matai. Įsitikinti vertinimo metodikos patikimumu, surinkta informacija apie „*Rackspace MySql*“ reliacinę duomenų bazę kaip paslaugą ir ji įvertinta pagal vertinimo kriterijus ir jų matavimo vienetus. Vertinimo rezultatuose pateikiama stipriausios ir silpniausios šios duomenų bazės kaip paslaugos savybės, kurios tampa orientavimosi priemone vartotojui apie reliacinės duomenų bazės suteikiamas galimybes ir teikiamo funkcionalumo kokybę bei pobūdį.

Raktiniai žodžiai: duomenų bazė; reliacinė duomenų bazė; reliacinė duomenų bazė kaip paslauga;

SUMMARY

As data‘s variety and differences are indistinguishable from today‘s business activities – database is a very important thing. Relational database as a service is rapidly spreading and improving. For this reason, it is difficult to choose which one is the most preferable among their abundance. That is why the chosen tasks in this bachelor‘s thesis helped to gather one of the main relational database qualities as a service, which became the criteria for evaluation, which are suited and understandable to everyday user, who‘s aim is to choose one of the relational database as a service. After the most relevant assessment‘s criteria outlined the measures of evaluation, the creation of evaluation method was successful. With it‘s help, every user can evaluate the relational database as a service and decide, whether the relational database is suitable for one‘s business model, or not. After gathering the information about several different databases (“*Oracle*”, “*Amazon Aurora*” and “*Microsoft Azure*”), it has been substantiated that evaluation criteria, as well as measures of evaluation, were chosen correctly. To assure the reliability of methodology, the information was collected about “*Rackspace MySql*” relational database as a service and assessed according to the chosen evaluation measures and criteria. The results of evaluation display pros and cons of the relational database as a service, which for a user serves as a guideline to capabilities and provided functionality‘s quality and type of relational database.

Keywords: database, relational database, relational database as a service.

TURINYS

ĮVADAS....5

1. RELIACINĖ DUOMENŲ BAZĖS KAIP PASLAUGOS VEIKIMAS....7

1.1. „*Oracle*“ duomenų bazė kaip paslauga....12

1.2. „*Microsoft Azure*“ duomenų bazė kaip paslauga....12

1.3. „*Amazon Aurora*“ duomenų bazė kaip paslauga....12

1.4. Duomenų bazės kaip paslaugos savybės....13

2. VERTINIMO METODIKOS KRITERIJAI....15

2.1. Kriterijų hierarchija....15

2.2. Vertinimo kriterijų panaudojimas ir nauda vartotojui....19

3. RELIACINIŲ DUOMENŲ BAZIŲ KAIP PASLAUGOS APIBŪDINIMAI....23

3.1. Duomenų bazės pagal vertinimo charakteristikas....23

3.2. Reliacinių duomenų bazių kaip paslaugos vertinimo rezultatai ir išvados....36

4. EKSPERIMENTINIS METODIKOS TAIKYMAS....38

4.1. „*Rackspace MySql*“ duomenų bazė kaip paslauga....38

4.2. „*Rackspace MySql*“ duomenų bazės kaip paslaugos įvertinimas....43

4.3. „*Rackspace MySql*“ duomenų bazės įvertinimo rezultatai....46

REZULTATAI....47

IŠVADOS....48

ŠALTINIAI....49

ĮVADAS

Duomenų bazės (DB) – yra organizuotas duomenų rinkinys, kuriuo galima individualiai naudotis elektroniniu ar kitu būdu. Naudojant duomenų bazių valdymo sistemas (DBVS), mes galime sukurti ir valdyti pačią duomenų bazę. Duomenų bazių valdymo sistema, atlieka vartotojo sąsajos su duomenų baze vaidmenį, taip sukuriama galimybė atnaujinti, ištrinti, pridėti informaciją arba atlikti informacijos paiešką visoje duomenų bazėje. Naudojant darbo su duomenimis užklausų kalbas, ištraukus duomenis kaip įrašus (eilutės, faktai), naudotojas gali priimti tam tikras išvadas, padaryti duomenų analizę ir apsvarstyti tam tikrus sprendimus[1].

Reliacinė duomenų bazė (RDB) - viena iš duomenų bazių rūšių, kuri remiasi Edgaro Kodo (*Edgar F. Codd*) reliaciniu modeliu[2]. Tokios duomenų bazių valdymo sistemos yra pagrįstos idėja, kad duomenų bazės elementas yra reliacinė lentelė. Pagrindinė mintis Edgaro Kodo yra ta, kad visa informacija yra saugoma dvimatėse lentelėse, kurios susideda iš eilučių ir stulpelių. Eilutėse yra duomenys apie konkrečius objektus ar faktus o stulpeliuose – atitinkamos grupės, tipo informacija. Susikirtimo taškas tarp eilutės ir stulpelio yra konkretaus objekto, konkrečios reikšmės informacija.

Reliacinė duomenų bazė kaip paslauga (RDBAS) – nereikalaujanti konfigūracijos, programinės įrangos įvairovės, internetinė platforma, kurioje vartotojas gali automatizuotai naudoti reliacines duomenų bazes. Reliacinės duomenų bazės kaip paslaugos skiriasi nuo tradicinių duomenų bazių, nes nereikalauja įrašinėti informacijos individualaus kompiuterio atmintyje, tokiu būdu kažkas kitas turi rūpintis jūsų duomenų bazės administravimu ir tvarkymu. [Wol13] Kadangi, tai pakankamai nauja technologija, kuri sparčiai plinta šių dienų visuomenėje, ji yra nuolatos tobulinama siekiant kuo geriau atitikti vartotojo poreikius ir tai yra šio bakalaurinio darbo tiriamasis objektas.

Darbe sprendžiama problema: kaip kiekvienam vartotojui pagal jo poreikius išsirinkti tinkamiausią reliacinę duomenų bazę kaip paslaugą?

Kad kiekvienas naujas vartotojas galėtų palyginti ir įvertinti visas reliacines duomenų bazes kaip paslaugas ir išsirinkti sau tinkamiausią, reikalinga metodika, kurioje apibrėžiama ir tam tikrais matavimo vienetais išmatuojama aktualiausi vertinimo kriterijai. Pagal vertinimo kriterijus surinkus informaciją, įvertinus reliacines duomenų bazes kaip paslaugą ir pateikus rezultatus, galima padaryti išvadą, kokias stipriausias savybes turi reliacinė duomenų bazė kaip paslauga ir kuriose vietose jai dar trūksta kompetencijos. Toks įvertinimas suteikia galimybę vartotojui pagal duomenų bazės kaip paslaugos stiprybes/silpnybes nustatyti, ar ji tinkama jo verslo modeliui ar norimam naudoti kontekstui. Būtent tam, kad sukurti tokią vertinimo metodiką, palengvinti

[1] https://en.wikipedia.org/wiki/Database
[2] http://en.wikipedia.org/wiki/Codd's_12_rules

pasirinkimo galimybes vartotojams ir išspręsti baigiamojo darbo problemą, šiame bakalauriniame darbe išsikeltas tikslas ir uždaviniai.

Baigiamojo darbo tikslas: sukurti reliacinės duomenų bazės kaip paslaugos vertinimo metodiką, leidžiančią pasirinkti tinkamiausią, vartotojo verslo modeliui.

Pasiekti šiam tikslui apibrėžti uždaviniai:

1. Surinkti informaciją apie kelias populiariausias reliacines duomenų bazes kaip paslaugas.
2. Apsibrėžti reliacinės duomenų bazės kaip paslaugos sąvoką išnagrinėjant įprastinės reliacinės duomenų bazės savybes.
3. Pagal populiariausių reliacinių duomenų bazių kaip paslaugos surinktą informaciją ir skirtumus, apibrėžti duomenų bazių savybes, kurios galėtų būti naudojamos reliacinių duomenų bazių kaip paslaugos vertinimui.
4. Aptarti, kaip naudotis vertinimo metodika bei kokia iš to nauda vartotojui.
5. Išnagrinėti keletą pasirinktų reliacinių duomenų bazių kaip paslaugų ir atsižvelgiant į identifikuotas savybes ir skirtumus, sudaryti vertinimo metodikos kriterijus ir vertinimo matus, bei įvertinti ir palyginti tas reliacines duomenų bazes kaip paslaugas.
6. Siekiant įsitikinti, kad vertinimo metodika tinkama įvairioms duomenų bazėms kaip paslaugoms, surinkti informaciją ir išnagrinėti dar vieną duomenų bazę kaip paslaugą ir ją įvertinti.
7. Pateikti rezultatus apie sukurtos vertinimo metodikos tinkamumą.

Informacija apie kiekvieną duomenų bazę kaip paslaugą renkama iš duomenų bazių kaip paslaugos teikėjų puslapių ir dokumentacijų. Kriterijų iškėlimui išanalizuota ir surinka informacija apie duomenų bazių kaip paslaugos dažniausiai komentuojamus, aptariamus kriterijus. Taip pat, kriterijų atrinkimui panaudojamos tam tikros savybės (apsauga, elastingumas, prieinamumas, korektiško darbo su duomenimis užtikrinimas), kurios yra statinės, nekintančios ir kurias privalo įgyvendinti kiekviena duomenų bazė kaip paslauga. Remiamasi Edgaro Kodo (*Edgar F. Codd*) reliaciniu modeliu, kuris apibrėžia, kokias savybes turi turėti kiekviena duomenų bazė, kad būtų vadinama reliacine.

1. RELIACINĖ DUOMENŲ BAZĖS KAIP PASLAUGOS VEIKIMAS

Duomenų bazės kaip paslauga yra vartotojams prieinama internetinė platforma, sistema, kuri leidžia įmonėms lengvai saugoti ir valdyti keletą duomenų bazių visapusiškai prieinamoje ir saugioje erdvėje be programinės įrangos konfigūracijos ar aparatūros atrinkimo. Centralizuojant, automatizuojant bei tobulinant reliacines duomenų bazes kaip paslaugą yra didelė galimybė sumažinti pradinį ir eksploatacinį įmonės kapitalą, išsaugant paslaugų kokybę. Kadangi net 36% pasaulio įmonių naudojasi reliacinėmis duomenų bazėmis kaip paslaugomis, yra didelė motyvacija nuolatos jas tobulinti, kad suteikiamos paslaugos turėtų aukščiausią kokybę [SHE13]. Pagrindiniai kriterijai, apibūdinantys reliacines duomenų bazes kaip paslaugą:

- Turintys tik bazines, naudojimosi kompiuterine technika, žinias įmonės darbuotojai gali naudoti vieną bendrą duomenų bazės platformą. Tam užtikrinti, reliacinių duomenų bazių kaip paslaugos tiekėjai stengiasi sukurti paprastas ir neapkrautas duomenų bazes kaip paslaugą, kad vartotojai galėtų lengvai jas administruoti [WMZJC10];
- Kadangi priežiūros, diegimo ir didžioji dalis informacinių technologijų administracinių atsakomybių atiduodamos duomenų bazės kaip paslaugos tiekėjams, tai turi išlikti geras prieinamumas ir pakankamos galimybės vartotojui keisti svarbiausius nustatymus. Taip sukuriamas sistemos modelis, skirtas duomenų resursams prižiūrėti su galimybe vartotojui plėsti/mažinti apimtis [MMGS14];
- Viena vieta, kurioje yra laikoma visa reikalinga informacija. Joje gali būti talpinami duomenys, iš kelių skirtingų duomenų bazių, taip pat, reliacinė duomenų bazė kaip paslauga turėtų būti lengvai keičiama į kitą (keitimas aktualus užsakovams nusprendus pakeisti reliacinės duomenų bazės kaip paslaugos tiekėją ar tiekėjo sistemos lūžio, paslaugų tiekimo sustabdymo metu) [WMZJC10];
- Duomenų bazės palaikymo klausimais pasirūpina atsakingi asmenys, įmonės neturi papildomai investuoti į duomenų bazės priežiūros sritį, nes reliacinės duomenų bazės kaip paslaugos tiekėjai turi kompetentingus duomenų bazių specialistus, kurie sugeba prižiūrėti ir pateikti optimaliausius sprendimus priežiūros ar užklausų vykdymo klausimais. Paslaugų ieškančioms įmonėms nereikia steigti papildomų duomenų centrų [WMZJC10];
- Pažangios duomenų valdymo funkcijos (pvz. „*check point*“), pakeitimų ir laiko fiksavimas atsekamumui ir auditavimui [WMZJC10];
- Duomenų įkėlimas iš lokalios erdvės į duomenų bazę ir nuolatinis jos papildymas neturi sudaryti nepatogumų ar suteikti pastebimų pokyčių naudotojui, nepriklausomai nuo duomenų kiekio ar apkrovos lygio pokyčių. Net ir vykstant duomenų migracijai/perkėlimui/atnaujinimui/trynimui, vartotojas neturi jausti pasikeitimų ar sulėtėjimų naudojime [SHE13];

- Prieinamumas taip, kad vartotojas galėtų pasiekti, konfigūruoti, valdyti duomenų bazę per internetines programas be fizinės kompiuterinės įrangos ir programinės įrangos diegimų ir konfigūravimų. Vartotojas neturi jausti sistemos lūžio padarinių. Kokybiškas ir geras prieinamumas užtikrintas vartotojui bet kuriuo metu ir iš bet kurios vietos, kur yra interneto prieiga [SCH15];
- Duomenų bazės elastingumas. Tai nusako reliacinės duomenų bazės kaip paslaugos savybes, kad vartotojas galėtų patalpinti ir susieti duomenis iš kelių skirtingų duomenų bazių ir jam nereikėtų nerimauti dėl savo organizacinės veiklos srities ir duomenų bazės kaip paslaugos suderinamumo. Taip pat, neturėtų būti galvojama apie tai, kad bus pritrūkta vietos duomenims, nes tai yra svarbus kriterijus įmonėms, naudojančioms didelius duomenų srautus [SCH15];
- Aukštas saugumo lygmuo, užtikrinantis, kad vartotojo duomenys nebus pasiekti ar pažeisti neleistinų vartotojų, turinčių kenkėjiškus tikslus [MMGS14];
- Reliacinės duomenų bazės taisyklių įgyvendinimas taip, kad duomenų bazė kaip paslauga galėtų vadintis reliacine. Remiamasi Edgar F. Codd‘o iškeltomis reliacinėmis duomenų bazės taisyklėmis:
    1. Pamatinė taisyklė (angl. „*The Foundation rule*“);
    2. Informacijos taisyklė (angl. „*The information rule*“);
    3. Garantuotos prieigos taisyklė(angl. „*The guaranteed access rule*“);
    4. Dėsningas „null“ reikšmės apdorojimas (angl. „*Systematic treatment of null values*“);
    5. Aktyvus prisijungimo katalogas, pagrįstas reliaciniu modeliu (angl. „*Active online catalog based on the relational model“*);
    6. Duomenų sutrumpinimo taisyklė (angl. „*The comprehensive data sublanguage rule*“);
    7. Vaizdo atnaujinimo taisyklė (angl. „*The view updating rule*“);
    8. Aukšto lygio įterpimas, atnaujinimas ir ištrynimas (angl. „*High-level insert, update, and delete*“);
    9. Fizinis duomenų nepriklausomumas (angl. „*Physical data independence*“);
    10. Loginis duomenų nepriklausomumas (angl. „*Logical data independence*“);
    11. Vientisumo nepriklausomumas (angl. „*Integrity independencee*“);
    12. Pasiskirstymo nepriklausomumas (angl. „*Distribution independence*“);
    13. Duomenų vientisumas (angl. „*The nonsubversion rule*“);

Šie pagrindiniai reliacinės duomenų bazės kaip paslaugos kriterijai leidžia nustatyti, ar duomenų bazė kaip paslauga yra pritaikyta pilnavertiškam vartotojo naudojimui, yra saugi,

patikima ir ar atitinka reliacinės duomenų bazės taisykles. Turint tokius kriterijus galima nustatyti reliacinės duomenų bazės kaip paslaugos įvertinimą ir kokybės lygį.

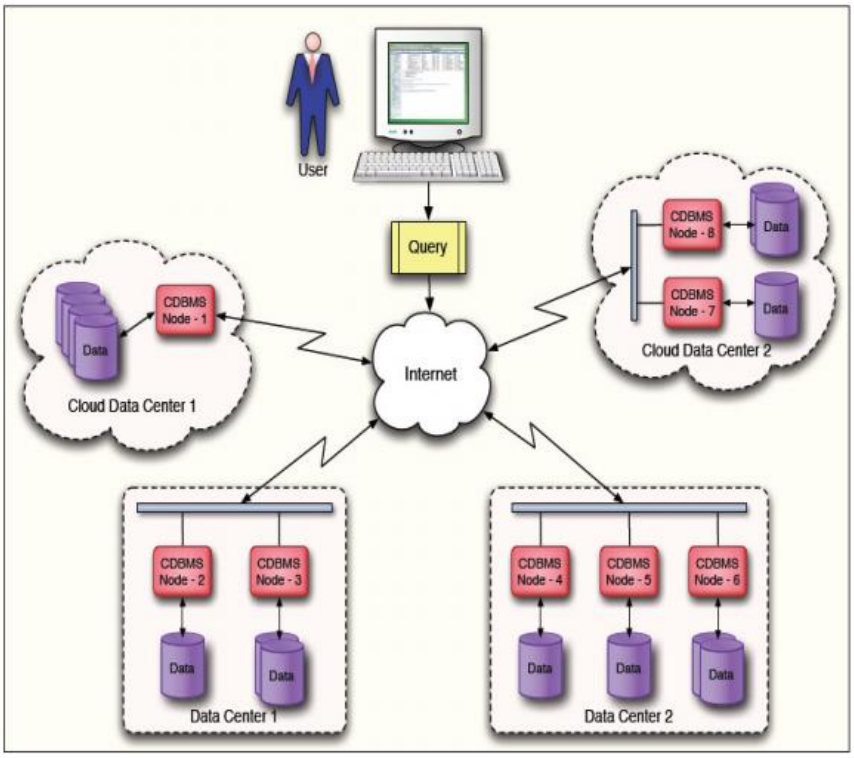
Reliacinės duomenų bazės kaip paslauga naudoja sluoksniuotą architektūrą, kur kiekvienas sluoksnis atlieka skirtingą funkcionalumą, taip sumažinama apkrova vienam sluoksniui ir užtikrinamas spartesnis, patikimesnis reliacinės duomenų bazės kaip paslaugos veikimas.

- Vartotojo naudojimosi lango sluoksnis – naudojimosi duomenimis aplinka.
- Aplikacijos sluoksnis – prieiga prie programinės įrangos ir duomenų saugojimo vietos.
- Duomenų bazės sluoksnis – efektyviam ir patikimam duomenų bazės valdymui.
- Duomenų talpinimo sluoksnis – į šį sluoksnį jokie programavimo darbai neįeina, jame talpinami duomenys, jame gali būti duomenys koduojami/dekoduojami, saugomos duomenų atsarginės kopijos [MMGS14].

Esant sliuoksniuotai architektūrai yra paprastesnis ir greitesnis duomenų bazės valdymas, nes vienas sluoksnis mažai įtakoja kitą, tad duomenų bazės sistemos lūžio metu, pakaktų išsiaiškinti kuriame sluoksnyje įvyko gedimas ir tam tikro sluoksnio specialistai turėtų galimybę greit atstatyti korektišką veikimą, kad nebūtų pažeistas vartotojo naudojimas ar duomenys [MMGS14].

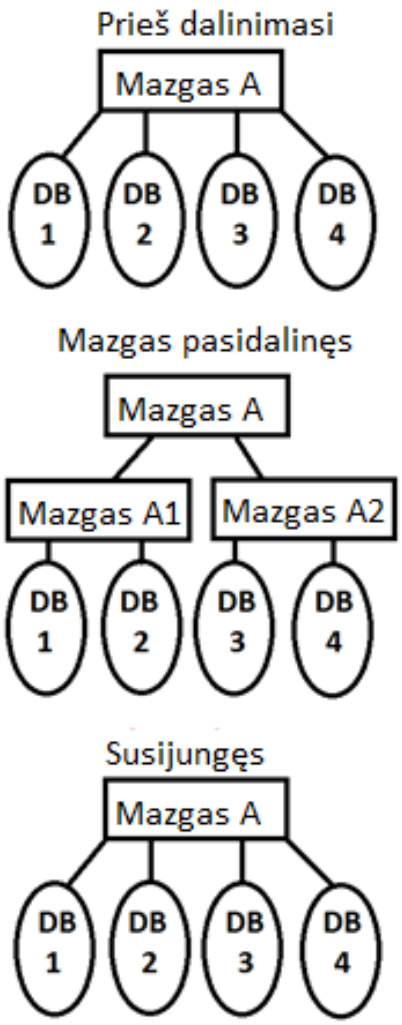
Kadangi, kiekvienos įmonės esminis branduolys yra duomenys, būtent dėl to reliacinės duomenų bazės kaip paslaugos kriterijai turi būti tinkamai įgyvendinti, kad užtikrintų saugią, nebrangią, prieinamą, elastingą, patogią ir sparčiai aptarnaujančią galimybę administruoti savo duomenis, nes administraciniams ir priežiūros darbams, kurie reikalingi pačiai duomenų bazei, nereikalingi laiko ir žmonių kaštai – galima koncentruotis į užduotis, susijusias su duomenų analize. Taip pat, dėl reliacinės duomenų bazių kaip paslaugos turimo bendro modelio, kuris tinka daugeliui verslo taikomųjų programų valdymui, jos panaudojamos kaip biuro ir pranešimų mainų programinė įranga, ryšių su klientais valdymo bei turinio valdymo operacijų įrankis, paslaugų registravimo, ataskaitų tvarkymo, mokėjimo būdų nustatymo, paslaugų panaudojimo valdymo, žmogiškųjų išteklių planavimo ir kitų verslo sričių bei vykdymo pagalbinė priemonė. Dėl tokio plataus teikiamų paslaugų sąrašo, reliacinės duomenų bazės kaip paslauga skatina įvairiausių sričių įmones ir organizacijas atsisakyti standartinių duomenų bazių, nes didžiajai daliai savo personalo (pvz. programinės įrangos kūrėjams, testuotojams, buhalteriams, vadovams, architektams ir t.t.) leidžia saugoti, atkurti ir valdyti duomenis be susidūrimo su žemesnio lygio duomenų administravimo funkcijomis.

Be suteikiamų patogumų, taip pat svarbi yra ir transakcijos, duomenų prieinamumo ir spartos funkcija. Dažnai duomenys būna patalpinti ne vienoje vietoje, bet skirtinguose duomenų centruose, ir kreipiantis užklausomis jų ištraukimui svarbus laikas, per kiek jie bus pasiekiami ir ar vartotojas gaus atsakymą apie tai, ar duomenų ištraukimo užklausa buvo įgyvendinta teisingai ar ne. Kaip matome iliustracijoje (žr.1pav. [SHE13]) nesvarbu, iš kokios vietos prisijungęs prie



1 pav. Duomenų talpinimo keliose skirtingose vietose, schema [SHE13]

kompiuterio vartotojas, internetu siunčia užklausą, kuri nukreipiama į tam tikrą duomenų bazės kaip paslaugos tašką, kuriame yra duomenys, atitinkantys užklausos norimą gauti rezultatą [SHE13]. Stengiantis išvengti duomenų užklausų siuntimo apkrovos rizikos, norint pasiekti aukštesnį pralaidumo lygį yra pajungti keli mazgai, kurie skirti apdoroti užklausų sakiniams, kad duomenų bazė visuomet būtų prieinama vartotojui. Dėl tokios sudėtingos reliacinės duomenų bazės kaip paslaugos struktūros, yra integruotas toks funkcionalumas, kaip mazgų dalinimasis, kad dar labiau užtikrinti duomenų bazės kaip paslaugos prieinamumą ir gerą veikimo greitį nepaisant užkrovimo lygmens. Kai iš vartotojo kompiuterio sugeneruojama užklausa, pirmas mazgas nusprendžia kur perduoti tą užklausą, tuomet sekantis mazgas vėl perskiria tą užklausą toliau, tačiau esant dideliam užklausų srautui, mazgai pasidalija. Sumažėjus užklausų apkrovai, mazgai vėl susijungia (žr. 2 pav.) [SHE13]. Neapsiribojama tik tokio lygmens dalijimusi, esant reikalui, mazgai gali dalintis į dar smulkesnius. Svarbu yra tai, kad dar pagreitinant atsakymą į vartotojo užklausas, atsakymas grįžta be mazgų skirstymo, bet tiesiogiai į kompiuterį, iš kurio



2 pav. Mazgų dalinimasis

buvo siųsta užklausa. Duomenų bazės kaip paslaugos naudoja užklausų kategorizavimą, rūšiavimą, klasifikavimą ir subkategorizavimą, kad dar labiau pagreitintų atsakymus į vartotojo siunčiamas užklausas [SHE13].

Duomenų bazių kaip paslaugos teikime labai svarbu atitikti užsakovų keliamus kriterijus ir suteikti jiems stiprias garantijas duomenų saugumo klausimu, kad norintys naudotis šia paslauga būtų užtikrinti, kad jų duomenys nebus pažeisti ar prarasti. Yra atlikti tyrimai, kad didžiausios grėsmės duomenų pažeidimui yra internetiniai įsilaužėliai ar kiti asmenys, turintys piktybiškus kėslus, nesaugūs naudojimosi duomenų bazės sistema langai, duomenų nutekinimas [MMGS14]. Kad išvengtų šių iškylančių problemų, duomenų bazių kaip paslaugos tiekėjai susitvarko su pagrindiniais saugumo aspektais (neleistinos neteisėtos prieigos prie duomenų, maksimalus trečiųjų šalių duomenų bazės sistemos saugumas, duomenų konfidencialumas, prieinamumas ir vientisumas).

Nepasisant to, kad duomenys būtų tinkamai apsaugoti, duomenų bazės kaip paslaugos turi galimybę talpindamos duomenis juos užšifruoti pagal tam tikrą šifrą, kurio dekodavimo raktą galėtų žinoti tik duomenų savininkas. Duomenų šifravimo lygmuo, taip pat, gali priklausyti nuo to, kokio slaptumo duomenys yra talpinami. Tai reiškia, kad atlikus duomenų klasifikavimą, nusprendžiama, koks yra duomenų slaptumo lygmuo, ir pagal tai suteikiamas atitinkamas šifravimo rakto apsaugos kriterijus. Vėl gi, net ir suteikus minimalios apsaugos raktą duomenims, ne visi vartotojai gali juos pasiekti. Reliacinės duomenų bazės kaip paslauga gali riboti vartotojų galimas atlikti funkcijas pagal tai, kokios privilegijos/rolės/teisės yra suteiktos vartotojui. Duomenų bazės sistemos administratoriai gali suteikti tokias specifines roles vartotojams kaip pavyzdžiui „*read-only*“ ar visiškos ir pilnos prieigos galimybę. Taip užtikrinamas duomenų privatumas, apsauga nuo hakerių, išvengiama duomenų pažeidžiamumo, sunaikinimo [CJPMWMBZ10].

Jei jau taip įvyktų, kad duomenys būtų pažeisti ar kitaip pasiekti, sunaikinti pašalinių ar turinčių netinkamus kėslus žmonių, reliacinės duomenų bazių kaip paslaugos tiekėjai užtikrina duomenų atkūrimo funkciją. Tai reiškia, kad, jei įvyko duomenų bazės sistemos lūžis, ar

piktavaliai asmenys kažkaip pažeidė duomenis, visuomet yra galimybė juos atkurti, nes yra nuolatos kuriamos ir paslaugos tiekėjų savarankiškai saugomos atsarginės kopijos.

1.1. „*Oracle*“ duomenų bazė kaip paslauga

Virtualių mašinų principu suteikia vartotojui patogų valdymo langą, kuris suteikia galimybę kelių mygtukų paspaudimu, per keletą minučių, vartotojas jau naudotis reliacine duomenų baze kaip paslauga [OK16]. Visai neseniai jie pristatė *„Oracle*“ kaip paslaugų versijas: „*Oracle Database 11g*“ arba „*Oracle Database 12c*“. *„Standard Edition One“* – neturi integruotų duomenų bazių funkcijų, *Enterprise Edition High Performance“*- turi integruotą didžiąją dalį duomenų bazių funkcijų ir „*Enterprise Edition Extreme Performance“* – palaiko visas funkcijas, skirtas naudoti duomenų bazėms. Visos šios versijos suteikia lanksčias valdymo galimybes vartotojui. Per naudotojo langą yra galimybė tvarkyti duomenų bazių leidimus, prieigos metodus, konfigūruoti gyvavimo ciklus, saugumo taisykles, tvarkyti atminties ar saugumo nustatymus [OK16].

1.2. „*Microsoft Azure*“ duomenų bazė kaip paslauga

„*Microsoft Azure*“ yra internetinio naudojimo platforma, kurią sukūrė „*Microsoft*“. Tai yra infrastruktūra, skirta diegti ir valdyti paslaugas per „*Microsoft*“ valdomą duomenų centrą. „*Microsoft*“ pristatė „*Azure*“ produktą jau 2008 metais.[3] Ši platforma suteikia PaaS (angl. *„platforma as a service“*), IaaS (angl. „*infrastructure as a service“*) paslaugas, palaiko daug įvairių programavimo kalbų ir yra prieinama internetu. Platforma kaip paslauga palaiko automatinį diegimą ir naudojama sukurti taikomąsias programas ir paslaugas.

1.3. „*Amazon Aurora*“ duomenų bazė kaip paslauga

„*Amazon Aurora*“ yra suderinama su MySQL reliacinė duomenų bazių sistema, pasižyminti paprastumu ir ekonomiškumu, teikianti reliacines duomenų bazes kaip paslaugas. Vartotojui suteikia patikimas komercines duomenų bazių paslaugas, kurios pasižymi greičiu, elastingumu, našumu, patikimumu, saugumu bei prieinamumu. [AK16] „*Amazon*“ korporacija išgarsėjusi „*Amazon RDS*“[4] (angl. „*Amazon Relational Database Service*“) infrastruktūros kūrėja. Šioje infrastruktūroje suteikia galimybę vartotojui vienoje vietoje tvarkyti keletą skirtingų savo duomenų bazių, tokių kaip „*Oracle*“, „*MySQL*“ ir pan. Tačiau laikui bėgant nusprendė turėti ne tik infrastruktūrą duomenų bazių valdymui, bet ir nuosavą duomenų bazę kaip paslaugą – „*Amazon Aurora*“.

[3] http://searchcloudcomputing.techtarget.com/definition/Windows-Azure
[4] https://aws.amazon.com/rds/

1.4. Duomenų bazės kaip paslaugos savybės

Siekiant įsitikinti, kad reliacinė duomenų bazė kaip paslauga yra tinkama naudoti įvairiuose verslo sektoriuose, reikalinga tikslingai apsibrėžti tam tikrus vertinimo kriterijus ir reikalavimus. Šie reikalavimai ir kriterijai suteikia galimybę įvertinti ir palyginti reliacines duomenų bazes kaip paslaugas pagal tai, kuri duomenų bazės sistemos veikimo sritis yra aktualiausia vartotojams. Atsižvelgiant į savybes, remiantis aktualiausiomis duomenų bazių funkcionalumo sritimis, išsikelti kriterijai, kurie nusako reliacinės duomenų bazės kaip paslaugos veikimo specifiką ir gali suteikti vartotojui žinių apie tai, ar ji tinkama vartotojo norimam įgyvendinti verslo modeliui. Kriterijai formuojami apžvelgus ir vertinus visuomenės poreikius ir aktualiausias sritis, kuriose panaudojamos duomenų bazės kaip paslaugos. Vienos pagrindinių reliacinės duomenų bazės kaip paslaugos charakteristikos, kurios suformuotos atsižvelgiant į šių dienų vartotojų poreikius:

- K1. Prieinamumas. Charakterizuojamas galimybėmis pasiekti duomenis iš bet kokios vietos pasaulyje per tam tikrus įrenginius. Taip pat, apibrėžiami galimi protokolai duomenų pasiekimui;
- K2. Apsauga. Vertinamas duomenų bazės kaip paslaugos apsaugos lygis, atsižvelgiant į apsaugą nuo internetinių išpuolių (virusų, piktavališkus kėslus turinčių „*hakerių*“), stichinių nelaimių, naudotojų galimybių bei trečiųjų šalių sistemų naudojimąsi ir saugumo užtikrinimą;
- K3. Elastingumas, apkrovos lygio analizė. Nusakoma, kiek duomenų bazė kaip paslauga pati gali skirstyti resursų naudojimą ir kaip sutaikoma su kitomis duomenų bazėmis;
- K4. Atnaujinimas, suderinamumas, vientisumas. Vertinama, ar keičiant duomenis, yra apgalvoti sprendimai, ar nebus sugadinti, prarasti ar perdengti duomenys, juos atnaujinant keliems vartotojams vienu metu;
- K5. Duomenų išsaugojimas. Charakterizuojamas atsarginių kopijų kūrimo funkcionalumas, taip pat duomenų keitimo auditavimas;
- K6. Dydis. Nusakoma, kokį dydį duomenų talpina reliacinės duomenų bazė kaip paslauga;
- K7. Darbo su duomenų baze vartotojo naudojimosi lango galimybės. Vertinama, ar suteikiamas patogus vartotojo langas duomenų importavimui/eksportavimui bei ar per standartinį vartotojo langą galima atlikti visas svarbiausias funkcijas, skirtas duomenų apdorojimui;

- K8. Apmokestinimas. Nusakoma preliminari kaina, už kurią galima įsigyti reliacinės duomenų bazės paslaugą bei mokėjimo modelis, kuris nusako už ką, kada ir kiek skaičiuojamas mokestis;
- K9. Teisių/atsakomybių svarba/kiekis suteiktų administratoriams tiekėjų. Kadangi didžioji dauguma administracinių ir veikimo užtikrinimo funkcijų įgyvendina reliacinės duomenų bazės kaip paslaugos tiekėjai, tai šiuo kriterijumi vertinama, kiek šių funkcijų koreguoti gali pats vartotojas savo nuožiūra;
- K10. Užklausų ir transakcijų darbo krūvis, transakcijos pajėgumas. Vertinama, ar reliacinė duomenų bazė kaip paslauga yra pritaikyta aiškiai ir patogiai naudotis kiekvienam vartotojui;
- K11. RDB taisyklės. Charakterizuojama, kiek reliacinės duomenų bazės taisyklių įgyvendina ir ar galima duomenų bazę kaip paslaugą vadinti reliacine;

Šiems vertinimo kriterijams suteikiami individualūs identifikatoriai („K1“, „K2“, ... „Kn“) patogesniam jų atsekamumui. Kadangi kriterijai pakankamai abstraktūs, remiantis reliacinių duomenų bazių kaip paslaugos aprašymais, juos sukonkretizavus, lyginimas ir vertinimas paprastesnis. Turėdamas tokią vertinimo metodiką vartotojas gali palyginti keletą reliacinių duomenų bazių kaip paslaugų arba įvertinti vieną. Ši metodika gali padėti pasirinkti tinkamiausią reliacinę duomenų bazę kaip paslaugą iš kelių arba įvertinti, ar pasirinktoji pilnai atitinka poreikius.

2. VERTINIMO METODIKOS KRITERIJAI

Tam, kad detalizuoti reliacinių duomenų bazių kaip paslaugos savybes, atliekama trijų skirtingų, reliacinių duomenų bazių kaip paslaugos, analizė. Toliau bus pateikta „*Oracle*“, „*Amazon Aurora*“ ir „*Micosoft Azure*“ reliacinių duomenų bazių kaip paslaugos palyginimas, pagal turimas savybes, kurio pagalba išryškėja aktualiausi reliacinės duomenų bazės kaip paslaugos kriterijai. Apibendrinus vienas pagrindinių reliacinės duomenų bazės kaip paslaugos charakteristikų, apibrėžta konkretūs kriterijai, kurie nusako duomenų bazių valdymo principus. Pasirinktos ir apibrėžtos charakteristikos yra aktualios tiems, kas nori išsirinkti vieną iš duomenų bazių valdymo kaip paslaugos sistemų. Atsižvelgiant į dažniausiai diskutuojamas temas apie duomenų bazes kaip paslaugas, didžiausias dėmesys atkreipiamas į vartotojo patogumą, sistemos universalumą ir duomenų valdymo, saugojimo užtikrinimą. Šiems kriterijams nustatyti vertinimo modeliai, kuriais galima įvertinti ir palyginti kiekvieną reliacinę duomenų bazę kaip paslaugą.

2.1. Kriterijų hierarchija

Kriterijus sudėliojus pagal ryšį bei aktualias savybes gaunasi tam tikra hierarchija, medis. Šioje hierarchijoje Kx vertinimo kriterijai yra tam tikros reliacinės duomenų bazės kaip paslaugos savybės. Kx kriterijaus įvertinimas priklauso nuo Kxz vaikinių kriterijų rezultatų. Tai reiškia, kad įvertinus reliacinę duomenų bazę kaip paslaugą pagal Kxz kriterijus, galėsima daryti išvadas apie Kx kriterijus. Taip pat, turint vertinimo metodikos kriterijų hierarchiją, yra paprasčiau jais naudotis vertinant reliacinę duomenų bazę kaip paslaugą, nes tokiu atveju nėra privaloma apžvelgti visų savybių, užtenka atsižvelgti į vartotojui svarbias savybes.

- K1. Prieinamumas yra svarbi reliacinės duomenų bazės kaip paslaugos funkcija, todėl svarbu, kad vartotojas galėtų rinktis duomenų bazę pagal tai, kurios prieinamumas jam patogiausias ir priimtiniausias.
    - K1a. Galimybė pasiekti valdymo pultą ne tik per stalinį kompiuterį, bet ir per kitus įrenginius, per interneto ryšį. [WMZJC10].

      Vertinimas: Įrenginiai, per kuriuos duomenų bazė kaip paslauga yra prieinama? (sąrašas ir prieinamumo galimybės, kad vartotojas galėtų rinktis pagal poreikį; [Lankstus/nelankstus])
    - K1b. Protokolai, per kuriuos prieinama reliacinė duomenų bazė kaip paslauga (per VPN tinklą, IP, SSH ar SOAP ir t.t.). [WMZJC10]

      Vertinimas: Vienas konkretus nustatytas protokolas, ar vartotojas gali pasirinkti iš kelių galimų? Jei taip, iš ko rinktis gali? (nurodo universalumą duomenų bazės kaip paslaugos ir suteikia galimybę vartotojui pačiam pasirinkti patogiausią prieinamumą; [Lankstus/nelankstus])

Jei prieinamumo sąraše yra 2 ar daugiau įrenginių, per kuriuos gali prieiti prie duomenų ir yra galimybė pasirinkti iš 2 ar daugiau tinklų rūšių, tuomet duomenų bazė kaip paslauga yra lanksčių prieinamumo galimybių.

- K2. Apsaugos kriterijus, kaip nenuginčijamas, yra svarbus kiekvienam vartotojui, nes netinkamai panaudoti asmeniniai ar įmonės duomenys gali pakenkti vartotojui.
    - K2a. Galimybė suteikti teises/roles galimiems sistemos naudotojams, kurios ribotų jų galimybes (pvz.“*read-only*“ arba pilnas duomenų prieinamumas/koregavimas/trynimas). [WMZJC10]
      Vertinimas: Ar tokia galimybė egzistuoja? Jei taip, tai kokios rolės gali būti suteiktos? ([Taip/Ne])
    - K2b. Duomenų saugojimo garantijos nuo internetinių virusų (pvz. „*trajan*“) ar kitų kenkėjiškų atakų ar pažeidimų. [WMZJC10]
      Vertinimas: Ar tai užtikrinama? Jei taip, kokiais būdais? ([Taip/Ne])
    - K2c. Apsaugos užtikrinimas trečiųjų šalių sistemose. [WMZJC10]
      Vertinimas: Ar tai užtikrinama? ([Taip/Ne])
    - K2d. Duomenų saugumas sistemos lūžių metu arba apsisaugojimas nuo stichinių nelaimių galimų sukeliamų sistemos pažeidimų (žaibai, žemės drebėjimai ir t.t.). [WMZJC10]
      Vertinimas: Ar tai užtikrinama? ([Taip/Ne])

Jei reliacinė duomenų bazė kaip paslauga užtikrina visus K2 kriterijus, jos apsaugos lygmuo vertinamas maksimaliu įvertinimu 100%. Jei tik 3 – 75% ir t.t.

- K3. Elastingumas ir apkrovos lygio analizė yra minimi kaip papildoma, tačiau svarbi vartotojui funkcija, kurią turi suteikti duomenų bazės kaip paslaugos tiekėjai.
    - K3a. Duomenų bazė kaip paslauga yra pritaikyta ir adaptuota priimti duomenis iš kelių skirtingų duomenų bazių, taip pat, gali perkelti duomenis į kitas duomenų bazes. [SHE13]
      Vertinimas: Ar ji tai įgyvendinama? Jei taip, su kokiomis duomenų bazėmis gali būti susieta? ([Taip/Ne])
    - K3b. Duomenų bazė gali nustatyti savo apkrovos lygį pagal užklausų skaičių ir įvertinusi kompiuterio galią nustatyti savo pajėgumą. [SHE13]
      Vertinimas: Ar tai įgyvendinama? ([Taip/Ne])

Jei K3a ir K3b teigiami – elastingumas geras, jei vienas iš kriterijų teigiamas – elastingumas vidutinis, jei abu kriterijai, K3a ir K3b neigiami - elastingumas arba minimaliai apibrėžiamas arba iš vis neapibrėžiamas šioje duomenų bazėje kaip paslaugoje.

- K4. Atnaujinimas, suderinamumas, vientisumas svarbu dėl vartotojui suteikiamos galimybės nuolatos dirbti su duomenimis be baimės juos pažeisti.
    - K4a. Reliacinė duomenų bazė kaip paslauga palaiko tranzakcijas. [MMGS14]

      Vertinimas: Ar tai apgalvota? Kaip išsprendžiama duomenų vientisumo klausimas? ([Taip/ne])

Jei šis kriterijus tenkinamas, tai reliacinė duomenų bazė kaip paslauga apsisaugojusi nuo duomenų nesuderinamumo ar atnaujinimo klaidų.

- K5. Duomenų išsaugojimo svarbumas nenuginčijamas, nes tai statinė savybė, kurią turi tenkinti bet kuri reliacinė duomenų bazė kaip paslauga, tik kai kurios tai užtikrina skirtingomis metodikomis.
    - K5a. Duomenų replikacijos saugojimas, kad visuomet būtų galima atsekti, kada ir kokio vartotojo duomenys buvo pakeisti. [WMZJC10]

      Vertinimas: Ar duomenų bazė kaip paslauga talpina tokią informaciją? ([Taip/ne]
    - K5b. Atsarginių kopijų kūrimas, užtikrinantis duomenų atkūrimą praradimo atveju. [WMZJC10]

      Vertinimas: Kokiais būdais saugomos kopijos ir kokia saugojimo strategija? ([Saugomų kopijų skaičius])

Galima daryti prielaidą, kad jei K5b kriterijus > 2, duomenų saugumas aukšto lygmens. 2 – vidutinio, o jei mažiau už 2 – saugumas užtikrinamas minimaliai. Jei K5a teigiamas – reliacinė duomenų bazė kaip paslauga apsisaugojusi nuo duomenų perrašymo.

- K6. Dydis nėra esminis duomenų bazės vertinimo kriterijus, tačiau kiekvienam vartotojui renkantis reliacinę duomenų bazę kaip paslaugą yra svarbu žinoti, kiek ji talpina duomenų tam, kad nuspręstų ar gali pritaikyti prie savo verslo modelio.
    - K6a. Sistema turi užtikrinti, kad vartotojui nepritrūks vietos duomenų bazėje. [SHE13]

      Vertinimas: Maksimalus dydis, kokį talpina duomenų bazė kaip paslauga? ([Gigabaitais]).

Pagal šį kriterijų vartotojas nusprendžia ar reliacinė duomenų bazė suteikia pakankamai vietos duomenų talpinimui. Sakysime, kad 1024GB yra vidutinis dydis

- K7. Darbo su duomenų baze vartotojo lango galimybės, kurios nusako kokio sudėtingumo yra duomenų bazės kaip paslaugos pateikiamas vartotojo langas.

- K7a. Duomenų eksporto ir importo galimybės suteikiamos vartotojui per patogų ir paprastą vartotojo naudojimosi langą. [5]

  Vertinimas: Kaip atliekamas duomenų importavimas ir eksportavimas? ([Sudėtinga/paprasta])
- K7b. Ar visos galimos palaikomos funkcijos, kurios yra skirtos darbui su duomenimis. [WMZJC10]

  Vertinimas: Kokias užklausų kalbas palaiko? ([skaičius užklausų kalbų, kurias palaiko ši duomenų bazė kaip paslauga])

Tinkamai išvadai padaryti nustatome, kad atitinkamas sąrašas parodo duomenų bazės kaip paslaugos plečiamumą ir pritaikomumą (K7b), jei >=2 – pritaikomumas aukšto lygmens. Eksportavimo ir importavimo galimybės sudėtingumas (K7a) – reikalinga papildoma programinė įranga ar ne.

- K8. Apmokestinimas nėra svarbi duomenų bazės kaip paslaugos savybė, tačiau vartotojui renkantis tam tikrą duomenų bazę svarbu žinoti ir įvertinti, kiek ši paslauga kainuos jo įmonei ir iš kokių mokėjimo modelių gali rinktis.
  - K8a. Kaina [WMZJC10]

    Vertinimas: Kokios preliminarios kainos naudotis šia sistema? ([Standartinio paketo kaina])
  - K8b. Kadangi vartotojai renkasi reliacines duomenų bazes kaip paslaugą ne tik dėl patogumo, bet ir dėl taupymo klausimo, tai svarbus kriterijus yra mokėjimo modelis: kokiu metu ir už ką skaičiuojasi mokestis už duomenų bazės kaip paslaugos teikimą.

    Vertinimas: Kada ir už ką skaičiuojamas mokestis vartotojui? ([Mokesčio skaičiavimo modelis])

Pagal kainą ir mokesčio skaičiavimo modelį įvertina vartotojas, ar prieinama tokia duomenų bazė pagal jo turimas lėšas.

- K9. Teisių/atsakomybių svarba/kiekis suteiktų administratoriams tiekėjų, kad visiškai nebūtų atimtos administracinės teisės ir konfigūravimo galimybės iš vartotojo.
  - K9a. Dalį konfigūracijos gali koreguoti pats vartotojas. [WMZJC10]

    Vertinimas: Kokius sisteminius nustatymus gali keisti vartotojas? ([Konkrečių sisteminių reliacinės duomenų bazės kaip paslaugos nustatymų skaičius, kuriuos gali keisti vartotojas]).

[5] https://cloud.oracle.com/en_US/database?lmResID=1383678929063&tabID=1383678929020

Vertinime teigiame, kad jei sistemos vartotojas gali keisti daugiau nei duomenis, tai ši reliacinė duomenų bazė kaip paslauga įgauna „keičiamumo ir lankstumo“ statusą, kuris pasako, kad vartotojas gali keisti nustatymus pagal poreikį. „Keičiamumas ir lankstumas“ įvertinimas aukštu, jei bent 5 skirtingus nustatymus gali koreguoti pats vartotojas.

- K10. Užklausų ir transakcijų darbo krūvis, transakcijos pajėgumas svarbus daugiau tiems vartotojams, kuriems daugiau aktualu pačios sistemos korektiškas veikimas.
    - K10a. Vartotojas gauna ne tik ištrauktus duomenis iš duomenų bazės, bet ir atsakymą, ar korektiškai buvo ištraukti visi duomenys. Aktualu, nes jei jis nežinotų, ar tinkamai buvo ištraukti duomenys, savo vidinėje įmonės veikloje naudotų netinkamus duomenis. Taip pat, negavęs atsakymo apie sėkmingą ištraukimą nežinos, ar kartoti užklausą ar ne. Taip sukuriamas vartotojui aiškus naudojimosi langas ir nuolat vyksta komunikacija.

      Vertinimas: Ar vartotojui grąžinamas atsakymas apie sėkmingai pavykusį duomenų ištraukimą? Įvykusias klaidas? ([Taip/Ne])

Jei reliacinė duomenų bazė kaip paslauga įgyvendina šį kriterijų, tai ji yra su „draugišku vartotojui naudojimosi langu“ ir nekels sunkumų mažiau įgudusiems vartotojams naudotis duomenų baze.

- K11. RDB taisyklių įgyvendinimas įrodytų vartotojui, kad duomenų bazė kaip paslauga galima vadinti reliacine ir ši duomenų bazė turi analogišką funkcionalumo „kraitį“ kaip ir kitos, vartotojui žinomos ir anksčiau naudotos paprastos reliacinės duomenų bazės.
    - Kaip kiekviena duomenų bazė kaip paslauga įgyvendina RDB taisykles, ar ją galima laikyti reliacine.

      Vertinimas: Kurias ir kiek iš jų įgyvendina, ar pagristai laikoma „reliacine“? ([Taip/Ne])

Apie duomenų bazę kaip paslaugą galima daryti išvadą, jei atitinka taisykles, tai ši duomenų bazė laikoma reliacine.

2.2. Vertinimo kriterijų panaudojimas ir nauda vartotojui

Kadangi, vienos pagrindinių savybių, reliacinių duomenų bazių kaip paslaugos, apibrėžtos remiantis informacija apie jas, todėl informaciją vertinimo metodikai reikėtų rinkti iš oficialių, pateikiančių tikslią informaciją, šaltinių ir puslapių. Atsižvelgiant į kiekvieną iš apibrėžtų vertinimo metodikos kriterijų ir jų subkategorijų, surenkama informacija ir panaudojus vertinimo skales ir matus, išmatuojama bei įvertinama reliacinės duomenų bazės kaip paslaugos savybės, galimybės.

Atlikus duomenų bazės kaip paslaugos vertinimą pagal iškeltus vertinimo kriterijus vartotojui sukuriamas preliminarus vaizdas, kokias sritis reliacinė duomenų bazė kaip paslauga užtikrina labiausiai ir kokiam verslo modeliui ji yra tinkama. Surinkus informaciją apie duomenų bazes ir atsižvelgus į metodinių vertinimo kriterijų matavimo vienetus ir taisykles, padaroma išvada, suteikianti vartotojui galimybę rinktis reliacinę duomenų bazę kaip paslaugą pagal kriterijaus įgyvendinamumo lygmenį.

K1. Šiam kriterijui reikėtų surinkti informaciją apie visus galimus pasiekiamumo ir prieinamumo tinklus. Turint tokį sąrašą, ne tik nuspręsime ar galimybių rinktis prieinamumą yra 2 ar daugiau, bet taip pat, pateiksime vartotojui galimybių rinktis aibę.

Prieinamume svarbiausią vietą užima galimi prieinamumo būdai ir reliacinės duomenų bazės kaip paslaugos pasiekimo variantai, kuriuos vartotojas žinodamas gali pritaikyti tam tikrą duomenų bazę kaip paslaugą prie savo verslo modelyje naudojamų įrankių. Taip pat, jei jau turi kokią nors kompiuterinės įrangos ar įmonių išsidėstymo po pasaulį infrastruktūrą, tai jis pasirinks tokią reliacinę duomenų bazę kaip paslaugą, kuri suteiks patogiausią pasiekiamumo ir prieinamumo variantą.

K2. Remiantis tiekėjo pateikiama reliacinės duomenų bazės kaip paslaugos dokumentacija, reikėtų atsakyti į pagrindinius klausimus: ar yra galimybė reliacinės duomenų bazės kaip paslaugos vartotojui nustatyti naudotojų roles? Ar apsauga nuo virusų, trečiųjų šalių sistemose ar apsauga sistemos lūžių metu egzistuoja? Tuomet pateikus apsaugos užtikrinimo variacijas, galimų sukurti naudotojų rolių sąrašą, galime daryti išvadą apie tai, ar šie būdai bei galimybės tenkina poreikius.

Nors saugumas turėtų būti visų duomenų bazių kaip paslaugų užtikrinamas maksimaliai, tačiau kai kurios jų daugiau susikoncentruoja ties viena saugumo sritimi. Tai žinodamas vartotojas gali nuspręsti, ar duomenų bazė pateiks tinkamą saugumo lygį. Jei duomenų bazė saugumą užtikrins tik 25%, tai tokiu, jei duomenis pažeis pašaliniai asmenys ar kitos aplinkybės, tai už tai duomenų bazės kaip paslaugos tiekėjai neatsakys. Kuo didesnis procentų skaičius užtikrinime, tuo didesnis apsaugos lygis. Toks vertinimas suteikia užtikrintumą vartotojui, kad jis įsitikintų, kad jo duomenys bus saugūs ir jų nepasieks netinkami asmenys.

K3. Jei reliacinė duomenų bazė kaip paslauga norima naudoti dideliu apkrovimu (integruojant ir kitas sistemas, dirbant su dideliu kiekiu duomenų), reikėtų įsitikinti, kad vertinama reliacinė duomenų bazė kaip paslauga turėtų galimybę adaptuotis prie kitų sistemų ir automatiškai nustatytų savo apkrovos lygį.

Prisitaikomumą įvertinus teigiamais balais yra užtikrinama, kad reliacinė duomenų bazė kaip paslauga bus galima integruoti į vartotojo verslo modelį ar sujungti su kitomis duomenų bazėmis.

K4. Įsitikinti, kad vientisumas, atnaujinamumas bei suderinamumas yra užtikrinamas, reikėtų surinkus informaciją apie tai, kaip reliacinės duomenų bazės kaip paslaugos tiekėjai išsprendžia klausimą, kaip elgtis su duomenų saugojimu, kai su duomenimis dirba keli vartotojai iš kelių skirtingų įrenginių.

Kiekvienam vartotojui duomenų bazėje svarbu yra jo duomenų vientisumas ir iškraipymo nebuvimas, tad jei įvertinus duomenų bazę kaip paslaugą pagal šią vertinimo metodiką, atitinkama duomenų bazė kaip paslauga teigiamai įvertinama atnaujinimo, suderinamumo kriterijuje, tai ši reliacinė duomenų bazė pateikia vartotojui tokias paslaugas, kurios užtikrins, kad duomenys bus neiškraipomi darbo su duomenimis metu.

K5. Visų pirma, reikėtų įsitikinti, kad vertinamoji reliacinė duomenų bazė kaip paslauga saugo duomenų keitimo informaciją bei nuolatos kuria atsargines kopijas. Jei tokį funkcionalumą reliacinė duomenų bazė kaip paslauga turi, tuomet reikėtų atkreipti dėmesį į tai, kokią informaciją saugo apie duomenų keitimą, ar jos pakaks vartotojui ir ar atsarginių kopijų kūrimo strategija, skaičius pakankamai realizuota paslaugos tiekėjo. Nusakomas skaičius, kiek kopijų kuriama ir palyginamas su vertinimo metodikoje apsibrėžta konstanta „2“.

Pagal duomenų saugojimo kriterijų ir saugomų kopijų skaičių galima daryti vartotojui išvadas apie tai, kokia tikimybė, kad praradus ar pažeidus duomenis, juos bus galima atkurti korektiškai ir be didelio vargo. Taip pat, jei vartotojas nerimauja dėl galimybės, kad duomenys bus pažeisti pačių vartotojų netinkamai juos keičiant, įvertinus duomenų replikacijos ir keitimų auditavimo klausimą, vertinimo metodikoje, galima rinktis reliacinę duomenų bazę kaip paslaugą su atitinkamai geru saugojimo kriterijaus įvertinimo balu.

K6. Reliacinės duomenų bazės kaip paslaugos oficialioje dokumentacijoje, internetiniame apraše galima surasti dydį, kokį kiekį duomenų talpina ši paslaugos tiekėja. Atliekamas palyginimas su vertinimo kriterijaus apsibrėžtu „vidutiniško dydžio“ matu.

Bendrame vertinimo metodikos pateiktame įvertinime turint dydį, kiek duomenų bazė talpina duomenų, vartotojui galima lengviau atsirinkti ar ši duomenų bazė kaip paslauga jam tinkama. Jei vartotojui svarbu, kad duomenų bazė talpintų daug duomenų, o vertinamoji jų talpina net nesiekdama vidutinės nustatytos normos, tuomet jau tokiu atveju tokia duomenų bazė atkrenta iš galimų vartotojui pasirinkti, aibės.

K7. Visų pirma reikia pažvelgti kokios yra duomenų importavimo ir eksportavimo galimybės ir ar tai reikalauja papildomos programinės įrangos. Taip pat, patikrinus kokias užklausų kalbas palaiko reliacinės duomenų bazė kaip paslauga, įsitikinti, ar pakankamas kiekis funkcijų.

Nors vartotojo lango galimybės nėra esminis duomenų bazės kaip paslaugos dalykas, tačiau vartotojas, žinodamas kokios funkcijos bus naudojamos iš duomenų bazės kaip paslaugos ir kokią

kvalifikaciją turintys asmenys tai darys, tai rinkdamasis gali nuspręsti, ar pateikiamas langas bus tinkamas funkcijoms atlikti.

K8. Užsisakant reliacinės duomenų bazės paslaugą, galima pasirinkti apmokėjimo modelį ir nuspręsti, kiek preliminariai tai kainuotų su tam tikru apkrovos lygiu, duomenų bei paslaugų paketu. Surandama konkrečios kainos bei mokėjimo modelio apibūdinimas.

Apmokestinimo kriterijus, taip pat, nenusako vartotojui duomenų bazės kaip paslaugos kokybiškumo, tačiau tokį matavimo vienetą turint bendrame reliacinės duomenų bazės kaip paslaugos įvertinimo rezultate, galima nuspręsti, ar už suteikiamas paslaugas yra nustatoma priimtina kaina.

K9. Kiekvienos reliacinės duomenų bazės kaip paslaugos teikiamoje informacijoje surinkti ir sudėlioti visas funkcijas, kurias gali atlikti pats vartotojas. Galimų atlikti konfigūracinių funkcijų skaičius tampa kaip atskaitos taškas „kiek daug vartotojas gali“, bet taip pat, ir pateikiamas konkretus sąrašas, ką būtent gali pats vartotojas be reliacinės duomenų bazės kaip paslaugos tiekėjų administratorių pagalbos.

Vadovaudamasis teisių ir atsakomybių kriterijumi vartotojas gali nuspręsti ar pakankamą kiekį galimybių jam suteikia paslaugos tiekėjas valdyti duomenų bazę. Jei vartotojui pasirodytų, kad reliacinė duomenų bazė kaip paslauga per mažai lanksti jo norimais konfigūraciniais klausimais, tai atitinkamai tokios duomenų bazės vartotojas neintegruotų į savo verslo modelį.

K10. Suradus informaciją arba išbandžius panaudoti reliacinę duomenų bazę kaip paslaugą, matoma, ar ji suteikia atsakymus apie sėkmingai/nesėkmingai įvykdytas funkcijas. Jei tokius pranešimus pateikia, reiktų atkreipti dėmesį, ar tie pranešimai suprantami, išsamūs.

Jei duomenų bazė kaip paslauga tenkina šį kriterijų, tai vartotojas supranta, kad su reliacinėje duomenų bazėje kaip paslaugoje talpinamais duomenimis dirbti sunku nebus ir pasirinkęs tokią duomenų bazę jis visuomet žinos apie sėkmingai/nesėkmingai įvykdytas funkcijas.

K11. Užtektų surinkti informaciją apie tai, ar konkreti reliacinė duomenų bazė kaip paslauga tenkina tam tikrą reliacinės duomenų bazės kriterijų ar ne, tačiau pateiktas aprašymas kaip tenkina, išplečia vartotojo akiratį ir nusako kaip būtent duomenų bazės kaip paslauga įgauna reliacinės statusą.

Jei prieš rinkdamasis duomenų bazę kaip paslaugą, vartotojas naudojo paprastą reliacinę duomenų bazę, tai žino kokios galimybes jos suteikia. Todėl, sugretindamas ir atsižvelgdamas bei palygindamas paprastą, jau pažįstamą reliacinę duomenų bazę, jis gali nuspręsti apie reliacinės duomenų bazės kaip paslaugos tinkamumą jo verslo modeliui.

3. RELIACINIŲ DUOMENŲ BAZIŲ KAIP PASLAUGOS APIBŪDINIMAI

Norint įsitikinti, kad vertinimo savybės teisingos ir metodika yra patikima, pasirinktos trys populiarios reliacinės duomenų bazių valdymo sistemos kaip paslaugos. Nuosekliai renkant informaciją, pagal turimas savybes, apie kiekvieną reliacinę duomenų bazę kaip paslaugą, atfiltruoti aspektai, kurie papildo, apibūdina reliacinių duomenų bazių kaip paslaugos savybes. Šie aspektai ir yra vertinimo metodikos kriterijai. Pagal apibrėžtus kriterijus surinkus informaciją apie „*Oracle*“, „*Microsoft Azure*“ ir „*Amazon Aurora*“ reliacines duomenų bazes kaip paslaugas, išryškėja vertinimo matai, kurie tampa vertinimo metodikos kriterijų vertinimo skale. Pagal kiekvieną iš kriterijų surinktas aprašymas apie duomenų bazę kaip paslaugą ir pateikiamas rezultatas/išvados, kaip iškeltus kriterijus įgyvendina kiekviena duomenų bazė kaip paslauga.

3.1. Duomenų bazės pagal vertinimo charakteristikas

Kriterijai	***„Oracle“ apibūdinimas***	***„Microsoft Azure“ apibūdinimas***	***„Amazon Aurora“ apibūdinimas***
K1a. (Galimybė pasiekti valdymo pultą ne tik per stalinį kompiuterį, bet ir per kitus įrenginius per interneto ryšį [WMZJC10])	Duomenų bazė kaip paslauga prieinama per SQL*Net prieigą kompiuteriu iš bet kurios pasaulio vietos, kur yra interneto ryšys. [6]	Pritaikyta prieigos per internetinę naršyklę naudojimuisi. Tai pat, sukurta mobili aplikacija, duomenų baze. *„Microsoft Azure“* siūlo API valdymo funkcijas, notifikavimą, informavimą. [7]	„*Amazon Aurora*“ duomenų bazė kaip paslauga yra prieinama tik per asmeninį IP, tai reiškia, kad ją pasiekti ir ja naudotis galės tik tie vartotojai, kurie turės tam tikrą raktą arba duomenų bazė bus patalpinta „*Amazon VPC*“[8]. [GD15]

[6] https://cloud.oracle.com/en_US/database?lmResID=1383678929063&tabID=1383678929020
[7] http://searchcloudcomputing.techtarget.com/definition/Windows-Azure
[8] http://aws.amazon.com/vpc/

K1b. (Protokolai, per kuriuos prieinama reliacinė duomenų bazė kaip paslauga (per VPN tinklą, IP, SSH ar SOAP ir t.t.). [WMZJC10])	Tik SSH numatytoji prieiga. [OK16]	Duomenų siuntimo srautui rekomenduojama naudoti internetui pritaikytą ADO.NET protokolo biblioteką. [MK16]	VPN tinklo infrastruktūra. [AK16]
K2a. (Galimybė suteikti teises/roles galimiems sistemos naudotojams, kurios ribotų jų galimybes (pvz.“read-only“ arba pilnas duomenų prieinamumas/koregavimas/trynimas) [WMZJC10])	Yra galimybė, apriboti prieigą prie reliacinės duomenų bazės kaip paslaugos taikomųjų programų, atsižvelgiant į naudotojo tapatybę ar rolę. Galima suteikti tokias roles ir privilegijas: • Gali trinti ir kurti duomenų bazės komponentus (lentas, duomenis ir t.t.); • Gali keisti, valdyti atsarginių kopijų kūrimą, naikinti jas; • Valdyti duomenų bazę kaip paslaugą; [OK16]	„*Micrososft Azure*“ palaiko kelių lygių rolių ir teisių suteikimą vartotojams: • Serverio lygio rolės ir vaidmenys (aukščiausią rolę šiame lygyje turintys vartotojai turi galimybę ne tik prisijungti prie duomenų bazės ir ją valdyti, bet ir sukūrinėti naujus sistemos naudotojus ir valdyti jų galimybių nustatymus); • Duomenų bazės lygio rolės (aukščiausią valdytojo rolę turintys vartotojai gali nustatyti kitiems vartotojams tokias roles	Prie duomenų bazės gali prisijungti tik identifikuoti, turintys VPN jungtį, naudotojai. Taip pat, yra integruota „AWS IAM“[9] (angl. „*Identity and Access Management*“) valdymo sistema, su kuria galima nustatinėti tam tikras taisykles, apibrėžti vartotojų grupes, kurie gali turėti plėtimo, skaitymo, trynimo ar kitokias galimybes. [AK16]

[9] http://docs.aws.amazon.com/IAM/latest/UserGuide/introduction.html

		kaip „tik skaitymui“ (angl. „*db_datareader*“) arba “skaitymui ir įrašymui/keitimui“ (angl. „*db_datawriter*“). Taip pat, nustatyti objektams savybes, kad jie būtų limituotai prieinami, kai kuriems sistemos vartotojams. [DV15]	
K2b. (Duomenų saugojimo garantijos nuo internetinių virusų (pvz. „trajan“) ar kitų kenkėjiškų atakų ar pažeidimų [WMZJC10])	Kiekvienoje atskiroje direktorijoje sukuriamas virtualus apsaugos sluoksnis, skirtas apsisaugojimui nuo kenkėjiškų atakų. [Wol13]	Duomenys, esantys duomenų lentelėse yra apsaugoti, prie jų gali prieiti tik vartotojai, turintys tam suteiktas teises. Prie atsarginių duomenų kopijų negali prieiti jokie vartotojai, nes ten duomenys yra užšifruoti. Tam tikri privilegijuoti vartotojai gali tik atkurti duomenis iš atsarginių kopijų lentelių. Duomenų šifravimo raktas saugomas saugioje ir užtikrintoje sistemos vidinėje aplinkoje. [DV15]	AWS rakto valdymo paslauga šifruoja duomenis, o IPSec VPN infrastruktūra riboja duomenų bazės pasiekimo galimybes kenkėjiškiems asmenims. [AK16]

K2c. (Apsaugos užtikrinimas trečiųjų šalių sistemose [WMZJC10])	„*Oracle*“ duomenų bazės kaip paslauga gali turėti sąsajų su trečiosios šalies sistemomis, tačiau papildomo saugumo, ryšiuose su jomis, neužtikrina. [Wol13]	Jei „*Microsoft Azure*“ yra susieta su kokia nors papildoma sistema, tai vadinamai „*trečiųjų šalių*“ sistemai galima suteikti prisijungimo ir veiksmų ribojimo sąlygas pagal jos saugumo lygį. Pavyzdžiui, jei bendradarbiaujanti sistema yra patvirtinta ir saugi, tuomet jai suteikiamos prisijungimo ir komunikavimo teisės visuomet, tačiau papildomai informacijai esančiai toje sistemoje, „*Microsoft Azure*“, saugumo neužtikrina. [DV15]	Kadangi „*Amazon Aurora*“ pilną ir užtikrintą suderinamumą turi tik su „*MySQL*“ duomenų bazėmis, tad už saugumą ir suderinamumo kokybę, kūrėjai neatsako. [GD15]
K2d. (Duomenų saugumas sistemos lūžių metu arba apsisaugojimas nuo stichinių nelaimių galimų sukeliamų sistemos pažeidimų (žaibai, žemės drebėjimai ir t.t.) [WMZJC10])	Vartotojas gali tvarkyti atsargines kopijas, atkurti senas duomenų bazės ir duomenų versijas, pasirinkti atsarginių kopijų saugojimo vietas, tvarkyti atsarginių duomenų konfigūracinius failus. Iš atsarginių kopijų failų galimas duomenų atkūrimas. [OK16]	Kadangi duomenys saugomi kelių skirtingų regionų duomenų bazių saugyklose, tai nutrūkus ryšiui su vieno regiono duomenų centru perjungiamas ryšys į kitą regioną, kur yra atsarginės duomenų kopijos. Tokiu būdu apsisaugojama nuo duomenų praradimo ar trikdžių, klientui naudotis	„*Amazon Aurora*“ ne tik nuolatos stebi savo sistemos būseną, bet ir nuolatos apsisaugo nuo netikėtų sistemos lūžių. Įvykus lūžiams inicijuoja persikrovimą o kad duomenys tokiu atveju nebūtų prarasti, jie nuolatos saugomi buferinėse talpyklose. Visų naujai sukurtų duomenų saugomos po 2 kopijas 3 skirtinguose regionuose, kad įvykus sistemos

		duomenimis, sistemos lūžio metu. [MK16]	lūžiams, būtų galima atkurti duomenis, nedarant įtakos vartotojo naudojimuisi. [AK16]
K3a. (Duomenų bazė kaip paslauga yra pritaikyta ir adaptuota priimti duomenis iš kelių skirtingų duomenų bazių, taip pat gali perkelti duomenis į kitas duomenų bazes [SHE13])	„*Oracle Database 12c*“ duomenų bazės kaip paslaugos versija leidžia prisijungti prie duomenų bazės ir vienoje vietoje valdyti, taisyti, atnaujinti, indeksuoti ir tvarkyti keletą skirtingų duomenų bazių. [Wol13]	„*Microsoft Azure*“ pateikia kelis skirtingus įrankius duomenų migracijai iš kitų duomenų bazių: • „*SQL Azure Microsoft Wizard*“; • „*SQL Server Data Tools for Visual Studio“;* • *„SQL Server Management Studio“;* Kelių skirtingų duomenų bazių valdymui „*Microsoft Azure*“ turi integruotą fondų (angl. „*pool*“) infrastruktūrą, kur kiekviename fonde yra galimybė talpinti skirtingų rūšių duomenų bazes. [MK16]	Pilnas suderinamumas su „*MySQL*“. [AWSK15]
K3b. (Duomenų bazė gali nustatyti savo apkrovos lygi pagal užklausų skaičių ir įvertinusi kompiuterio	„*Oracle*“ duomenų bazė kaip paslauga konfigūruojama zonomis, kuriose yra paskirstoma serverio resursai. Iš pradžių nusprendžiama,	„*Microsoft Azure*“ turi integruotą fondų (angl. „*pool*“) infrastruktūrą, kurioje išdalinamos skirtingos duomenų bazės. Tokiu būdu sumažinama apkrova	Vieno mygtuko paspaudimu, naudojant AWS valdymo įrankį (angl. „*AWS management console*“), galima apskaičiuoti apkrovos lygį, duomenų

galią nustatyti savo pajėgumą [SHE13])	kuriuos fizinius serverio resursus naudoti, atsižvelgiant į gyvavimo ciklus, darbo krūvį serveriui, serverio kokybės nustatymus. [Wol13]	kiekvienos veikimui. Sekantis žingsnis yra, kad vartotojas visuomet gali tam tikromis užklausomis patikrinti, koks yra duomenų bazės ar serverių užkrovimo lygis. „*Microsoft Azure*“ turi integruotus sisteminius darbus (angl. „jobs“), kurių paskirsto duomenų bazės darbus fonduose pagal resursus. [MK16]	bazės dydį ir resursų naudojimą pagal serverio užrovimą. [AK16]
K4a. (Duomenų bazėje keičiant duomenis iš kelių skirtingų įrenginių ar keliems skirtingiems vartotojams, nekils duomenų suderinamumo ar perrašymo baimių [MMGS14])	Transportuojamosios lentelės suteikia galimybę atnaujinti duomenis pagal tai, kurie buvo išsaugoti vėliausiai. Taip pat, tai yra patogesnis ir greitesnis būdas, užtikrinantis mažiau vientisumo pažeidimo trikdžių, nes nereikia eksportuoti/importuoti duomenų kaskart norint juos pakeisti. [OK16]	„*Micrososft Azure*“ turi momentinio atkūrimo funkciją (angl. „*Point in time*“), kuri užtikrina, kad dėl tam tikrų klaidų ar netyčinių/nekorektiškų duomenų pakeitimų saugant duomenis, sistema paimtų juos iš savo turimų atsarginių kopijų saugyklos. [MK16]	Kiekvienam vartotojui keičiant duomenis yra saugoma tą pačią akimirką atsarginės duomenų kopijos ir jos laikomos iki 35 dienų. Šios atsarginės kopijos padeda atsekti kaip buvo pakeisti duomenys, tačiau tai turėtų atlikti pats vartotojas. [AK16]
K5a. (Duomenų replikacijos saugojimas, kad visuomet būtų galima	„*Oracle*“ duomenų bazė kaip paslauga automatiškai fiksuoja ir archyvuoja informaciją, susijusią su	Vartotojas gali įjungti/išjungti auditavimo funkciją, taip pat,	„*Amazon Aurora*“ automatiškai žymi pakeitimus, kokie, kokių vartotojų ir kada buvo atlikti. Taip pat, tam

atsekti kada ir kokio vartotojo duomenys buvo pakeisti [WMZJC10])	kiekvieno naudotojo veiksmais. Galima išsitraukti ir peržiūrėti aprašymus, keitimo būsenas, serverių valdymo veiksmus. Naudotojo langas pateikia galimybę peržiūrėti ne tik savo, bet ir kitų vartotojų tam tikro laikotarpio veiksmų istoriją. [OK16]	eksportuoti auditavimo duomenis į savo kompiuterį. [DV15]	pasitarnauja ir vaizdinės kopijos (angl.“*Snapchats*“), inicijuotos vartotojo, kuriomis galima atsekti duomenų keitimo seką. Duomenų bazės kaip paslaugos bei kitų įrenginių sąsajų klaidos, sėkmių/nesėkmių pranešimai taip pat fiksuojami. [GD15]
K5b. (Atsarginių kopijų kūrimas, užtikrinantis duomenų atkūrimą praradimo atveju. [WMZJC10])	Kurdamas naują duomenų bazę kaip paslaugą vartotojas pasirenka ar nori, kad būtų kuriamos atsarginės duomenų kopijos ir nurodo tam tikrą vietą, kur jas talpinti. Atsarginės kopijos kuriamos kiekvieną naktį 23:00-03:00h. laiku automatiškai. Atsarginiai duomenys laikomi 30d. Saugant duomenis ir jų atsargines kopijas - jie yra užšifruojami. [OK16]	Pasirinkus minimalų paslaugų paketą (angl. „*Microsoft Azure Basic*“) vietiniame serveryje yra saugojama paskutinių 7 dienų duomenys ir jų keitimų istorija. Renkantis standartinį paslaugų paketą (angl. „*Microsoft Azure Standart*“), duomenys saugojami 14 dienų, o su patobulintu (angl. „*Microsoft Azure Premium*“) paketu, reliacinės duomenų bazės kaip paslaugos tiekėjai įsipareigoja saugoti 35 dienų keitimo istorijos duomenis. Dar labiau sustiprinant atsarginių	Atsarginės kopijos sukuriamas iš karto tik įvedus naują reikšmę. Jei sistemos paketas yra 100GB dydžio, tiek pat atminties yra išskiriama ir atsarginėms kopijoms. Taip pat, yra palaikomas vartotojo inicijuotas momentinio vaizdo atsarginės kopijos kūrimas (angl. „*Snapshots*“). Nuotraukos ir vaizdai neturi limito kiek laiko bus saugomi, vartotojas juos gali peržiūrėti iki tol, kol pats juos ištrins. Tokiam atsarginių kopijų kūrimui ir saugojimui reikia mažiau vietos ir laiko resursų. [AK16]

		kopijų savybę, „*Microsoft Azure*“ saugo duomenų atsargines kopijas ir kituose regionuose, tai reiškia, jei dabartinis serveris nustojo veikęs ar vartotojas jame duomenis iškraipė nepataisomai, yra galimybė atkurti duomenis iš kitame regione esančių atsarginių kopijų. [MK16]	
K6a. (Sistema turi užtikrinti, kad vartotojui nepritrūks vietos duomenų bazėje [SHE13])	Iki 1 TB.[10]	500GB. [MK16]	64TB. [AWSK15]
K7a. (Duomenų eksporto ir importo galimybės suteikiamos vartotojui per patogų ir paprastą vartotojo naudojimosi langą. [11])	Galima importuoti duomenis, tekstus, struktūras. Įkelti duomenis galima naudojant „*SQL Developer*“ įrankį, kuris leidžia vartotojams greitai įkelti duomenis iš paprastų failų, XML ar CSV failų. Eksportui galima naudoti tą patį įrankį, kuris	„*Microsoft Azure*“ vartotojui pateikia 2 galimus duomenų importavimo/eksportavimo variantus: • Naudojant klasikinį „*Microsoft Azure*“ naudojimosi langą (vartotojas sukuria sisteminius darbus (angl. „*jobs*“), kurie	Duomenų eksportavimo ir importavimo funkcijos atliekamos su standartiniais „*MySQL*“ įrankiais. Taip pat, galima duomenis importuoti/eksportuoti ir į/iš „*Amazon RDS*“[12] infrastruktūrą. [AK16]

[10] https://cloud.oracle.com/en_US/database?lmResID=1383678929063&tabID=1383678929020
[11] https://cloud.oracle.com/en_US/database?lmResID=1383678929063&tabID=1383678929020
[12] https://aws.amazon.com/rds/

	suteikia vartotojui pasirinkimo galimybę, į kokį failą eksportuoti duomenis. [OK16]	importuoja/eksportuoja duomenis į duomenų bazę ir iš jos); • Naudojant „REST“ vartotojo naudojimosi langą; [MK16]	
K7b. (Ar visos galimos palaikomos funkcijos, kurios yra skirtos darbui su duomenimis [WMZJC10])	SQL, PL/SQL. [OK16]	SQL. [MK16]	SQL. [AWSK15]
K8a. (Kaina [WMZJC10])	Standartinės komplektacijos pagrindinis paslaugų paketas kainuoja 300$, padidintos atminties resursais $525. Jei reikalinga duomenų bazių kaip paslaugos paketas su didele apsauga, testavimo, diagnostikos ir papildomu funkcionalumu, kaina yra 2,500$ arba 3,825$ atitinkamai pagal atminties dydį.[13]	Renkantis minimalų sisteminį paketą kaina svyruoja nuo 149$ iki 1,800$ per mėnesį, kur atitinkamai už 149$ būtų galima talpinti ~10GB duomenų į vieną duomenų bazės fondą o už 1,800$ - ~117GB. Kaina keičiasi atitinkamai pagal tai, kokio lygio paslaugų funkcionalumo vartotojui reikia ir kiek gigabaitų duomenų talpinimas yra aktualus. [MK16]	„*Amazon Aurora*“ teikiamų paslaugų kaina svyruoja nuo 0,29$ iki 4,64$ per valandą, atitinkamai pagal tai kokiam laikotarpiui numatoma naudotis duomenų baze kaip paslauga ir kokio dydžio paslaugų paketas užsakomas. [AWSK15]

[13] https://cloud.oracle.com/en_US/database?tabID=1406491812773

K8b. (Mokesčio skaičiavimo modelis už paslaugų teikimą vartotojui)	Keli galimi pasirinkimo variantai: • Valandinis (mokėti už valandas); • Mėnesinis (tam tikras nustatytas nekintantis mėnesinis mokestis, nepriklausomai kiek valandų naudojamasi duomenų baze kaip paslauga). [OK16]	Keli galimi pasirinkimo variantai: • Valandinis (mokėti už valandas, angl. „*Pay-as-you-go*“ mokėjimo modelis); • Mėnesinis (tam tikras nustatytas nekintantis mėnesinis mokestis, nepriklausomai kiek valandų naudojamasi duomenų baze kaip paslauga). [MK16]	„*Amazon Aurora*“ naudoja "mokėk tik už tai ką naudoji" (angl. „*Pay only what you use*“) apmokestinimo modelį. Jokių išankstinių įsipareigojimų nėra, mokestis skaičiuojamas už valandas, kuriomis naudojamasi reliacine duomenų baze kaip paslauga. [AK16]
K9a. (Dalį konfigūracijos gali koreguoti pats vartotojas [WMZJC10])	Vartotojas gali pasirinkti atsarginių duomenų saugojimo vietą bei saugojimo parametrus, keisti slaptažodžius, duomenų bazės pavadinimą, aprašymus, pateikti SSH viešąjį raktą bei koreguoti duomenų bazės pajėgumą. [OK16]	Turintys tam teises vartotojai, gali savo duomenų bazėje kaip paslaugoje koreguoti auditavimo nustatymus, atstatyti duomenų bazę iš atsarginių kopijų failų, koreguoti kitų vartotojų roles, tvarkyti eksportavimo/importavimo nustatymus. [DV15]	Vartotojas gali inicijuoti vaizdinių atsarginių kopijų kūrimą (angl. „*Snapshots*“), nustatinėti parametrų grupes, nustatinėti teises/privilegijas vartotojams, naudoti, importuoti/eksportuoti duomenis. [AK16]

K10a. (Vartotojas gauna ne tik ištrauktus duomenis iš duomenų bazės, bet ir atsakymą, ar korektiškai buvo ištraukti visi duomenys)	„*Oracle*“ reliacinės duomenų bazės kaip paslaugos būsenos stebėsenos sistema (angl. „*monitoring*“) užtikrina, kad vartotojas būtų informuotas apie sistemos būseną, veiklos problemas, suteikia perspėjimus apie veiklos rezultatus. [OK16]	Nepavykus duomenų ištraukti iš duomenų bazės nėra kartojama užklausa tam, kad apsisaugoti nuo užsiciklinimo ir sistemos užkrovimo. Vartotojas yra informuojamas, kad buvo nesėkminga užklausa ir suteikia galimybę vartotojui kartoti užklausą, arba ne. Taip pat, neįvykdžius kitų svarbių sisteminių funkcijų, vartotojas gauna klaidos langą su paaiškinimo pranešimu (pvz. įvedus neteisingą prisijungimo vardą ar slaptažodį, vartotojas neprijungiamas prie duomenų bazės ir gaunamas pranešimas, kad prisijungti nepavyko). [MK16] Sistema grąžina vartotojui sėkmės arba klaidos pranešimus po SQL užklausų, SQL nustatymų, išsaugojimo, transakcijų valdymo veiksmų. [DV15]	„*Amazon Aurora*“ ne tik nuolat informuoja vartotoją apie sėkmes ir nesėkmes vykdant funkcijas per naudotojo langą, bet ir suteikia galimybę prenumeruoti pranešimus į mobilų telefoną ar elektroninį paštą apie duomenų bazės kaip paslaugos veiklos būseną, persikrovimus ir pan. [GD15]

K11a. (Kaip kiekviena duomenų bazė kaip paslauga įgyvendina RDB taisykles, ar ji galima laikyti reliacine)	Iškeltas K1 kriterijus užtikrina garantuotą „*Oracle*“ duomenų bazės prieinamumą ir prisijungimo galimybes vartotojui, nes tai pažymi, kad duomenų bazė visuomet prieinama vartotojui iš bet kokios vietos. Taip pat, „*Oracle*“ duomenų bazėje duomenims suteikiama indeksų, išorinių raktų ir pirminių raktų galimybė, kuri užtikrina fizinį ir loginį duomenų nepriklausomumą Taip pat užtikrinama „*null*“ reikšmės naudojimo duomenų lentelėse apsauga.[14] K4 įrodo, kad „*Oracle*“ reliacinė duomenų bazė kaip paslauga įgyvendina vaizdo atnaujinimo, vientisumo bei duomenų sutrumpinimo reliacinės	„*Microsoft Azure*“ API siūloma prieiga (K1a) ir ADO.NET protokolo prieiga (K1b) užtikrina garantuotą prieigą ir pasiskirstymo nepriklausomumą, kas privaloma, kad duomenų bazė būtų galima vadinti reliacine. Rolių suteikimas (K2a), aukšto lygio apsauga (K2b, K2c, K2d), garantuoja reliacinės duomenų bazės nepažeidžiamumo taisyklės įgyvendinimą. Auditavimo, eksporto, importo galimybės, SQL užklausų kalbos palaikymas, leidžia vartotojui pilnavertiškai dirbti su duomenimis ir tokiu būdu „*Microsoft Azure*“ užtikrina duomenų elastingumą, nepriklausomumą, vientisumą bei atnaujinimo/ištrynimo/įkėlimo galimybes.	Kadangi „*Amazon Aurora*“ yra pilnai suderinama su „*MySql*“ duomenų baze, o ši yra reliacinė[15], tai rodo, kad ir „*Amazon Aurora*“ turi reliacinės savybes. Pati savarankiškai „*Amazon Aurora*“ reliacinė duomenų bazė kaip paslauga užtikrina prieinamumą per VPN infrastruktūrą, identifikuodama vartotojus, taip pasirūpindama saugumo ir prieinamumo kriterijais, o unikali „AWS IAM“ valdymo sistema tik sustiprina tai. Kadangi „*Amazon Aurora*“ yra „*Amazon RDS*“ vaikinė sistema, tai ji turi integruotas ir gerai įvaldytas duomenų eksportavimo, importavimo (K7a), atnaujinimo ir valdymo (K7b) galimybes. „*Amazon Aurora*“ tenkina K4a, K5b, K5a kriterijus, kas užtikrina

[14] https://docs.oracle.com/javase/tutorial/jdbc/overview/database.html
[15] https://en.wikipedia.org/wiki/MySQL

	duomenų bazės taisykles. Pagal K7a ir K5 „*Oracle*“ užtikrina aukšto lygio įterpimą, atnaujinimą, išsaugojimą ir galimybę, pasiimti duomenis. K2 užtikrina duomenų bazės nepažeidžiamumą, o tai, kad „*Oracle*“ palaiko reliacinių duomenų bazių užklausų kalbą SQL nusako, kad ši duomenų bazė kaip paslauga įgyvendina visas funkcijas su duomenimis.		vartotojui duomenų vientisumą, nepriklausomumą ir nepažeidžiamumą.

3.2. Reliacinių duomenų bazių kaip paslaugos vertinimo rezultatai ir išvados

Susipažinus su trimis skirtingomis duomenų bazių valdymo sistemomis ir apsibrėžus metodinius vertinimo kriterijus, galima pagal metodiką padaryti tam tikras išvadas ir įvertinti kiekvieną reliacinę duomenų bazę kaip paslaugą:

- „*Oracle*“ reliacinė duomenų bazė kaip paslauga suteikia vartotojui SQL*Net, SHH prieigą prie duomenų, nesiekia bent dviejų pasirinkimo variantų, todėl negalime sakyti, kad „*Oracle*“ reliacinė duomenų bazė kaip paslauga lankstaus prieinamumo. „*Microsoft Azure*“ API, ADO.NET protokolu pagristos bibliotekos pagalba o „*Amazon Aurora*“ per asmeninį IP ir VPN tinklą. Šios duomenų bazės kaip paslaugos, taip pat, nėra aukšto lygio prieinamumo atstovės. Vartotojas gali pasirinkti vieną iš duomenų bazių pagal tai, kuris prieigos tipas jam priimtiniausias.
- K2 grupės kriterijai parodo, kad „*Microsoft Azure*“ užtikrina 100% apsaugos lygmenį, o „*Oracle*“ ir „*Amazon Aurora*“ tik 75%, nes nepasirūpina apsauga naudojant trečiųjų šalių sistemas.
- Pagal K3 kriterijų „*Microsoft Azure*“ ir „*Amazon Aurora*“ turi geras elastingumo savybes, nes yra pritaikytos lengvai perkelti duomenis į kitas duomenų bazes ir gali reguliuoti savo apkrovos lygį. Tačiau „*Oracle*“ elastingumu rūpinasi tik vidutiniškai, nes apkrovos lygio nustatymams nepateikia patogios ir tinkamos prieigos.
- K4a kriterijus parodo, kad visos trys sistemos apsisaugojusios ir užtikrina duomenų suderinamumą.
- Nors pagal K5a visos duomenų bazės apsisaugojusios nuo duomenų perrašymo, tačiau K5b kriterijus nusako, kad „*Oracle*“ reliacinės duomenų bazės duomenų saugumas užtikrinamas minimaliai, nes sukuriama tik viena kopija, „*Microsoft Azure*“ sukuria daugiau nei 2 kopijas skirtinguose regionuose, tas parodo, kad ši reliacinė duomenų bazė kaip paslauga rūpinasi duomenų apsauga, o „*Amazon Aurora*“, kadangi 2 būdais kuria atsargines kopijas (vartotojo išprovokuoti "*snapshot'ai*" ir atsarginės kopijos analogiškos duomenims), tad ši duomenų bazė skaitosi kaip vidutiniškai užtikrinanti duomenų saugumą.
- K6a: pagal talpinamą duomenų kiekį, „*Microsoft Azure*“ nesiekia vertinimo metodikoje apsibrėžtos vidutinės normos, nes talpina tik 500GB, „*Oracle*“ saugo vidutinį duomenų kiekį, o „*Amazon Aurora*“ ryškiai viršija vidutinio saugojimo kiekio ribą, nes gali išsaugoti 64TB duomenų.

- Pagal K7a kriterijų galime pasakyti, kad „*Oracle*“ duomenų bazė aukšto pritaikomumo lygmens, nes palaiko 2 skirtingas užklausų kalbas (K7b kriterijus), tačiau turi sudėtingas duomenų importavimo/eksportavimo galimybes, nes reikalingas papildomas įrankis tam atlikti. Tačiau „*Amazon Aurora*“ ir „*Microsoft Azure*“ turi paprastas importavimo/eksportavimo galimybes vartotojui, bet palaiko tik vieną užklausų kalbą (SQL), todėl nėra aukšto pritaikomumo reliacinės duomenų bazės kaip paslaugos.
- K8a kriterijus palyginimui parodo, kad brangiausia „*Oracle*“ duomenų bazė, o apmokestinimo modeliai visose duomenų bazėse kaip paslaugose yra skirtingi, tad pasirinkimo teisė suteikiama vartotojui pagal poreikį ir turimas galimybes.
- Atkreipdami dėmesį į duomenų bazių aprašymo K9a kriterijų matome, kad „*Oracle*“ reliacinė duomenų bazė kaip paslauga suteikia daug galimybių keisti sisteminius nustatymus vartotojui, tai parodo, kad ji aukšto keičiamumo ir lankstumo reliacinė duomenų bazė kaip paslauga. Likusios dvi duomenų bazių sistemos, (*„Microsoft Azure“ ir „Amazon Aurora“*), nesiekia 5 skirtingų funkcijų keitimo suteikimo vartotojui, todėl negalime sakyti, kad jų lankstumas ir keičiamumas yra aukšto lygmens.
- Duomenų bazių aprašymai rodo, kad visos duomenų bazės suteikia "draugišką" vartotojui langą ir visuomet informuoja apie sistemos būseną bei duomenų ištraukimo rezultatus, todėl pagal K10a galime teigti, kad visos duomenų bazės yra lengvai valdomos ir suprantamos vartotojams, turintiems tik bazines, naudojimosi kompiuteriu žinias.
- Apibendrindami visus kriterijus ir remdamiesi K11a galime padaryti išvadą, kad visos duomenų bazės kaip paslaugos gali būti vadinamos reliacinėmis, nes tenkina reliacinės duomenų bazės taisykles.

4. EKSPERIMENTINIS METODIKOS TAIKYMAS

Naudojant sukurtą vertinimo sistemą, įvertinsime „*Rackspace MySql"* reliacinę duomenų bazę kaip paslaugą, taip užtikrindami, kad ši vertinimo metodika tinka vertinti bet kokiai reliacinei duomenų bazei kaip paslaugai. Po vertinimo bus galima matyti, kokiems vartotojams ji labiausiai tinka pagal tai, kuriuos kriterijus įgyvendins geriausiai ir kuriuos vartotojo poreikius galės patenkinti geriausiai.

4.1. „*Rackspace MySql*" duomenų bazė kaip paslauga

„*Rackspace MySql*" – dar viena populiari, reliacinė duomenų bazė kaip paslauga, siekianti sutaupyti klientų laiką ir pinigus, apsiimanti duomenų bazės infrastruktūros valdymą.[16] Ši bendrovė buvo įkurta 1998 metais San Antonijuje, dirba ne tik su vietiniais klientais, bet taip pat, dideles pajamas gauna iš tarptautinių klientų. Su specializuotų inžinierių ir įgudusių architektų priežiūra, siūlo paleisti ir valdyti kliento reliacinę duomenų bazę paslaugos principu. Suteikia pagrindinį paslaugų rinkinį, reikalingą naudotis duomenų baze kaip paslauga virtualioje erdvėje. Taip pat, teikia paramą saugumui užtikrinti, vystymui plėtoti.[17] Pateikia pagal kliento reikalavimus sudarytą duomenų bazę bei užtikrina jos priežiūrą bet kuriuo paros metu. Užtikrina vartotojui patogų ir paprastą naudojimąsi paslaugomis, nereikalaujantį priežiūros.

Kriterijai	***„Rackspace MySql" duomenų bazės aprašymas***
K1a. (Galimybė pasiekti valdymo pultą ne tik per stalinį kompiuterį, bet ir per kitus įrenginius per interneto ryšį [WMZJC10])	Duomenų bazė pasiekiama per API RESTful HTP prieigą, arba naudojant URL identifikacijas. [RK15]
K1b. (Protokolai, per kuriuos prieinama reliacinė duomenų bazė kaip paslauga (per VPN tinklą, IP, SSH ar SOAP ir t.t.). [WMZJC10])	Vartotojų identifikacija pagal prisijungimo vardą, nustatant tapatybę arba pagal URL kreipinį. SSL protokolas. [RK15]
K2a. (Galimybė suteikti teises/roles galimiems sistemos naudotojams, kurios ribotų jų galimybes (pvz."read-only" arba pilnas duomenų	Prieigą prie duomenų bazės riboja vaidmenimis besiremiantis modelis. Tik įgalioti ir nurodyti asmenys gali matyti, atlikti pakeitimus arba trinti įrašus iš duomenų bazės. Pagal nutylėjimą kiekvienas naujas vartotojas gauna pilnas

[16] http://www.businessinsider.com/rackspace-explainer-2011-11
[17] https://en.wikipedia.org/wiki/Rackspace

prieinamumas/koregavimas/trynimas) [WMZJC10])	prieigos teises, bet galima jas apriboti. Ribojimus gali atlikti duomenų bazės savininkas. Vartotojo teisės gali būti apribojamas pagal tai, kokiu vartotojo vardu prisijungta arba pagal tai, kokiu URL adresu kreipiasi. Taip pat, egzistuoja galimybė sukurti laikinus vartotojus, kurie prieigą prie duomenų bazės turės tik 24h. [ARR12]
K2b. (Duomenų saugojimo garantijos nuo internetinių virusų (pvz. „trajan“) ar kitų kenkėjiškų atakų ar pažeidimų [WMZJC10])	SSL sertifikatas šifruoja duomenis juos saugant. Konteineriais suprojektuota architektūra leidžia izoliuoti duomenis nuo kenkėjiškus tikslus turinčių asmenų. Tik tam tikrą raktą turintys vartotojai gali prisijungti prie duomenų bazės (laikiniems vartotojams sukuriamas raktas, galiojantis 24h.). [ARR12]
K2c. (Apsaugos užtikrinimas trečiųjų šalių sistemose [WMZJC10])	„*Rackspace MySql*“ neatsako už saugumą trečiųjų šalių sistemose. „*Rackspace MySql*“ duomenų bazės administratoriai negali garantuoti, kad trečiųjų šalių produktai bus nekenksmingi ir neapsiima keisti nustatymų kitose sistemose. Taip pat, neatsako, kad informacija, esanti kitose sistemose, bus teisinga. [ARR12]
K2d. (Duomenų saugumas sistemos lūžių metu arba apsisaugojimas nuo stichinių nelaimių galimų sukeliamų sistemos pažeidimų (žaibai, žemės drebėjimai ir t.t.) [WMZJC10])	Duomenys nuolatos saugomi SAN[18] (angl. „*Storage area network*“), taip pat, visą parą, bet kurią dieną, yra prienami „*Rackspace MySql*“ administratoriai, kurie stengiasi užtikrinti, kad nebūtų sistemos lūžių. [ARR12]
K3a. (Duomenų bazė kaip paslauga yra pritaikyta ir adaptuota priimti duomenis iš kelių skirtingų duomenų bazių, taip pat gali	Pilnai užtikrinamas suderinamumas su MySQL 5.6, Percona 5.6 ir MariaDB 10, bet gali būti ir kiti duomenų centrai. [RK15]

[18] https://en.wikipedia.org/wiki/Storage_area_network

perkelti duomenis į kitas duomenų bazes [SHE13])	
K3b. (Duomenų bazė gali nustatyti savo apkrovos lygi pagal užklausų skaičių ir įvertinusi kompiuterio galią nustatyti savo pajėgumą [SHE13])	Sukūrus duomenų bazę, iš karto yra sukonfigūruojamas efektyvumas. Tačiau naudojimosi procese yra keičiamas pajėgumas pagal prastovas, vyksta nuolatiniai būsenos patikrinimai, kurie reguliuoja procesoriaus apkrovas, atmintį, disko saugumą, tinklo ir kitas metrikas. Automatiškai reguliuojami mazgų dalijimaisi pagal apkrovos lygį. Sluoksniuotų konteinerių pagrindu pagrįsta architektūra reguliuoja prieigų greitį, veiklos trūkumus. [ARR12]
K4a. (Duomenų bazėje keičiant duomenis iš kelių skirtingų įrenginių ar keliems skirtingiems vartotojams, nekils duomenų suderinamumo ar perrašymo baimių [MMGS14])	Sinchroniškai į duomenų bazę nuolatos įrašoma naujausi arba vėliausiai išsaugoti duomenys. [RK15]
K5a. (Duomenų replikacijos saugojimas, kad visuomet būtų galima atsekti kada ir kokio vartotojo duomenys buvo pakeisti [WMZJC10])	Įrašoma tik duomenų kopijos. [RK15]
K5b. (Atsarginių kopijų kūrimas, užtikrinantis duomenų atkūrimą praradimo atveju. [WMZJC10])	Atsarginės kopijos automatiškai kuriamos ant 3 skirtingų mazgų ir išsaugomos. Ištrynus originalius duomenis, kopijos neištrinamos. Jas pašalinti turi pats klientas (jei to reikia). Tačiau duomenų bazės savininkas gali nustatyti, kokio senumo kopijas, reliacinė duomenų bazė kaip paslauga, turi saugoti: dienos, savaitės ir t.t. [ARR12]

K6a. (Sistema turi užtikrinti, kad vartotojui nepritrūks vietos duomenų bazėje [SHE13])	300GB. [RK15]
K7a. (Duomenų eksporto ir importo galimybės suteikiamos vartotojui per patogų ir paprastą vartotojo naudojimosi langą. [19])	Tam, kad būtų galima eksportuoti/importuoti duomenis, vartotojas turi turėti atitinkamas teises, priklausyti atitinkamai rolei. Tokiems veiksmams „*Rackspace MySql*“ rekomenduoja naudoti standartinius MySQL įrankius, nes „*Rackspace MySql*“ pateikiamos galimybės importavimo/eksportavimo gali sukelti problemų su duomenų bazės funkcionalumu. [RK15]
K7b. (Ar visos galimos palaikomos funkcijos, kurios yra skirtos darbui su duomenimis [WMZJC10])	Kadangi „*Rackspace MySql*“ duomenų bazė kaip paslauga paremta MySQL, tai ji suteikia pilną sprendimą klientams, kaip valdyti duomenis. Duomenų traukimas SQL užklausų kalba.[RK15]
K8a. (Kaina [WMZJC10])	Renkantis minimalų paslaugų paketą kaina svyruoja nuo 36,50$ per mėnesį iki 2803,20$ ir nuo 0,0,5$ iki 3,84$ už valandą, atitinkamai pagal tai, kokio dydžio duomenų bazės RAM yra reikalinga (512mb ir 64gb), pagal tai, kokio galingumo procesorius reikalingas. Renkantis didesnio prieinamumo duomenų bazę, kaina svyruoja nuo 58,40$ iki 2810,50$ už mėnesį ir nuo 0,08$ iki 3,85$ per valandą. [RK15]
K8b. (Mokesčio skaičiavimo modelis už paslaugų teikimą vartotojui)	Vartotojas gali rinktis tarp dviejų mokėjimo modelių: • Mokestis skaičiuojamas už valandas, kiek naudojamasi reliacine duomenų baze kaip paslauga;

[19] https://cloud.oracle.com/en_US/database?lmResID=1383678929063&tabID=1383678929020

	• Mokestis nustatomas statinis visam mėnesiui; [RK15]
K9a. (Dalį konfigūracijos gali koreguoti pats vartotojas [WMZJC10])	Konfigūruoti atsarginių kopijų saugojimą, nustatyti roles/teises vartotojams bei sukurti laikinus vartotojus. [RK15]
K10a. (Vartotojas gauna ne tik ištrauktus duomenis iš duomenų bazės, bet ir atsakymą, ar korektiškai buvo ištraukti visi duomenys)	Sistema grąžina sėkmės pranešimą, jei pavyko prisijungti prie duomenų bazės ir atitinkamai nesėkmės, jei nepavyko (pateikiamas prisijungimo vardas, data, raktas ir kt. informacija, kuria bandyta prisijungti). Duomenų traukimo iš duomenų bazės metu, taip pat, pateikiami ne tik duomenys, bet ir sėkmės/nesėkmės pranešimas, bei kokio vartotojo vardu jie traukiami. Vartotojas gali nustatyti, kad tam tikrus sisteminius pranešimus apie prisijungimus, operacijas gautų į elektroninį paštą. [RK15]
K11a. (Kaip kiekviena duomenų bazė kaip paslauga įgyvendina RDB taisykles, ar ji galima laikyti reliacine)	Kadangi „*Rackspace MySql*“ reliacinės duomenų bazės kaip paslaugos tiekėja stengiasi išlaikyti duomenų vientisumą ir prieinamumą, tai ji tenkina kelias, R. Kodo iš reliacinės duomenų bazės, taisykles. Duomenų prieinamumą, vientisumą bei loginį, fizinį jų nepriklausomumą ir darbą su jais realizuoja, kadangi palaiko SQL užklausų kalbą. Saugumui užtikrinti naudoja vartotojų roles, duomenų šifravimą, taip pat suteikia prieinamumą keliais skirtingais būdais. Vartotojo langas aiškus ir duomenų atnaujinimas vyksta sinchroniškai. [ARR12]

4.2. „*Rackspace MySql*“ duomenų bazės kaip paslaugos įvertinimas

Kriterijai	***„Rackspace** MySql“ įvertinimas*
K1. Prieinamumas (vartotojas gali rinktis būtent tą, kurios prieinamumas jam patogiausias ir priimtiniausias. Jei sąraše yra 2 ar daugiau įrenginių, per kuriuos gali prieiti prie duomenų ir yra galimybė pasirinkti iš 2 ar daugiau tinklų rūšių, tuomet duomenų bazė kaip paslauga yra lanksčių prieinamumo galimybių)	Lankstaus prieinamumo
K2. Apsauga (Jei reliacinė duomenų bazė kaip paslauga užtikrina visus K2 kriterijus, jos apsaugos lygmuo vertinamas maksimaliu įvertinimu 100%. Jei tik 3 – 75% ir t.t.)	75%
K3. Elastingumas, apkrovos lygio analizė (jei K3a ir K3b teigiami – elastingumas geras, jei vienas iš kriterijų teigiamas – elastingumas vidutinis, jei abu kriterijai, K3a ir K3b neigiami - elastingumas arba minimaliai apibrėžiamas arba iš vis neapibrėžiamas šioje duomenų bazėje kaip paslaugoje)	Geras elastingumas
K4. Atnaujinimas, suderinamumas, vientisumas (jei šis kriterijus tenkinamas, tai duomenų bazė kaip paslauga apsisaugojusi nuo duomenų nesuderinamumo ar atnaujinimo klaidų)	Vidutiniškai įgyvendinamas suderinamumas, vientisumas, atnaujinimas

K5. Duomenų išsaugojimas (jei K5b kriterijus > 2, duomenų saugumas aukšto lygmens. 2 – vidutinio, o jei mažiau už 2 – saugumas užtikrinamas minimaliai. Jei K5a teigiamas – duomenų bazė apsisaugojusi nuo duomenų perrašymo)	Duomenų bazės saugumas aukšto lygmens, tačiau nėra apsisaugojusi nuo vartotojų inicijuojamų duomenų perrašymų
K6. Dydis (Pagal šį kriterijų vartotojas nusprendžia ar reliacinė duomenų bazė suteikia pakankamai vietos duomenų talpinimui. Sakysime, kad 1024GB yra vidutinis dydis)	Nesiekia vidutinio dydžio duomenų talpinimo ribos
K7. Darbo su duomenų baze vartotojo lango galimybės (atitinkamas sąrašas parodo duomenų bazės kaip paslaugos plečiamumą ir pritaikomumą (K7b), jei >=2 – pritaikomumas aukšto lygmens. Eksportavimo ir importavimo galimybės sudėtingumas (K7a) – reikalinga papildoma programinė įranga ar ne)	Sudėtingos duomenų importavimo/eksportavimo galimybės, tačiau duomenų bazė kaip paslauga pateikia aukšto lygmens plečiamumą bei pritaikomumą
K8. Apmokestinimas (Pagal kainą ir mokesčio skaičiavimo modelį įvertina vartotojas ar prieinama tokia duomenų bazė pagal jo turimas lėšas)	Bazinis paslaugų paketas: nuo 36,50$ per mėnesį iki 2803,20$ ir nuo 0,0,5$ iki 3,84$ per valandą. Geresnio prieinamumo paslaugų paketas nuo 58,40$ iki 2810,50$ už mėnesį ir nuo 0,08$ iki 3,85$ per valandą
K9. Teisių/atsakomybių svarba/kiekis suteiktų administratoriams tiekėjų (jei sistemos vartotojas gali keisti daugiau nei duomenis, tai ši duomenų bazė kaip paslauga įgauna „keičiamumo ir lankstumo“ statusą, kuris pasako, kad vartotojas gali keisti nustatymus pagal poreikį. „Keičiamumas ir lankstumas“ įvertinimas aukštu, jei bent 5 skirtingus nustatymus gali koreguoti pats vartotojas)	Keičiamumo ir lankstumo galimybės vartotojui nėra suteikiamos aukšto lygmens

K10. Užklausų ir transakcijų darbo krūvis, transakcijos pajėgumas (Jei reliacinė duomenų bazė kaip paslauga įgyvendina šį kriterijų, tai ji yra su „draugišku vartotojui naudojimosi langu“ ir nekels sunkumų mažiau įgudusiems naudotis kompiuteriu vartotojams naudotis duomenų baze)	Sistema turi „draugišką“ vartotojui naudojimosi langą
K11. RDB taisyklės (jei atitinka taisykles, tai ši duomenų bazė laikoma reliacine)	Reliacinė duomenų bazė

4.3. „*Rackspace MySql*“ duomenų bazės įvertinimo rezultatai

Pagal sukurtą metodiką įvertinus „*Rackspace MySql*“ reliacinę duomenų bazę kaip paslaugą matome, kad ji yra lankstaus prieinamumo, tačiau reikėtų atsižvelgti į tai, kad saugumo neužtikrina 100%, nes neatsako už saugų naudojimąsi su trečiųjų šalių sistemomis. Elastingumo kriterijų vertiname gerai, nes turi galimybę jungtis su kitomis sistemomis, tačiau atnaujinimas, suderinamumas, vientisumas įvertinamas tik vidutiniškai, nes sunku atsekti informaciją, kada ir koks vartotojas keitė duomenis. Duomenų bazės saugumas aukšto lygmens, tačiau nėra apsisaugojusi nuo vartotojų inicijuojamų duomenų perrašymų. Pagal tai, kad duomenų bazės kaip paslaugos talpinamos informacijos maksimalus dydis yra 300GB, su kuriuo dar vis palaikomas korektiškas sistemos veikimas, galime sakyti, kad ši duomenų bazė skirta daugiau mažesnėms įmonėms, nes nesiekia vidutinės atminties normos duomenų talpinimui. Nors „*Rackspace MySql*“ duomenų bazė kaip paslauga yra aukšto plečiamumo ir pritaikomumo, tačiau reiktų atkreipti dėmesį į tai, kad ja naudotis gali tik įgudę vartotojai, nes importavimo/eksportavimo užduotis atlikti ganėtinai sudėtinga. Kainą ir mokėjimo modelį galime įvertinti vidutiniškai, nes kiekvienas vartotojas gali pasirinkti, kokiu būdu mokėti už paslaugas: esant didesnio kapitalo įmonei, kuriai daugiau reikalingi duomenų bazės resursai, gali rinktis mėnesinį mokestį, o mažos įmonės, kurioms duomenų bazės kaip paslaugos reikia rečiau – gali rinktis valandinį skaitiklį, kuris yra 0,0,5$ iki 3,85$, atitinkamai pagal tai, kokio pajėgumo reliacinė duomenų bazė kaip paslauga yra reikalinga. Pagal tai, kad suteikiamas „draugiškas“ vartotojui valdymo langas ir vartotojas neturi galimybės atlikti daug sisteminių konfigūracinių nustatymų, galima teigti, kad ši duomenų bazė kaip paslauga, daugiau orientuota į mažas įmones, kuriose vartotojai nėra labai įgudę naudotis kompiuteriais ir duomenų bazėmis naudojasi rečiau.

REZULTATAI

- Išnagrinėta ir sugrupuota vienos svarbiausių ir aktualiausių reliacinės duomenų bazės kaip paslaugos savybės, kurios atrinktos remiantis duomenų bazių kaip paslaugos tiekėjų dokumentacija, internete rasta literatūra.
- Pagal reliacinių duomenų bazių kaip paslaugos aktualiausias vartotojams savybes bei pagal ryškiausius reliacinių duomenų bazių kaip paslaugos punktus, parinkti vertinimo kriterijai, jiems nustatyti vertinimo matai, skalės.
- Sukurta reliacinių duomenų bazių kaip paslaugos vertinimo metodika, kuri gali padėti vartotojui pasirinkti tinkamiausią duomenų bazę kaip paslaugą jo verslo modeliui.
- Palygintos kelios populiarios reliacinės duomenų bazės kaip paslaugos („*Oracle*“, „*Amazon Aurora*“ ir „*Microsoft Azure*“) pagal vertinimo metodikos kriterijus. Pasinaudojus vertinimo matais jos įvertintos ir pateikti rezultatai apie jų teikiamas galimybes vartotojams.
- Vertinimo metodika eksperimentiškai išbandyta su dar viena reliacine duomenų baze kaip paslauga „*Rackpace MySql"*. Taip pagrindžiant, kad vertinimo metodika yra tinkama naudoti bet kokios reliacinės duomenų bazės kaip paslaugos vertinimui.

IŠVADOS

- Apibendrinus „*Amazon Aurora*“, „*Oracle*“ ir „*Microsoft Azure*“ reliacinių duomenų bazių kaip paslaugos palyginimą, jis patvirtina, kad galima iš anksto parinkti kriterijų rinkinį ir vertinimo skales, leidžiančius vertinti reliacines duomenų bazes kaip paslaugas.
- Atlikus eksperimentinį vertinimo metodikos panaudojimą, galime daryti išvadą, kad ši vertinimo metodika gali padėti ne tik vartotojui pasirinkti, kuri duomenų bazė kaip paslauga yra geriausia jo verslo modeliui, bet taip pat, renkant informaciją pagal vertinimo kriterijus, galima įžvelgti stipriąsias/silpnąsias duomenų bazės kaip paslaugos savybes.
- Reliacinės duomenų bazės kaip paslaugos vertinimo rezultatai suteikia įžvalgas paslaugų tiekėjams apie gerintinas paslaugų sritis.
- Kadangi, panašaus pobūdžio vertinimo metodikos atrasti nepavyko, tai gali būti kaip pagrindas kitoms vertinimo metodikoms.

Remiantis sukurta reliacinių duomenų bazių kaip paslaugos vertinimo metodika, galima kurti dar platesnę vertinimo metodiką, kad apžvelgti dar didesnę reliacinių duomenų bazių kaip paslaugos savybių aibę arba praplėsti vertinimo metodiką, kad ją būtų galima naudoti ne tik reliacinėms duomenų bazėms kaip paslaugoms.

ŠALTINIAI

[AK16] „*Amazon*“ korporacija. *Amazone aurora product details*. 2016, JAV. Prieiga per internetą: <http://aws.amazon.com/rds/aurora/details/>

[ARR12] ARREDONDO J.R. *Rackspace Cloud Databases and Container-based Virtualization*. JAV, 2012. Prieiga per internetą: <http://c1776742.cdn.cloudfiles.rackspacecloud.com/downloads/pdfs/Rackspace-Cloud-Databases-and-Container-based-Virtualization.pdf>

[AWSK15] „*Amazone web services*“ korporacija. *Amazon Aurora: Amazon‘s new relational database engine*. 2015, Jungtinės Valstijos. Iš „Slide Share, *Featured*“ Prieiga per internetą: <http://www.slideshare.net/AmazonWebServices/amazon-aurora-amazons-new-relational-database-engine>

[CJPMWMBZ10] CURINO Carlo, JONES Evan P. C., POPA Raluca Ada ir kt. *Relational Cloud: A Database-as-a-Service for the Cloud*. Cambridge, 2010. Iš ZELDOVICH Nickolai publikacijų. Prieiga per internetą: <https://people.csail.mit.edu/nickolai/papers/curino-relcloud.pdf>

[DV15] D'ANTONI Joseph, VARGA Stacia. *Security and Azure SQL Database.* 2015, JAV.

[GD15] GUPTA Angurag, DALWADI Manisks. *Amazone Aurora: Amazon‘s New Relational database engine*. 2015, Jungtinės Valstijos. Prieiga per internetą: <https://www.youtube.com/watch?v=g5N_kFRqCh8>

[MK16] „*Microsoft*“ korporacija. *SQL database documentation.* 2016, Vašingtonas. Prieiga per internetą: <https://azure.microsoft.com/en-us/documentation/services/sql-database/>

[MMGS14] MEHAK Faria, MASOOD Rahat, GHAZI Yumna ir kt. *Security Aspects of Database as a Service (DBaaS) in Cloud Computing*. Iš *Cloud Computing: Challenges, Limitations and R&D Solutions, psl.297-324.* JAV, 2015.

[OK16] „*Oracle*“ korporacija. *Oracle Cloud Using Oracle Database Cloud - Database as a Service*. 2016, JAV. Prieiga per internetą: <https://docs.oracle.com/cloud/latest/dbcs_dbaas/CSDBI/CSDBI.pdf>

[RK15] „*Rackspace*“ korporacija. *Rackspace cloud database 1.0*. JAV, 2015. Prieiga per internetą: <https://developer.rackspace.com/docs/cloud-databases/v1/developer-guide/>

[SCH15] SCHWARTZ Baron. *How to choose a DBAAS for database management*. JAV, 2015. Iš <http://readwrite.com/>. Prieiga per internetą: <http://readwrite.com/2015/10/05/database-as-a-service-tips-choosing-dbaas>

[SHE13] SHENRI Waleed Al. *Cloud Database. Database as a service*. Australija, 2013. Leidinys„*International Journal of Database Management Systems*“, Nr. 2.

[WMZJC10] WU Eugene, MADDEN Samuel, ZHANG Yang ir kt. *Relational Cloud: The Case for a Database Service*. Didžioji Britanija, 2010.

[Wol13] WOLFE Alexander. *Why datatbase as a service will be the breakaway technology of 2014*, JAV. Iš *ForbesBrandVoice*. Prieiga per internetą: <http://www.forbes.com/sites/oracle/2013/12/05/why-database-as-a-service-dbaas-will-be-the-breakaway-technology-of-2014/>