



K A U N O
TECHNOLOGIJOS
UNIVERSITETAS

KAUNO TECHNOLOGIJOS UNIVERSITETAS
INFORMATIKOS FAKULTETAS
SISTEMINĖS ANALIZĖS KATEDRA

Mindaugas Macaitis

**Internetinių skaičiavimų sukeltos tinklo
apkrovos tyrimas**

Magistro darbas

Darbo vadovas
prof. Rimantas Plėštys

Kaunas, 2010

KAUNO TECHNOLOGIJOS UNIVERSITETAS
INFORMATIKOS FAKULTETAS
SISTEMINĖS ANALIZĖS KATEDRA

Mindaugas Macaitis

**Internetinių skaičiavimų sukeltos tinklo
apkrovos tyrimas**

Magistro darbas

Darbo vadovas
prof. Rimantas Plėštys
2010-05-31

Recenzentas
Doc. D. Rubliauskas
2010-05-31

Atliko IFM-4/1 gr. stud.
Mindaugas Macaitis
2010-05-31

Kaunas, 2010

TURINYS

SANTRAUKA.....	4
SUMMARY.....	5
IVADAS.....	6
1 INTERNETINIŲ SKAIČIAVIMŲ MODELIO ANALIZĖ.....	7
1.1 Analizės tikslas.....	7
1.2 Analizės metodai.....	7
1.3 Tyrimo sritis, objektas ir problema.....	7
1.4 Tyrimo tikslas ir uždaviniai.....	8
1.5 Tyrimo planas.....	8
1.6 Vartotojų analizė.....	8
2 TYRIMO OBJEKTO ANALIZĖ.....	9
2.1 Internetinių skaičiavimų samprata.....	9
2.2 Internetinių skaičiavimų atsiradimas ir vystymasis.....	10
2.3 Internetiniai skaičiavimai Lietuvoje.....	17
2.4 Internetiniai skaičiavimai pasaulyje.....	17
2.5 Internetinių skaičiavimų architektūra.....	25
2.5.1 Internetinių skaičiavimų komponentai.....	25
2.5.2 Internetinių skaičiavimų architektūros modeliai.....	27
2.5.3 Internetinių skaičiavimų architektūra „Cloudware“.....	30
2.5.4 Debesies laikinos atminties architektūra.....	31
2.5.5 Internetinių skaičiavimų ir paskirstytų skaičiavimų technologija.....	32
2.6 Internetinių skaičiavimų aprėpties tipai.....	33
2.7 Internetinių skaičiavimų stiprybių, silpnybių, galimybių ir grėsmių tyrimas.....	35
2.7.1 SSGG analizės aprašymas.....	35
2.7.2 Internetinių skaičiavimų stiprybės, silpnybės, galimybės ir grėsmės.....	35
2.7.3 SSGG analizės skaitinis įvertinimas.....	38
2.7.4 Internetinių skaičiavimų saugumas.....	39
2.7.5 Internetinių skaičiavimų valdymas.....	40
2.8 Analizės išvados.....	40
3 PRAKTINIAI EKSPERIMENTINIAI TYRIMAI.....	41
3.1 Tyrimo metodika.....	41
3.2 Eksperimento metodika.....	41
3.3 Tyrimo išvados.....	47
4 TEORINIAI TYRIMAI.....	48
4.1 Tyrimo metodika.....	48
4.2 Eksperimento techninė architektūra.....	48
4.3 Kompiuterių tinklo simulatoriaus parinkimas.....	49
4.4 OPNET IT Guru Academic Edition simulatorius.....	50
4.5 Kompiuterių tinklo srauto parametrų parinkimas.....	50
4.6 Eksperimento metodika.....	51
4.6.1 Modelių sudarymas.....	51
4.6.2 Rezultatų analizė ir įvertinimai.....	53
4.7 Teorinio tyrimo išvados.....	55
IŠVADOS.....	56
LITERATŪRA.....	57
TERMINŲ IR SANTRAUKŲ ŽODYNAS.....	59
PRIEDAI.....	61

SANTRAUKA

Vienas naujausių informacinių technologijų paslaugų teikimo modelių – „Internetiniai skaičiavimai“. Modelio idėja – naudotis kompiuterių resursais ir paslaugomis esančiomis ne vietiniame kompiuteryje, o „debesyje“ ir atsiskaitant už paslaugas mokant tiek, kiek sunaudojama. Daug naujų galimybių atveriantis modelis greitai patraukė paslaugų tiekėjų ir vartotojų dėmesį. Internetiniai skaičiavimai dar tik mokslinių tyrimų – bandymų stadijoje.

Tiriamuoju darbu siekiama išanalizuoti internetinių skaičiavimų paslaugų teikimo modelį, palyginti skirtingas internetinių skaičiavimų architektūras, atlikti SSGG analizę. Taip pat palyginti skirtingų paslaugų tiekimo trukmes, ištirti internetinių skaičiavimų sukeltų kompiuterių tinklų apkrovimų ir vėlinimų priklausomybes nuo vartotojų skaičiaus.

Internetinių skaičiavimų įtakai kompiuterių tinklams tirti naudojama **Opnet IT Guru Academic Edition** programinė įranga, skirta kompiuterių tinklų darbo imitavimui.

Raktiniai žodžiai: Internetiniai skaičiavimai, architektūra, vėlinimas, Opnet IT Guru, SSGG analizė.

Research of Network Load Caused by Cloud Computing

SUMMARY

Cloud Computing is latest IT utility provision model. Main idea behind Cloud Computing is usage of remote computing power, storage and software as a service, and pay per use billing. This model, offering lots of new opportunities, instantly drawn attention of users and service providers. Cloud Computing currently is at research and development stasis.

Purpose of this research is analyzing Cloud Computing utility provision model, comparison of Cloud Computing architectures, SWOT analysis. Also comparison of throughput and latency of different utility providers, research of Cloud Computing user growth effect on network load and latency.

To research effects of Cloud Computing on networks was used **Opnet IT Guru Academic Edition** network simulator.

Key words: Cloud Computing, architecture, latency, Opnet IT Guru, SWOT analysis.

IVADAS

Veiklos perkėlimas į internetą šiandien yra nebe naujovė, bet būtinybė. Internetas tapo vienu iš pagrindinių paslaugų teikimo bei informacijos apsikeitimo būdų, prieinamų dideliame žmonių skaičiui. Vienas naujausių informacinių technologijų paslaugų teikimo modelių – „Internetiniai skaičiavimai“ (angl. „*Cloud Computing*“). Terminas „internetiniai skaičiavimai“ yra naujas, todėl jo vertimas nėra „nusistovėjęs“.

Dabar vyrauja du lietuviški vertimai – tai „Skaičiavimai Debesyse“ bei „Debesies Kompiuterija“. Taip pat sutinkami vertimai: „Skaičiavimai tinkle“, „Kompiuteriai internete“, „Programos internete“ ir t.t., bet jie neatspindi tikslios termino reikšmės. Dauguma šių vertimų „*Cloud Computing*“ apibrėžia kaip paslaugas, teikiamas per Internetą. „Debesis“ yra interneto metafora. Terminas „*Cloud Computing*“ į kitas kalbas verčiamas paliekant „cloud“ dalį, t.y., visur figūruoja debesys. „*Cloud Computing*“ nėra vien skaičiavimai, kaip „computer“ nėra vien skaičiuotavas.

Tiriamajame darbe analizuojami internetinių skaičiavimų modelio privalumai bei trūkumai. Tiriama ar esamo kompiuterių tinklo pralaidumas yra pakankamas internetiniams skaičiavimams. Nagrinėjamos skirtingos architektūros ir darbo algoritmai. Nustatomas kompiuterių tinklo apkrovos ir vėlinimo pokytis nuo vartotojų skaičiaus.

Atliekant internetinių skaičiavimų galimybių analizę remtasi literatūros šaltiniais, paskelbtais internete. Vienas pagrindinių literatūros šaltinių – „Forrester Research“ moksliniai straipsniai (prieiga internetu: www.forrester.com), įnešė didelį indėlį tyrinėjant internetinių skaičiavimų modelį.

1 INTERNETINIŲ SKAIČIAVIMŲ MODELIO ANALIZĖ

1.1 Analizės tikslas

Analizės tikslas – išsiaiškinti ir išanalizuoti teorinius bei esamus internetinių skaičiavimų modelio aspektus, apibrėžimus, atsiradimo priežastis bei tendencijas. Išanalizuoti modelio komponentus bei architektūras.

1.2 Analizės metodai

Prieš pradėdant tyrimą, pirmiausiai pasirenkame metodus bei priemones jam atlikti. Tokių analizės metodų yra keletas, todėl pasirinktas tas, kuris tiksliausiai ir išsamiausiai atskleidžia esamą tiriamos srities situaciją.

Tyrimo objekto bei esamų sprendimų analizei atlikti gali būti taikomi tokie metodai:

- mokslinės literatūros analizė arba teorinės analizės ir apibendrinimo metodas,
- apklausa (anketinė, interviu, ekspertų apklausa),
- stebėjimas,
- dokumentų turinio analizė.
- eksperimentas,
- matematinė statistika.

Tačiau norint tiksliausiai atskleisti pirminės analizės rezultatus, metodas pasirenkamas toks, kuris apžvelgia didžiausią, eksperimentais bei stebėjimais pagrystą, informacijos kiekį. Taip pat jis turi apimti įvairių apklausų surinktus duomenis, dokumentų apžvalgas bei testavimus.

Taigi siekiant atlikti kokybišką bei išsamią tiriamos srities analizę, pasirinktas jos atlikimo metodas turi būti plataus pobūdžio, apimantis keletą aspektų. Todėl buvo pasirinktas “mokslinės, teorinės, apibendrinančiosios literatūros” analizės metodas.

1.3 Tyrimo sritis, objektas ir problema

Tyrimo sritis:

Kompiuterių tinklų pralaidumo tyrimas taikant naują paslaugų teikimo modelį.

Tyrimo objektas:

Tyrimų pagrindą sudaro internetinių skaičiavimų modelio problemų ir sprendimų apžvalga bei analizė.

Tyrimo problema:

Internetinių skaičiavimų modelio naudojimas įtakoja kompiuterių tinklo apkrovas ir sukelia problemas susijusias su lėtu paslaugų darbu.

1.4 Tyrimo tikslas ir uždaviniai

Tikslas:

Ištirti internetinių skaičiavimų paslaugų parametrus ir nustatyti tokių skaičiavimų sukeltas kompiuterių tinklų apkrovas.

Uždaviniai:

- a) Išanalizuoti internetinių skaičiavimų paslaugų teikimo modelį.
- b) Palyginti skirtingas internetinių skaičiavimų architektūras.
- c) Atlikti SSGG (stiprybių, silpnų, galimybių, grėsmių) analizę.
- d) Ištirti internetinių skaičiavimų sukeltus kompiuterių tinklų apkrovimus ir vėlinimų priklausomybes nuo vartotojų skaičiaus.

1.5 Tyrimo planas

- Pirmame skyriuje nagrinėjamas tyrimo objektas ir formuluojamas darbo tikslas bei uždaviniai.
- Antrame skyriuje aprašomas internetinių skaičiavimų modelis, apimantis pagrindinius komponentus ir pateikti galimi architektūros variantai. Atlikta SSGG analizė.
- Trečiame skyriuje atliekamas įvairių internetinių skaičiavimų teikėjų paslaugų techninių charakteristikų tyrimas.
- Ketvirtame skyriuje modeliavimo būdu vykdomas internetinių skaičiavimų sukeltų tinklo apkrovų priklausomybės nuo vartotojų skaičiaus tyrimas panaudojant „OPNET IT Guru Academic Edition“ programą. Modeliuojant serveriai tiekiantys įvairias paslaugas iš vidinio tinklo perkelti į „debesį“ (imituoti serverius esančius už daugelio kilometrų) ir ištirti tinklo parametrų pasikeitimai.

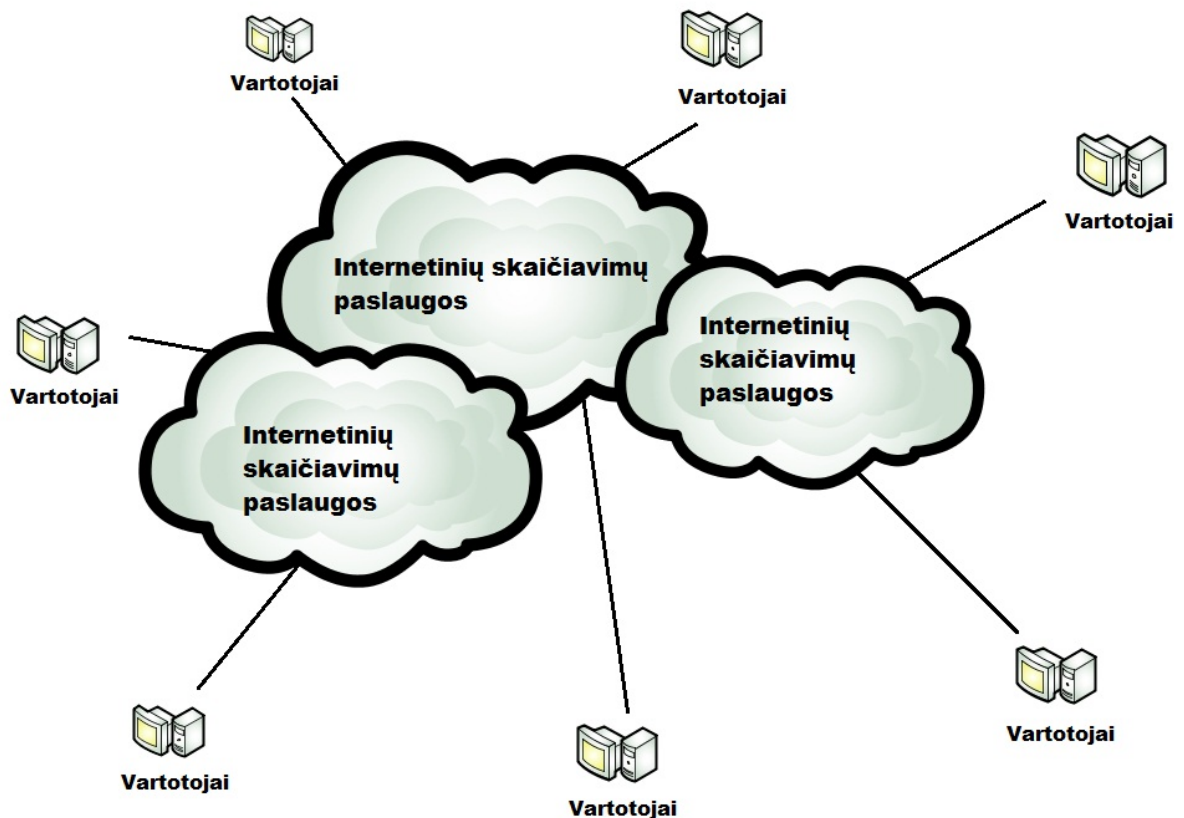
1.6 Vartotojų analizė

Internetinių skaičiavimų paslaugomis naudotis gali labai platus spektras vartotojų, nuo pavienių namų kompiuteriais besinaudojančių iki korporacijų. Kol kas naudojamos tik pavienės internetinių skaičiavimų teikiamos programos. Firmos ir didelės korporacijos nenori perkelti savo svarbių, net kritinių verslui duomenų į debesį. Taip pat žmonėms dirbantiems su daug kompiuterio resursų reikalaujančiomis programomis, tokiomis kaip „Adobe Photoshop“ ar „Adobe Flash Professional“ dar nėra pritaikytų atitikmenų internetinių skaičiavimų erdvėje.

2 TYRIMO OBJEKTO ANALIZĖ

2.1 Internetinių skaičiavimų samprata

Internetiniai skaičiavimai – tai internetinė kūrimo bei naudojimosi technologija, abstraktus sudėtingos struktūros apibūdinimas. Jį sudaro programos, kurių nereikia įdiegti į kompiuterį. Internetinių skaičiavimų architektūra - tai stilius, kai kompiuterinės galimybės imamos kaip paslaugos, kurias vartotojai gali pasiekti iš interneto (debesies). Ši koncepcija apima programinę įrangą kaip paslaugą (angl. „*SaaS – Software as a Service*“), „Web 2“ ir nuotolines programas (pvz.: "Google Apps", „Amazon AWS“, „Salesforce“ ar daugelį kitų...), kurios suteikia galimybę paleisti verslui skirtas programas naudojantis interneto naršyklę. Internetinių skaičiavimų koncepcinė schema pavaizduota 1 pav. Vartotojai naudojami tiekėjų paslaugomis prisijungdami prie jų interneto naršyklės pagalba, nepriklausomai nuo geografinės padėties.



1 pav. Internetinių skaičiavimų koncepcinė schema.

„Amerikos standartų ir technologijų institutas (NIST) internetinių skaičiavimų (*Cloud Computing*) debesį apibrėžia kaip poreikiu grįstą paslaugų teikimo modelį (angl. „*pay-per-*

use“). Šiuo atveju vietoj konkretaus serverio ir taikomosios programos jungiamasi prie „skaičiavimo debesies“, t.y. paprastai administruojamos ir skaičiavimo pajėgumus galima operatyviai plėsti, arba mažinti, priklausomai nuo poreikio [13].

Savo ruožtu virtualizavimo technologijos vieną fizinį (realų) serverį, operacinę sistemą, taikomąją programą ar saugyklą paverčia keletu virtualių jų atitikmenų, kurie veikia taip pat kaip jų realūs analogai. Galimas ir priešingas scenarijus, kuomet keletas fizinių (realių) resursų (pvz. saugyklos ar serveriai) paverčiami vienu virtualiu atitikmeniu.

Internetinių skaičiavimų pagrindas (angl. „*foundation*“) – sąsajų rinkiniai pagrindinėms funkcijoms. Kaip operacinė terpė, geriausiai žinoma yra "Amazon" EC2 (angl. „Elastic Computer Cloud“ – Lankstūs internetiniai skaičiavimai), suteikianti virtualiose mašinose veikiančių "Linux" prieigas. Klientai jose gali naudoti bet kokias priemones, pvz., vienas gali rinktis Java EE ir MySQL, o kitas – "Ruby on Rails" (RoR) [20].

Tačiau lokaliai priemonės yra ribojamos. Kiekviena lokalių priemonių grupė orientuojasi į tam tikrą aplikacijų rūšį. Pvz., Google "AppEngine" palaiko "Python" Web taikomąsias programas, o Salesforce orientuojasi į vartotojų duomenis orientuotas verslo taikomąsias programas, todėl sukūrė savą "Apex" kalbą. Panašiai internetinių skaičiavimų taikomąsias programas palaiko ir "Microsoft" – kaip "CRM Live" dalį "Dynamics CRM" platformoje. "Microsoft" tikisi ir toliau vystyti šią sritį suteikiant galimybę naudotis įprastomis .NET kalbomis ir įrankiais. Ir netgi ketinama užtikrinti taikomųjų programų perkilnojimo galimybes tarp įmonės ir internetinių skaičiavimų platformų [20].

Reikia pastebėti, kad internetinių skaičiavimų paslaugos (angl. „*services*“) yra gerokai įvairesnės, nei paslaugos įmonėje, pvz., tos pačios užklauskos metu ieškoti informacijos ir savo duomenų bazėje, ir Internete (kaip MS "Live Search") ar susieti duomenis su žemėlapiais (kaip "Google Maps" ar MS "Virtual Earth"). Yra ir daugiau paslaugų, kurias galima naudoti savo Web svetainėse, pvz., dalintis nuotraukomis ("Google Picasa" ir MS "Windows Live Photo Galery") [20].

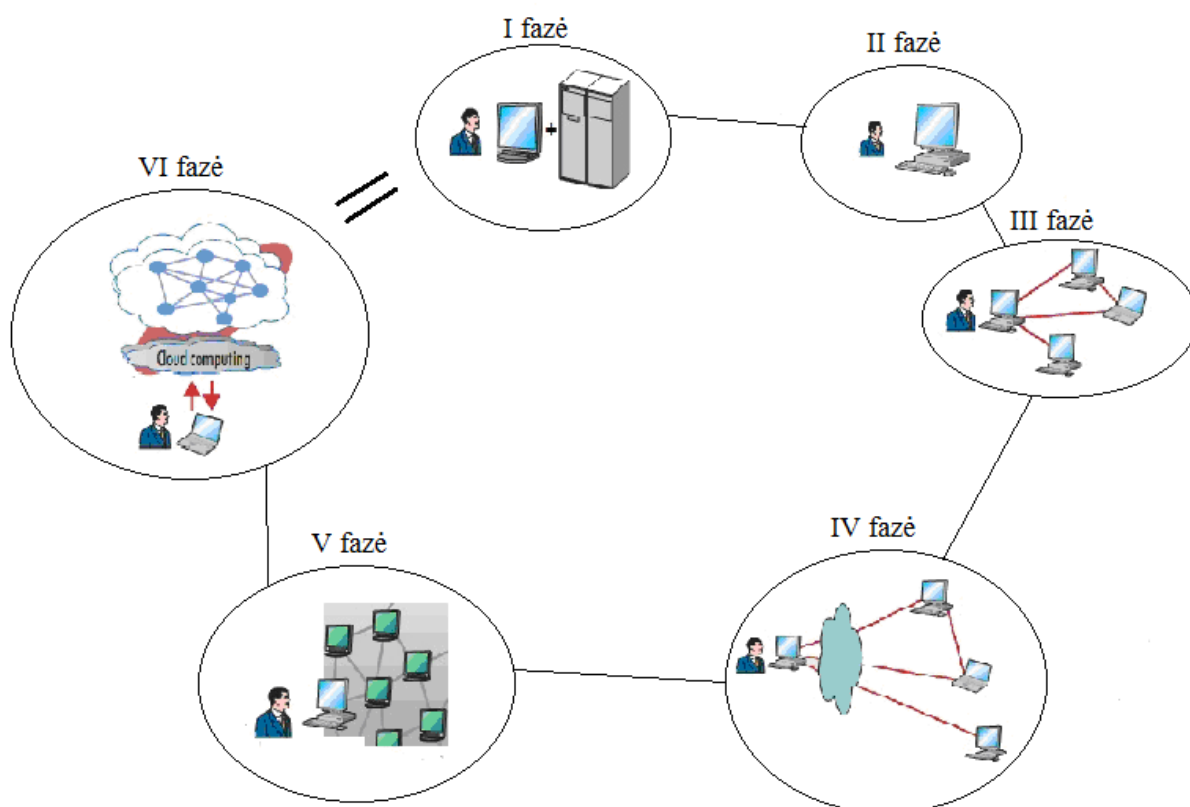
2.2 Internetinių skaičiavimų atsiradimas ir vystymasis

Internetinių skaičiavimų koncepcijos ištakos yra ties 1960-aisiais, kai John McCarthy išreiškė nuomonę, kad "skaičiavimai vieną dieną gali tapti vieša galimybe"; terminas "cloud" jau buvo naudojamas paskutinio 20a. dešimtmečio pradžioje apibūdinant plačius ATM (asinchroninis perdavimo būdas) tinklus.

Kompanija "Amazon", modernizavusi savo duomenų centrus, pastebėjo kad ši nauja technologija pakėlė vidinį efektyvumą. 2002m. ji užtikrino prieigą prie savo sistemų per "Web services". 2007 m. jos naudojamumas padidėjo ją perėmus "Google", IBM ir daug

universitetų, ištraukusių į stambų tyrimų projektą beveik tuo pat metu, kai šis terminas („*cloud computing*“) ėmė plisti žiniasklaidoje. 2008 m. "Gartner" rugpjūčio mėn. pastebėjo, kad "organizacijos pereina nuo kompanijoms priklausančios aparatinės ir programinės įrangos prie į servisus orientuotų modelių" [20].

Internetinių skaičiavimų atsiradimą sąlygojo keletas faktorių. Vienas iš jų – tai išpopuliarėję GRID tinklai, kurie teikė didelių skaičiavimų ar duomenų talpyklų paslaugas. Kitas faktas – tai SOA (angl. „*Service Oriented Architecture*“) bei išpopuliarėjimas paslaugų kūrėjų tarpe. Ir be abejo atsiradusi WEB 2 technologija. Nes darbas su nutolusiu kompiuteriu – kaip paslauga yra praktikuojamas jau senai, tačiau WEB 2 technologijos atsiradimas ženkliai sumažino poreikį dideliems informacijos mainams tarp nutolusio kompiuterio ir darbo stoties, esančios pas vartotoją. Šios technologijos pagrindu galima persiuntinėti tik pakeistus programos vaizdus, visa kita paliekant statiniame režime ir nedubliuojant tos pačios informacijos siuntimo [10].



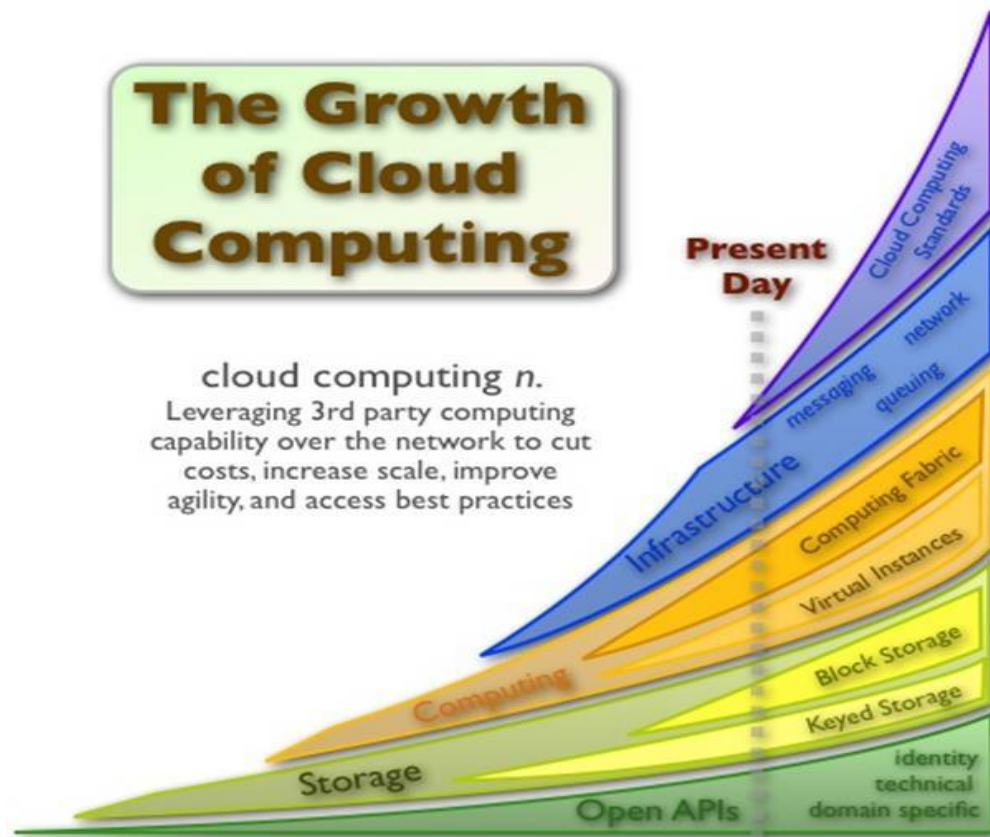
2 pav. Kompiuterijos kaita per pusę amžiaus [19].

Kompiuterijos kaita pavaizduota 2 pav. Visa kaita suskirstyta į šešias fazes:

- Pirmoje fazėje žmonės naudojami terminalais prisijungimui prie galingo superkompiuterio (angl. „*mainframe*“) padalinto daugeliui vartotojų. Tuomet

terminalai buvo šiek tiek daugiau nei klaviatūros ir monitoriai.

- Antroje fazėje asmeniniai kompiuteriai tapo pakankamai galingi, kad patenkintų kasdienes vartotojo poreikius.
- Kompiuterių tinklai, leidžiantys keliems kompiuteriams susijungti vienas su kitu atsirado trečioje kaitos fazėje.
- Ketvirtoje fazėje kompiuterių tinklai plėtėsi susijungdami vienas su kitu į globalų tinklą. Vartotojams atsirado galimybė prisijungti prie interneto ir naudotis nuotolinėmis programomis ir resursais.
- Penktoje fazėje GRID skaičiavimai apjungia bendrą kompiuterių galią ir talpinimo resursus.
- Internetiniai skaičiavimai šeštoje fazėje leidžia vartotojams išnaudoti prieinamus kompiuterių resursus per internetą paprasčiausiu būdu. Galima pastebėti, kad pirma ir paskutinė paveiksle pavaizduotos fazės turi panašių bruožų [19].



3 pav. Internetinių skaičiavimų augimas [24].

Internetinių skaičiavimų augimas prasidėjo nuo interneto paslaugų tiekėjų tarpusavio bendradarbiavimo, servisų integravimo, pavyzdžiui socialinis puslapis *www.facebook.com*, per kurį galima gauti ir daugybę trečių šalių teikiamų paslaugų.

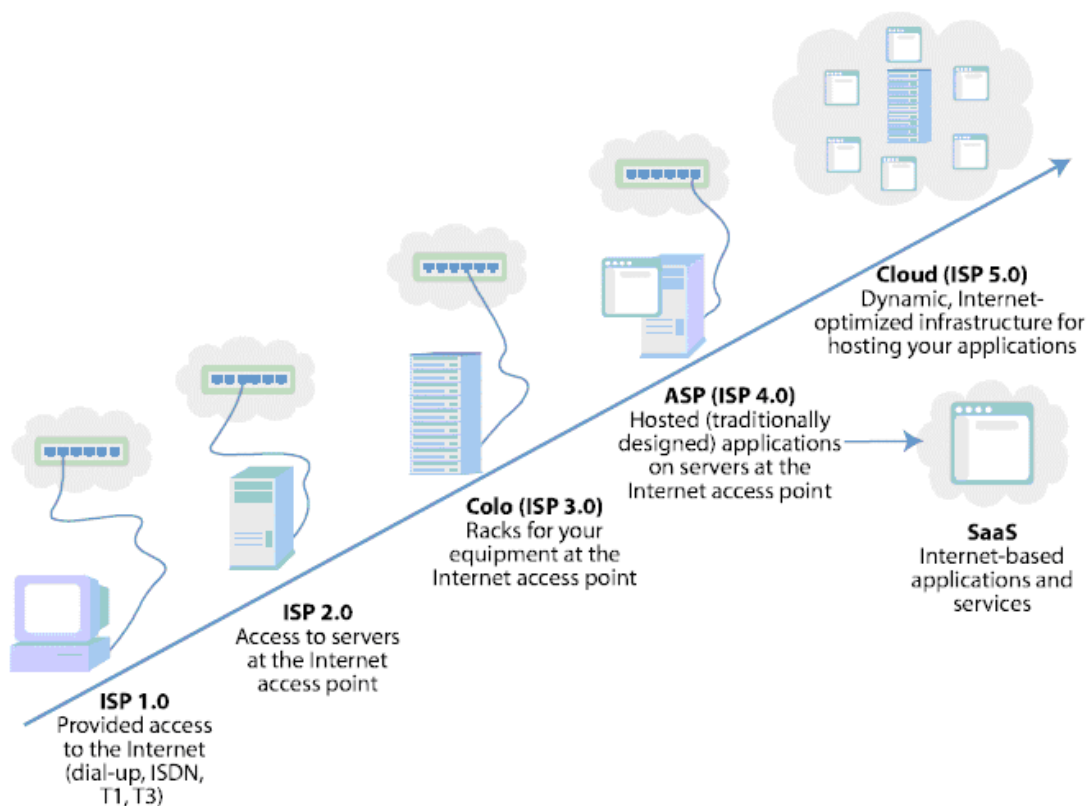
Sekantis etapas - talpyklų virtualizacija, kai keletas tinkle egzistuojančių saugyklų apjungiami taip, kad vartotojui atrodo jog jis naudojasi tik viena saugykla.

Trečias augimo etapas tai skaičiavimai paskirstyti tinkle, kuriuos galima išskirti į dvi šakas Computing Fabric ir Virtual Instance :

- *Fabric* – Integruota paslaugų ir skaičiavimų infrastruktūros abstrakcija. Pavyzdys: Google App Engine [12].
- *Instance* – čia yra labai mažai arba visiškai nėra abstrakcijos. Šiuo atveju yra sukuriama virtuali aparatūra su savo atmintimi ir procesoriumi abstrakcijos trūkumas kūrėjams (angl. „*developers*“) suteikia daugiau kontrolės. Pavyzdys: Amazon EC2 [12].

Infrastruktūra tai dar vienas internetinių skaičiavimų panaudojimo būdas, kai organizacijos kaip paslaugą pradeda teikti savo skaičiavimo galią ir saugyklas tretiems asmenims, kuriems tokiu atveju reikia tik minimalios aparatūros skaičiavimams ir duomenų saugojimui.

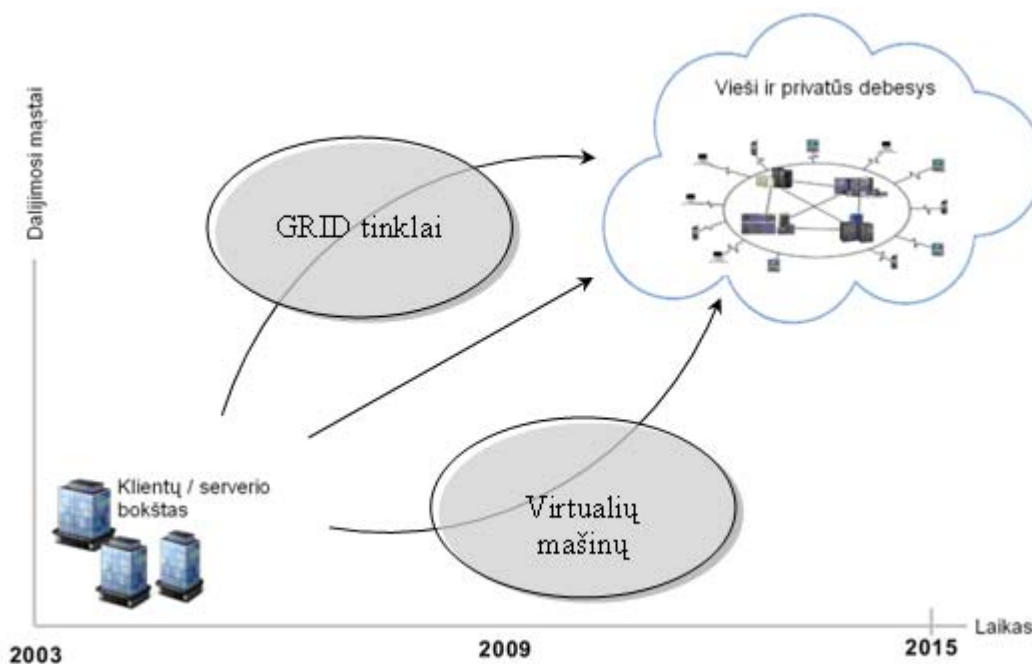
Ir galiausiai internetinių skaičiavimų standartizacija. Standartų šioje srityje kol kas dar nėra, bet vyksta aktyvios diskusijos dėl jų įvedimo.



4 pav. Interneto paslaugų tiekimo evoliucija pagal „Forrester research“.

„Forrester research“ pateikia interneto paslaugų teikimo evoliucijos schemą (4 pav.). ISP 1.0 (angl. „Internet Service Provider“) - interneto paslaugų tiekimas (versija 1.0) suteikiant vartotojams prisijungimą prie interneto modemo ar kitų ryšio priemonių pagalba. Antroje versijoje vartotojams papildomai suteikiama galimybė prisijungti prie serverių. Trečias etapas apima bendros vietos (angl. „co-location“) centrus – kompiuterių resursų sandėliai (angl. „Racks“), prieinamas per interneto prieigos tašką. Ketvirtas etapas atspindi tai kas naudojama šiuo metu, tai yra, pavienių ar paslaugų sandėlių tiekimas vartotojams per internetą (angl. „ASP – Application Service Providers“). Programinės įrangos kaip paslaugos koncepcija taip pat atitinka šį etapą. Iš jų toliau vystosi internetinių skaičiavimų paslaugos tiekimo modelis, dinaminė, optimizuota internetiniam naudojimui infrastruktūra programoms talpinti.

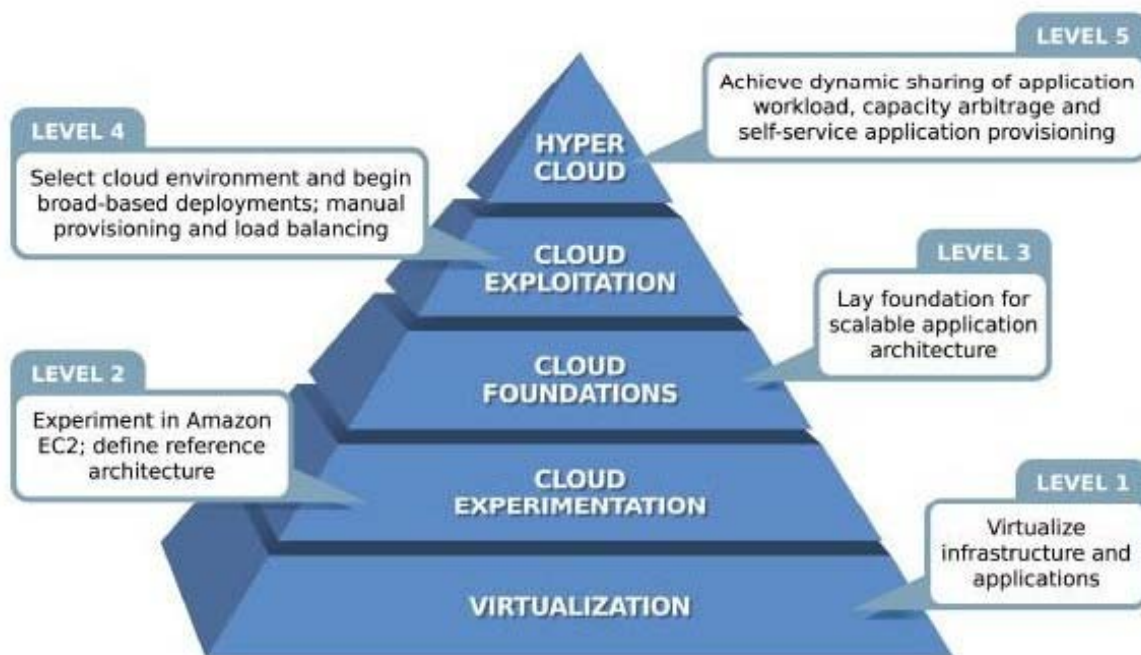
Galimi trys keliai į internetinių skaičiavimų įsisavinimą (5 pav.). Vertikali ašis atspindi informacijos dalinimosi mastus, o horizontalioji - laiką. Pats seniausias ir primityviausias kelias - klientų/serverio bokštas (angl. „Silo“). Tai labai primityvi struktūra tinkama naudoti organizacijos viduje, prižiūrima prie programavimo kalbų rinkinio ir priklausom nuo operacinės sistemos ir platformos. Orientuojantis į dalijimosi mastus GRID technologijos architektūrą galima vaizduoti kaip aukštesnę klientų/serverio bokšto pakopą.



5 pav. Internetinių skaičiavimų įsisavinimo keliai

Laiko ašies atžvilgiu Kliento/Serverio bokštai evoliucionuoja į virtualių mašinų klasterius. Kiekvienas iš šitų variantų paslaugų tiekėjui ar vartotojui suteikia internetinių skaičiavimų technologijų taikymo galimybes.

Internetinių skaičiavimų vystymosi lygiai pateikti 6 pav.



6 pav. Skaičiavimų debesyje vystymosi lygiai [22].

- Pirmas lygis: Virtualizacija. Pirmas internetinių skaičiavimų įsisavinimo lygis naudoja Hypervisor¹ paremtą infrastruktūrą ir programinės įrangos virtualizacijos technologijas leidžiančias programinės įrangos mobilumą ir padalintą serverio infrastruktūrą.
- Antras lygis: Eksperimentavimas. Virtualizacija perkeliama į „debesies“ modelį (priklausantį nuo kontroliuojamų ir apribotų bandymų pasitelkiant *Amazon Elastic Compute Cloud*(EC2) paslaugą, apskaičiuoti galingumams ir kaip galimos architektūros pavyzdį).
- Trečias lygis: „Debesies“ sukūrimas. Vystant „Debesies“ pritaikymą pradeda formuotis ir tobulėti valdymas, procedūros, taikomos taisyklės, kauptis. Pradžiai visos pastangos telkiamos į nekritinius taikymus.
- Ketvirtas lygis: „Debesies“ panaudojimas. Susidarę valdymo pagrindai organizacijoms suteikia galimybes išplėsti „debesies“ taikymus naudojant plačiai pasklidusią „debesies“ architektūrą.
- Penktas lygis: „Debesies“ dinaminis padalinimas. Pradedama dinamiškai padalinti skaičiavimų apkrova tarp daug pagalbinių „debesų“. Paskirstymas remiasi „debesies“ pajėgumais, kaina, atstumu iki vartotojo ir kitais požymiais.

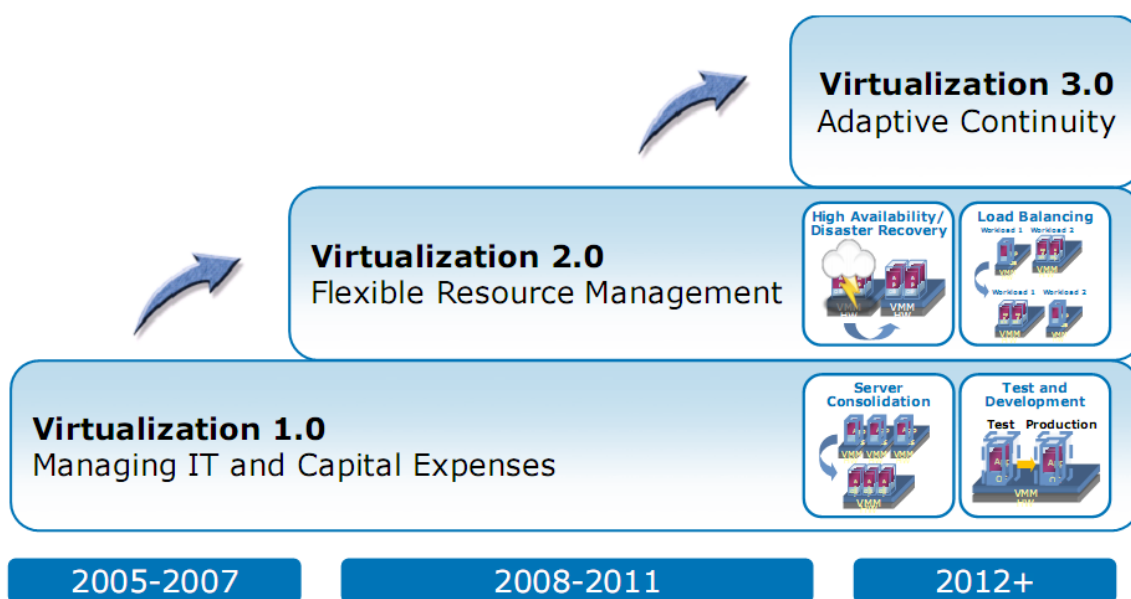
¹ Hypervisor- tai virtualių mašinų „vadybininkas“, tai programa kuri leidžia kelioms operacinėms sistemoms veikti viename kompiuteryje ir kontroliuoja kompiuterio skaičiavimo resursų paskirstymą tarp virtualių mašinų taip kad jos viena kitai netrugdytų

Kiekviename vystymosi lygyje yra nustatomu savi tikslai, reikalingos investicijos, laukiama grąža, rizikos faktoriai, ir požymiai reikalingi perėjimui į sekantį lygį.

Virtualizacija yra technologija naudojama programiškai simuliuoti aparatūrinę įrangą vadinamą virtualia mašina (angl. „*virtual machine*“), identišką realiai aparatūrai. Bet kuri aparatūroje veikianti programinė įranga (tame tarpe ir OS) galinti puikiai veikti ir virtualiai.

Virtualizacija įgalina:

- a) kompiuterinės sistemos išteklius padalinti tarp keleto vartotojų,
- b) izoliuoti vartotojus (taip pat nuo kontrolinės programos),
- c) užtikrinti aparatūros atkartojimą (angl. „*emulation*“), padedantį pasiekti padidintą patikimumą, saugumą ir produktyvumą [22].



7 pav. Virtualizacijos evoliucija [23]

Paaiškinsime atskirus virtualizacijos lygius.

Virtualizacija 1.0 – išlaidų ir informacinių technologijų valdymas. Tai paprasčiausias virtualizacijos lygmuo, paremtas tik aparatūrinės įrangos (PK, serverio) virtualizacija.

Virtualizacija 2.0 – lankstus ir greitas išteklių valdymas. Antru virtualizacijos lygmeniu Virtualioms mašinoms suteikiamas mobilumas (angl. „*VMotion*“), suteikiantis virtualiai aparatūrai „judėti“ tarp fizinių procesorių, taip pat atsirado galimybė virtualiai aparatūrai būti perkrautai kitame serveryje, ištikus serverio gedimui.

Virtualizacija 3.0 – adaptyvus tęstinumas, dinamiškumas. Tai galimybė virtualioms mašinoms judėti tarp serverių, pagal poreikius.

2.3 Internetiniai skaičiavimai Lietuvoje

Kaip jau minėta anksčiau, internetinių skaičiavimų paslaugos pasiekiamos interneto ryšiu. Ryšio spartėjimas yra viena iš internetinių skaičiavimų atsiradimo teigiamų veiksmų. Pagal populiariausio interneto spartos matavimo tinklalapio Speedtest.net pateiktus rezultatus 2010 metų sausio mėnesį Lietuva yra viena iš pirmaujančių šalių pagal interneto greitį.

Top Countries by Download Speed		Top Countries by Upload Speed	
1. Korea, Republic of	23.68 Mb/s	1. Lithuania	9.39 Mb/s
2. Japan	17.09 Mb/s	2. Japan	8.30 Mb/s
3. Aland Islands	16.68 Mb/s	3. Latvia	6.50 Mb/s
4. Latvia	16.37 Mb/s	4. Aland Islands	6.36 Mb/s
5. Romania	14.93 Mb/s	5. Bulgaria	6.23 Mb/s
6. Lithuania	14.61 Mb/s	6. Hong Kong	5.69 Mb/s
7. Sweden	14.51 Mb/s	7. Romania	5.53 Mb/s
8. Netherlands	13.90 Mb/s	8. Andorra	5.51 Mb/s
9. Andorra	13.61 Mb/s	9. Sweden	5.36 Mb/s
10. Bulgaria	13.57 Mb/s	10. Slovenia	5.20 Mb/s
11. Moldova, Republic of	12.00 Mb/s	11. Russian Federation	4.81 Mb/s
12. Hong Kong	10.47 Mb/s	12. Moldova, Republic of	3.58 Mb/s
13. Portugal	10.41 Mb/s	13. Netherlands	3.43 Mb/s
14. Slovakia	10.12 Mb/s	14. Korea, Republic of	3.42 Mb/s
15. Hungary	9.61 Mb/s	15. Ukraine	3.40 Mb/s

8 pav. Pirmaujančios valstybės pagal interneto spartą [„Speedtest.net“]

Interneto spartą nulemia duomenų perdavimo infrastruktūra. Speedtest.net duomenimis, sparčiausius interneto kanalus turi vartotojai Kauno apskrityje. Vilniaus apskritis yra antroje, Šiaulių – trečioje vietoje.

Iš to seka, kad Lietuva turi geras galimybes naudotis internetinių skaičiavimų teikiamomis paslaugomis.

KTU-BG-GLITE - paskirstytų skaičiavimų HPC tipo klasteryje įrašyta atviro kodo, suderinama su Amazon EC2, serviso programinė įranga – „Eucalyptus“. „Eucalyptus“ tai atviro kodo programinė įranga kuri įtraukia internetinius skaičiavimus į duomenų centrą. „Eucalyptus“ tiekia patikimą bei kintamo dydžio infrastruktūros kaip paslaugos sprendimo būdą paslaugų tiekėjams ir organizacijoms. [16]

2.4 Internetiniai skaičiavimai pasaulyje

Vystantis technologijoms, bei pritaikant naujausius sprendimus, net didžiosios IT kompanijos tokios kaip IBM ar SUN savo susidomėjimą nuo GRID tinklų perkelia į internetinių skaičiavimų tinklus. Tam pritaikydami gerai jau žinomus GRID tinklų

projektavimo, realizacijos bei sukurtos infrastruktūros palaikymo pagrindus. Didžiąją rinkos dalį tarp internetinių skaičiavimų tiekėjų užima *Amazon Elastic Compute Cloud (EC2)*, *Google AppEngine* bei *Windows Azure*.

Google AppEngine pagrindė teikia Java bei Python vykdymo aplinkas, o taip pat ir objektines saugyklas.

Amazon Elastic Compute Cloud pagrindė teikia virtualių mašinų (tiek Unix, tiek Windows) nuomą bei objektines saugyklas kartu su reliacinėmis duomenų bazėmis

Windows Azure virtualios Windows mašinos; Java, NET, PHP vykdymo aplinkos, objektines saugyklas kartu su reliacinėmis duomenų bazėmis.[10] Šios trys kompanijos ypač stipriai konkuruoja tarpusavyje, mažindamos kainas ir gerindamos paslaugų tiekimo sąlygas.

1 lentelė. Internetinių skaičiavimų paslaugų tiekėjai pasaulyje.[14]

Pardavėjas	Lygis	Tipas	Statusas	Tiekėjas	Pastabos
3Tera	3	Serveris	Tiekėjas	Nėra	3Teras tiekia sprendimus ir teikia programinę įrangą kitiems tiekėjams
Amazon EC2	2	Serveris	Tiekėjas	Nėra	
Amazon S3	2	Talpykla	Tiekėjas	Nėra	
Amazon SimpleDB	2	Duomenų bazė	Tiekėjas	Nėra	
Apache CouchDB	2	Duomenų bazė	Ne tiekėjas	Remiasi programine įranga	Bendruoja su IBM
Apache Hadoop	2	Duomenų bazė	Ne tiekėjas	Remiasi programine įranga	Hadoop yra viena naujausių OSS įmonių paieškos technologijų.
Dell DCS	2	Serveris	Tiekėjas	Nėra	
Flexiscale	2	Serveris	Tiekėjas	Nėra	Didžiojoje Britanijoje išsikūręs „debesies“ tiekėjas
Google App Engine	2	Serveris	Tiekėjas	Nėra	Uždaro karkaso „debesies“. Remiasi Python, Django ir kt. Esmė tame kad nepalaiko karkasų paremtų PHP ir „Ruby on Rails“.
HP AiaaS	2	Serveris	Tiekėjas	Nėra	
Joyent	2	Serveris	Tiekėjas	Nėra	Debesis kurio pagrindas yra „Solaris“
Mosso	2	Serveris	Tiekėjas	Nėra	Rackspce nuosavybė
Sun Caroline	2	Serveris	Tiekėjas	Nėra	
Adobe Air	1	Aplikacija	Ne tiekėjas	Nėra	Eksperimentuoja su darbalaukiu (angl. "Desktop")
Box-Net	1	Talpykla	Tiekėjas	Nėra	

CohesiveFT/ESOD	1	Pagalbinis	Ne tiekėjas	Amazon EC2	Primena į debesį panašių sprendimų gamyklą. ESOD(angl. " <i>Elastic Server on Demand</i> ") – lengvai kintantis serveris pagal poreiklavimą, kuris gali būti panaudotas sukurti EC2 ir kitų platformų(pvz., Zen, VMWare, Parallels) veikiančius atvaizdus.
EC2onRails	1	Pagalbinis	Ne tiekėjas	Amazon EC2	Projektas teigiantis, kad suteikia galimybę kurti „Ruby on Rails“ (neatsikartojimo principu paremtas programavimo karkasas/framework)) aplikaciją naudojant EC2 per penkias minutes
Elastra	1	Serveris	Tiekėjas	Amazon EC2	Pagrindė remiasi MySQL/PostgreSQL
EMC Mozy	1	Talpykla	Tiekėjas	Nėra	Eksperimentuoja „debesies“ paslaugomis
Enki	1	Serveris	Ne tiekėjas	3Tera	Stipresnis paslaugų teikimo srityje
Enomaly	1	Serveris	Ne tiekėjas	Amazon EC2	Stipresnis paslaugų teikimo srityje. Taip pat kuria kitų platformų atvaizdus (e.g., Xen, KVM, Qemu, OpenVZ, VMware, EC2 ir Hyper-v)
Enomoly ElasticDrive	1	Talpykla	Ne tiekėjas	Amazon EC2	
EnterpriseDB	1	Duomenų bazė	Ne tiekėjas	Amazon EC2	Turi „debesų“ pasiūlą
Fortress ITX	1	Serveris	Ne tiekėjas	3Tera	
Google Apps	1	Aplikacija	Tiekėjas	Nėra	Eksperimentuoja su darbalaukiu
Heroku	1	Pagalbinis	Ne tiekėjas	Amazon EC2	„Ruby on Rails“ „debesies“
iCloud	1	Aplikacija	Tiekėjas	Nėra	Darbalaukio „debesies“
Intridea/Scalr	1	Pagalbinis	Ne tiekėjas	Amazon EC2	Scalr – atviro kodo projektas kurtas suteikti lankstumą ir atstatomumą EC2.
JungleDisk	1	Talpykla	Ne tiekėjas	Amazon EC2	Pigi paslauga už S3
Layered Technology	1	Serveris	Tiekėjas	3Tera	Didelis 3Tera partneris
LongJump	1	Duomenų bazė	Ne tiekėjas	Amazon EC2	
Microsoft SSDS	1	Duomenų bazė	Tiekėjas	Nėra	Amazon ir SimpleDB konkurentas

MorphExchange	1	Pagalbinis	Ne tiekėjas	Amazon EC2	„Ruby on Rails“ „debesis“
Nirvanix	1	Talpykla	Tiekėjas	Nėra	Įdomus debesies ir CDN mišinys
Rightscale	1	Serveris	Tiekėjas	Amazon EC2	
Rpath/Rbuilder	1	Pagalbinis	Ne tiekėjas	Amazon EC2	panašu į ESOD ir Enomoly. Kuria steko(stack) atvaizdus
Sun MySQL	1	Duomenų bazė	Tiekėjas	Nėra	Neaiškūs ateities planai
Weoceo	1	Pagalbinis	Ne tiekėjas	Amazon EC2	
Diomede storage	1	Talpykla	Tiekėjas	Nėra	Energijos taupymu paremtas duomenų talpinimas
EyeOS	1	Serveris	Tiekėjas		Daug paslaugų teikianti internetinio darbalaukio sistema
Panda Cloud Antivirus	1	Aplikacija	Tiekėjas	Nėra	
Evernote	1	Aplikacija	Tiekėjas	Nėra	Naujas paieškos mechanizmas
Akamai	0	Serveris	Ne tiekėjas	Remiasi programine įranga	
Areti Internet	0	Aplikacija	Tiekėjas	3Tera	
Cassatt	0	Serveris	Ne tiekėjas	Remiasi programine įranga	Paslaugomis paremti skaičiavimai. Tiekia labai stiprius toliaregiškus sprendimus ir puikų energijos valdymą.
Citrix (XenSource)	0	Pagalbinis	Ne tiekėjas	Remiasi programine įranga	
IBM Blue Cloud	0	Serveris	Tiekėjas	Nėra	
Rackspace	0	Serveris	Tiekėjas	Amazon EC2	
Salesforce.com	0	Aplikacija	Tiekėjas	SaaS	Orientuojasi į vartotojų apskaitą
Terremark	0	Serveris	Tiekėjas	Nėra	
VMWare	0	Pagalbinis	Ne tiekėjas	Remiasi programine įranga	Įrankis skirtas virtualizacijai

Lygiai: 0 – Panašus į „Debesį“; 1 - „debesies“ svečiai; 2 – „debesies“ savininkai; 3 - „debesies“ skirstytojas;

Panagrinėsime atskirų internetinių skaičiavimų įgyvendinimo pavyzdžius.

Diomede Storage sistema

Diomede Storage yra energiją taupanti, internetinių sistemų modeliu paremta talpyklos paslauga kuri specializuojasi duomenų sugojime, archyvavime ir atsarginėse kopijose.

Programinės įrangos kūrėjai ir IT administratoriai gali Diomede naudotis tiesiogiai per „Diomede Storage“ įrankius ar programavimo sąsajas. Paprastiems vartotojams ši paslauga prieinama per platų programinės įrangos ir servisų pasirinkimą, ateityje numatoma įvairių papildomų galimybių.

Sistemos savybės ir galimybės:

- Žemos kainos.
- Saugumas ir patikimumas.
- Saugyklos tipo pasirinkimas (Online, Nearline, Offline).
- Paprasta naudotis.
- Bylos dydis iki 1,024 GB.
- Energijos suvartojimo stebėjimas realiu laiku.

2 lentelė. Duomenų saugyklos tipų palyginimas

Saugyklos tipas	Pasiekiamumo laikas	Kaina, mėnesiui	Energijos suvartojimas
Online	Momentinis	\$0.10 už GB	23.7 μ W / MB
Nearline	< 5 minutės	\$0.08 už GB	2.1 μ W / MB
Offline	< 4 valandos	\$0.03 už GB	0.5 μ W / MB

Saugyklos tipas *online* yra standartinis talpinimo būdas. *Nearline* ir *offline* tipai suteikiami „Diomede storage“ kompanijos yra išskirtiniai. Išjunginėjant talpyklas sutaupoma daug elektros energijos, taip leidžiant sumažinti paslaugos kainą.

Talpyklos tipai gali būti nustatomi kiekvienai bylai atskirai ar viena byla gali turėti netgi keletą tipų. Pavyzdžiui galima sugoti tris failo kopijas vieną online ir dvi taupymo tikslais offline. Patikimumas pasiekiant laikant atsargines duomenų kopijas. [25]

Evernote sistema

„Evernote“ tai skaičiavimų debesyse principu paremta sistema, leidžianti išsaugoti idėjas, tai kas matoma ar tai kas norima išsaugot. Po to pasiekti visa tai bet kuriuo kompiuteriu ar įrenginiu kurį naudojate. Išsaugant žinutę galima prisegti nuotrauką garso ar pdf failą. Kiekviena išsaugota žinutė suindeksuojama ir įgalinama tos žinutės paieška. Taip pat galima pridėti prie žinutės priedą ar suskirstyti žinutes į atskirus katalogus. Evernote įgalina paiešką pagal rašmenis nuotraukose ar net rašyseną ranka.

SoundCloud sistema

„SoundCloud“ tai dar viena sistema besiremianti internetinių sistemų principu. Sistemos tikslas leisti vartotojams greitai ir patikimai siųstis ir dalintis muzika su kitais.

Sistema sukurta specialiai muzikai, tai yra, ji palaiko AIFF, WAVE, FLAC, OGG, MP3, AAC failų formatus. Sistema nemokamai leidžia talpinti iki dviejų valandų (susumavus) muzikos failus. Užsisakę mokamą paslaugą vartotojai gauna daugiau vietos talpinti muzikai. Sistema neapkrauta reklamomis, kas būdinga kitoms tokio tipo sistemoms.

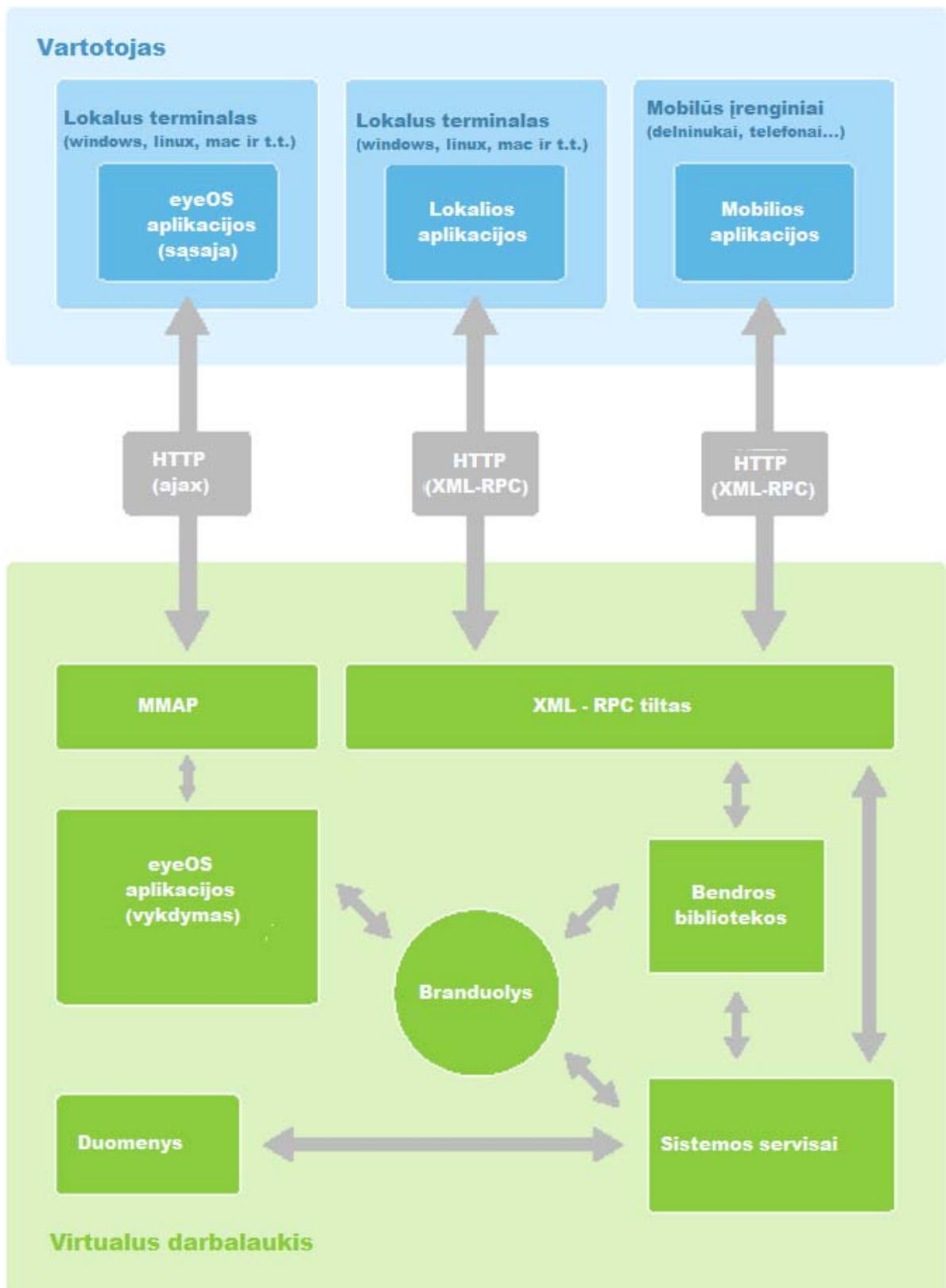
Internetinių skaičiavimų bruožai šioje sistemoje:

- Failų talpinimas.
- Failų perklausa realiu laiku.
- Vartotojų bendravimas, bei galimybė komentuoti norimas garso failo atkarpas.
- Sistema pasiekama internetu nepriklausomai nuo geografinės padėties.

EyeOS operacinė sistema

EyeOS - tai web darbalaukis su savomis programomis; ji pritaikyt naujų programų kūrimui. EyeOS 2.0 ne tik puikus karkasas lengvam ir greitam naujų interneto aplikacijų kūrimui. Ji buvo sukurta naudojant tik atvirą technologiją ir plačiai paplitusius standartus kaip PHP, MySQL, JavaScript, Qooxdoo, log4php, PHPUnit, OpenOffice ir kitus, kas leidžia sistemai veikti paprastame web serveryje be papildomų modifikacijų naudojant standartines naršykles be įdiegtų įskiepių.

Prieiti prie EyeOs kodo paprasta nes ji buvo kurta vadovaujantis atviro kodo principais, versijos kontrolės sistema, kuri stebi projekto vystymąsi. EyeOS buvo suprojektuota taip, kad būtų lengvai papildoma ir bet kas galėtų sukurti ir integruoti į sistemą programas naudodamas PHP ir JavaScript [4] .



9 pav. eyeOS architektūros diagrama [4]

Plono kliento (angl. „thin client“) sistema

Štai nedidukė bendrovė „CherryPal“ rengiasi tik 240 JAV dolerių kainuosiančio stalinio kompiuteriuko pristatymui. Jis bus tik dokumentų segtuvo dydžio, dirbdamas naudos vos 2 W

energijos. Teigiama, kad galios pakaks naršymui internete, elektroniniam paštui, darbui su dokumentais. Kompiuteryje realizuotas vadinamosios debesies tipo kompiuterijos (internetinių skaičiavimų) sumanymas - informaciją jis saugo tarnybinėje stotyje, o ne kietajame diske. Tokio sprendimo trūkumų nemažai, tačiau kaina - mažesnė, nei kietojo disko.

„Kai bendrauju su kompiuterių gamintojais dažniausiai mano girdimas klausimas yra kaip konkuruoti su mažaisiais tinklo kompiuteriais jei siekiame viso labo pardavinėti senus gerus AK už gerokai daugiau pinigų“, - sako „Forrester“ analitikas J. P. Gownder.

Žengimą į nebrangių nešiojamų mažylių rinką gamintojų klaida vadina ir neseniai SSD technologiją gausiai kritikavusių „Fujitsu“ atstovas. Paulo Moore, bendrovės mobilių produktų vadybos padalinio vadovo, teigimu, „Fujitsu“ nuošalyje nuo pulsuojančio kompiuteriukų pasaulio laikos ne todėl, kad yra tingūs, o todėl, kad mažųjų kompiuterių idėjai pasiteisinus žengti į šią mažų maržų rinką niekuomet nevelu.

Rinkos tyrimų bendrovė IDC prognozuoja, kad nedidelių, į darbą internete orientuotų nešiojamųjų kompiuterių pardavimai iki 2012 metų pasaulinėje rinkoje pasieks 9 milijonus. Tuo tarpu „Intel“ oficialiai skelbia gerokai kitokius skaičius - iki 2011 metų bendrovė prognozuoja net 40 mln. sieksiančius nedidukų kompiuterių pardavimus. Taigi, skirtumas tikrai didelis, didesnis nei 4 kartai [2] .

Panda Cloud Antivirus sistema

Bendrovė „Panda Security“ pristatė pirmąją vadinamajame „debesyje“ – interneto serverių programinėje aplinkoje – veikiančios antivirusinės programos „beta“ versiją. Ši debiutą bendrovė vadina revoliucijos kompiuterinio saugumo srityje pradžia.

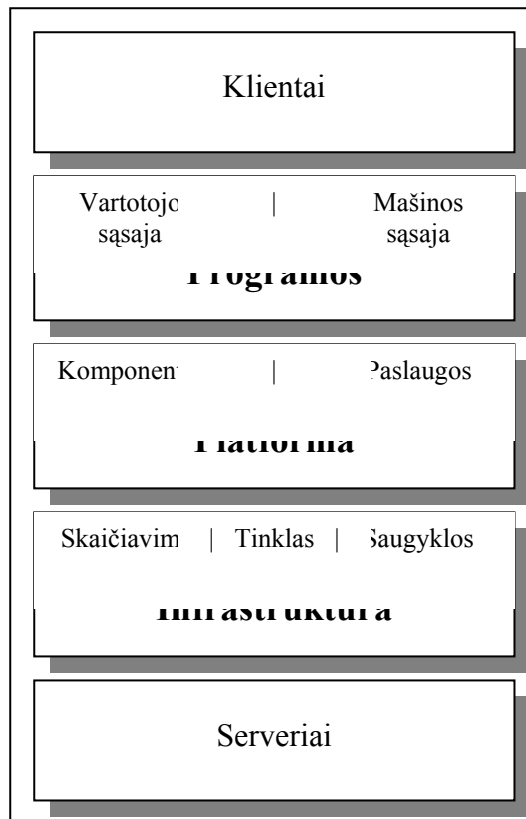
Nemokama programa „Panda Cloud Antivirus“ naudoja kliento – serverio architektūrą: vartotojo kompiuteryje įdiegiamas programos modulis, o pati programa vykdoma serveryje. Bendrovės atstovų teigimu, toks kovos su virusais metodas yra kur kas efektyvesnis, nei naudojant kompiuteryje įdiegtas antivirusines programas.

„Panda Cloud Antivirus“ reikalauja apie 17 MB darbinės atminties, o pati programa esą apkrauna procesorių 50 proc. mažiau, nei bet kurie kiti rinkoje esantys antivirusiniai įrankiai.

Bendrovė taip pat pabrėžia, kad „Panda Cloud Antivirus“ naudojami globalia bendrovės produktų vartotojų bendruomene, kurios nariai esą skaičiuojami milijonais. Tai suteikia galimybę „beveik realiuoju laiku“ automatiškai identifikuoti ir klasifikuoti pasirodžiusius naujus virusus. Bendrovės serveriai esą kasdien gauna ir apdoroja daugiau nei 50 000 virusų pavyzdžių, todėl vartotojams nereikia siųsti naujų virusų aprašų [5].

2.5 Internetinių skaičiavimų architektūra

2.5.1 Internetinių skaičiavimų komponentai



10 pav. Penkių lygių internetinių skaičiavimų komponentai

1. *Internetinių skaičiavimų klientas* susideda iš kompiuterio aparatūrinės ir programinės įrangos kuri remiasi internetinių skaičiavimų paslaugų pristatymu (tiekimu).
2. *Internetinių skaičiavimų taikomos programos* įtakoja debesį programų architektūros lygmenyje, taip dažnai pašalindamas būtinybę diegti ir paleisti programą pačio vartotojo kompiuteryje, taip palengvinant programinės įrangos priežiūros našta. Bet kurią aplikaciją galime suvokti kaip susidedančią iš trijų dalių (prie jų dar reikia paminėti ir programavimo įrankius):
 - I. Pagrindo: beveik visos aplikacijos naudoja kokią nors sistemine programine įrangą (Operacinę sistemą), užtikrinančią įvairias sistemines funkcijas: standartines API, tinklą, prieigą prie failų ar duomenų bazių. Pvz., operacinės sistemos: Windows, Linux, Unix; Technologijos: .NET Framework, Java EE ir kt.
 - II. Infrastruktūros: taikomosios programos neretai panaudoja kituose

kompiuteriuose esančias paslaugas: nutolintus atminties masyvus, integracines paslaugas, identifikavimo priemones ir pan., pvz., saugyklos: failinė sistema ar Sharepoint dokumentų biblioteka, duomenų bazė. Integracinės priemonės: pranešimų siuntimas, IBM "WebSpere", MS "BizTalk" ir pan. Identifikavimas: MS Active Directory ar kitos LDAP priemonės;

III. Taikomų programų paslaugas: vis dažniau taikomosios programos tampa orientuotos į paslaugas, funkcijas, kurias gali panaudoti kelios programos. Gali būti su standartiniais paketais pateiktos paslaugos (SAP, Oracle Applications, MS Dynamics...) arba įmonės viduje sukurtos paslaugos [20].

Taikomųjų programų kiekis internetiniuose skaičiavimuose yra beribis.

3. *Internetinių skaičiavimų platforma* – ji vadinama keliais pavadinimais: platforma pagal pareikalavimą (on-demand) arba platforma kaip paslauga (PaaS). Kai aplikacijų platformos programavimo komanda sukuria vidinę aplikaciją, dauguma jai reikalingos infrastruktūros jau egzistuoja. Operacinė sistema užtikrina programos veikimą, sąveiką su duomenimis ir kitais kompiuteriais. Panašiai yra ir su debesies aplikacijomis. Debesies platformos gali būti sugrupuotos į tris kategorijas:

I. Programinė įranga kaip paslauga (SaaS): aplikacija-naršyklė (klientas) - vartotojas. SaaS aplikacija vykdoma debesyje (t.y. per internetą pasiekiamuose tiekėjo serveriuose). Vartotojo sąsajos priemonė paprastai yra naršyklė (pvz., Salesforce.com);

II. Prisijungtos paslaugos: papildomos funkcijos – aplikacija – vartotojas. Įmonėje veikianti aplikacija gali išplėsti savo galimybes panaudodama reikalingas funkcijas iš debesies. Pvz. MS Exchange nuoma, užtikrinanti iš debesies paimtus brutalų nufiltravimą, archyvavimą ir kt.;

III. Internetinių skaičiavimų platformos: aplikacija – platforma – aplikacija – programuotojas. Jos suteikia paslaugas aplikacijų kūrimui. Vietoje aplikacijos kūrimo savo bazėje, ji kuriama debesyje. Šiuo atveju – galutinis vartotojas yra programuotojas.

Taigi, taikomų programų platforma gali būti pakankamai sudėtinga, o dar reikia atsiminti, kad ji visą laiką vystosi. Reikia atkreipti dėmesį, kad įmonės ir debesies platformos nėra tapačios: įmonės platformos yra daugiausia skirtos įmonės masto aplikacijoms palaikyti, o debesies platformos – teoriškai viso pasaulio ir gerokai didesni vartotojų kiekį. Paprastai platforma virtualizuoja aplinką, kaip paslaugą. Internetinių skaičiavimų paslaugos – produktai, paslaugos ir sprendimai kurie yra

tiekami vartotojui realiu laiku per internetą. Paslaugoms persikeliant į debesį, atsiranda eilė naujų technologijų. Pvz., "Amazon" SQS (Simple Queue Service), užtikrinanti apsikeitimą pranešimais per eiles. Ir čia matome, kas nutinka, kai panaši paslauga iš įmonės persikelia į debesį: kadangi SQS replikuoja pranešimus į daugelį eilių, aplikacija nėra garantuota, kad matys visus pranešimus iš visų eilių, o taip pat neuztikrinama pranešimų pristatymas iš eilės. Kitas pavyzdys – "Biztalk Services", kuris užtikrina taikomųjų programų bendravimą per ugniasienę (angl. „*firewall*“). Taip pat taikomosios programos turi mokėti nustatyti vartotojo tapatybę. Paprastai tam jos reikalauja, kad vartotojas pateiktų skaitmeninę savo identifikaciją, baitų rinkinį, leidžiantį atpažinti vartotoją. Šiuo metu egzistuoja kelios tapatybės nustatymo debesyje schemas. "Amazon" platformose (EC2 ir S3) reikalaujama pateikti "Amazon" identifikaciją, "AppEngine" pripažįsta "Google" identifikaciją, o "Microsoft" duoda "Windows Live ID". Šioje srityje aplikacijų programuotojams nesuteikiama laisvė rinktis [20].

4. *Internetinių skaičiavimų infrastruktūra* – yra kompiuterių infrastruktūros tiekimas. Jis susideda iš skaičiavimų kompiuterio tinklo ir saugyklų. Debesies duomenų talpinimas apima duomenų talpinimo kaip paslaugos tiekimą, įskaitant duomenų bazių tiekimo paslaugas. Dažnai apmokestinimas vykdomas už tai, kiek duomenų saugoma nustatyta laiko intervalą. Nutolintos saugyklos debesyje būna skirtingų tipų. Pvz., "Amazon" S3 (Simple Storage Service) suteikia bazinės nestruktūrizuotos saugyklos funkcijas. Programuotojas gauna paprastą modelį: objektai, kurie yra tiesiog baitų rinkiniai, saugomi kaušuose (buckets). Taikomos programos gali kurti, skaityti ir šalinti objektus bei "kaušus". Objektai negali būti modifikuojami, tačiau juos galima visiškai pakeisti naujais. Kitokio tipo požiūris yra suteikiant labiau struktūrizuotų duomenų palaikymą. MS "SQL Server Data Services (SSDS) duoda konteinerį, kuriame yra viena ar daugiau esybių (entity), kurių kiekviena turi tam tikrą savybių (properties) kiekį. Aplikacija gali pateikti užklausas konteinerio duomenims paimti – panaudodama operatorius ==, !=, <, >, AND, OR, NOT. Įdomu, kad tai nėra reliacinė duomenų bazė, o užklausų kalba nėra SQL. Panašiai informaciją tvarkyti leidžia ir "Amazon" "SimpleDB", kuri yra domenu, elementų ir reikšmių hierarchija, kurios užklausų kalba ne SQL [20].

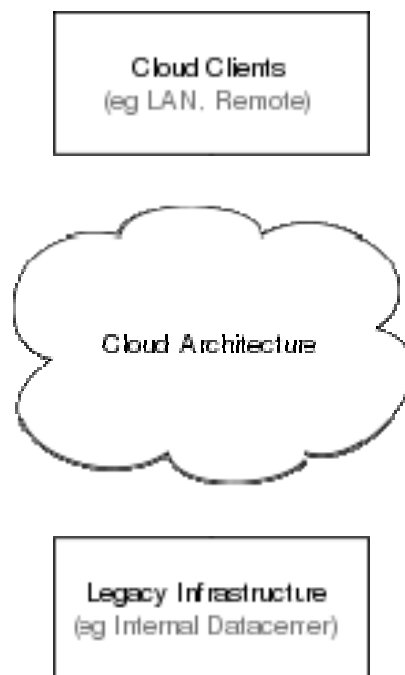
2.5.2 *Internetinių skaičiavimų architektūros modeliai*

Kalbant apie internetinių skaičiavimų sistemą patogų ją padalinti į dvi dalis: vartotojo dalis (angl. „*front end*“) ir tiekėjo dalis (angl. „*back end*“). Jos jungiasi viena su kita per

tinklą. Vartotojo pusė – tai ta dalis kurią mato vartotojas ar klientas, o tiekėjo pusė – debesies dalis sistemoje. Vartotojo dalį sudaro vartotojo kompiuteris (ar kompiuterių tinklas) ir taikomoji programa, skirta prisijungimui prie internetinių skaičiavimų sistemos. Ne visos internetinių skaičiavimų sistemos turi vienodą vartotojo sąsają. Tokios paslaugos kaip elektroninis paštas internetu naudoja įprastas interneto naršyklės tokias kaip Internet Explorer ar Mozilla Firefox. Kitos sistemos teikia unikalias paslaugas kurios reikalauja vartotojo prisijungimo per tinklą naudojant papildomas programas.

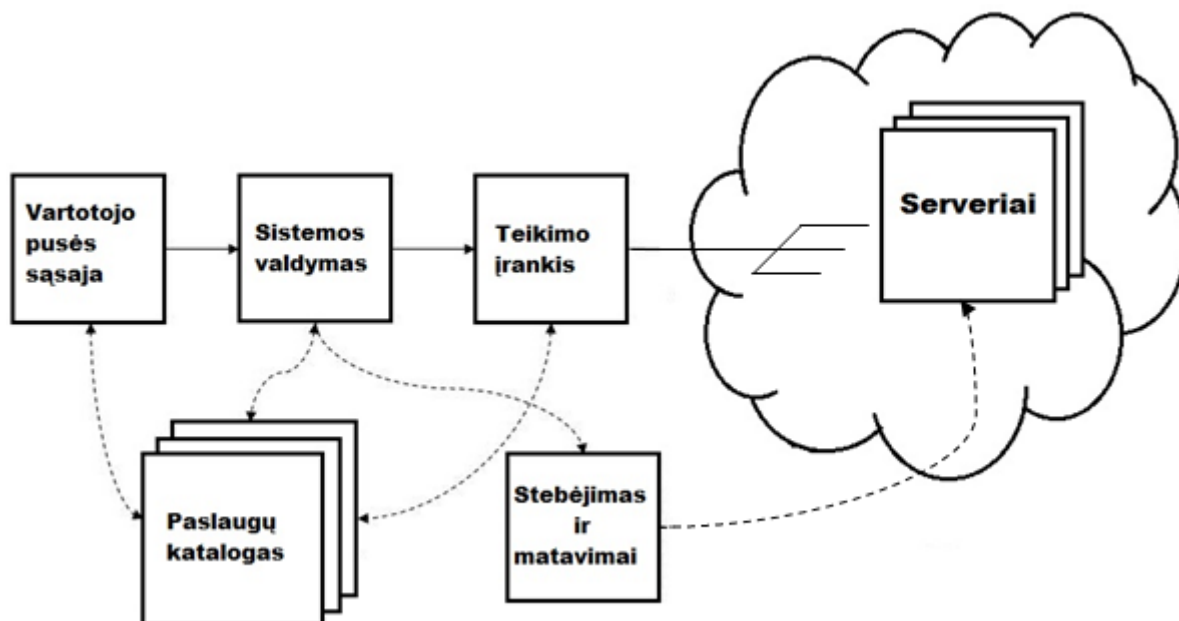
Sistemos tiekėjo dalyje yra serveriai ir duomenų saugojimo sistemos kurių visuma sudaro internetinių skaičiavimų sistemą. Teoriškai internetinių skaičiavimų sistema galėtų įtraukti bet kokią kompiuterinę programą kurią galima įsivaizduoti, nuo duomenų apdorojimo iki kompiuterinių žaidimų. Paprastai kiekviena taikomoji programa turi dedikuotą serverį. Centrinis serveris administruoja visą sistemą, stebi srautą ir klientų reikalavimus tam, kad užtikrinti sklandžią veiklą. Jis laikosi rinkinio taisyklių vadinamų protokolais ir naudoja specialią programą vadinamą tarpine (angl. „*middleware*“). Tarpinė programa leidžia tinklu sujungtiems kompiuteriams bendrauti vienas su kitu.

Jei internetinių skaičiavimų tiekėja turi daug vartotojų, tai labai tikėtina, kad jie reikalauja daug duomenų saugojimo vietos. Kai kurios kompanijos reikalauja šimtų skaitmeninių saugyklų. Internetinių skaičiavimų sistemos turi turėti bent dvigubai tiek talpyklų, nei reikalaujama, nes laikui bėgant aparatūrinė įranga dėvisi ir genda. Internetinių skaičiavimų sistema turi daryti duomenų kopijas visų vartotojų duomenų informacijos saugumo tikslais. Atsarginių duomenų kopijų darymas vadinamas dubliavimu (angl. „*redundancy*“) [6].



11 pav. Internetinių skaičiavimų sudedamosios dalys

Internetinių skaičiavimų sudedamosios dalys pavaizduotos 11 pav. Tai pagrindiniai komponentai būtini egzistuoti internetinių skaičiavimų modeliui. Debesies klientai (angl. „*Cloud Clients*“) – tai tiekiamų paslaugų vartotojai. Paslauga jiems pasiekama interneto pagalba, naudojantis personaliniu ar darbo kompiuteriu, mobiliuoju telefonu ar kitu įrenginiu, turinčiu interneto ryšį. Priklausomai nuo internetinių skaičiavimų tipo jį sudaro savita architektūra.



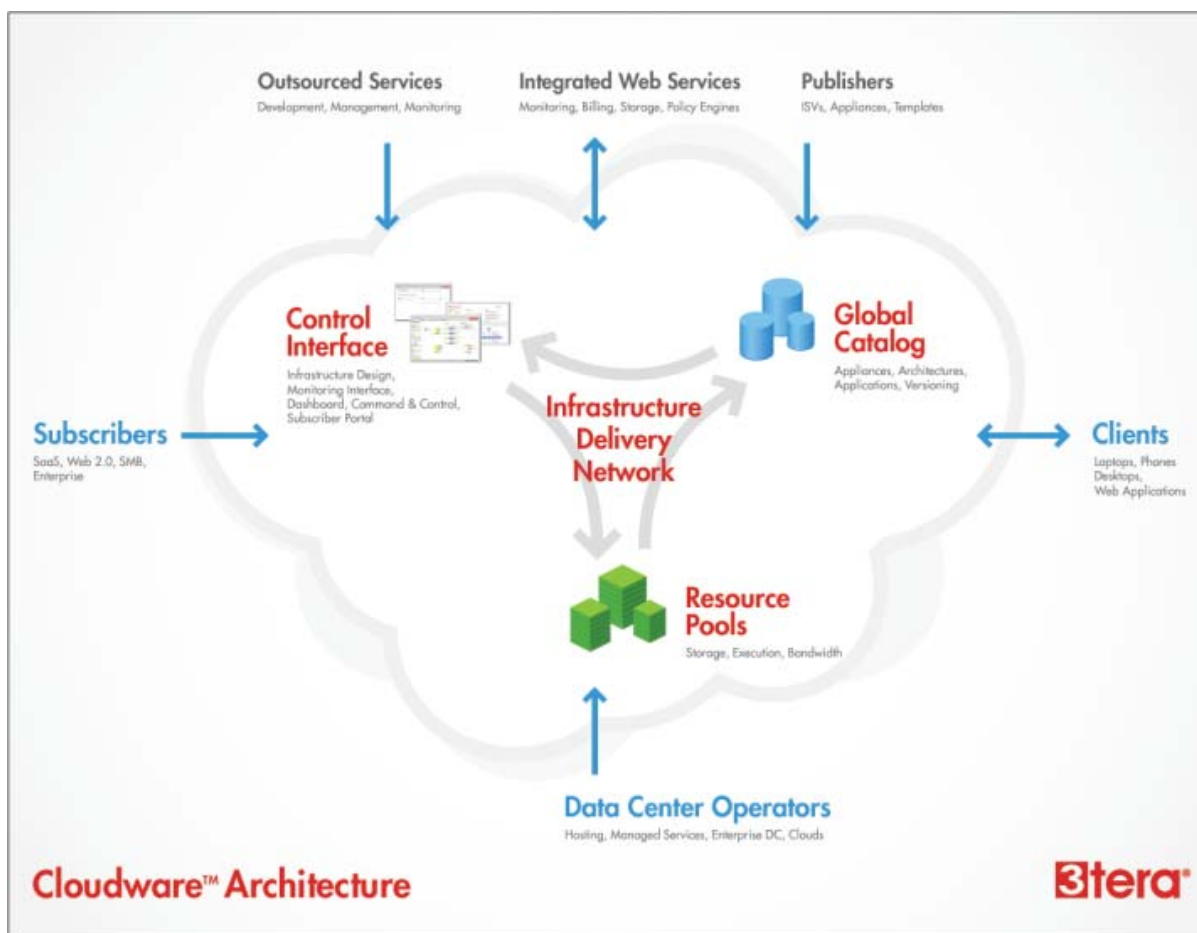
12 pav. Internetinių skaičiavimų architektūros modelis [3]

Internetinių skaičiavimų architektūra susideda iš didelio debesiu paremtų paslaugų serverių tinklo sujungto lygiagrečiai, paskirstytų skaičiavimų technologijos pagrindu. Virtualizacija naudojama maksimaliai padidinti serverių pajėgumus. Vartotojo pusės sąsaja (angl. „*User Interaction Interface*“) leidžia vartotojams pasirinkti paslaugas iš katalogo. Užklausa patenka į sistemos valdymo (angl. „*System Management*“) modulį, kuris randa tinkamą resursą ir iškviečia teikimo įrankį (angl. „*Provisioning Tool*“), kad tas įtrauktų resursą į debesį.

- Vartotojo sąsajos pagalba vartotojai komunikuoja su debesimi užsakinėdami atskiras paslaugas.
- Paslaugų katalogas – tai debesies paslaugų rinkinys iš kurio vartotojas gali pasirinkti jau tinkamas.
- Sistemos valdymo modulis – skirtas galimų kompiuterių resursų valdymui.
- Teikimo įrankis – skirtas užsakytų paslaugų atlikimui reikalingų sistemų įtraukimui į vartotojo debesį.
- Stebėjimas ir matavimai – papildomas modulis skirtas debesies naudojimo skaičiavimams, kad naudojami resursai būtų priskirti atitinkamam vartotojui.
- Serveriai – jie valdomi sistemos valdymo įrankiu. Jie gali būti arba virtualūs, arba realūs.

2.5.3 *Internetinių skaičiavimų architektūra „Cloudware“*

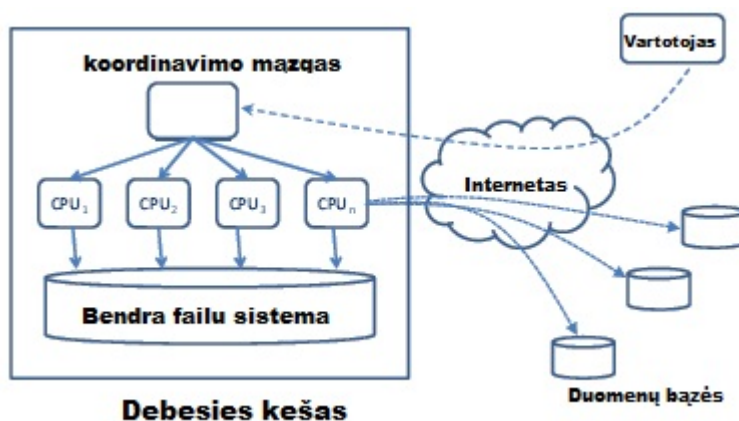
Organizacija 3Tera pateikia savo teikiamų internetinių skaičiavimų modelio architektūrą pavadintą „Cloudware“. Pabrėžiamos trys pagrindinės sudedamosios dalys: valdymo sąsaja, paslaugų katalogai ir serveriai (resursų sanakaupa). Ryšys tarp anksčiau minėtų sudedamųjų dalių ir atitinkamai paslaugų užsakovų, vartotojų ir serverių operatorių pateiktas 13 pav. Paslaugų užsakovai valdymo sąsajos pagalba keičia naudojamų IT resursų kiekį pagal poreikius. Internetinių skaičiavimų IT resursai pateikti kataloge.



13 pav. Internetiniams skaičiavimams skirto „cloudware“ architektūra [15]

„Cloudware“ ir 2.5.2 dalyje analizuota architektūros turi bendrų bruožų: susideda iš tokių pat komponentų ir veikimo principas vienodas. Galima daryti išvadą, kad pateiktos architektūros yra internetinių skaičiavimų architektūrų pagrindas.

2.5.4 Debesies laikinos atminties architektūra



14 pav. Internetinių skaičiavimų su laikinos atminties (angl. „cache“) architektūra [9]

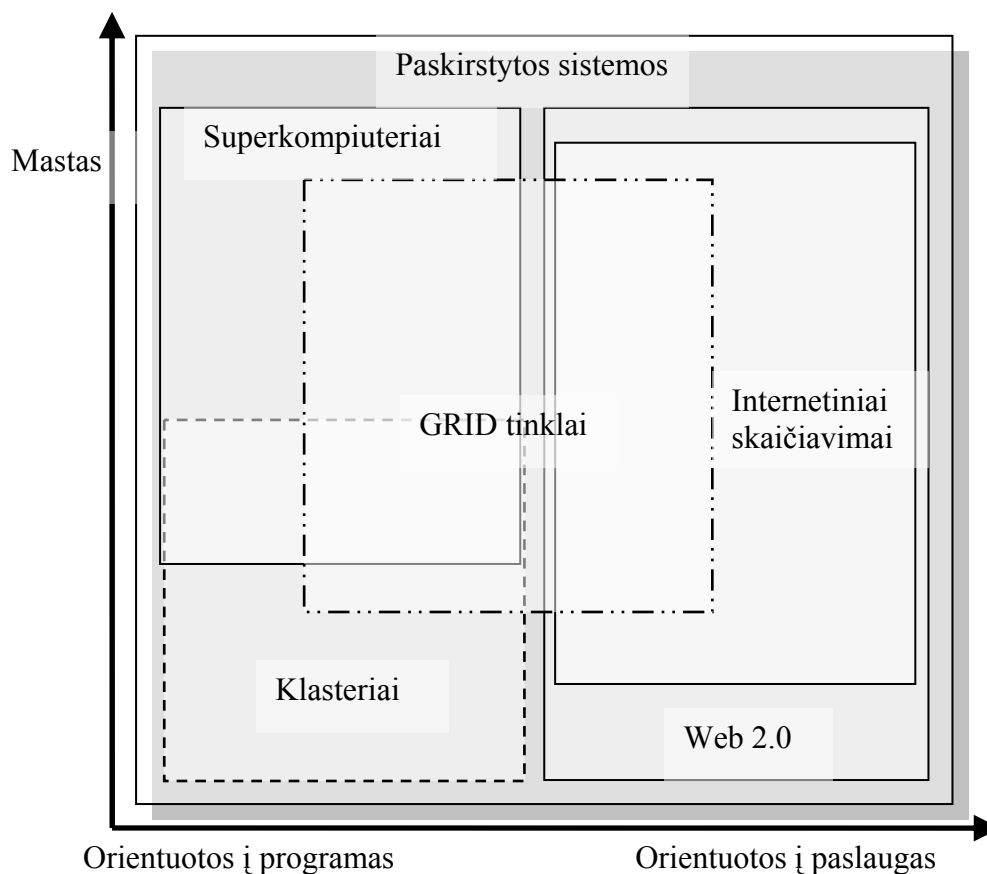
Vartotojo užklausa per internetą pasiekia koordinavimo mazgą (14 pav.). Pastarasis nukreipia užklausą į atitinkamą procesorių ar į tiekėjo pusės duomenų saugyklas. Laikoma,

kad internetiniai skaičiavimai teikia neriboto dydžio duomenų saugyklas, be galo daug procesorių ir didelio greičio vidinius tinklus. Visi procesoriai internetinių skaičiavimų viduje vienodi. Debesies tinklo pralaidumas laikomas labai dideliu lyginant su standartiniu interneto greičiu, o perkaitimo galimybė ignoruojama. Saugyklų sistema paremta klasterių technologija, kur diskų blokai yra atkartoti ir saugomi arti procesorių mazgų, kurie juos naudoja. Tokia infrastruktūra leidžia teigti, kad minėti virtualūs diskai yra pasidalinti resursai tarp visų procesorių mazgų laikinoje atmintyje [9].

2.5.5 *Internetinių skaičiavimų ir paskirstytų skaičiavimų technologija*

Debesis dažnai painiojamas su paskirstytų skaičiavimų (angl. „*GRID*“) technologijomis. Paskirstytasis skaičiavimas tai kompiuterinio apdorojimo metodas, kurio metu skirtingos programos dalys tuo pat metu veikia keliuose kompiuteriuose, kurie tarpusavyje komunikuoja per tinklą. Paskirstytasis skaičiavimas yra dalinio arba kitaip lygiagreto skaičiavimo tipas, tačiau pastarasis terminas labiau apibrėžia skaičiavimą, kurio metu skirtingos programos dalys tuo pat metu veikia keliuose procesoriuose, kurie yra to paties kompiuterio dalis. Nors abu skaičiavimo tipai reikalauja, kad programa būtų sudalinta į segmentus (dalis, kurios veikia tuo pačiu metu), paskirstytam skaičiavimui dar reikia įvertinti skirtingas aplinkas, kuriose veikia atskiros programos dalys. Pavyzdžiui, atskiri kompiuteriai tikriausiai turės skirtingas failų sistemas ir skirtingus aparatinės įrangos komponentus. Yra daug paskirstytojo skaičiavimo sistemų rūšių ir daug iššūkių kuriant tokias sistemas. Pagrindinis paskirstytojo skaičiavimo sistemos tikslas yra sujungti naudotojus ir šaltinius į aiškų, atvirą ir keičiamo dydžio tinklą. Idealiu atveju toks junginys yra net labai atsparus klaidoms ir galingesnis nei dauguma pavienio kompiuterio sistemos variantų.

15 pav. pateikta ryšių tarp internetinių skaičiavimų ir kitų domenų, kuriuos jis apima, apžvalga. Grafike horizontali ašis vaizduoja į ką labiau orientuotos sistemos: esančios kairiau – programos, dešiniau - paslaugas. Vertikali ašis atspindi sistemų mastą. Web 2.0 padengia beveik visą į paslaugas orientuotų programų spektrą, kur internetiniai skaičiavimai užima aukštesnę skalės dalį. Superkompiuterių ir klasterių technologija labiau taikoma tradicinėms ne paslaugų programoms. GRID tinklų technologija apima visų technologijų dalį, bet yra laikoma mažesnio masto, nei superkompiuteriai ir internetiniai skaičiavimai [21].



15 pav. Internetinių skaičiavimų ir GRID sąveika [21]

Internetiniai skaičiavimai ir GRID technologijos turi daug ką bendro: viziją, architektūrą ir naudojamą technologijas; bet skiriasi įvairiais aspektais, tokiais kaip: saugumas, programavimo, verslo, skaičiavimų, duomenų modeliai ir programos.

Tačiau iš tikrųjų dauguma internetinių skaičiavimų sistemų išdėstymų priklauso nuo paskirstytų skaičiavimų technologijos. Internetiniai skaičiavimai gali būti laikomi aukštesne, labiau į paslaugas orientuota, paskirstytų skaičiavimų pakopa.

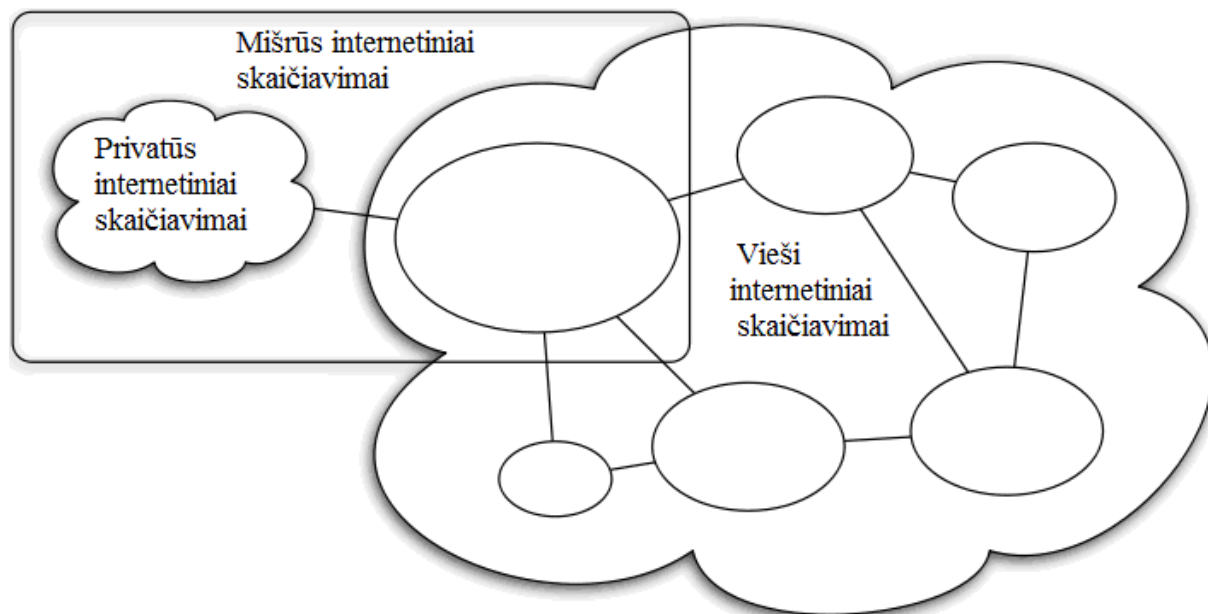
2.6 Internetinių skaičiavimų aprėpties tipai

Išskiriami trys internetinių skaičiavimų aprėpties tipai: viešieji, privatūs ir mišrieji internetiniai skaičiavimai:

- a) Viešųjų internetinių skaičiavimų paslaugas teikia trečios šalys. Tai daugiau skirtos paslaugos privatiems vartotojams, nors juose gali dirbti vieningai vartotojai iš skirtingų organizacijų, dalindamiesi tais pačiais serverių resursais (saugojimo vieta, procesoriaus sparta, laikinąja atmintimi ir kt.). Galutinis vartotojas išvis net negali žinoti su kuo jis dalinasi visais šiais resursais.
- b) Privačių internetinių skaičiavimų atveju – paslaugos teikiamos vienai organizacijai. Šiuo

atveju yra užsakoma ir formuojama visa infrastruktūra, su atitinkamais failų naudojimo leidimais (pagal pasirinktą saugumo politiką). Pagal tą pačią saugumo politiką galima skirstyti ir prieinamumus prie disko resursų.

c) Mišrūs debesys – tai tarpinis variantas tarp privačių ir viešų debesų. Kai pagal konkrečią infrastruktūrą yra teikiamos paslaugos. Šis tipas yra pats populiariausias, kai yra teikiamos paslaugos pagal pasirinktą mokėjimo planą. Dažnai yra suteikiamas bazinis programinis paketas, o norint gauti daugiau paslaugų – tenka mokėti papildomus pinigus [10].



16 pav. Internetinių skaičiavimų aprėpties tipai.

2.7 Internetinių skaičiavimų stiprybių, silpnybių, galimybių ir grėsmių tyrimas

2.7.1 SSGG analizės aprašymas

SWOT (angl. „*Strengths, Weaknesses, Opportunities, Threats*“) analizė lietuviškai - **SSGG** arba Stiprybės, Silpnybės, Galimybės, Grėsmės. SSGG (SWOT) analizės matrica naudojama sistemos gebėjimo prisitaikyti prie išorinės aplinkos pokyčių vertinimui. Šioje matricoje talpinama iš anksto surinkta ir apdorota informacija. Pildant matricą svarbu suprasti ir užfiksuoti, kad silpnosios ir stipriosios pusės – tai informacija apie analizuojamą sistemą, o galimybės ir grėsmės – apie išorinę, analizuojamos sistemos, aplinką.

2.7.2 Internetinių skaičiavimų stiprybės, silpnybės, galimybės ir grėsmės

Stiprybės:

1. **Parengtis naudojimui (ST1)** - organizacijos gali iškart naudotis jau sukurta infrastruktūra. Parengimo darbai internetinių skaičiavimų teikiamų paslaugų naudojimui atliekami daug greičiau, nei įprastų.
2. **Supaprastintas administravimas (ST2)** – internetinius skaičiavimus administruoja (gedimų šalinimas, atsarginių kopijų kūrimas ir t.t.) ne vartotojas, o paslaugos tiekėjas. Kadangi aplikacijos yra ne asmeniname kompiuteryje o internete, naujausios jų versijos tampa prieinamos iškart prisijungus- nebereikia siųstis atnaujinimų.
3. **Plečiamumas (ST3)** - išaugus skaičiavimo resursų poreikiui, vartotojas gali greitai ir paprastai juos gauti iš internetinių skaičiavimų paslaugų tiekėjo, nepirkdamas papildomos techninės įrangos.
4. **Ekonomiškumas (ST4)** - internetiniai skaičiavimai yra labiau ekonomiškai, kadangi naudojamosi aplikacijomis kurios veikia nutolusiuose įrenginiuose galingi kompiuteriai pasidaro nebereikalingi ir pašalinamas cd/dvd/blueray įrenginių poreikis. Tai sumažina įrangos veikimo kaštus. Sumažinamos išlaidos programinei įrangai. Dauguma internetinių skaičiavimų programinės įrangos reikalingos kasdieniam naudojimui yra nemokamos, pavyzdžiui Google docs yra puiki alternatyva didelę kainą turintiems Microsoft produktams.
5. **Našumas (ST5)** - padidėja asmeninio kompiuterio našumas. Sumažėja kiekis programų/procesų, kurie naudoja kompiuterio atmintį ir greičiau užsikrauna kompiuteris (mažiau procesų įkraunama į atmintį).
6. **Suderinamumas (ST6)** - nelieta dokumentų formatų nesuderinamumo problemos. Nelieta rizikos, kad byla sukurta asmeniniu kompiuteriu su konkrečia programa, bus

neatidaroma naudojantis kitu kompiuteriu, kuriame įdiegta kita programos versija.

7. **Patikimumas** (ST7) - sugedus kompiuteriui, kuris naudojasi internetinių skaičiavimų teikiamomis galimybėmis negresia duomenų praradimas, nes duomenys saugomi ne lokaliai.
8. **Pasiekiamumas** (ST8) – internetiniai skaičiavimai pasiekiami nepriklausomai nuo vartotojo geografinės padėties. Kadangi informacija saugoma internete nebereikia jos talpinti savo laikmenose, užtenka turėti interneto prieigą ir galima pasiekti visus reikalingus failus.
9. **Investicijos** (ST9) – kuriama sistema nauja ir patraukli investitoriams.

Silpnybės:

1. **Interneto ryšys** (WK1) - paslaugai būtinas interneto ryšys, todėl įvykus interneto tiekėjo įrangos gedimui, klientas netenka galimybės prieiti prie savo duomenų/programų, tai taip pat gali sukelti nepatogumų keliaujant, ko nebūna naudojantis nešiojamais skaičiavimo įrenginiais (programos ir bylos keliauja kartu).
2. **Pralaidumas** (WK2) - efektyviam internetinių skaičiavimų darbui, reikalingas spartus interneto ryšys. Esant prastam ryšiui darbas gali sulėtėti labai smarkiai.
3. **Galimybių neišnaudojimas** (WK3) - Šiuo metu egzistuojančios internetinių skaičiavimų taikomosios programos savo galimybėmis smarkiai atsilieka nuo analogiškas funkcijas atliekančių įprastinių programų.
4. **Saugumas** (WK4) - internetiniuose skaičiavimuose visa informacija saugoma tiekėjų serveriuose. Nors internetinių skaičiavimų paslaugas teikiančios organizacijos teigia, kad duomenys patikimai apsaugoti nuo išsilaužėlių, tai per daug nauja ir nepakankamai iširta sritis, kad galima būtų tvirtai teigti, jog „debesis“ yra visiškai saugus.
5. **Pasitikėjimas** (WK5) - paslaugų tiekėjams slepiant darbuotojų priėmimo politiką, priėjimo prie įrangos/duomenų suteikimo kriterijus mažėja organizacijų pasitikėjimas tiekėjais ir jų paslaugomis.
6. **Tiekėjų resursai** (WK6) - reikalingi galingi serveriai, jų atnaujinimas, sudėtinga infrastruktūra, jos plėtra didėjant vartotojų kiekiui.

Galimybės:

1. **Ekologiškumas** (OP1) - internetiniai skaičiavimai yra labiau ekologiški, kadangi suvartojama mažiau elektros energijos taip netiesiogiai mažinamas anglies dioksido išskyrimas į aplinką.

2. **Bendradarbiavimas** (OP2) - Palengvėja komandinis darbas. Tai dar vienas informacijos saugojimo „debesyje privalumas“, nes reikalingus dokumentus gali priėti visa komanda. Nebereikia jų siuntinėti tarpusavyje.
3. **IT personalo sumažinimas** (OP3) - organizacijai reikalingas IT darbuotojų skaičius gali būti mažinamas, nes sumažėja prižiūrimos techninės įrangos kiekis.
4. **Lankstumas** (OP4) - vartotojai gali naudotis kelių internetinių skaičiavimo tiekėjų paslaugomis apsisaugojimui nuo galimų grėsmių.

Grėsmės:

1. **Duomenų praradimas** (TH1) – vartotojų duomenys internetiniuose skaičiavimuose gali būti prarasta negražinamai. Teoriškai „debesyje“ esanti informacija yra labai saugi, jos kopijos patalpintos keliuose įrenginiuose. Bet rimto gedimo ar stichinės nelaimės atveju, praradus duomenis, beveik neįmanoma jų atstatyti.
2. **Piktnaudžiavimas** (TH2) – internetinių skaičiavimų paslaugų sąlyginis anonimiškumas pritraukia internetinius nusikaltėlius. Jiems suteikiama galimybė patalpinti kenkėjišką ir/arba nelegalią programinę įrangą. Galimas internetinių skaičiavimų panaudojimas kenkėjiškais tikslais, pavyzdžiui: dinamiškų atakos taškų paleidimas, CAPTCHA testų automatinis išsprendimas, slaptažodžių nulaužimas ir t.t.
3. **Vidiniai kenkėjai** (TH3) – atsiranda grėsmė, kad internetinių skaičiavimų darbuotojai, piktnaudžiaus ar kenks vartotojams.
4. **Kerštas** (TH4) – pradėjus naudotis internetinių skaičiavimų paslaugomis ir atleidus dalį informacines technologijas prižiūrinčio personalo, organizacijos gali patirti buvusių darbuotojų išpuolius.
5. **Valstybės kišimasis** (TH5) – valstybė gali pasiekti, keisti, blokuoti vartotojų duomenis ir jiems teikiamas paslaugas.
6. **Sąsajos pažeidžiamumas** (TH6) - bendravimui su „debesimi“ vartotojai naudoja sąsajas. Kyla grėsmė perimti vartotojo duomenis pažeidus jo sąsają. Norint to išvengti sąsajos turi turėti labai saugius autorizavimo, priėjimo kontrolės, kodavimo ir veiklos stebėjimo mechanizmus. Ypatingai kai jomis remiasi trečios šalys kurdamos savo programinę įrangą.
7. **Vartotojų kiekis** (TH7) – didėjant vartotojų kiekiui gali susidaryti butelio kaklelio efektas (angl. „*Bottleneck effect*“). Daugiau vartotojų generuoja vis daugiau tinklo srauto, kuris piko metu (ir ne tik) mažiausio tinklo pralaidumo vietose sukelia paketų vėlinimus. Vis didesnis vėlinimas sukelia daug nepatogumų vartotojams.

2.7.3 SSGG analizės skaitinis įvertinimas

Galimybių įverčių sumavimas išreiškiamas formule

$$OP_{\Sigma} = \sum_{o=1}^O \left\{ c_o \left(\mu_o + \sum_{s=1}^S ST_{os} + \sum_{w=1}^W WK_{ow} \right) \right\}, \quad (1)$$

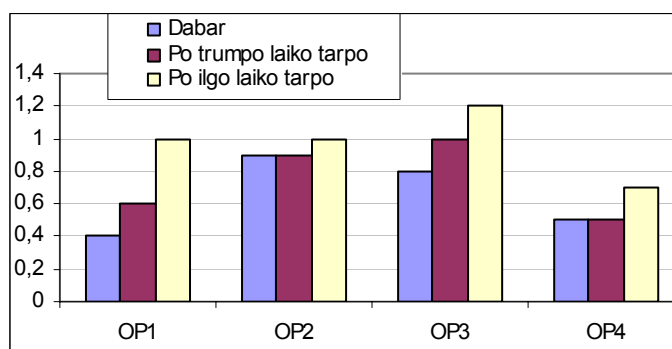
čia: μ_o – o-osios galimybės tikėtumo funkcijos reikšmė, c_o – o-osios galimybės įtakos stiprumas.

Grėsmių įverčių sumavimas išreiškiamas formule

$$TH_{\Sigma} = \sum_{t=1}^T \left\{ c_t \left(\mu_t + \sum_{s=1}^S ST_{ts} + \sum_{w=1}^W WK_{tw} \right) \right\}, \quad (2)$$

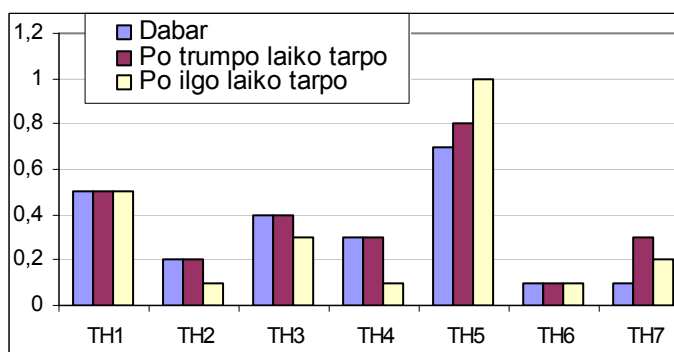
čia: μ_t – t-osios grėsmės tikėtumo funkcijos reikšmė, c_t – t-osios grėsmės įtakos stiprumas.

SSGG įverčiai surašyti į analizės matricą, pateiktą priede P1 lentelėje. Priede P2 ir P3 lentelėse – SSGG analizės matricos su įverčiais po trumpo ir ilgo laiko tarpo. 17 ir 18 pav. atitinkamai pateikti internetinių skaičiavimų galimybių ir grėsmių kitimai.



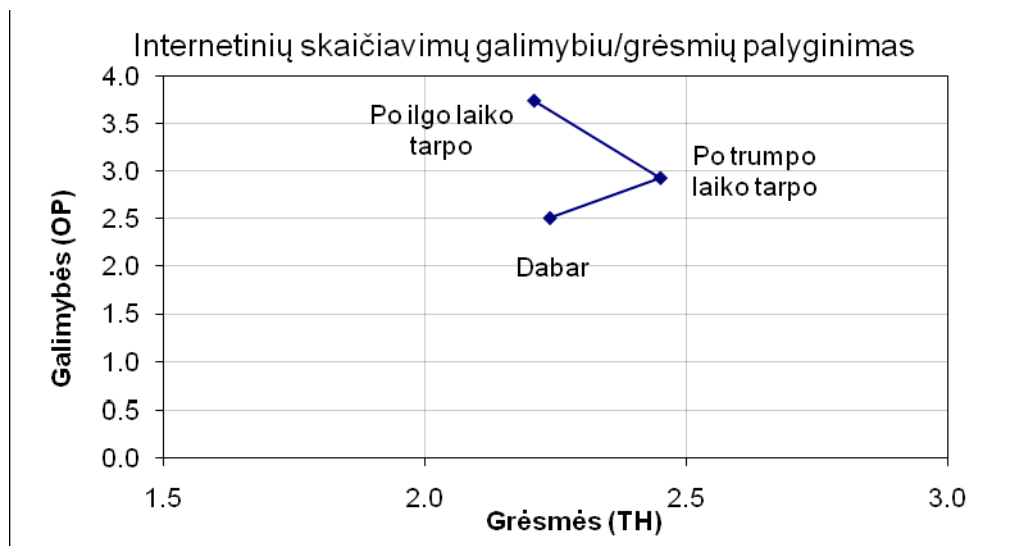
17 pav. Internetinių skaičiavimų galimybių kitimas:

OP1- Ekologiškumas; OP2- Bendradarbiavimas; OP3- IT personalo sumažinimas; OP4- Lankstumas



18 pav. Internetinių skaičiavimų grėsmių kitimas:

TH1- Duomenų praradimas; TH2- Piktinaudžiavimas; TH3- Vidiniai kenkėjai; TH4- Kerštas; TH5- Valstybės kišimasis; TH6- Sąsajos pažeidžiamumas; TH7- Vartotojų kiekis



19 pav. Internetinių skaičiavimų galimybių ir grėsmių palyginimas

Pagal 13-15 lentelių duomenis nubrėžtas galimybių/grėsmių kaitos laike grafikas. Remiantis SSGG analizės rezultatais nustatyta, kad internetinių skaičiavimų galimybės vis didėjant grėsmėms pasieks kritinį tašką, tai yra jų įtaka nebedidės, o priešingai – pradės sparčiai mažėti.

2.7.4 Internetinių skaičiavimų saugumas

Siekiant valdyti prieigą prie savo duomenų, reikia išsiaiškinti į tiekėjo saugumo politiką. "Gartner" išvardija 7 su saugumu susijusius klausimus:

- Privilegijuoti vartotojai – kas turi išskirtinę prieigą prie duomenų, kaip samdomi ir prižiūrimi tie administratoriai;
- Reguliaciniai sutikimai – užsitikrinimas, kad tiekėjas nusiteikęs priimti išorinį auditą ir rūpinasi saugumo sertifikatais;
- Duomenų lokacija – pasidomėjimas, ar tiekėjas leidžia valdyti duomenų saugojimo vietą;
- Duomenų segregacija – patikrinimas, kad šifravimas galimas visose fazėse ir jis sukurtas patyrusių profesionalų;
- Atstatymas – išsiaiškinimas, kas nutiks duomenims jų pažeidimo atveju; ar užtikrinamas pilnas duomenų atstatymas ir kaip ilgai jis trunka;
- Tiriamasis palaikymas – užklauskimas, ar tiekėjas turi galimybę nustatyti kokią nors nelegalią ar netinkamą veiklą;
- Ilgaamžiškumas – sužinojimas, kas nutiks tiekėjui nutraukus veiklą; kaip bus gražinti duomenys ir koku formatu.

Praktiškai, geriausias būdas nustatyti duomenų atstatymą yra bandymas juos gauti – paprašyti senų duomenų ir pažiūrėti, kaip ilgai tai užtrunka. Patikrinti duomenų saugumą yra sunkiau; vienas būdų pačiam šifruoti duomenis.

2.7.5 Internetinių skaičiavimų valdymas

Pagrindinių informacinių technologijų valdymo užduočių atlikimo laikų palyginimas pateiktas 3 lentelėje [1]. Palyginus tradiciniu būdu ir internetinių skaičiavimų atliktų darbų laikus matomas didelis skirtumas. Gautas daugiau, nei 28-48 kartų trumpesnis darbų atlikimo laikas.

3 lentelė. Tradicinių ir internetinių skaičiavimų pagrindu atliekamų informacinių technologijų valdymo užduočių atlikimo laikų palyginimas

Informacinių technologijų valdymo užduotys	Tradiciniai darbai	Internetinių skaičiavimų darbai
Priskirti serverius	3 dienos	< 1 valanda
Įdiegti programinę įrangą	5-10 dienų	< 1 valanda
Konfigūruoti tinklo ir apsaugos parametrus	5-10 dienų	< 1 valanda
Padaryti operacinės sistemos atsarginę kopiją	2 valandos	½ valandos
Atstatyti operacinę sistemą	2 valandos	1 valanda
Įdiegti operacinės sistemos atnaujinimus	2 valandos	1 valanda
Dinamiškai paskirstyti kompiuterių resursus	1 valanda	2 minutės
Reguliuoti operacinės sistemos parametrus daugeliui paslaugų	10 minučių	1 minutė
Iš viso:	14-24 dienos	< 6 valandos

2.8 Analizės išvados

Atlikus internetinių skaičiavimų analizę galima daryti išvadas, kad kol kas internetiniai skaičiavimai pritaikyti tik vartotojams, dirbantiems su ne kritiškai svarbiais duomenimis.

Atlikus internetinių skaičiavimų architektūrų analizę nustatytos pagrindinės architektūros sudedamosios dalys: valdymo sąsaja, IT resursų sanakaupa ir paslaugų katalogas.

Atlikus SSGG analizę nustatyta, kad internetinių skaičiavimų galimybės vis didės. Tuo tarpu grėsmės pasieks kritinį didėjimo tašką ir pradės sparčiai mažėti, tai yra, grėsmių įtaka ir tikimybės modeliui mažės.

3 PRAKTINIAI EKSPERIMENTINIAI TYRIMAI

3.1 Tyrimo metodika

Atliekamas internetinių skaičiavimų paslaugų duomenų siuntimo pralaidumo tyrimas. Naudojantis skirtingomis skirtingų internetinių skaičiavimų tiekėjų paslaugomis skaičiuojamas skirtingo dydžio duomenų persiuntimo laikas.

Tokiu būdu siekiama nustatyti įvairių paslaugų teikimo trukmių skirtumus tarp skirtingų internetinių skaičiavimų tiekėjų.

Ekperimentui pasirengta sukuriant skirtingų dydžių duomenų failus, pasirenkant skirtingų tipo paslaugas ir pasirenkant pagrindinius paslaugų tiekėjus. Siuntimui, skirtingų internetinių skaičiavimų paslaugų pagalba, pasirinkti 1.25 MB, 2.5 MB, 5 MB, 10 MB dydžio failai. Siuntimo trukmė matuojama „Wireshark“ paketų analizatoriaus pagalba, užfiksuojant siunčiamų duomenų pirmo paketo išsiuntimo laiką ir baigto siuntimo patvirtinimo paketo gavimo laiką. Paketų vėlinimas nustatomas naudojant Windows komandų interpretatorių su komanda „ping“.

3.2 Eksperimento metodika

Duomenų siuntimas vykdomas naudojantis paslaugomis trijų skirtingų elektroninio pašto paslaugų tiekėjų:

- Google Gmail,
- Yahoo,
- Microsoft Live,

O taip pat paslaugomis dviejų teksto dokumentų redaktorių:

- Google Docs,
- Zoho Docs

ir paslaugomis keturių internetinių operacinių sistemų tiekėjų:

- EyeOS,
- iCloud,
- Glide OS,
- Online OS.

Ekperimento duomenys pateikti 4 – 6 lentelėse. Pirmame stulpelyje pateikti duomenų kiekiai megabaitais.

10 megabaitų daugelyje nemokamų sistemų yra maksimalus talpinamo failo dydis.

Kiti dydžiai pasirinkti esamą dydį atitinkamai mažinant per pusę. Stulpeliai „pradžią“ ir „pabaigą“ žymi duomenų pirmo paketo siuntimo laiką ir siuntimo pabaigos laiką. Paslaugų teikimo greitis apskaičiuojamas siunčiamų duomenų kiekį (Mb) dalinant iš siuntimo trukmės sekundėmis. Taip pat pateikiamas kiekvienam tiekėjui siunčiamų paketų vėlinimas.

4 lentelė. Duomenų persiuntimas naudojantis Gmail paslaugomis

Gmail.com Duomenų kiekis, MB	Prisegti				Siusti			
	Pradžia	Pabaiga	Prisegimo trukmė, s	Greitis, Mb/s	Pradžia	Pabaiga	Siuntimo trukmė, s	Greitis, Mb/s
1,25	4,062	11,701	7,639	1,309	3,140	7,060	3,919	2,552
2,5	9,115	21,403	12,288	1,628	5,806	10,186	4,380	4,566
5	2,535	27,779	25,244	1,585	2,682	11,631	8,949	4,470
10	3,213	49,693	46,480	1,721	4,698	22,945	18,248	4,384
Vėlinimas, s				0,030				
Vidutinis greitis, Mb/s				1,561	Vidutinis greitis, Mb/s			3,993

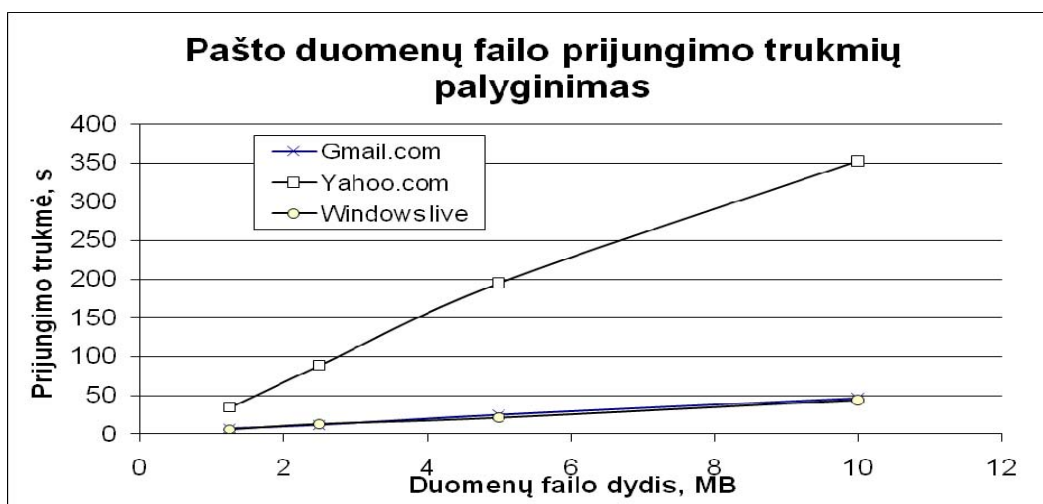
5 lentelė. Duomenų persiuntimas naudojantis Yahoo paslaugomis

Yahoo.com Duomenų kiekis, MB	Prisegti				Siusti			
	Pradžia	Pabaiga	Prisegimo trukmė, s	Greitis, Mb/s	Pradžia	Pabaiga	Siuntimo trukmė, s	Greitis, Mb/s
1,25	3,304	38,289	34,986	0,286	2,293	8,251	5,958	1,679
2,5	3,295	92,546	89,251	0,224	2,529	11,334	8,805	2,271
5	3,001	198,258	195,257	0,205	3,525	15,294	11,770	3,399
10	5,117	357,698	352,581	0,227	3,620	19,653	16,032	4,990
Vėlinimas, s				0,221				
Vidutinis greitis, Mb/s				0,235	Vidutinis greitis, Mb/s			3,085

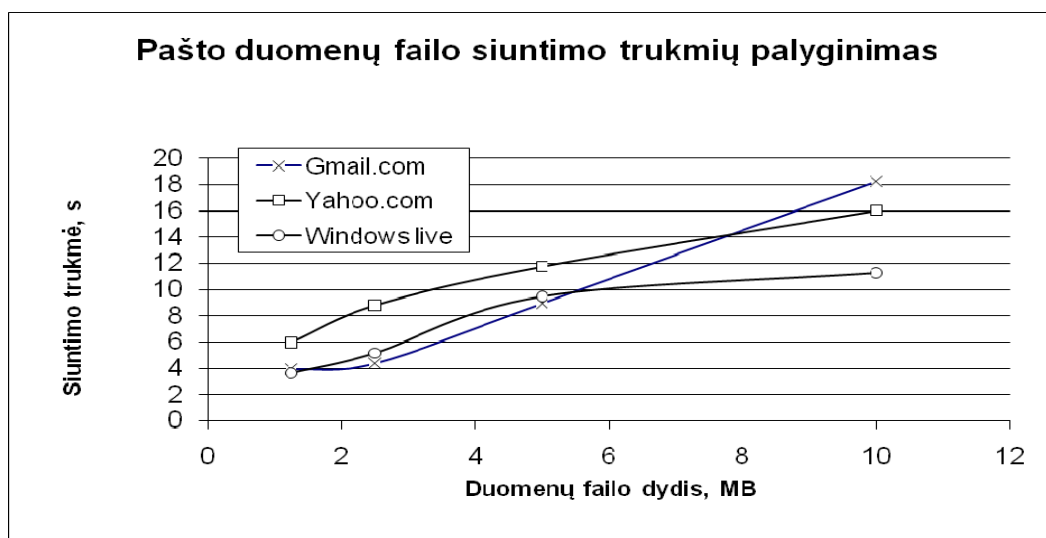
6 lentelė. Duomenų persiuntimas naudojantis Windows Live paslaugomis

Windows Live Duomenų kiekis, MB	Prisegti				Siusti			
	Pradžia	Pabaiga	Prisegimo trukmė, s	Greitis, Mb/s	Pradžia	Pabaiga	Siuntimo trukmė, s	Greitis, Mb/s
1,25	3,213	9,773	6,560	1,524	1,483	5,127	3,643	2,745
2,5	2,453	15,886	13,433	1,489	2,247	7,422	5,175	3,865
5	2,631	24,220	21,589	1,853	1,598	11,072	9,474	4,222
10	1,865	46,074	44,209	1,810	2,216	13,488	11,271	7,098
Vėlinimas, s				0,161				
Vidutinis greitis, Mb/s				1,669	Vidutinis greitis, Mb/s			4,482

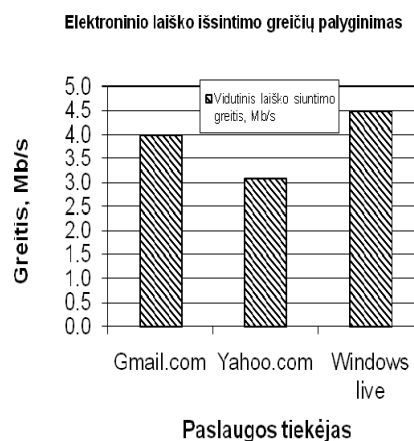
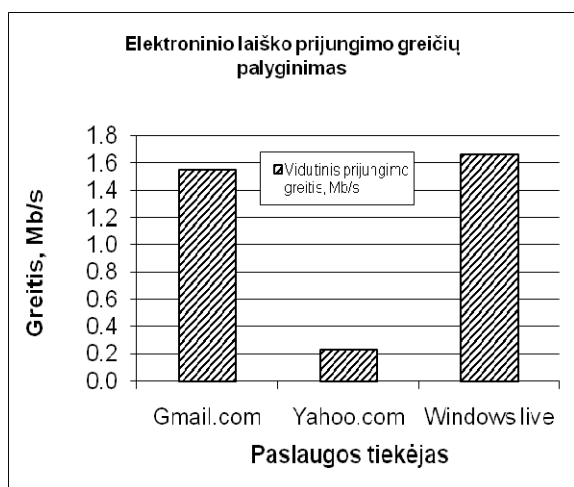
Visų nagrinėjamų elektroninio pašto paslaugų tiekėjų serveriai randasi JAV, bet tik Google užtikrina mažą vėlinimą į savo serverius. Pagal 4-6 lentelių duomenis nubrėžti 20-22 pav. pavaizduoti grafikai.



20 pav. Elektroninio laiško duomenų prijungimų trukmės palyginimas.



21 pav. Elektroninio laiško duomenų siuntimo trukmės palyginimas.



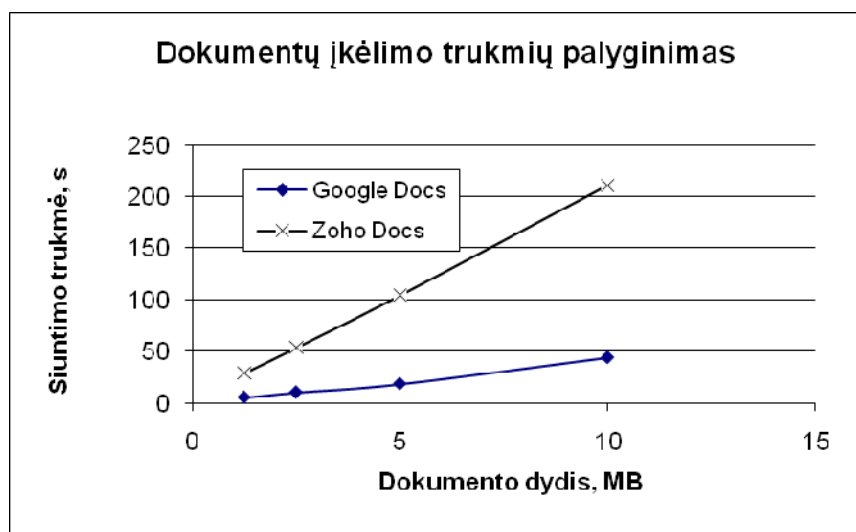
22 pav. Elektroninio laiško duomenų prijungimų / siuntimų vidutinių pralaidumų palyginimai

Apskaičiuotos dokumentų įkėlimo į Google Docs ir Zoho Docs sistemas trukmės ir

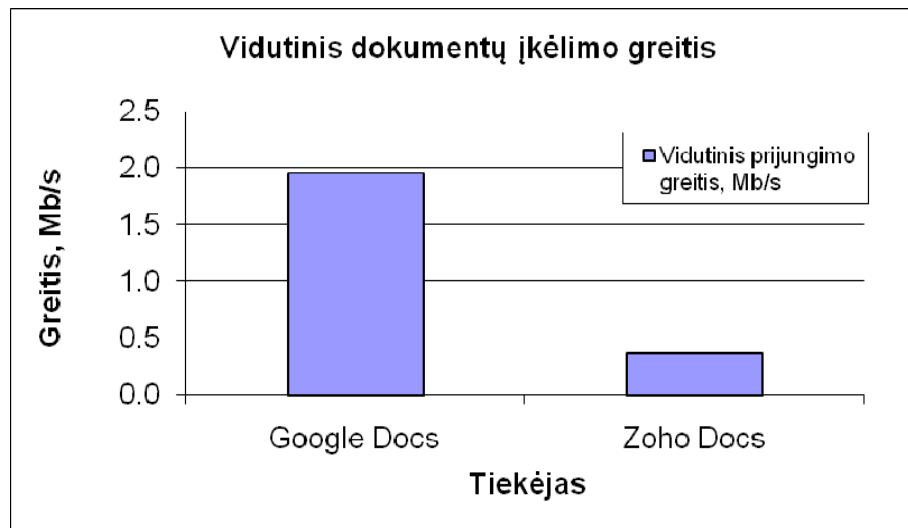
vidutiniai pralaidumai pateikti 7 lentelėje. 21 ir 22 pav. duomenys atvaizduoti grafiškai.

7 lentelė. Dokumentų įkėlimo naudojantis Google Docs ir Zoho Docs paslaugomis trukmės ir pralaidumai.

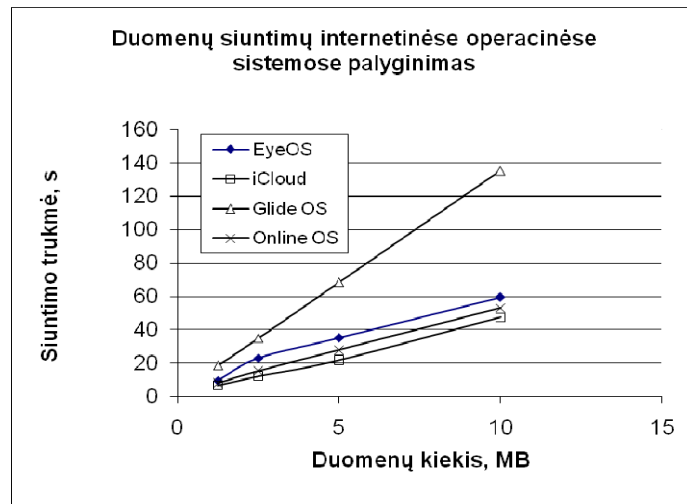
Google Docs				
Duomenų kiekis, MB	Pradžia	Pabaiga	Siuntimo trukmė, s	Greitis, Mb/s
1,25	1,168	6,424	5,256	1,903
2,5	1,868	12,128	10,260	1,949
5	1,876	20,331	18,455	2,167
10	5,482	49,609	44,127	1,813
			Vėlinimas, s	0,030
			Vidutinis greitis, Mb/s	1,958
Zoho Docs				
Duomenų kiekis, MB	Pradžia	Pabaiga	Siuntimo trukmė, s	Greitis, Mb/s
1,25	0,438	29,219	28,781	0,347
2,5	1,303	54,842	53,539	0,374
5	0,810	105,120	104,310	0,383
10	1,161	212,127	210,966	0,379
			Vėlinimas, s	0,140
			Vidutinis greitis, Mb/s	0,371



23 pav. Dokumentų įkėlimo trukmės palyginimas.



24 pav. Dokumentų įkėlimo vidutinių pralaidumų palyginimas.

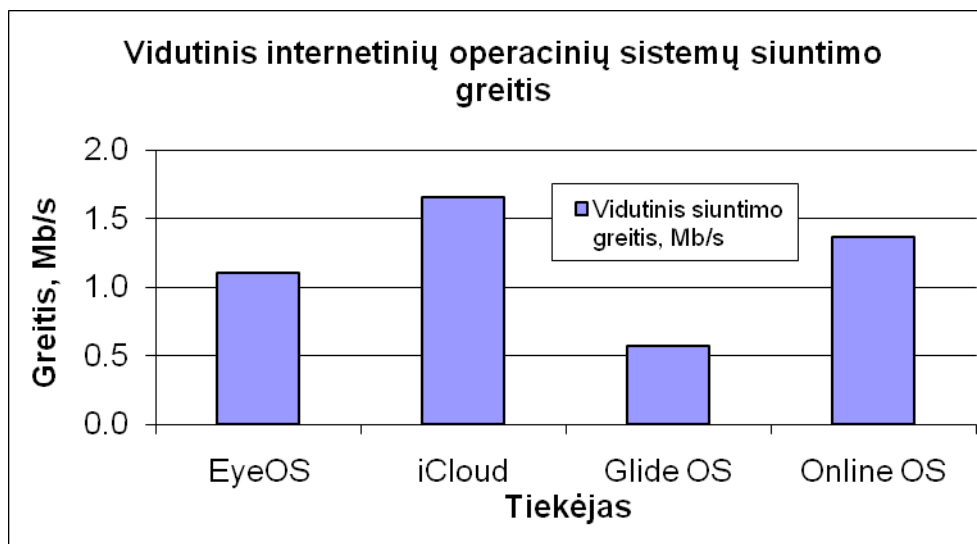


25 pav. Dokumentų įkėlimo trukmių palyginimas.

8 lentelė. Dokumentų įkėlimo į internetines operacines sistemas trukmės ir greičiai

EyeOS				
Duomenų kiekis, MB	Pradžia	Pabaiga	Siuntimo trukmė, s	Greitis, Mb/s
1,25	1,942	11,302	9,360	1,068
2,5	1,677	24,544	22,868	0,875
5	1,678	36,808	35,130	1,139
10	1,943	61,530	59,587	1,343
			Vėlinimas, s	0,041
			Vidutinis greitis, Mb/s	1,106
iCloud				
Duomenų kiekis, MB	Pradžia	Pabaiga	Siuntimo trukmė, s	Greitis, Mb/s
1,25	3,618	10,356	6,738	1,484
2,5	1,779	14,076	12,296	1,626
5	1,866	23,759	21,893	1,827
10	1,565	49,009	47,444	1,686
			Vėlinimas, s	0,054
			Vidutinis greitis, Mb/s	1,656

Glide OS				
Duomenų kiekis, MB	Pradžia	Pabaiga	Siuntimo trukmė, s	Greitis, Mb/s
1,25	1,367	19,947	18,580	0,538
2,5	1,241	36,228	34,988	0,572
5	1,492	70,021	68,530	0,584
10	1,765	137,337	135,572	0,590
			Vėlinimas, s	0,123
			Vidutinis greitis, Mb/s	0,571
Online OS				
Duomenų kiekis, mb	Pradžia	Pabaiga	Siuntimo trukmė, s	Greitis, Mb/s
1,25	1,112	9,257	8,145	1,228
2,5	1,342	16,740	15,398	1,299
5	1,485	29,468	27,983	1,429
10	1,411	54,521	53,110	1,506
			Vėlinimas, s	0,050
			Vidutinis greitis, Mb/s	1,366



26 pav. Dokumentų įkėlimo vidutinių pralaidumų palyginimas.

Visos tyrinėjamų internetinių operacinių sistemų tiekėjos savo serverius laiko skirtingose šalyse: EyeOS - Prancūzijoje, iCloud - Švedijoje, Glide OS - JAV Niujorko valstijoje, Online OS - Vokietijoje.

3.3 Tyrimo išvados

Išmatavus skirtingo dydžio duomenų siuntimo trukmes ir vidutinius greičius nustatyta:

1. Elektroninio pašto paslaugų tiekėja Yahoo siuntimo greičiu labai atsilieka nuo kitų dviejų paslaugos tiekėjų.
2. Google Gmail ir Microsoft Live teikiamų elektroninio pašto paslaugų kokybė duomenų persiuntimo atžvilgiu beveik identiškai
3. Google Docs (dokumentų kūrimo ir redagavimo įrankis) dokumentų įkėlimo greitis lenkia Zoho Docs greitį daugiau nei 4 kartus.
4. Internetinių operacinių sistemų galimybės greitai įkelti duomenis į savo sistemą yra panašios, tik Glide OS sistemos rezultatai blogesni. Naudojantis dabartinių internetinių OS paslaugomis dėl didelio vėlavimo patiriami dideli nepatogumai.

4 TEORINIAI TYRIMAI

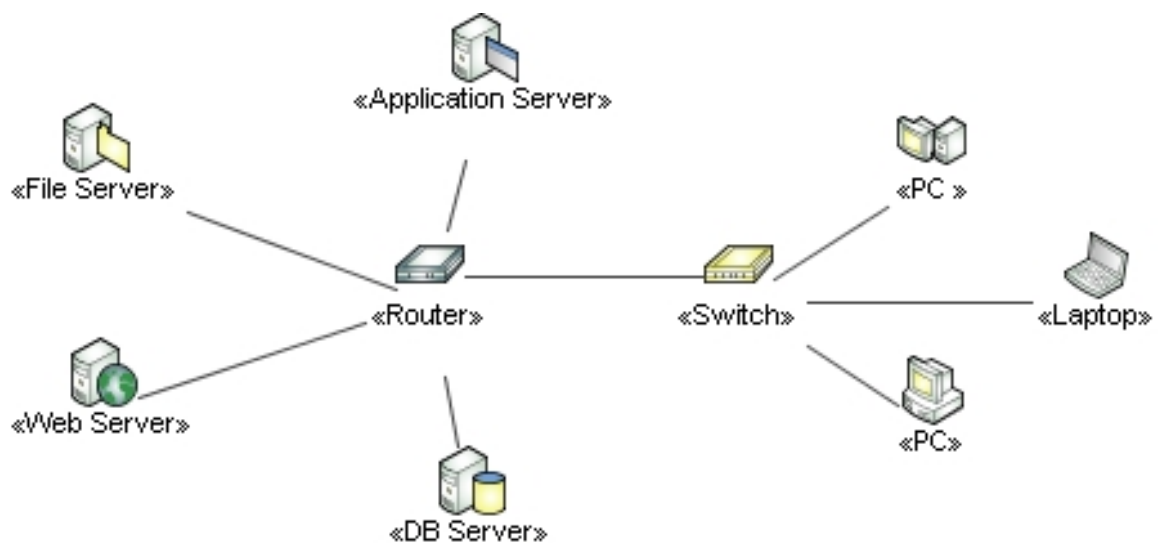
4.1 Tyrimo metodika

Atliekamas internetinių skaičiavimų sukeliamų kompiuterių tinklų apkrovimų ir vėlinimų priklausomybės nuo vartotojų skaičiaus tyrimas. Tam reikia sudaryti kompiuterių tinklų modelius, juos prijungti prie internetinių skaičiavimų modelių. Keičiant vartotojų skaičių ir kompiuterio tinklo modelio struktūrą tirti pralaidumo ir vėlinimo pokyčius, juos matematiškai įvertinti.

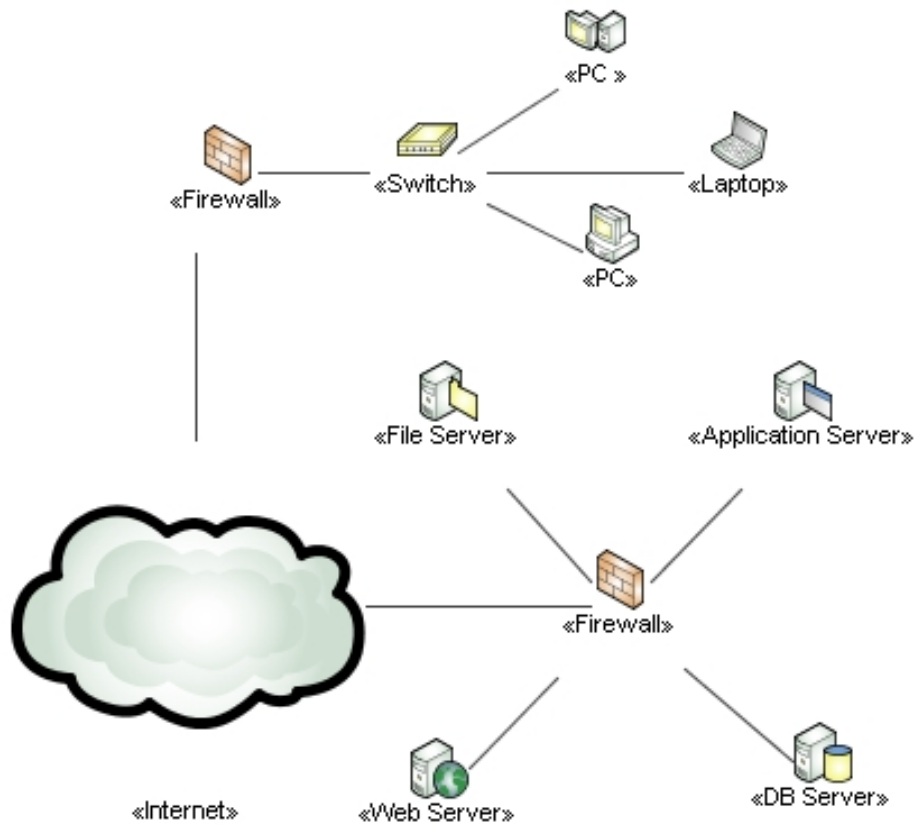
Tokiu būdu siekiama nustatyti vėlinimo ir pralaidumo priklausomybę nuo vartotojų skaičiaus.

4.2 Eksperimento techninė architektūra

Naudojantis MagicDraw UML įrankiu sukurtos techninės tiriamų kompiuterių tinklų architektūros (su skirtingais internetinių skaičiavimų tipais), turinčios atskleisti pralaidumo pokyčius kintant veiksniams.



27 pav. Privačių / vidinių internetinių skaičiavimų techninė architektūra.



28 pav. Išorinių / Viešų internetinių skaičiavimų techninė architektūra.

4.3 Kompiuterių tinklo simulatoriaus parinkimas

Kompiuterių tinklo simulatorius – tai programinė ar techninė įranga nuspėjanti tinklo elgseną, be tikrojo tinklo tyrinėjimų. Tokie simulatoriai skirti tirti scenarijams, kuriuos realia technine įranga ištirti problematiška (sudėtinga ar brangu). Simulatorių pagalba galima projektuoti ir testuoti įvairius kompiuterių tinklus su daugybe mazgų, tokių kaip: kompiuteriai, komutatoriai, maršrutizatoriai, tiltai (angl. „*bridge*“), jungtys ir daug kitų.

Naudojamiausi simulatoriai: „*ns2/ns3*“, „*OPNET*“, „*GloMoSim*“, „*NetSim*“. 9-oje lentelėje pateikti palyginimai tarp minėtų simulatorių. Visais jais galima naudotis nemokamai. OPNET, GloMoSim ir NetSim turi išleidusios nemokamas versijas skirtas mokymui ir moksliniams tyrinėjimams. GloMoSim nesuderinama su Microsoft Windows operacine sistema.

Pagal suteikiamas galimybes ns2/ns3 ir GloMoSim neatitinka reikalavimų atlikti eksperimentui, tai yra, nesuteikia galimybės modeliuoti ir tirti kompiuterių tinklo pralaidumo pokyčius naudojant internetinių skaičiavimų modeliu paremtas paslaugas. Nors OPNET ir sudėtingiausia iš nagrinėjamų kompiuterių tinklų simulatorių, bet jis taip pat ir daugiausiai galimybių turintis įrankis. Todėl jis pasirinktas atlikti eksperimentą.

9 lentelė. Kompiuterių tinklų simuliatorių palyginimas.

Simulatorius	ns2 / ns3	OPNET	GloMoSim	NetSim
Nemokama	+	+	+	+
Programavimo kalba	C++ ir Python	C, java	C++, Parsec (lygiagretaus programavimo kalba paremta C)	C, java
Suderinama su	Unix, Mac OS, Windows	Unix, Windows	Unix	Windows
Galimybės	Tinklų topologijos simulatorius	Tinklo planavimo, programų darbo tinkle tyrimo įrankis su labai plačiomis ir plečiamomis galimybėmis	Beveik visų tinklų ir jų protokolų simulatorius	Kompiuterių tinklo simulatorius su galimybėmis keisti ar kurti naujus protokolus ar įtaisus
Sudėtingumas	Sudėtinga	Labai sudėtinga	Sudėtinga	Nelabai sudėtinga

4.4 OPNET IT Guru Academic Edition simulatorius

OPNET IT Guru Academic Edition mokymo tikslams skirtas tinklo simulatorius paremtas 9.1 IT Guru komercine versija. Įrankį nemokamai galima parsisiųsti iš oficialaus puslapio www.opnet.com. 10 lentelėje pateikti sisteminiai reikalavimai norint naudotis OPNET IT Guru.

10 lentelė. Sistemos reikalavimai naudojant OPNET.

Pavadinimas	Reikalavimai
Procesorius	Reikia: 2.0 GHz
	Rekomenduojama: 3.0+ GHz
Kompiuterio darbinė atmintis	Reikia: 512 MB
	Rekomenduojama: 1 – 2 GB
Laisva vieta kietajame diske	3 GB
Operatyvioji atmintis	100MB
Ekrano raiška	Mažiausiai 1024 x 768

4.5 Kompiuterių tinklo srauto parametrų parinkimas

Pralaidumas (angl. “*Throughput*”)– tai sėkmingai pristatytų žinučių skaičius (arba duomenų kiekis) per laiko tarpą. Pralaidumas priklauso nuo maksimalaus duomenų perdavimo greičio (angl. “*bandwidth*”), signalo triukšmų santykio, bei techninės įrangos

apribojimų.

Vėlinimas – Tai laikas per kurį paketas pasiekia adresatą. Kadangi kiekviename mazge paketai verčiami laukti, kad būtų išvengta susidūrimų, įdedant papildomus mazgus vėlinimas gali smarkiai išaugti. Arba tinkle siunčiant didelę bylą visi mazgai turi laukti progos kol galės išsiųsti savo paketus.

Plečiamumas – tinkle ribotas srautas apsunkena tinklo plėtrą neaukojant ryšio kokybės. Šiuolaikinėms programoms reikalingi nemaži duomenų srautai. Neretai tam kad prisitaikyti prie augančių poreikių turi būti pertvarkyta visa tinklo struktūra.

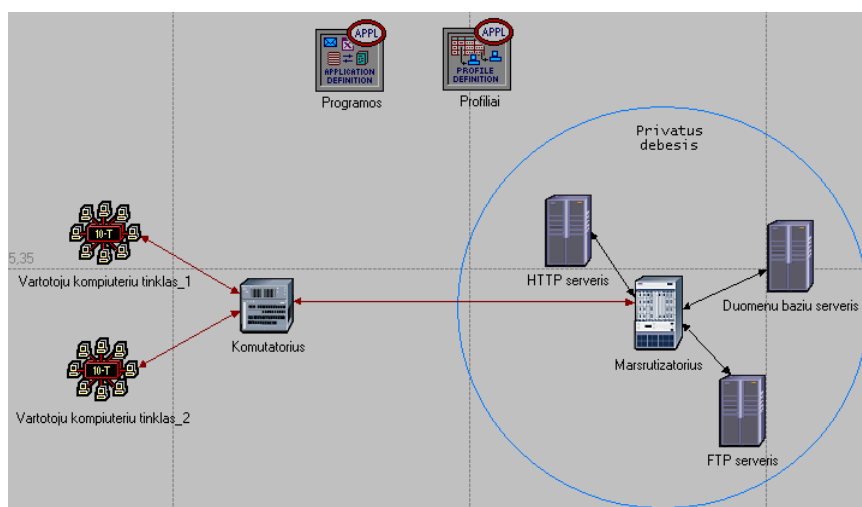
Tinklo gedimas – standartiniame tinkle vienas įrenginys gali sutrikdyti viso tinklo darbą dėl neteisingų greičio nustatymų arba perteklinio transliavimo. Komutatoriai gali būti nustatyti kad ribotų transliavimo lygį.

Susidūrimai – Ethernet bendravimui tinkle naudoja procesą vadinamą CSMA/CD (angl. „Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection“). Jei du mazgai išsiunčia paketus vienu metu įvyksta susidūrimas ir paketai prarandami. Tokiu atveju abu mazgai laukia atsitiktinį laiko tarpą persiunčia paketus. Tinkle dalis kurioje yra tikimybė kad susidurs paketai iš dviejų ar daugiau mazgų laikoma susidūrimų sritimi. Tinklo segmentas su dideliu mazgų kiekiu patiria daug susidūrimų.

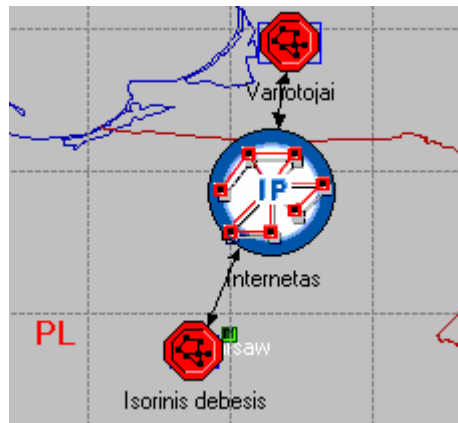
4.6 Eksperimento metodika

4.6.1 Modelių sudarymas

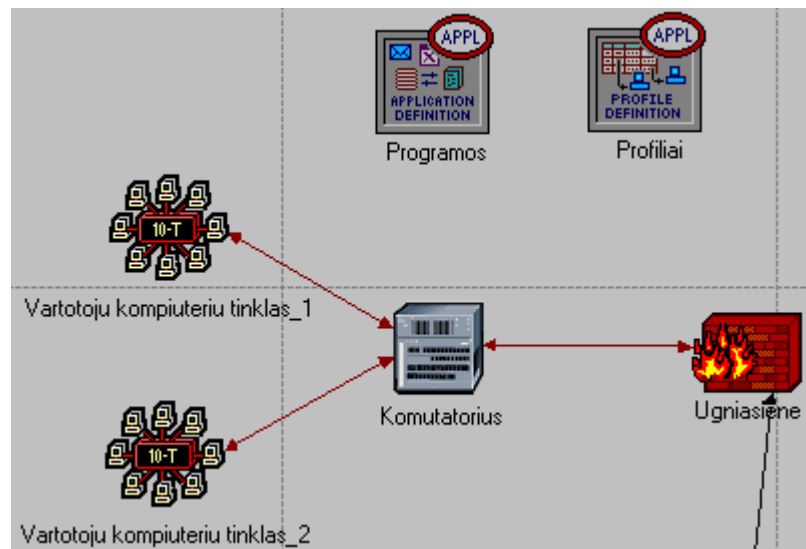
29 –32 pav. pateikti sudaryti internetinių skaičiavimų modeliai. Vidinių internetinių skaičiavimų paslaugų vartotojų tinklas tiesiogiai sujungtas su tiekėjų tinklu. Išorinių internetinių skaičiavimų vartotojai paslaugas gauna iš nutolusių paslaugos tiekėjų serverių per internetą.



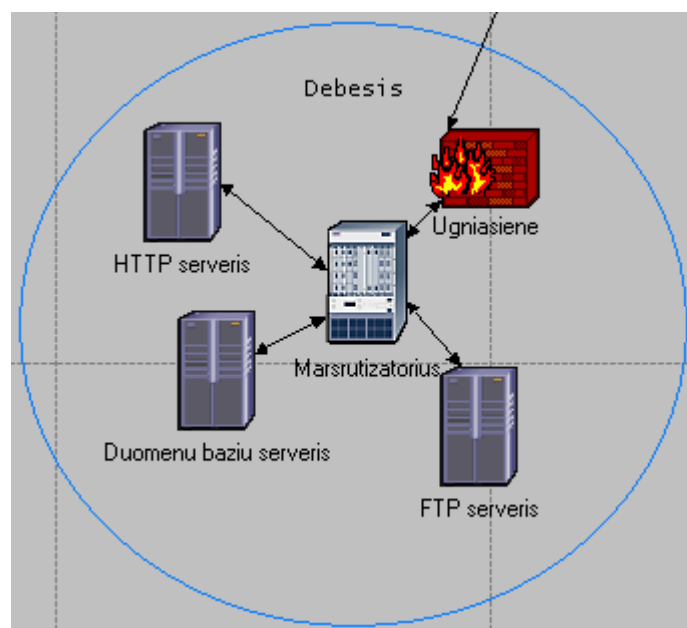
29 pav. Vidinių internetinių skaičiavimų paslaugų teikimo modelis.



30 pav. Išorinių internetinių skaičiavimų paslaugų teikimo modelis.



31 pav. Vartotojų potinklis.

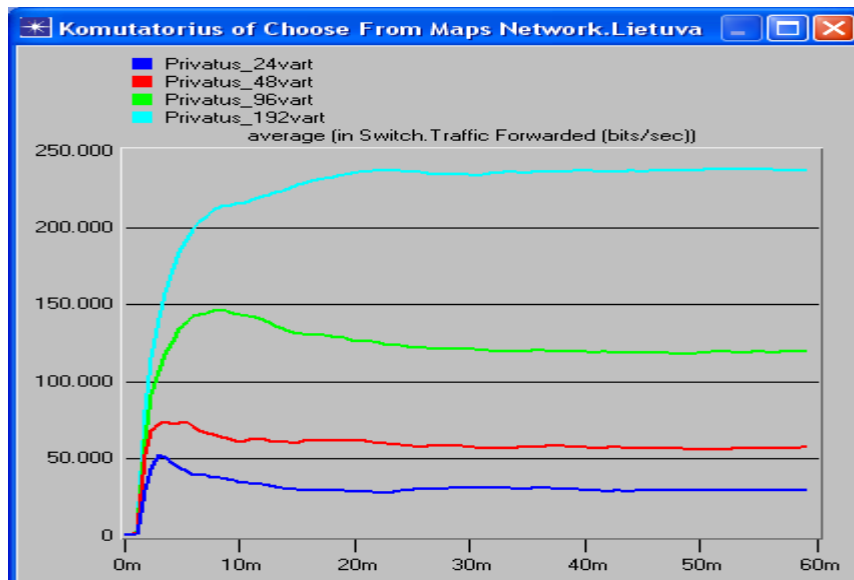


32 pav. Internetinių skaičiavimų potinklis.

4.6.2 Rezultatų analizė ir įvertinimai

Vidiniai internetiniai skaičiavimai

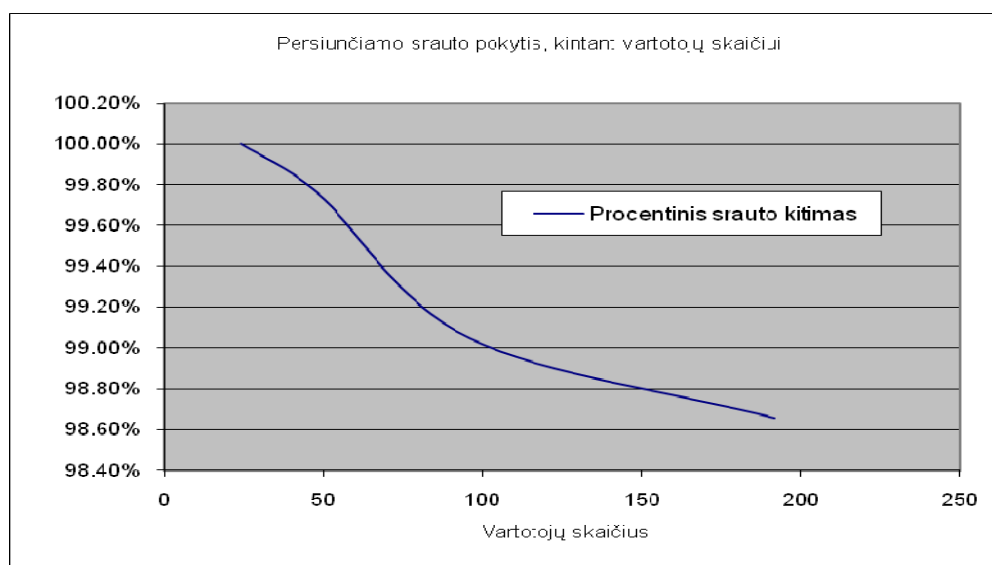
Vidinių internetinių skaičiavimų srauto priklausomybės nuo vartotojų skaičiaus grafikai pateiktas 33 pav.



33 pav. Komutatoriaus srautų priklausomybės nuo vartotojų skaičiaus.

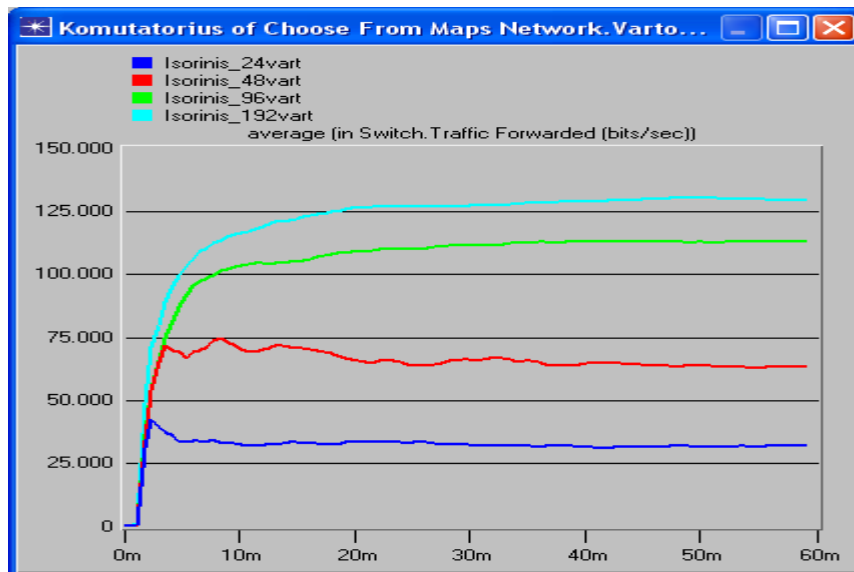
11 lentelė. Komutatoriaus srautų priklausomybės nuo vartotojų skaičiaus.

Vartotojų skaičius	Nusistovėjęs komutatoriaus srautas, B/s	Vienam vartotojui tenka, B/s	Procentinis srauto kitimas
24	29651	1235.5	100.00%
48	59159	1232.5	99.76%
96	117471	1223.7	99.04%
192	234015	1218.8	98.65%



34 pav. Komutatoriaus srautų priklausomybės nuo vartotojų skaičiaus.

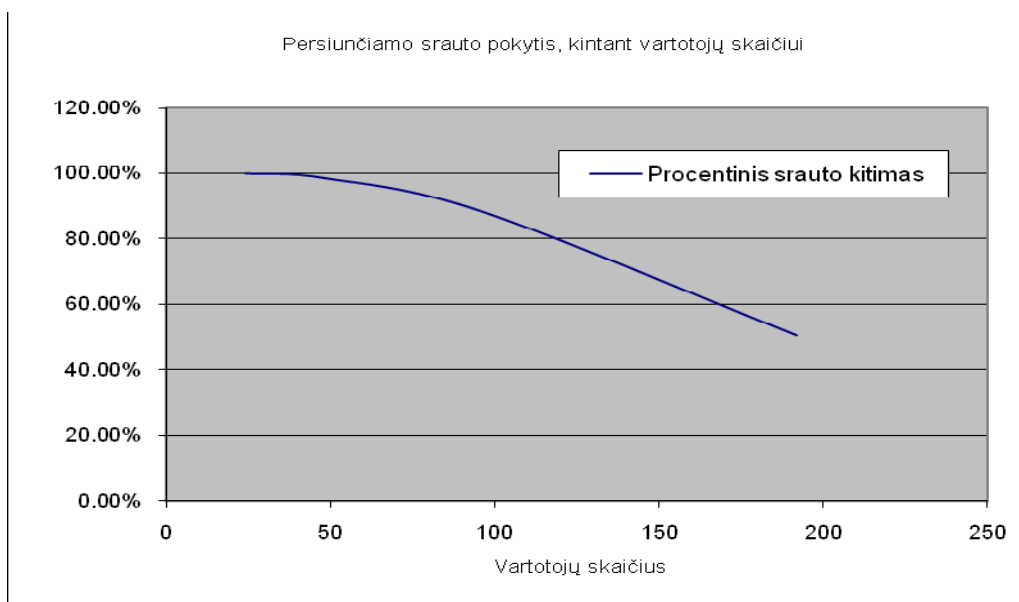
Išoriniai internetiniai skaičiavimai



35 pav. Komutatoriaus srautų priklausomybės nuo vartotojų skaičiaus.

12 lentelė. Komutatoriaus srautų priklausomybės nuo vartotojų skaičiaus.

Vartotojų skaičius	Nusistovėjęs komutatoriaus srautas, B/s	Vienam vartotojui tenka, B/s	Procentinis srauto kitimas
24	32023	1334.3	100.00%
48	63143	1315.5	98.59%
96	113180	1179.0	88.36%
192	129141	672.6	50.41%



36 pav. Komutatoriaus srautų priklausomybės nuo vartotojų skaičiaus.

4.7 Teorinio tyrimo išvados

Atlikus internetinių skaičiavimų sukeltamų kompiuterių tinklų srautų priklausomybės nuo vartotojų skaičiaus tyrimą nustatyta:

1. Internetinių skaičiavimų sukulto srauto dydis tiesiogiai priklauso nuo vartotojų skaičiaus.
2. Naudojant išorinių internetinių skaičiavimų paslaugas, srauto sparta yra daug mažesnė, nei naudojant vidinių internetinių skaičiavimų paslaugas.
3. Nustatyta išorinių internetinių skaičiavimų srauto riba, kuri atsiranda esant vos šimtui vartotojų. Vidinių internetinių skaičiavimų modelio atveju net su dviem šimtais vartotojo tokia riba nepasiekama.

IŠVADOS

1. Iširtos internetinių skaičiavimų paslaugų galimybės ir nustatyta, kad paslaugų lankstumas ir naudingumas jau atitinka verslo, tiekiančio paslaugas tiesiogiai pirkejams per internetą, poreikius.
2. Investicijos į duomenų centrus, aptarnaujančius didelį vartotojų skaičių užtikrina mažą kainą vykdant internetinius skaičiavimus ir duomenų saugojimą. Tačiau paslaugos modelio sėkmingam taikymui reikia didelių interneto spartų.
3. Internetinių skaičiavimų modelis kol kas neišnaudoja visų modelio teikiamų galimybių, tai yra, dar ne visos įprastos programos pritaikytos darbui naudojant internetinius skaičiavimus.
4. Esant dideliems vartotojų skaičiams Išorinių internetinių skaičiavimų sparta yra dvigubai didesnė už vidinių internetinių skaičiavimų spartą.

LITERATŪRA

- [1] Geng Lin, David Fu, Jinzy Zhu, Glenn Dasmalchi „**Cloud Computing: IT as a Service**“
- [2] Vygintas Kunigėnas „**Nedideli nešiojami kompiuteriai drebina rinką, gąsdina gamintojus**“ 2008
- [3] Jjeong „**Cloud Computing**“ 2008
- [4] [žiūrėta 2010-05-24]. Prieiga per Internetą: <http://eyeos.org/>
- [5] [žiūrėta 2009-05-17]. Prieiga per Internetą: <http://www.cloudantivirus.com/en>
- [6] Jonathan Strickland „**How Cloud Computing Works**“
- [7] Michael Armbrust, Armando Fox, Rean Griffith, Anthony D. Joseph, Randy H. Katz, Andrew Konwinski, Gunho Lee, David A. Patterson, Ariel Rabkin, Ion Stoica, Matei Zaharia „**Above the Clouds: A Berkeley View of Cloud Computing**“ vasario 10, 2009
- [8] K. Selcuk Candan, Wen-Syan Li, Thomas Phan, Minqi Zhou „**Frontiers in Information and Software as Services**“
- [9] Debabrata Dash, Verena Kantere, Anastasia Ailamaki „**An economic model for self-tuned cloud caching**“
- [10] [žiūrėta 2009-12-18]. Prieiga per Internetą: <http://bg.ktu.lt/pubwiki/Cloud/Apzvalga>
- [11] Jake Smith and Parviz Peiravi Intel, Digital Enterprise Group „**Virtualization 2.0: The Emergence of Cloud Computing**“ rugsėjo 24, 2008
- [12] Sogrady „**Cloud Types: Fabric vs Instance**“ 2008
- [13] [žiūrėta 2010-01-20]. Prieiga per Internetą:
<http://www.baip.lt/cms/index?articleId=4b651bd0-fbcc-42e5-8e9b-b2ece8a999a8>
- [14] John „**Cloud Vendors A to Z (Revised)**“ 2008
- [15] [žiūrėta 2010-01-20]. Prieiga per Internetą: <http://www.3tera.com/Cloud-computing/>
- [16] [žiūrėta 2010-01-20]. Prieiga per Internetą: <http://open.eucalyptus.com/>
- [17] [žiūrėta 2010-01-20]. Prieiga per Internetą: <http://xcerion.com/introduction/>
- [18] Patrick Thibodeau „**10 big cloud trends for 2010**“ 2010
- [19] Jeffrey Voas, Jia Zhang „**Cloud Computing: New Wine or Just a New Bottle**“
- [20] [žiūrėta 2009-02-18]. Prieiga per Internetą:
<http://www.lithuanian.net/advancedhtml/cloud.htm>
- [21] Ian Foster, Yong Zhao, Ioan Raicu, Shiyong Lu „**Cloud Computing and GRID Computing 360-Degree Compared**“

- [22] Jake Sorofman „**How to Achieve the Strategic Value of Cloud While Delivering Real ROI**“ 2009
- [23] Jake Smith, Parviz Peiravi "**Virtualization 2.0: The Emergence of Cloud Computing**" 2008
- [24] Dion Hinchcliffe „**Cloud computing and the return of the platform wars**“ 2009
- [25] [žiūrėta 2010-01-18]. Prieiga per Internetą: <http://www.diomedestorage.com/>

TERMINŲ IR SANTRAUKŲ ŽODYNAS

- *Cloud Computing* – internetiniai skaičiavimai - paslaugos, kurioms pateikti reikalingas tik interneto ryšys.
- Web 2.0 - Antrosios kartos žiniatinklis - specifinis bendradarbiavimas tarp žiniatinklio vartotojų (pvz., keitimasis informacija), kuriam būdingos sparčiai besikeičiančios komunikacijos internete bei žiniatinklio technologijos, specifinis dizainas, atitinkamos tendencijos, „internetinis“ kūrybiškumas.
- Google Apps - tai kompanijos Google paslauga leidžianti naudoti nuosavą internetinį adresą biurui skirtų produktų grupei. Ši paslauga teikiama nuo 2006 metų rugpjūčio mėnesio ir šiuo metu ja nemokamai gali naudotis visi pageidaujantys, taip pat yra mokama paslaugos versija, kuri suteikia penkis kartus daugiau vietos dokumentams ir elektroniniam paštui. Šiuo metu paketą sudaro: „Gmail“ elektroninio pašto sistema, kurios turbūt aktualiausia savybė yra tikrai galingi ir lengvai konfigūruojami filtrai apsaugantys nuo el. šiukšlių (angl. spam). GoogleDocs sistema, leidžianti laisvai peržiūrėti ir redaguoti dokumentus, lenteles ir prezentacijas. Kalendorius su užduočių dalinimosi (angl. share) galimybe, leidžiantis efektyviau organizuoti komandinį darbą. GoogleTalk programa, leidžianti laisvai bendrauti tiesiai iš naršyklės. Galimybė kurti ir publikuoti nesudėtingus internetinius puslapius. Šis įrankis nereikalauja specifinių techninių žinių, o puslapio išvaizda gali būti pasirenkama iš pateikiamų šablonų. Ir kitos paslaugos.
- Python - interpretuojama, interaktyvi programavimo kalba sukurta Guido van Rossumo 1990 metais. Ši kalba leidžia naudoti keletą programavimo stilių: objektinį, struktūrinį, funkcinį, aspektinį. Python naudoja dinaminį tipų tikrinimą.
- MySQL - viena iš reliacinių duomenų bazių valdymo sistemų (liet. santrumpa RDBVS, angl. – RDBMS), palaikanti daugelį naudotojų, dirbanti SQL kalbos pagrindu.
- EC2 (angl. „*Elastic Computer Cloud*“) – Amazon korporacijos internetinė paslauga leidžianti naudotis kintamo dydžio skaičiavimais debesyje.
- CRM (angl. „*customer relationship management*“) – Vartotojų sąryšio informacijos valdymas (VSIV) tai įmonių sąveikos su vartotojais informacijos valdymo ir puoselėjimo strategija.
- Pralaidumas (angl. „*Throughput*“) – tai sėkmingai pristatytų žinučių skaičius (arba duomenų kiekis) per laiko tarpą. Pralaidumas priklauso nuo maksimalaus duomenų

perdavimo greičio (angl. “*bandwidth*”), signalo triukšmų santykio, bei techninės įrangos apribojimų.

- SLA (angl. „*service level agreement*“) - susitarimas dėl paslaugų lygmens, tai tarp interneto ir (ar) duomenų perdavimo paslaugos tiekėjo ir vartotojo pasirašomas atskiras susitarimas dėl bendrų klientui teikiamų paslaugų administravimo bei aptarnavimo sąlygų ir užtikrinamų paslaugų kokybės parametrų.
- Kompiuterių tinklo simulatorius (angl. „*Network simulator*“) – tai programinė ar techninė įranga nuspėjanti tinklo elgseną, be tikrojo tinklo tyrinėjimų.
- MB - informacijos kiekio matavimo vienetas, sudarytas iš bitų sekos.
1 MB megabaitas = $1024 \times 1024 \text{ B} = 1\,048\,576 \text{ B} = 2^{20} \text{ B}$

PRIEDAI

P-1 lentelė. SSGG analizės matrica einamajam momentui.

Dabar		Galimybės				Grėsmės								
		OP1	OP2	OP3	OP4	TH1	TH2	TH3	TH4	TH5	TH6	TH7		
Tikėtinumas		0.9	0.7	0.5	0.4	0.1	0.7	0.1	0.3	0.2	0.2	0.2		
Ištakos stiprumas		0.2	0.5	0.7	0.4	1	0.5	0.5	0.5	0.8	0.5	0.4		
Stiprybės	ST1		0.2		0.4									
	ST2	0.1		0.6	0.4		-0.3	0.3	-0.3		-0.4			
	ST3	0.3	0.3	0.4										
	ST4	0.6								-0.2	-0.1			
	ST5	0.7												
	ST6		0.4	0.2										
	ST7		0.1					-0.3	-0.4	-0.1				
	ST8		0.9		0.6			-0.4		-0.2	-0.1		-0.6	
	ST9									-0.2	-0.3			
Silpnybės	WK1		-0.4											
	WK2		-0.4		-0.3					0.4		0.7		
	WK3			-0.6										
	WK4					0.4	0.4	0.3	0.2		0.4			
	WK5				-0.2					0.2				
	WK6	-0.8			-0.1				0.5	0.4				
Σ		0.4	0.9	0.8	0.5	2.5	0.5	0.2	0.4	0.3	0.7	0.1	0.1	2.2

P-2 lentelė. SSGG analizės matrica artimai ateičiai.

Po trumpo laiko tarpo		Galimybės				Grėsmės								
		OP1	OP2	OP3	OP4	TH1	TH2	TH3	TH4	TH5	TH6	TH7		
Tikėtinumas		0.9	0.7	0.6	0.4	0.1	0.6	0.1	0.4	0.3	0.2	0.4		
Įtakos stiprumas		0.3	0.5	0.7	0.4	0.9	0.5	0.5	0.5	0.8	0.5	0.5		
Stiprybės	ST1		0.2		0.4									
	ST2	0.1		0.7	0.4		-0.3	0.3	-0.3		-0.4			
	ST3	0.3	0.3	0.4										
	ST4	0.7								-0.2	-0.1			
	ST5	0.7												
	ST6		0.4	0.2										
	ST7		0.1					-0.3	-0.4	-0.1				
	ST8		0.9		0.6			-0.4		-0.2	-0.1		-0.6	
	ST9									-0.2	-0.3			
Silpnybės	WK1		-0.4											
	WK2		-0.4		-0.3					0.4		0.7		
	WK3			-0.5										
	WK4					0.4	0.4	0.3	0.2		0.4			
	WK5				-0.2					0.2				
	WK6	-0.8			-0.1				0.5	0.4				
Σ		0.6	0.9	1.0	0.5	2.9	0.5	0.2	0.4	0.3	0.8	0.1	0.3	2.4

P-3 lentelė. SSGG analizės matrica tolimai ateičiai.

Po ilgo laiko tarpo		Galimybės				Grėsmės								
		OP1	OP2	OP3	OP4	TH1	TH2	TH3	TH4	TH5	TH6	TH7		
Tikėtinumas		0.9	0.8	0.9	0.6	0.1	0.4	0.1	0.1	0.5	0.2	0.4		
Įtakos stiprumas		0.5	0.5	0.7	0.5	0.9	0.6	0.4	0.4	0.8	0.5	0.3		
Stiprybės	ST1		0.2		0.4									
	ST2	0.1		0.4	0.4		-0.3	0.3	-0.3		-0.4			
	ST3	0.3	0.3	0.4										
	ST4	0.8								-0.2	-0.1			
	ST5	0.7												
	ST6		0.4	0.2										
	ST7		0.1					-0.3	-0.4	-0.1				
	ST8		0.9		0.6			-0.4		-0.2	-0.1		-0.6	
	ST9									-0.2	-0.3			
Silpnybės	WK1		-0.4											
	WK2		-0.4		-0.4					0.4		1		
	WK3			-0.2										
	WK4					0.4	0.4	0.3	0.2		0.4			
	WK5				-0.2					0.2				
	WK6	-0.9			-0.1				0.5	0.4				
Σ		1.0	1.0	1.2	0.7	3.7	0.5	0.1	0.3	0.1	1.0	0.1	0.2	2.2