

## DEBESŲ KOMPIUTERIJOS SPRENDIMŲ TYRIMAS

Liudvikas Kaklauskas, Vaida Zdanytė

Šiaulių universitetas, Informatikos katedra, liudas@fm.su.lt

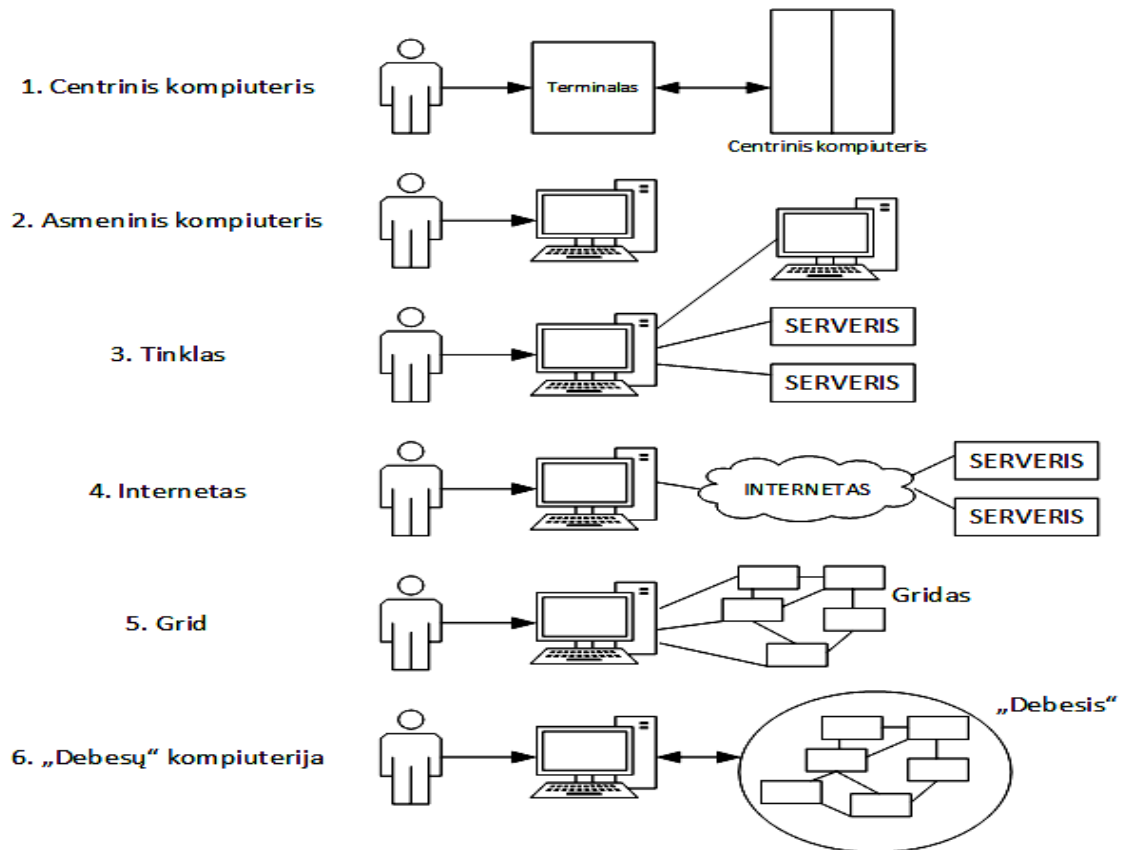
**Anotacija.** Straipsnyje apžvelgta debesų kompiuterijos istorija. Aptarti debesų kompiuterijos paaiškinimai. Analizuojami pagrindiniai paslaugų teikimo modeliai: SaaS ir PaaS, IaaS. Remiantis mokslinės literatūros analize, suformuotos pagrindinės debesų kompiuterijos sprendimų taikymo kryptys: internetinės aplikacijos, duomenų saugyklos, virtualizavimo technologijos, duomenų bazių klasterizavimas bei terminalo paslaugos. Pažymėtina, kad techninės įrangos gedimų prevencija, duomenų saugą dažniausiai užtikrinama, panaudojant duomenų bazių klasterizavimo technologijas. Debesų kompiuterijos teikimo modelių analizė parodė, kad populiariausias teikimo modelis – yra vieši debesys, o rečiausiai naudojamas privačių debesų modelis.

**Pagrindiniai žodžiai:** debesų kompiuterija, debesų kompiuterijos sprendimų taikymai, debesų kompiuterijos teikimo modelis

### Įvadas

Debesų kompiuterijos technologijos pakankamai dažnai taikomos paslaugų tiekėjų sprendimų realizavimui. Paprastas vartotojas prie šių paslaugų jungiasi kai rašo elektroninius laiškus, dirba socialiniuose tinkluose, talpina nuotraukas internete ar naudojasi banko paslaugomis iš namų kompiuterio ar bet kokio išmaniojo įrenginio. Internete skelbiama informacija dažniausiai yra saugoma debesyse paprastam vartotojui to net nežinant. Debesų kompiuterija – tai naujas produktas, sukurtas naudojant senas technologijas ir naujus jų derinius. Pagrindiniai kompiuterijos principai išliko tie patys – skaičiavimai, talpa ir tinklai (Dan Sullivan 2010).

J. Voas ir J. Zhang išskyrė šešias kompiuterinių technologijų istorines fazes (žr. 1 pav.): centrinis kompiuteris (angl. *mainframe*), asmeninis kompiuteris, tinklas, internetas, *grid* tinklas ir debesų kompiuterija (Voas, Zhang 2009). Pirmoje fazėje daugelis vartotojų dalinasi galingais centriniiais kompiuteriais per vartotojo terminalus. Vartotojo terminalo paskirtis – duomenų įvedimas bei išvedimas ir jų perdavimas bei priėmimas iš valdančiojo procesoriaus. Antroje fazėje kompiuteris tampa pajėgus pats vienas aptarnauti vartotojo poreikius. Trečioje fazėje asmeniniai kompiuteriai ir serveriai sujungiami į vietinį tinklą, todėl gali dalintis informacija. Ketvirtoje fazėje vietiniai tinklai sujungiami su kitais vietiniais tinklais, taip suformuodami globalų tinklą – internetą, kurio dėka galima pasiekti nutolusius išteklius. Penktoje fazėje, *grid* tinklas dalinasi paskirstytais kompiuteriniais resursais. Šeštoje fazėje, taikant debesų kompiuterijos technologijas internetu dalinamasi ištekliais. Palyginus šias šešias paradigmas, atrodo, kad debesų kompiuterija grįžta į pradinę centrinio kompiuterio fazę. Deja, šios dvi fazės turi keletą labai svarbių skirtumų. Centrinio kompiuterio technologija turi ribotą pajėgumą, kuomet debesų kompiuterija turi beveik neribotą galingumą ir talpą.



1 pav. Kompiuterinių technologijų vystymosi fazės (pagal Voas, Zhang 2009)

2011 m. pateikė oficialų debesų kompiuterijos apibrėžimą: debesų kompiuterija – tai modelis, suteikiantis galimybę, patogiai, norimu metu, tinklu pasiekti konfigūruojamus kompiuterinius resursus (tinklus, serverius, duomenų talpyklas, taikomas programas ir paslaugas), kuriuos galima greitai keisti ir naudotis su minimaliomis valdymo pastangomis ar paslaugų teikėjo sąveika (The Definition of Cloud Computing, NIST 2011). NIST aprašo penkias esmines charakteristikas, kurios padeda lengviau suvokti debesų privalumus:

- savitarna pagal poreikį (angl. *on-demand self-service*) – galimybė vartotojui pačiam keisti kompiuterinius resursus pagal savo poreikius;
- plati tinklo prieiga (angl. *broad network access*) – resursai pasiekiami įvairiais įrenginiais (kompiuteriais, mobiliaisiais telefonais ir kt.);
- resursų telkinys (angl. *resource pooling*) – paslaugų teikėjo kompiuteriniai resursai sutelkiami tam, kad galėtų aptarnauti daug vartotojų. Fiziniai ir virtualūs resursai dinamiškai paskirstomi klientams pagal jų poreikius;
- lankstumas (angl. *rapid elasticity*) – resursai lengvai sumažinami ar padidinami bet kuriuo metu. Vartotojui resursai yra neriboti;
- pamatuotos paslaugos (angl. *measured service*) – mokama už tai kiek naudojama. Priklausomai nuo teikiamos paslaugos tipo, matuojama talpa, atmintis, tinklo pralaidumas ir kt. (NIST 2014).

Straipsnio tikslas: apžvelgti debesų kompiuterijos sprendimus ir jų taikymo sritis. Tyrimui naudojamas mokslinio tyrimo metodas – mokslinės literatūros analizė.

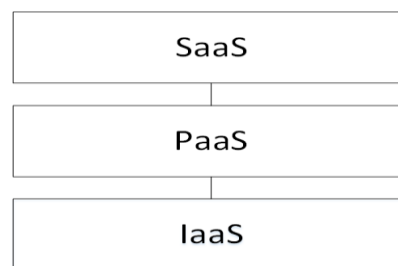
## 1. Debesų kompiuterijos paslaugos

Pagal J. W. Rittinghouse ir J. F. Ransome debesų kompiuterija suprantama kaip XaaS (angl. *anything-as-a-service*), t. y. visos paslaugos (Rittinghouse, Ransome 2010). Debesų kompiuterijos paslaugos gali būti teikiamos kaip virtualūs fiziniai ištekliai, virtuali infrastruktūra, platformos ir programos (Lenk, et al. 2009). NIST išskyrė tris pagrindinius debesų paslaugų modelius (žr. 2 pav.): programų (SaaS), platformos (PaaS), infrastruktūros (IaaS) (NIST 2014).

SaaS (angl. *software-as-a-service*) – tai programos, įdiegtos debesų paslaugų teikėjų serveriuose. Vartotojas, norintis jomis naudotis, jungiasi per įrenginį, kuriame yra naršyklė ir interneto ryšys. Vartotojas negali valdyti aplinkos, kurioje įdiegtos programos.

PaaS (angl. *platform-as-a-service*) – vartotojui suteikiama galimybė naudotis debesų platforma, kurioje sudaryta aplinka, reikalinga programinės įrangos kūrejiams (programavimo kalbų palaikymas, įrankiai). PaaS paslaugų vartotojas negali valdyti ar kitaip kontroliuoti debesų infrastruktūros. Reikia pažymėti, kad vieni iš populiariausių šių paslaugų tiekėjų yra Google App Engine (Google Developers 2013) ir Amazon Web Services (Amazon 2013). Žemiausiame infrastruktūros sluoksnyje teikiamos fizinių išteklių ir virtualių išteklių paslaugos.

IaaS (angl. *infrastructure-as-a-service*) suteikia galimybę naudotis kompiuteriniais resursais: virtualus kompiuteriai su greitu duomenų apdorojimu, didele pralaida ir talpa. Vieni iš populiariausių šių paslaugų yra Amazon Elastic Compute Cloud (EC2) (Amazon 2013) bei Eucalyptus (Eucalyptus 2013).



2 pav. Debesų paslaugų formų tarpusavio sąveika (pagal Marks, Lozano 2010)

Apibendrinant kompiuterijos paslaugų tyrimą galima teigti, kad klientai gali naudotis programomis, įdiegtomis SaaS debesųje, tuo tarpu PaaS debesys leidžia programuotojams kurti programas jiems reikalingoje platformoje, o galimybę išplėsti kompiuterinius resursus, suteikia IaaS paslaugas teikiančios bendrovės (Bittencourt ir kt. 2012).

Reikia pažymėti, kad remiantis J. Chawki pristatymu 2013 metų Tarptautinės telekomunikacijų sąjungos seminare, klasifikacija galima išplėsti iki septynių debesų paslaugų modelių. Prie aukščiau minėtų paslaugų prisideda dar keturios: CaaS (angl. *communications as a service*) – naudojama komunikavimui realiu laiku, CompaaS (angl. *compute as a servi-*

ce) – atviro kodo programinės įrangos platforma, naudojama PaaS diegimui organizacijoms ir mokslininkams, DsaaS (angl. *data storage as a service*) – naudojama duomenų saugyklų paslaugų teikimui, NaaS (angl. *network as a service*) – naudojama informacijos transportavimo paslaugų kompiuterių tinklai užtikrinimui (Chawki 2013).

## 2. Debesų kompiuterijos sprendimų taikymai

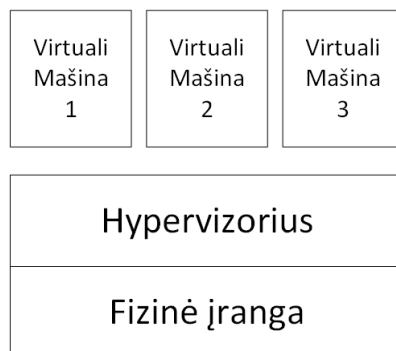
Vienas iš pagrindinių debesų kompiuterijos sprendimų panaudojimų – **duomenų saugyklos** (angl. *data warehouse*). Debesyse duomenys saugomi virtualiuose, o ne dedikuotuose serveriuose. Saugojimo vieta realybėje neegzistuoja. Tai tarsi pseudonimas, nusakantis virtualią erdvę debesyse. Tikrovėje kliento duomenys saugojami bet kuriame, ar net keliuose serveriuose, kurie sudaro debesį. Tikroji duomenų saugojimo vieta gali kisti kiekvieną dieną ar net minutę. Tačiau vartotojas visada mato tą pačią duomenų saugojimo vietą, kurią gali valdyti, tarsi duomenų saugyklą būtų tiesiogiai prijungta prie jo kompiuterio. Taip galima saugiau laikyti duomenis debesyse nei savo fiziniuose įrenginiuose, nebijant netikėtų duomenų praradimų ar įrangos gedimų. Paprastai duomenų saugyklose saugomi duomenys yra dubliuojami keliuose fiziniuose įrenginiuose. Sugedus vienam fiziniam įrenginiui, duomenys panaudojami iš kito fizinio įrenginio saugyklos, taip juos apsaugant nuo praradimo (Miller 2008).

**Internetinės aplikacijos** (angl. *web applications*) – tai taikomosios programos, kurios pasiekiamos per interneto naršykles, jų darbo rezultatus interpretuojant HTML, XML, PHP, JavaScript arba kitomis naršyklei suprantamomis kalbomis. Dažniausiai naudojamos internetinės aplikacijos – tai elektroninis paštas, kalendorius, tekstinių dokumentų kūrimo programos, turinio valdymo sistemos ir daugelis kitų (Bongio ir kt. 2003). Šių aplikacijų darbai naudojami debesų kompiuterijos serverių resursai. Internetinių aplikacijų panaudojimas taikant debesų kompiuterijos sprendimus turi daug privalumų. Pavyzdžiui, sugedus vartotojo kompiuteriui, programa ir duomenys neišsitrina, nes vartotojas gali tęsti pradėtus darbus prisijungęs prie debesio iš kito kompiuterio (Miller 2008). Aplikacijų panaudojimui nėra svarbu operacinė sistema, kurią naudoja klientas, nes internetinės aplikacijos vykdomos debesų serveriuose, o pas klientą pateikiami jų vykdymo rezultatai.

**Virtualizacija** – tai technologija, suteikianti galimybę, viename fiziniame kompiuteryje vienu metu veikti keletui skirtingų operacinių sistemų. Virtualizacija panaikina fizinės įrangos ir operacinių sistemų priklausomybę (D. Ruest, N. Ruest 2009). Kompiuterio techninius resursus: procesorių ar jo branduolių skaičių, operatyviosios atminties dydį, kietojo disko talpą, galima padalinti kiekvienai operacinei sistemai pagal konkrečius vartotojo poreikius (Bukelis 2012). Toks sprendimas leidžia klientams dinamiškai keisti nuomojamų virtualių serverių parametrus, o paslaugų tiekėjams pakanka nurodyti tik nuomojamo serverio parametrų ribas.

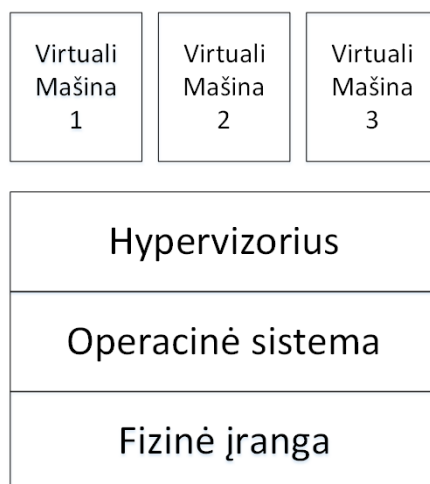
**Hipervizorius** – tai virtualizacijos platforma, naudojama kelių operacinių sistemų diegimui viename fiziniame serveryje. Pagrindinė hipervizoriaus funkcija – sukurti atskiras izoliuotas aplinkas kiekvienai virtualiai mašinai ir palaikyti ryšį su fizinio serverio techniniais ištekliais (Tulloch 2010). Hipervizoriai pagal fizinių resursų panaudojimą gali būti skirstomi į du tipus: pirmas – kai hipervizorius diegiamas į serverį, kuriame nėra operacinės sistemos, antras – kai hipervizorius diegiamas į serverį, kuriame jau yra įdiegta operacinė

sistema. 3 pav. pavaizduota pirmojo tipo hipervizoriaus veikimo schema. Kadangi tarp hipervizoriaus ir fizinės įrangos nėra operacinės sistemos, tai šitaip užtikrinamas didesnis saugumas ir spartesnis veikimas. Tokio tipo serverių virtualizavimui galima naudoti Microsoft Hyper-V (Windows Server 2010), Citrix XenServer (Citrix 2013), VMware ESX Server (VMware 2013) programos.



3 pav. Pirmo tipo hipervizorius įdiegiamas tiesiogiai į fizinį įrenginį (pagal Tulloch 2010)

Antras tipas – kai hipervizorius diegiamas į serverį, kuriame jau yra operacinė sistema (žr. 4 pav.). Tokiu atveju hipervizorius yra kaip programinė įranga, o virtualios operacinės sistemos veikia kaip trečias lygmuo virš aparatinės įrangos. Tokio tipo virtualizavimui naudojama Microsoft Virtual Server (Microsoft 2013) programa. Pagal šį principą virtualių serverių nuomos paslaugas teikia Amazon EC2 (Amazon 2013). Čia pagal vartotojo poreikius gali būti sukuriama virtuali mašina, į kurią diegiama operacinė sistema ir programos.



4 pav. Antro tipo hipervizorius įdiegiamas į operacinę sistemą (pagal Tulloch 2010)

**Terminalo** paslauga nėra nauja technologija. Jos veikimas grindžiamas sena centrinio kompiuterio (angl. *mainframe*) ir neprogramuojamų terminalų (angl. *dumb terminal*) architektūra. Tada centrinis kompiuteris vadinamas terminalo paslaugų serveriu. Naudojant Windows Server 2008 operacinės sistemos terminalo paslaugą, vartotojai iš bet kurios darbo vietos su interneto ryšiu gali pasiekti atskiras programas įdiegtas terminalo serveryje arba

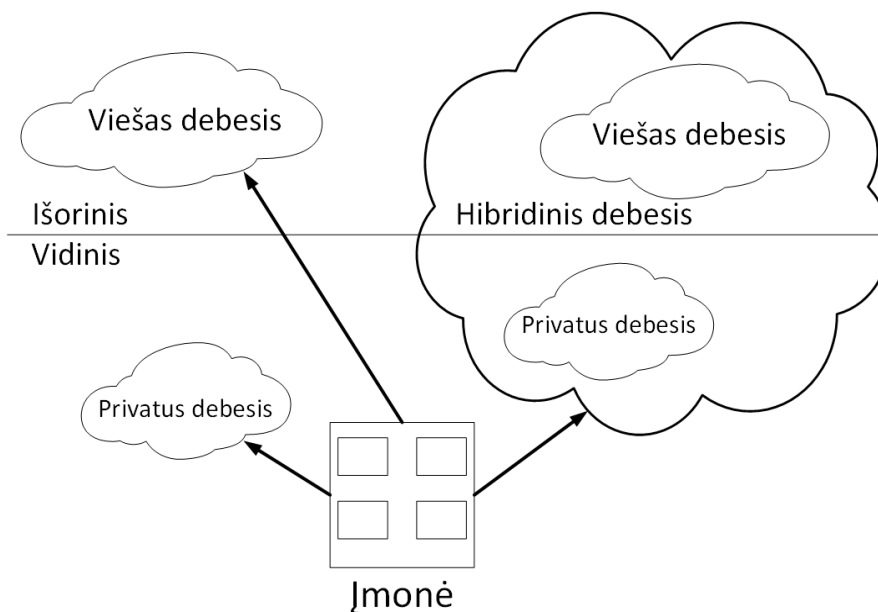
prisijungti prie Windows darbalaukio. Windows Server 2008 R2 terminalo paslauga buvo pervadinta į nutolusio darbalaukio paslaugas (angl. *remote desktop services*) (Windows Server 2011). Taikomųjų programų serveriai taip pat naudojami terminalo paslaugomis, tačiau vartotojui atvaizduoja ne visą darbalaukį, o tik tam tikrą programą.

Siekiant užtikrinti duomenų bazių saugą, naudojami serverių klasteriai. **Serverių klasteris** – tai kompiuterių grupė, dirbančių kartu tarsi vienas kompiuteris. Pagal Mike Hogan, duomenų bazių klasteriavimas – tai sprendimas, kai programa naudoja vieną duomenų bazę, o tikrovėje duomenys saugomi keliose duomenų bazėse (Hogan 2012). Pavyzdžiui, sujungus visus MySQL (MySQL 2013) duomenų bazių serverius į vieną klasterį, kiekvienas serveris žino apie kitų serverių buvimą. MySQL duomenų bazės replikuoja tarpusavyje, todėl pasikeitus duomenims vienoje duomenų bazėje, automatiškai pasikeičia ir kitose. Jungiantis vartotojams prie duomenų bazės, klasteris nukreipia vartotojus į skirtingus serverius, taip paskirstydamas apkrovas. Serveris automatiškai perima sugedusio serverio programos arba paslaugos palaikymą be administratoriaus įsikišimo, nepadarydamas jokio poveikio procesui.

### 3. Debesų kompiuterijos paslaugų teikimo modeliai

NIST išskyrė keturis pagrindinius debesų paslaugų teikimo modelius: viešus, privačius, hibridinius ir bendruomenės (žr. 5 pav.) (NIST 2014).

Viešų debesų arba išorinių paslaugos pasiekiamos internetu visiems vartotojams, paslaugos kaina priklauso nuo jos naudojimo apimtys ir laiko. Privatūs arba vidiniai debesys naudojami vienos organizacijos infrastruktūros realizavimui. Dažniausiai tokio tipo debesys naudoja didelės organizacijos, vyriausybės, departamentai, kurie nori duomenis laikyti saugioje ir pačių kontroliuojamoje aplinkoje. Dviejų debesų (privataus ir viešo) kompozicija vadinama hibridiniu debesimi. Jame privatus ir viešas debesys yra atskiri, tačiau susieti tarpusavyje standartizuota ar ta pačia technologija, kuri naudojama perkelti duomenis iš vieno debesies į kitą. Bendruomenės debesį naudoja vartotojų grupė, turinti bendrus interesus (National Institute of Standards and Technology 2011). Remiantis atlikta literatūros analize buvo išskirti pagrindiniai viešų ir privačių debesų privalumai ir trūkumai. Viešų debesų privalumai: 1) moki už tai, kiek naudoji; 2) neribotos galimybės. Viešų debesų trūkumai: 1) informacijos saugumas; 2) paslaugų prieinamumas priklauso nuo interneto ryšio. Privačių debesų privalumai: 1) už duomenų saugumą atsakinga pati įmonė; 2) nebūtinai interneto ryšys. Privačių debesų pagrindinis trūkumas – didelės išlaidos techninei ir programinei įrangai.



5 pav. Vieši, privatūs ir hibridiniai debesys (pagal H.Jin ir kt. 2010)

Reikia pažymėti, jog analizė parodė, kad neįmanoma vienareikšmiškai atsakyti, kuris modelis geriausias, nes viskas priklauso nuo įmonės poreikių ir galimybių. Didesnėse įmonėse dažnai priimami sprendimai virtualizuoti turimus įmonės serverius, juos paliekant įmonės teritorijoje. Mažesnėse – nuomojami nutolę resursai ir siekiama užtikrinti įmonės duomenų diferencijuotą prieigą darbuotojams ir klientams. Pažymėtina, kad norint sukurti privačius debesys reikia ne tik didelių investicijų įrangai, bet ir tam tikrų žinių turinčių informacinių technologijų specialistų. Galima teigti, kad įmonėms, dirbančioms su slapta informacija, reikėtų rinktis hibridinį modelį, ir tik dalį paslaugų perkelti į viešą erdvę. Jei apsisprendėte rinktis viešus debesys, jų privalumai išaiškės ilgiau naudojantis paslaugomis.

### Išvados

Apžvelgus pagrindinius debesų paslaugų modelius nustatyta, kad organizacijoms bendrųjų paslaugų nuomai naudojamos SaaS debesies teikiamos paslaugos, PaaS debesys dažniausiai nuomojamas programavimo reikmėms, o IaaS naudojamas išplėsti kompiuterinius resursus.

Remiantis literatūros analize nustatyta, kad dažniausiai debesų kompiuterijos sprendimai taikomi keturiose srityse: duomenų saugykloms, internetinėms aplikacijoms, virtualizavimui bei terminalo paslaugų teikimui. Reikia pažymėti, kad techninės įrangos gedimų prevencijai ir duomenų saugos užtikrinimui debesų kompiuterijoje taikomi duomenų bazių klasterizavimo sprendimai.

Literatūroje išskiriami keturi debesų kompiuterijos paslaugų teikimo modeliai, iš kurių dažniausiai naudojamas viešųjų debesų modelis, o rečiau – privačių debesų modelis.

## Literatūra

- Amazon EC2. (2014). Amazon web services. Žiūrėta 2014-10-15, interaktyvus: <<http://aws.amazon.com/ec2/>>.
- Bittencourt, L. F., Madeira, E. R., & Da Fonseca, N. L. (2012). Scheduling in hybrid clouds. *Communications Magazine, IEEE*, 50(9), 42-47.
- Bongio, A., Fraternali, P., Brambilla, M., Comai, S., & Matera, M. (2003). Morgan Kaufmann series in data management systems: Designing data-intensive Web applications. Morgan Kaufmann.
- Bukelis, D. (2012). SaaS ir DaaS sprendimai ir jų diegimas. *Aukštųjų mokyklų vaidmuo visuomenėje: iššūkiai, tendencijos ir perspektyvos*, 1(1), 39-46.
- Chawki, J. (2013). Cloud Computing Standards: Overview and first achievements in ITU-T SG13. International Telecommunication Union workshop on „Standardization no ITM, M2M, IoT, Cloud Computing and SDN“, Algiers, Algeria. Žiūrėta 2014-10-15, interaktyvus: <[http://www.itu.int/en/ITU-T/Workshops-and-Seminars/standardization/201309/Documents/S2P2\\_Jamil\\_Chawki.pdf](http://www.itu.int/en/ITU-T/Workshops-and-Seminars/standardization/201309/Documents/S2P2_Jamil_Chawki.pdf)>.
- Citrix XenServer. (2014). XenServer. Žiūrėta 2014-10-15, interaktyvus: <<http://www.citrix.com/products/xenserver/overview.html>>.
- Danielle, R., Nelson, R. (2009). *Virtualization, A Beginner's Guide*. McGraw-Hill, Inc.
- Eucalyptus. (2014). Eucalyptus Cloud. Žiūrėta 2014-10-15, interaktyvus: <<http://www.eucalyptus.com>>.
- Google Developers. (2014). Google App Engine. Žiūrėta 2014-10-15, interaktyvus: <<https://developers.google.com/appengine/>>.
- Hogan, M. (2012). A Prime on Database Clustering Architectures. Žiūrėta 2014-10-15, interaktyvus: <<http://www.scaledb.com/pdfs/ArchitecturePrimer.pdf>>.
- Jin, H., Ibrahim, S., Bell, T., Gao, W., Huang, D., & Wu, S. (2010). Cloud types and services. In *Handbook of Cloud Computing* (pp. 335-355). Springer US.
- Lenk, A., Klems, M., Nimis, J., Tai, S., & Sandholm, T. (2009, May). What's inside the Cloud? An architectural map of the Cloud landscape. In *Proceedings of the 2009 ICSE Workshop on Software Engineering Challenges of Cloud Computing* (pp. 23-31). IEEE Computer Society.
- Marks, E. A., Lozano, B. (2010). *Executive's guide to cloud computing*. John Wiley and Sons.
- Microsoft Corporation. (2014). Microsoft Virtual Server. Žiūrėta 2014-10-15, interaktyvus: <<http://msdn.microsoft.com/en-us/library/windows/desktop/cc997745%28v=vs.85%29.aspx>>.
- Miller, M. (2008). *Cloud computing: Web-based applications that change the way you work and collaborate online*. Que publishing.
- MySQL. (2014). MySQL Documentation: MySQL Cluster. Žiūrėta 2014-10-15, interaktyvus: <<http://dev.mysql.com/doc/index-cluster.html>>.
- NIST (2014). National Institute of Standards and Technology. Žiūrėta 2014-10-15, interaktyvus: <<http://www.nist.gov/>>.
- Rittinghouse, J. W., Ransome, J. F. (2010). *Cloud Computing. Implementation, Management, and Security*.
- Sullivan, D. (2009). *The Definitive Guide to Cloud Computing*. Cloud Computing: An enabler of IT in Indian Healthcare Sector, Study Report by Zinnov Management consulting.



- The Definition of Cloud Computing, NIST. (2011). The NIST Definition of Cloud Computing. National Institute of Standards and Technology, Special Publication 800-145. Žiūrėta 2014-10-15, interaktyvus: <<http://csrc.nist.gov/publications/nistpubs/800-145/SP800-145.pdf>>.
- Tulloch, M., Microsoft Virtualization Teams. (2010). Understanding Microsoft Virtualization Solutions, Second Edition. Microsoft Press.
- VMware. (2014). VMware vSphere ESX and ESXi Info Center. Žiūrėta 2014-10-15, interaktyvus: <<http://www.vmware.com/products/vsphere/esxi-and-esx/index.html>>.
- Voas, J., Zhang, J. (2009). Cloud Computing: New wine or just a new bottle?
- Windows Server. (2010). Overview of Hyper-V. Žiūrėta 2014-10-15, interaktyvus: <<http://technet.microsoft.com/library/cc816638%28WS.10%29.aspx>>.
- Windows Server. (2011). Terminal Services in Windows Server 2008. Žiūrėta 2014-10-15, interaktyvus: <<http://technet.microsoft.com/en-us/library/cc754746%28v=ws.10%29.aspx>>.

**L. Kaklauskas.** Šiaulių universiteto, Informatikos, matematikos ir e. studijų instituto, programų sistemų katedros docentas, fizinių mokslų srities daktaras. Disertacija „Fraktalinių procesų kompiuterių tinkluose stebėsenos ir valdymo metodų tyrimas“ apginta Vilniaus universiteto, Matematikos informatikos institute. Autoriaus mokslinių interesų sritys: fraktalinių procesų kompiuterių tinkluose tyrimas, naujų e. mokymo technologijų tyrimai.

**V. Zdanytė.** Informatikos bakalaurė, šiuo metu studijuoja Šiaulių universiteto magistratūros antrame kurse. Studentės mokslinių interesų sritys: debesų kompiuterijos technologinių sprendimų tyrimai, dinaminių judesio sekimo sistemų taikymai.

## RESEARCH ON CLOUD COMPUTING SOLUTIONS

Liudvikas Kaklauskas and Vaida Zdanytė

### S u m m a r y

Cloud computing can be defined as a new style of computing in which dynamically scalable and often virtualized resources are provided as a services over the Internet. Advantages of the cloud computing technology include cost savings, high availability, and easy scalability. Voas and Zhang adapted six phases of computing paradigms, from dummy terminals/mainframes, to PCs, networking computing, to grid and cloud computing. There are four types of cloud computing: public cloud, private cloud, hybrid cloud and community. The most common and well-known deployment model is Public Cloud. A Private Cloud is suited for sensitive data, where the customer is dependent on a certain degree of security.

According to the different types of services offered, cloud computing can be considered to consist of three layers (services models): IaaS (infrastructure as a service), PaaS (platform as a service), SaaS (software as a service). Main cloud computing solutions: web applications, data hosting, virtualization, database clusters and terminal services. The advantage of cloud computing is the ability to virtualize and share resources among different applications with the objective for better server utilization and without a clustering solution, a service may fail at the moment the server crashes.

**Key words:** cloud computing, cloud computing solutions, cloud computing service models.