



## STUDIJŲ DALYKO (MODULIO) APRAŠAS

| Dalyko (modulio) pavadinimas          | Kodas |
|---------------------------------------|-------|
| Virtualizacija ir debesų kompiuterija |       |

| Dėstytojas (-ai)                                                                     | Padalinys (-iai)                                                                                 |
|--------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Koordinuojantis:</b> lekt. Tomas Poškevičius<br><b>Kitas (-i):</b> dr. Igor Katin | Matematikos ir informatikos fakultetas<br>Duomenų mokslo ir skaitmeninių technologijų institutas |

| Studijų pakopa | Dalyko (modulio) tipas |
|----------------|------------------------|
| Pirmoji        | Pasirenkamasis         |

| Igyvendinimo forma | Vykdymo laikotarpis | Vykdymo kalba (-os) |
|--------------------|---------------------|---------------------|
| Auditorinė         | 6 semestras         | Lietuvių            |

| Reikalavimai studijuojančiajam                                                                           |                                            |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------|
| <b>Išankstiniai reikalavimai:</b><br>Kompiuterių architektūra, Operacinės sistemos, Kompiuterių tinklai. | <b>Gretutiniai reikalavimai (jei yra):</b> |

| Dalyko (modulio) apimtis kreditais | Visas studento darbo krūvis | Kontaktinio darbo valandos | Savarankiško darbo valandos |
|------------------------------------|-----------------------------|----------------------------|-----------------------------|
| 5                                  | 135                         | 48                         | 87                          |

| Dalyko (modulio) tikslas: studijų programos ugdomos kompetencijos                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                               |                                                             |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|
| Dalyko tikslas – siekiama, kad studentai įgytų žinių apie virtualizacijos ir debesų kompiuterijos principus, technologijas, jų naudą ir grėsmę bei ugdytų gebėjimą kurti resursų virtualizacijos sprendimus. |                                                                                                                                                                                                                               |                                                             |
| Dalyko (modulio) studijų siekiniai                                                                                                                                                                           | Studijų metodai                                                                                                                                                                                                               | Vertinimo metodai                                           |
| Gebės parinkti tinkamus algoritmus, kuriant ir/ar tobulinant virtualizacijos bei debesų kompiuterijos sprendimus.                                                                                            | Paskaita-diskusija, sąvokų žemėlapis, pavyzdžių demonstravimas ir analizė, informacijos paieška ir analizė, savarankiškas darbas, grupinis darbas, praktinės užduotys, rašto darbas, pateikčių rengimas ir darbo pristatymas. | Praktinės užduotys, projektas ir jo pristatymas, egzaminas. |
| Gebės projektuoti ir įgyvendinti virtualizacijos sprendimus, parinkti optimalias programines įgyvendinimo priemones.                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                               |                                                             |
| Gebės taikyti atvirkštinės inžinerijos metodus esamiems virtualizacijos ir debesų kompiuterijos programiniams sprendimams modifikuoti.                                                                       |                                                                                                                                                                                                                               |                                                             |
| Gebės parinkti ir pritaikyti tinkamas technologijas virtualizacijos ir debesų kompiuterijos sprendimams integruoti.                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                               |                                                             |
| Gebės kurti virtualias mašinas, diegti nutolusiuose klasteriuose.                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                               |                                                             |
| Gebės kurti virtualias mašinas ir našių skaičiavimų sistemas didelės apimties duomenims saugoti ir apdoroti.                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                                               |                                                             |

| Temos                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | Kontaktinio darbo valandos |               |           |          |                       |          | Savarankiškų studijų laikas ir užduotys |                      |                                 |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|---------------|-----------|----------|-----------------------|----------|-----------------------------------------|----------------------|---------------------------------|
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | Paskaitos                  | Konsultacijos | Seminarai | Pratybos | Laboratoriniai darbai | Praktika | Visas kontaktinis darbas                | Savarankiškas darbas | Užduotys                        |
| 1. Įvadinė dalis. Virtualizacijos ir debesų kompiuterijos atsiradimas, istorinė apžvalga. Pagrindinės virtualizacijos ir debesų kompiuterijos sąvokos ir principai. Debesų kompiuterijos architektūra. Debesų kompiuterijos tipai (privatūs, hibridiniai ir viešieji debesys), jų savybės. Debesų kompiuterijos privalumai ir trūkumai. Pagrindinės debesų kompiuterijos paslaugos: IaaS, PaaS, SaaS. | 4                          |               |           |          | 0                     |          | 4                                       | 5                    | Literatūros paieška ir analizė. |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |    |  |  |  |    |  |    |    |                                                                                                                                                          |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|--|--|--|----|--|----|----|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>2. Virtualizacija.</b> Duomenų centrai. Sistemos virtualizacija. Virtuali mašina. Virtualizacijos tipai: pilna virtualizacija, paravirtualizacija. Hipervisorius, jo paskirtis ir rizikos. Duomenų saugyklų virtualizacija. Virtualizacijos nauda, trūkumai ir grėsmės. Virtualizacijos saugumas ir jo valdymas. | 4  |  |  |  | 0  |  | 4  | 7  |                                                                                                                                                          |
| <b>3. Virtualizacijos programinė įranga.</b> Virtualių mašinų sudarymas ir valdymas naudojant komercinę ir nemokamą programinę įrangą. KVM (Kernel Virtual Machine), Xen, Microsoft Hyper-V, VMware, ir kt.                                                                                                         | 6  |  |  |  | 2  |  | 8  | 14 | Literatūros paieška ir analizė. praktinių užduočių atlikimas, komandinis projekto planavimas, atlikimas, ataskaitos parengimas ir rezultatų pristatymas. |
| <b>4. Debesų kompiuterijos paslaugos.</b> Paslaugų tipai (IaaS, PaaS, SaaS ir kt.), jų savybės, charakteringi pavyzdžiai. Didžiausi debesų paslaugų tiekėjai: Amazon Web Services, Google App Engine, Azure paslaugų tipai (IaaS, PaaS, SaaS), jų savybės, charakteringi pavyzdžiai.                                | 6  |  |  |  | 6  |  | 12 | 14 |                                                                                                                                                          |
| <b>5. Konteineriai ir jų valdymas.</b> Konteineriai, kaip virtualizavimo priemonė. Konteinerių savybės, privalumai ir trūkumai. Konteinerių tinklų ir duomenų saugyklų sprendimai. Konteinerių orkestravimas.                                                                                                       | 6  |  |  |  | 4  |  | 10 | 14 |                                                                                                                                                          |
| <b>6. Debesijos ir virtualizavimo sprendimų automatizavimas.</b> Automatizavimo privalumai. Ansible automatizavimo programinė įranga. Infrastruktūra kaip kodas (IaC) paradigma, Terraform programavimo kalba. Nuolatinio integravimo ir diegimo paradigma (CI/CD).                                                 | 6  |  |  |  | 4  |  | 10 | 14 |                                                                                                                                                          |
| Egzaminas                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |    |  |  |  |    |  |    | 19 | Temų kartojimas ir pasiruošimas egzaminui.                                                                                                               |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 32 |  |  |  | 16 |  | 48 | 87 |                                                                                                                                                          |

| Vertinimo strategija                  | Svoris proc. | Atsiskaitymo laikas   | Vertinimo kriterijai                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|---------------------------------------|--------------|-----------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Praktiniai darbai                     | 20           | Semestro metu         | Semestro metu studentai atlieka praktinius darbus. Vertinama: <ul style="list-style-type: none"> <li>2 balai – atlikti praktiniai darbai tenkina visus nustatytus reikalavimus, studentai geba argumentuotai pagrįsti pateiktus sprendimus.</li> <li>1 balas – atlikti praktiniai darbai tenkina dalį nustatytų reikalavimų, studentai geba tinkamai pagrįsti tik dalį pateiktų sprendimų.</li> <li>0 balų – atlikti darbai paviršutiniškai arba visai nėra atlikti.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| Projektas ir jo rezultatų pristatymas | 50           | Semestro metu         | Semestro metu studentai grupėse vykdo projektinį darbą. Vertinami šie darbo aspektai: <ul style="list-style-type: none"> <li>Rašto darbo struktūra: <ul style="list-style-type: none"> <li>1 balas – rašto darbo struktūra aiški ir logiška, yra visos reikiamos dalys (darbo tikslas, uždaviniai, eksperimentų vykdymo aprašas, rezultatai, išvados), nurodytas indėlis į grupinį darbą, darbas tinkamai suformatuotas.</li> <li>0,5 balo – nėra visų būtinų darbo dalių, nėra nurodyto indėlio į grupinį darbą.</li> <li>0 balų – rašto darbas netenkina nustatytų minimalių reikalavimų.</li> </ul> </li> <li>Rezultatai, jų analizė ir išvados: <ul style="list-style-type: none"> <li>2 balai – rezultatų analizė išsami, išvados pagrįstos.</li> <li>1 balas – analizė atlikta, bet nėra išsami, ne visos išvados pagrįstos.</li> <li>0 balų – analizė atlikta paviršutiniškai ir fragmentiškai, nėra išvadų.</li> </ul> </li> <li>Darbo pristatymas: <ul style="list-style-type: none"> <li>1 balas – nuoseklus, argumentuotas ir logiškas, akcentuojami svarbiausi darbo aspektai.</li> <li>0,5 balo – nėra akcentuojami svarbiausi darbo aspektai.</li> </ul> </li> <li>Atsakymai į užduodamus klausimus: <ul style="list-style-type: none"> <li>1 balas – išsamūs ir argumentuoti.</li> <li>0,5 balo – argumentuoti, bet nėra išsamūs.</li> </ul> </li> </ul> Išvertinimas neatlikus projekto darbų – 0 balų. |
| Egzaminas                             | 30           | Egzaminų sesijos metu | Egzamino metu studentai atlieka testą, kurį sudaro 30 atvirojo ir uždarojo tipo klausimų. Vertinama: <ul style="list-style-type: none"> <li>3 balai – geros žinios ir gebėjimai, 20–30 teisingų atsakymų.</li> <li>2 balai – vidutinės žinios ir gebėjimai, tačiau yra klaidų. 10–21 teisingas atsakymas.</li> <li>1 balas – žinios ir gebėjimai tenkina minimalius reikalavimus, tačiau daug klaidų. 5–9 teisingi atsakymai.</li> <li>0 balų – netenkinami minimalūs reikalavimai. 0–4 teisingi atsakymai.</li> </ul> Egzamino laikymas eksternu – negalimas.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |

| Autorius                                    | Leidimo metai | Pavadinimas                                                                                        | Periodinio leidinio Nr. ar leidinio tomas | Leidimo vieta ir leidykla ar internetinė nuoroda |
|---------------------------------------------|---------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|--------------------------------------------------|
| <b>Privaloma literatūra</b>                 |               |                                                                                                    |                                           |                                                  |
| M. Portnoy                                  | 2012          | Virtualization Essentials                                                                          | 19                                        | John Wiley & Sons                                |
| Marko Luksa                                 | 2018          | Kubernetes in Action                                                                               |                                           | Manning Publications                             |
| A. Brilingaitė, R. Kybartas                 | 2011          | Programavimas debesų kompiuterijos (cloud computing) aplinkoje                                     |                                           | Vilnius: TEV                                     |
| Michael J. Kavis                            | 2020          | Architecting the Cloud: Design Decisions for Cloud Computing Service Models (SaaS, PaaS, and IaaS) |                                           | Wiley                                            |
| Jeff Geerling                               | 2015          | Ansible for DevOps: Server and configuration management for humans                                 |                                           | Midwestern Mac, LLC                              |
| <b>Papildoma literatūra</b>                 |               |                                                                                                    |                                           |                                                  |
| R. Buyya, J. Broberg, A. M. Goscinski, eds. | 2011          | Cloud computing: Principles and Paradigms                                                          | 87                                        | John Wiley & Sons                                |
| Andreas Wittig                              | 2018          | Amazon Web Services in Action                                                                      |                                           | Manning Publications                             |
| JJ Geewax                                   | 2018          | Google Cloud Platform in Action                                                                    |                                           | Manning Publications                             |
| D. S. Linthicum                             | 2010          | Cloud Computing and SOA Convergence in Your Enterprise                                             |                                           | Addison-Wesley                                   |



## COURSE UNIT (MODULE) DESCRIPTION

| Course unit (module) title         | Code |
|------------------------------------|------|
| Virtualization and Cloud Computing |      |

| Lecturer(s)                                                                    | Department(s) where the course unit (module) is delivered                                    |
|--------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Coordinator:</b> Lect. Tomas Poškevičius<br><b>Other(s):</b> Dr. Igor Katin | Faculty of Mathematics and Informatics<br>Institute of Data Science and Digital Technologies |

| Study cycle | Type of the course unit (module) |
|-------------|----------------------------------|
| First       | Optional                         |

| Mode of delivery | The period when the course unit (module) is delivered | Language(s) of instruction |
|------------------|-------------------------------------------------------|----------------------------|
| Face-to-face     | 6 <sup>th</sup> semester                              | Lithuanian                 |

| Requirements for students                                                             |                                          |
|---------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------|
| <b>Prerequisites:</b><br>Computer architecture, Operating systems, Computer Networks. | <b>Additional requirements (if any):</b> |

| Course (module) volume in credits | Total student workload | Contact hours | Self-study hours |
|-----------------------------------|------------------------|---------------|------------------|
| 5                                 | 135                    | 48            | 87               |

| Purpose of the course unit (module): program competencies to be developed                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                        |                                                      |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|
| The purpose of the course unit is to provide knowledge on virtualization and Cloud computing, their principles, the benefit and threats, and to develop resource virtualization skills. |                                                                                                                                                                                                        |                                                      |
| Learning outcomes of the course unit (module)                                                                                                                                           | Teaching and learning methods                                                                                                                                                                          | Assessment methods                                   |
| Ability to choose the appropriate algorithms for the development and/or improvement of virtualization and cloud computing solutions.                                                    | Discussion lecture, concept maps, example demonstration and analysis, information search and analysis, individual work, teamwork, practical tasks, written works, report preparation and presentation. | Practical tasks, project and its presentation, exam. |
| Ability to design and implement virtualization solutions, to choose optimal implementation tools.                                                                                       |                                                                                                                                                                                                        |                                                      |
| Ability to apply reverse or re-engineering methods to modify the existing virtualization and cloud computing solutions.                                                                 |                                                                                                                                                                                                        |                                                      |
| Ability to choose and apply appropriate technologies to integrate virtualization and cloud computing solutions.                                                                         |                                                                                                                                                                                                        |                                                      |
| Ability to build virtual machines, to deploy them in remote clusters.                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                        |                                                      |
| Ability to handle big data by applying cloud computing solutions.                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                        |                                                      |

| Content: breakdown of the topics                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | Contact hours |           |          |           |                 |                           | Self-study work: time and assignments |                  |                                  |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|-----------|----------|-----------|-----------------|---------------------------|---------------------------------------|------------------|----------------------------------|
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Lectures      | Tutorials | Seminars | Exercises | Laboratory work | Internship/work placement | Contact hours                         | Self-study hours | Assignments                      |
| 1. <b>Introduction.</b> Virtualization and Cloud computing origin, history review. Phases of computing paradigms. The main concepts and principles of virtualization and Cloud computing. Cloud computing architecture. Types of cloud computing and their properties (private, hybrid and public clouds). Benefits and merits cloud computing. Main services: IaaS, PaaS, SaaS. | 4             |           |          |           | 0               |                           | 4                                     | 5                | Information search and analysis. |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |           |  |  |  |           |  |           |           |                                                                                                                                     |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|--|--|--|-----------|--|-----------|-----------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>2. Virtualization.</b> Data storages. System virtualization. Virtual machines. Virtualization types: full virtualization, para-virtualization. Hypervisor, its purpose and risks. Data storage virtualization. Virtualization benefits, merits, and threats. Virtualization security and its control. | 4         |  |  |  | 0         |  | 4         | 7         |                                                                                                                                     |
| <b>3. Virtualization software.</b> Creation and management of virtual machines using the commercial and free software. KVM (Kernel Virtual Machine), Xen, Microsoft Hyper-V, VMware, etc.                                                                                                                | 6         |  |  |  | 2         |  | 8         | 14        | Literature search and analysis, practical tasks, team project planning and performing, report preparation, and result presentation. |
| <b>4. Cloud computing services.</b> Types of services (IaaS, PaaS, SaaS, etc.), their properties. Largest providers for cloud computing: Amazon Web Services, Google App Engine, types of Azure services, their properties, examples of usage.                                                           | 6         |  |  |  | 6         |  | 12        | 14        |                                                                                                                                     |
| <b>5. Containers and their management.</b> Containers as a virtualization tool. Characteristics, advantages and disadvantages of containers. Container networking and storage solutions. Container orchestration.                                                                                        | 6         |  |  |  | 4         |  | 10        | 14        |                                                                                                                                     |
| <b>6. Automation of cloud computing and virtualization.</b> Benefits of automation. Software for Ansible automation. Infrastructure as Code (IaC) paradigm, Terraform programming language. Continuous integration and deployment paradigm (CI/CD).                                                      | 6         |  |  |  | 4         |  | 10        | 14        |                                                                                                                                     |
| Exam                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |           |  |  |  |           |  |           | 19        | Preparation for exam.                                                                                                               |
| <b>Total</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                             | <b>32</b> |  |  |  | <b>16</b> |  | <b>48</b> | <b>87</b> |                                                                                                                                     |

| Assessment strategy                               | Weight, % | Deadline                  | Assessment criteria                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|---------------------------------------------------|-----------|---------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Practical tasks                                   | 20        | During the semester       | <p>The students must work on practical tasks. The assessment principles:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>2 points: the performed tasks satisfy all the set requirements, the students are able to provide reasonable explanations about the presented solutions.</li> <li>1 point: the performed tasks satisfy a part of the set requirements, the students are able to reason only a part of the presented solutions,</li> <li>0 points: the tasks are performed superficially or they have not been carried out.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| Performing the project and presenting its results | 50        | The last week of semester | <p>The students must perform the projects in teams, prepare the written works – reports, and present the results obtained. The following aspects are assessed:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Structure of the written work: <ul style="list-style-type: none"> <li>1 point: the structure is clear and logical, there are all the necessary parts (work aim, tasks, description of experiments, results, conclusions), the work is properly formatted.</li> <li>0.5 points: there are not all the necessary parts of the work.</li> <li>0 points: the written work does not satisfy the minimal requirements.</li> </ul> </li> <li>Results, their analysis, and conclusions: <ul style="list-style-type: none"> <li>2 points: the analysis of the results is comprehensive, the conclusions are reasoned.</li> <li>1 point: the analysis is conducted but it is not comprehensive, not all the conclusions are reasoned.</li> <li>0 points: the analysis is conducted superficially and fragmentary, there are no conclusions.</li> </ul> </li> <li>Project presentation: <ul style="list-style-type: none"> <li>1 point: consistent, reasoned, and logical, the important aspects are emphasized.</li> <li>0.5 points: the important aspects are not emphasized.</li> </ul> </li> <li>Answers to the questions: <ul style="list-style-type: none"> <li>1 point: comprehensive and reasoned.</li> <li>0.5 points: reasoned, but uncomprehensive.</li> </ul> </li> </ul> <p>Assessment without performing and presenting the project – 0 points.</p> |
| Exam                                              | 30        | Exam session              | <p>A test consists of 30 questions of open and closed types:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>3 points: good knowledge and abilities. 20-30 correct answers.</li> <li>2 points: average knowledge and abilities, however, there are mistakes. 10–21 correct answers.</li> <li>1 point: knowledge and abilities satisfy the minimal requirements, however, there are many mistakes. 5–9 correct answers.</li> <li>0 points: the minimal requirements are not satisfied. 0–4 correct answers.</li> </ul> <p>External examination is not allowed.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |

| Author                                      | Year of publication | Title                                                                                              | Issue of a periodical or volume of a publication | Publishing place and house or weblink |
|---------------------------------------------|---------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------|---------------------------------------|
| <b>Compulsory reading</b>                   |                     |                                                                                                    |                                                  |                                       |
| M. Portnoy                                  | 2012                | Virtualization Essentials                                                                          | 19                                               | John Wiley & Sons                     |
| Marko Luksa                                 | 2018                | Kubernetes in Action                                                                               |                                                  | Manning Publications                  |
| A. Brilingaitė, R. Kybartas                 | 2011                | Programavimas debesų kompiuterijos (cloud computing) aplinkoje                                     |                                                  | Vilnius: TEV                          |
| Michael J. Kavis                            | 2020                | Architecting the Cloud: Design Decisions for Cloud Computing Service Models (SaaS, PaaS, and IaaS) |                                                  | Wiley                                 |
| Jeff Geerling                               | 2015                | Ansible for DevOps: Server and configuration management for humans                                 |                                                  | Midwestern Mac, LLC                   |
| <b>Optional reading</b>                     |                     |                                                                                                    |                                                  |                                       |
| R. Buyya, J. Broberg, A. M. Goscinski, eds. | 2011                | Cloud computing: Principles and Paradigms                                                          | 87                                               | John Wiley & Sons                     |
| Andreas Wittig                              | 2018                | Amazon Web Services in Action                                                                      |                                                  | Manning Publications                  |
| JJ Geewax                                   | 2018                | Google Cloud Platform in Action                                                                    |                                                  | Manning Publications                  |
| D. S. Linthicum                             | 2010                | Cloud Computing and SOA Convergence in Your Enterprise                                             |                                                  | Addison-Wesley                        |