



Lietuvos mokslo ir studijų institucijų kompiuterių tinklas LITNET



Vilniaus Gedimino technikos universitetas

# Kopijų saugojimo taikomojo pobūdžio paslauga

## Paslaugos aprašas

Paslauga sukurta vykdant Europos socialinio fondo finansuojamą projektą „Mokslo ir studijų institucijoms LITNET teikiamų IT paslaugų plėtra“ Nr. 09.3.3-ESFA-V-711-01-0003



Kuriame  
Lietuvos ateitį

2014–2020 metų  
Europos Sąjungos  
fondų investicijų  
veiksmų programa

Vilnius

2018 m.

# Turinys

Įvadas .....	3
1. Rezervinio duomenų kopijavimo technologijų apžvalga .....	5
1.1 Rezervinio duomenų kopijavimo modeliai .....	6
1.2 Rezervinių kopijų rotacijos schemas .....	9
1.3 Duomenų rezervinio kopijavimo sistemų klasifikavimas .....	11
1.3.1 Duomenų rezervinio kopijavimo architektūrų tipai .....	11
1.3.2 Duomenų rezervinių kopijų tipai pagal funkcionalumą .....	11
1.3.2 Duomenų rezervinio kopijavimo tinklo infrastruktūros tipai .....	13
1.4 Kopijų suspaudimo ir saugos technologijos .....	14
1.5 Rezervinio kopijavimo proceso valdymas .....	14
1.6 Duomenų klasifikavimo principai .....	15
2. Reikalavimai duomenų rezervinio kopijavimo paslaugai .....	19
2.1 Funkciniai reikalavimai .....	19
2.2 Nefunkciniai reikalavimai .....	19
2.3 Saugos reikalavimai .....	20
3. Kopijų saugojimo paslaugos modeliai .....	21
3.1 Infrastruktūrinė rezervinio duomenų kopijavimo paslauga .....	22
3.2 Kopijų saugojimo paslaugos modelis programų lygmenyje naudojant agentus .....	23
3.3 Rezervinis duomenų kopijavimas kaip paslauga (SaaS) .....	25
3.4 Kopijų saugojimo paslaugos programinė realizacija .....	26
4. Kopijų saugojimo paslaugos naudotojai .....	28
5. LITNET debesijos paslaugų portalas. Prisijungimas prie paslaugos .....	28
1 Priedas .....	32

## **Ivadas**

Lietuvos mokslo ir studijų institucijų kompiuterių tinklo LITNET (toliau – LITNET) paslaugomis naudojasi daugiau nei 50 tūkst. naudotojų t.y. Lietuvos universitetų, kolegijų ir kitų mokslo bei studijų institucijų (toliau – MSI) darbuotojai, studentai. LITNET yra viena didžiausių IT infrastruktūrų Lietuvoje, kurią palaiko virš 1,5 tūkst. tinklo įrenginių (maršrutizatorių, komutatorių, prieigos taškų). LITNET tinkle veikia daugiau nei 500 fizinių serverių, failų saugyklų, o į tinklą prijungta daugiau nei 15 tūkst. personalinių kompiuterių. LITNET teikia duomenų perdavimo ir kitas inovatyvias e-paslaugas tarptautinei ir tarpinstitucinei Lietuvos švietimo ir mokslo institucijų veiklai užtikrinti. Paslaugų palaikymą ir plėtrą vykdo LITNET techniniai centrai: Kauno technologijos universitetas, Vilniaus universitetas, Klaipėdos universitetas, Vytauto Didžiojo universitetas, Vilniaus Gedimino technikos universitetas bei Šiaulių universitetas. LITNET tinklas yra svarbus Lietuvos Respublikos informacinių technologijų infrastruktūrinis objektas, todėl būtina užtikrinti aukštą jo patikimumą ir duomenų apsaugą.

Patikimumas bendrąja prasme apibrėžiamas, kaip objekto ar infrastruktūros, dirbančios nustatytu režimu ir nustatytais darbo bei aptarnavimo sąlygomis, savybė nustatytą laiką atlikti savo funkcijas, išlaikant apibrėžtą funkcionalumą ir eksploatacines charakteristikas. Įvykus gedimui, objektas tam tikrą laiką praranda savo funkcines savybes arba nepilnai atlieka savo funkcijas. IT infrastruktūros gedimus įtakoja tokie faktoriai kaip kompiuterinė ir tinklo įranga, programinė įranga, žmogiškasis faktorius. Paprastai patikimumas didinamas naudojant pertekliško principą t.y. naudojant perteklinius dubliuojančius duomenis arba įrangą. Šioje studijoje analizuojamas duomenų rezervinių kopijų paslaugos atvejis ir rezervinių kopijų tvarkymo sistemos sukūrimo galimybės LITNET institucijoms.

Šiuolaikiniame IT pasaulyje rezervinės duomenų kopijos yra vienas iš svarbiausių komponentų užtikrinant organizacijos veiklos tęstinumą. Rezervinės kopijos leidžia atstatyti duomenis įvykus incidentui (pvz. fiziškai sugedus diskui, naudotojui ar kenkėjiškai programai ištrinus ar modifikavus failus, duomenų bazes ir t.t.) bei atkurti duomenų būseną, kuri buvo tam tikru laiko momentu praeityje. Rezervinis kopijavimas ir duomenų atstatymas iš rezervinės kopijos paprastai yra organizacijos veiklos tęstinumo ir duomenų atstatymo po incidento plano sudedamoji dalis.

Didelių organizacijų IT infrastruktūrų rezervinio kopijavimo sistema būna sudėtinga tiek techninės įrangos, tiek proceso valdymo prasme. Ši sistema apima ne tik fizinio duomenų kopijavimo ir saugojimo procesą, bet ir organizacijos verslo procesų bei duomenų analizę, kopijų saugyklų talpos valdymą, duomenų atstatymo procesus. Rezervinio kopijavimo procesas neatsiejamas nuo duomenų

klasifikavimo, kopijavimo ir saugojimo politikos nustatymo. Siekiant techniškai optimizuoti rezervinio kopijavimo sistemas naudojama duomenų dedublikacija failų, blokų ar bitų lygyje, duomenų suspaudimas. Duomenų konfidencialumas gali būti užtikrinamas naudojant šifruotas rezervines kopijas. Natūralu, kad kiekviena kopijavimo sistema privalo būti ištestuota imituojant visą proceso grandinę t.y. pradedant duomenų klasifikavimu ir kopijavimu bei baigiant duomenų atstatymu.

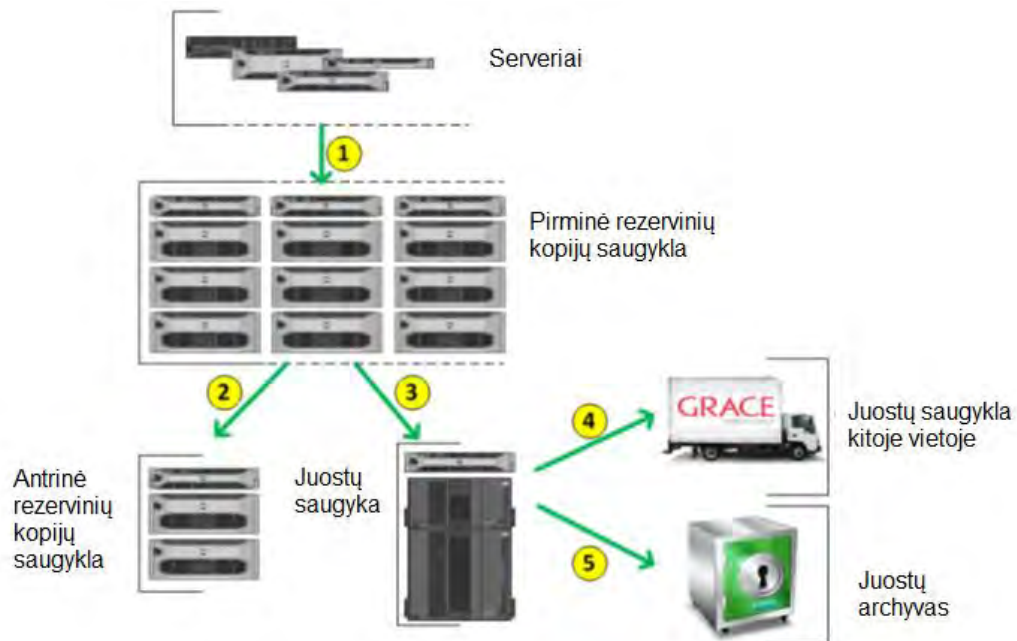
Rezervinės duomenų kopijos gali būti saugomos institucijos viduje t.y. tam skirtose diskinėse ar juostinėse saugyklose, optiniuose įrenginiuose arba išorinių organizacijų teikiamose saugyklose (debesų saugyklose). Saugyklos tipo pasirinkimą nulemia institucijos veiklos tęstinumo strategijos reikalavimai. Apibrėžtas institucijos veiklos ar teikiamos paslaugos patikimumas nusako ir duomenų atstatymo laiką. Keliamų reikalavimų įgyvendinimui parenkama atitinkama techninė rezervinio kopijavimo infrastruktūra: saugyklos tipas, tinklo įranga, monitoringo sistema.

Siekiant didinti Lietuvos švietimo ir mokslo institucijų kompiuterių tinklo naudotojų duomenų apsaugą ir mažinti duomenų praradimo tikimybę, LITNET tinkle sukurta rezervinio duomenų kopijavimo paslauga.

# 1. Rezervinio duomenų kopijavimo technologijų apžvalga

**Rezervinis duomenų kopijavimas** – tai kompiuterinių duomenų kopijavimo procesas, kurio tikslas turėti atsarginę duomenų kopiją, iš kurios būtų galima *atstatyti* duomenis įvykus incidentui ar juos praradus, pavyzdžiui, ištrynus, modifikavus ar sugadinus. Rezervine kopija laikoma tam tikro laiko momento duomenų, esančių loginiame ar fiziniame įrenginyje kopija ar momentinė nuotrauka (angl. *snapshot*). Rezervinės kopijos kuriamos siekiant apsaugoti nuo galimo techninės įrangos ar taikomųjų programų gedimo, naudotojų nekorektiško/piktybiško elgesio, vagystės, stichinių nelaimių taip pat esant teisiniams ar verslo įsipareigojimams.

Kiekviena organizacija pasirenka jai priimtinausią rezervinio kopijavimo būdą ir metodą atsižvelgdama į duomenų svarbą, verslo tęstinumo strategiją ir kitus faktorius. Reikia pastebėti, kad rezervinės kopijos nesukuria IT infrastruktūros papildomo funkcionalumo, tačiau padidina jos patikimumą ir saugumą, tuo pačiu didindama IT infrastruktūros kainą ir jos palaikymui skirtas išlaidas. 1.1 pav. pateikta tipinė rezervinių kopijų sistemos infrastruktūra naudojama organizacijose, kai kopijos daromos ir saugomos nuosavame duomenų centre.



**1 pav.** Tipinė rezervinių kopijų sistemos infrastruktūra organizacijose

Suformuotas duomenų rinkinys siunčiamas į pirminę greitą rezervinių kopijų saugyklą. Dažniausiai tai SATA kietųjų diskų saugykla. Kopijų saugyklai svarbus duomenų skaitymo – rašymo greitis bei tinklo pralaidumas, kadangi per nustatytą laiko intervalą turi būti nukopijuotas atitinkamas

duomenų kiekis. Paprastai laiko intervalas kopijoms daryti darbo dienomis būna ne didesnis nei 6-8 val.

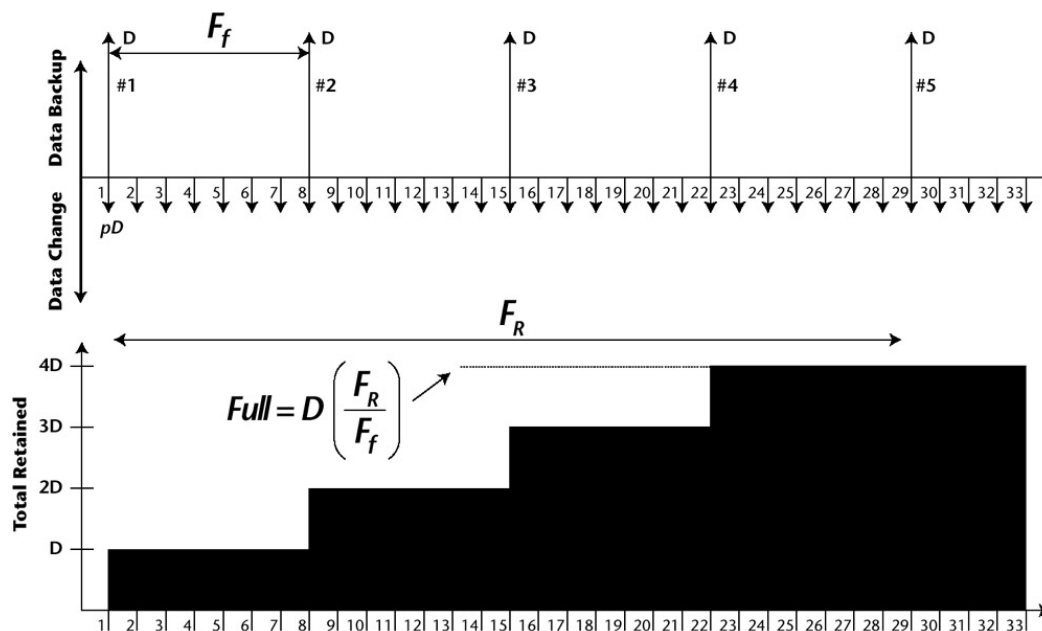
Kitame etape duomenų kopijos yra archyvuojamos. Archyvavimu laikoma fizinio duomenų migravimo procedūra iš rezervinių kopijų saugyklos į archyvinę laikmeną, jiems pasiekus archyvinę būseną. Dažniausiai rezervinių kopijų būseną apibrėžiama pagal jų amžių. Archyvavimo proceso tikslas skiriasi nuo rezervinio kopijavimo pirmiausiai tuo, jog jis nėra skirtas duomenų atstatymui po incidentų ar juos praradus, o naudojamas duomenų ilgalaikiam istoriniam saugojimui. Archyvavimui paprastai naudojamos juostų saugyklos. Siekiant užtikrinti archyvuotų duomenų saugumą, juostos transportuojamos ir saugomos kitoje vietoje (pastate) nei duomenų centras arba, jei juostos saugomos tame pačiame pastate, archyvui išskiriama atskira patalpa ne duomenų centre. Duomenų kopijos saugojimo trukmę diskų saugyklose ir juostose apibrėžia vidinė organizacijos veiklos tęstinumo politika.

### **1.1 Rezervinio duomenų kopijavimo modeliai**

Kuriant rezervinis kopijavimo sistemą yra pasirenkami atitinkami duomenų kopijavimo tipai, kurie apibrėžia, koks duomenų kiekis yra kopijuojamas - pilnas ar dalinis [7, 8]. Naudojami tokie duomenų kopijavimo modeliai:

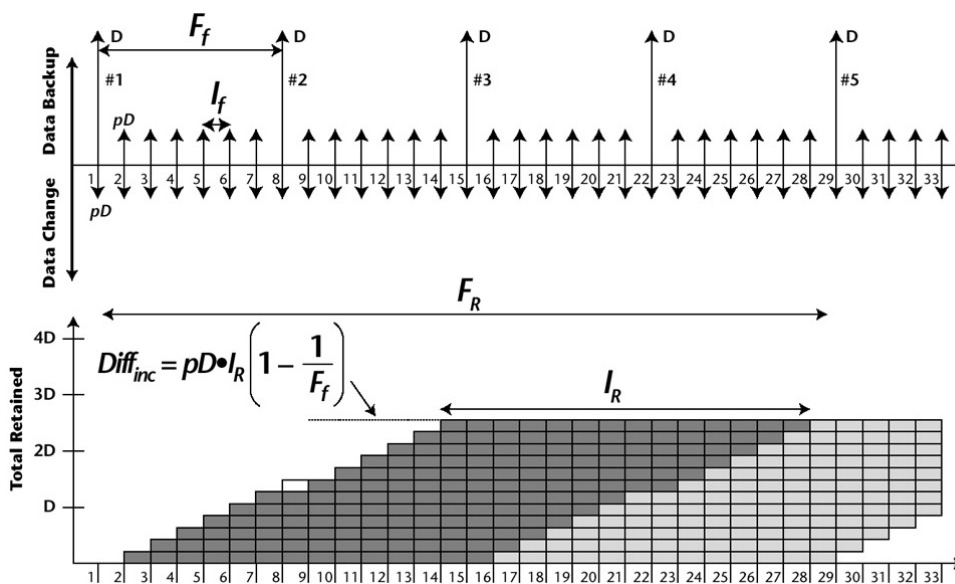
- Pilno rezervinio duomenų kopijavimo modelis;
- Akumuliuotas augantis rezervinio duomenų kopijavimo modelis;
- Skirtuminis rezervinio duomenų kopijavimo modelis;
- Nestruktūrizuotas duomenų rezervinio kopijavimo modelis;
- Nuolatinės duomenų apsaugos modelis.

**Pilnos rezervinės kopijos modelio** atveju yra formuojamas sistemos atvaizdas, atspindintis sistemos duomenis tam tikru laiko momentu, pvz. duomenų bazės visų įrašų kopija. Tokios kopijos dydis lygus originalios duomenų bazės dydžiui tuo metu, kai buvo daroma kopija (1.2 pav.). Tai daugiausiai vietos užimantis rezervinio duomenų kopijavimo modelis, tačiau duomenų atstatymas iš tokios kopijos vyksta greičiausiai. Pilnos duomenų kopijos daromos retai t.y. dažniausiai kas savaitę. Taip taupoma saugyklos vieta.



2 pav. Pilnos rezervinės duomenų kopijos modelis

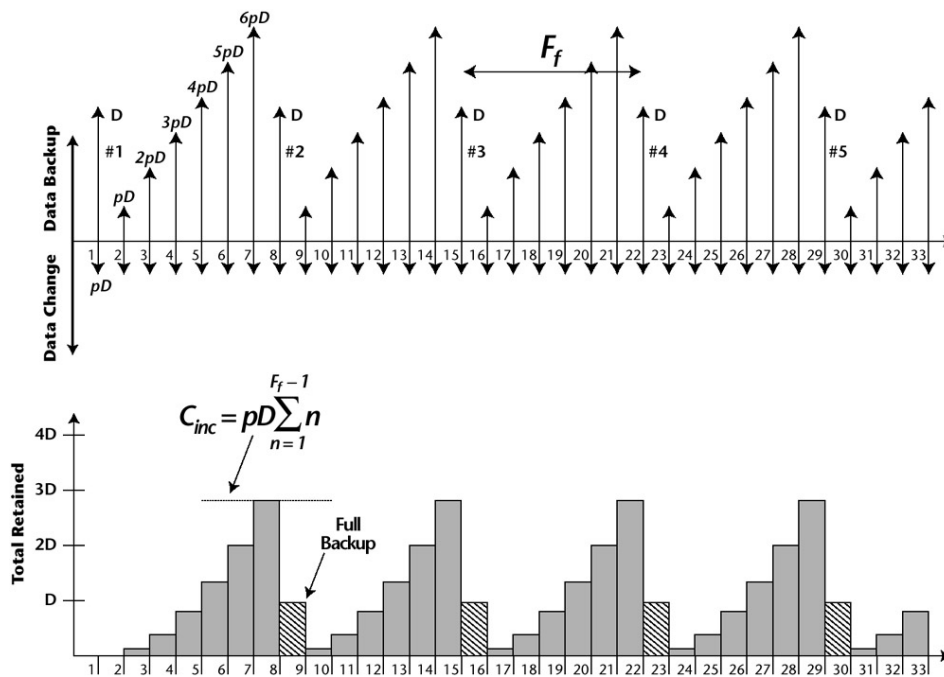
**Akumuluotas augantis rezervinio duomenų kopijavimo modelis** – tai dalinio duomenų kopijavimo modelis, kai akumuliuojami duomenų pokyčiai, įvykę tarp dviejų skirtingų laiko momentų (1.3 pav.).



3 pav. Akumuluotas augantis rezervinio duomenų kopijavimo modelis

Naudojant tokį kopijų saugojimo modelį taupoma saugyklos vieta, nes nesaugomi besidubliuojantys ir nepakitę duomenys. Šis modelis naudojamas kartu su pilnos kopijos modeliu. Pilna kopija laikoma kaip pradinė duomenų būseną, nuo kurios skaičiuojamas pirmasis pokytis ir padaroma pirma kopija. Kitos augančios rezervinės kopijos - tai duomenų pokyčiai, įvykę po paskutinės akumuliuotos augančios kopijos. Kadangi duomenų prieaugis per tam tikrą laiko momentą būna žymiai mažesnis, nei pilna duomenų kopija ar skirtuminė kopija, todėl šis modelis naudoja mažiausiai saugyklos vietos, o kopijos darymo laikas yra pats trumpiausias. Duomenų atstatymas iš akumuliuotos augančios rezervinės duomenų kopijos atliekamas ilgiausiai, kadangi atstatymo procesas pradedamas atstatant pilną duomenų kopiją, o po to atstatant duomenų skirtumus, kurie buvo padaryti per visą laiką nuo pilnos kopijos padarymo.

**Skirtuminis rezervinio duomenų kopijavimo modelis** – tai dalinio duomenų kopijavimo modelis, kai kopijuojami duomenų pokyčiai įvykę nuo pilnos duomenų kopijos padarymo, t.y. kiekvienai skirtuminei kopijai atskaitos taškas yra pilnos kopija, o ne paskutinė padaryta kopija, kaip kad akumuliuoto augančio modelio atveju. Skirtuminis modelis naudoja mažiau saugyklos vietos nei pilna kopija, bet daugiau nei akumuliuota auganti (1.4 pav.).



4 pav. Skirtuminis rezervinio duomenų kopijavimo modelis

Naudojant tokį kopijų saugojimo modelį taupoma saugyklos vieta, nes nesaugomi besidubliuojantys ir nepakitę duomenys. Šis modelis naudojamas kartu su pilnos kopijos modeliu.



Duomenų atstatymas vyksta greičiau nei iš akumuliuotos augančios rezervinės duomenų kopijos, nes naudojama tik pilna ir viena skirtuminė kopijos. Kaip matyti, pasirenkant duomenų kopijavimo modelį, reikia įvertinti kas yra svarbiau – saugyklos vieta ar duomenų atstatymo greitis, nes šie kriterijai yra atvirkščiai proporcingi.

**Nestruktūrizuotas duomenų rezervinio kopijavimo modelis** – tai dažniausiai nereguliarus duomenų rezervinių kopijų saugojimo metodas, kai kopijuojami minimalūs, dažnai neklasifikuoti duomenys į specialias išorines laikmenas. Tokį kopijavimo metodą dažniausiai naudoja namų naudotojai kopijuodami savo asmeninius duomenis ir mažos, žemą brandos lygį turinčios organizacijos. Dažnai tokios rezervinės kopijos yra žemo patikimumo ir negarantuoja duomenų vientisumo atstatymo metu.

**Nuolatinės duomenų apsaugos modelis** pasižymi tuo, kad duomenų pasikeitimai yra kopijuojami į rezervinę saugyklą iš karto, kai tik jie atsiranda. Kitais žodžiais tariant, šiame modelyje naudojamas duomenų replikavimo mechanizmas realiame laike, o ne kopijavimas tam tikrais diskretiniais laiko momentais. Pokyčiai fiksuojami failų blokų lygmenyje, todėl kopijos daromos greitai. Šis modelis skiriasi nuo diskų veidrodinio kopijavimo, nes jis leidžia atstatyti duomenų būseną, kuri buvo tam tikru laiko momentu. Duomenų atstatymas yra labai greitas, tačiau tai daugiausiai saugyklos vietos reikalaujantis metodas. Jis naudojamas siekiant užtikrinti didelį sistemos patikimumą bei aukštus RTO (angl. recovery time objective) ir RPO (angl. recovery point objective) rodiklius.

## **1.2 Rezervinių kopijų rotacijos schemas**

Nepriklausomai nuo to, koks rezervinių kopijų darymo metodas pasirenkamas, saugykloje gali būti saugomas baigtinis kopijų skaičius. Savaiame suprantama, jog kopijų skaičių riboja saugyklos talpa, tačiau iš kitos pusės – kuo didesnis kopijų skaičius saugomas, tuo daugiau atstatymo taškų turi įmonė ir tuo pačiu garantuojamas didesnis duomenų saugumas. Paprastai saugomų rezervinių kopijų skaičius nustatomas remiantis organizacijos veiklos ar paslaugos tęstinumo planu ir IT saugos politika.

Siekiant optimizuoti kopijoms saugoti skirtų medijų vienetų (pvz. juostų kasečių, diskų) skaičių, naudojamos įvairios rezervinių kopijų rotacijos schemas. Šios schemas apibrėžia kaip ir kada konkreti juosta yra naudojama kopijai įrašyti ir kaip ilgai joje ji saugoma. Rotacijos schemas skiriasi kopijos saugojimo laiku ir juostų kasečių skaičiumi, reikalingų kopijoms saugoti.

Kopijų skaičiui parinkti gali būti naudojamos šios schemas:

- FIFO;
- Senelis-tėvas-sūnus;
- Hanojaus bokštas;
- Svorinių koeficientų rotacinė;
- Augančios/didėjančios kopijos.

Taikant **FIFO** schemą, naujausia kopija daroma į juostą, kurioje saugoma seniausia rezervinė duomenų kopija. Darant kopiją vieną kartą per dieną, naudojamas juostų skaičius lygus saugomų kopijų skaičiui. Visos juostos yra naudojamos tolygiai. Tai viena iš paprasčiausių rotacijos schemų. Pagrindinis šios schemos trūkumas – tai galima duomenų praradimas. Sakykim, kad duomenyse yra klaida, kuri nebuvo pastebėta ir buvo padarytos kelios rezervinės kopijos. Taigi, užrašius klaidingus duomenis ant seniausios kopijos, buvo sunaikinta kopija su galimai senais, bet teisingais duomenimis. Todėl toks rotacijos principas neužtikrina seniausios duomenų kopijos turėjimo.

Naudojant schemą „**senelis-tėvas-sūnus**“ juostos grupuojamos į tris grupes, jei naudojamas tipinis mėnesio trukmės rezervinių kopijų saugojimo periodas. Minimalus juostų skaičius šiuo atveju yra trys. Į „sūnaus“ juostą duomenys kopijuojami arba papildomi kiekvieną dieną naudojant FIFO schemą, į „tėvo“ juostą kopijuojama kartą per savaitę, o „senelio“ juosta naudojama mėnesio kopijai. Tokios schemos trūkumas netolygus juostų naudojimas ir atitinkamai nusidėvėjimas, labiausiai dėvėsi „sūnaus“ juosta.

**Hanojaus bokšto** schema yra sudėtingiausia. Ji naudoja Hanojaus bokšto algoritmą ir rekursiją optimizuojant kopijų darymo ciklą. Kopijos daromos parenkant juostą geometrine progresija. Pavyzdžiui į pirmą juostą kopijuojama kas dvi dienas, į antrą – kas keturios dienos, į trečią - kas aštuonios, ketvirtą – kas šešiolika ir taip toliau. Kaip matome, tokia schema taip pat neužtikrina tolygaus juostos naudojimo.

Naudojant **svorinių koeficientų rotacinę** schemą kiekvienai juostai suteikiamas svorinis koeficientas tai yra tikimybė, juostai būti perrašytai. Svorinis koeficientas gali būti apskaičiuojamas taikant eksponentinę funkciją, kurioje naudojamas dienų skaičiaus skirtumas tarp dviejų kaimyninių kopijų sukūrimo. Šis metodas užtikrina tolygų juostų naudojimą.

**Augančios/didėjančios kopijos metodas** numeruoja juostas, panaudotas vienam pilnam kopijavimo ciklui. Prieš pradėdant sekantį ciklą, pirma juosta yra dedama į archyvą, o naujas ciklas pradėdamas nuo antrosios juostos į ją rašant naują kopiją. Tokia schema reikalauja, kad juostų rinkinys būtų papildomas nauja juosta prieš pradėdant vykdyti naują ciklą. Juostos dėvėsi tolygiai, tačiau juostų skaičius turi būti nuolat papildomos ar naudojamos anksčiau atidėtos į archyvą juostos.

### 1.3 Duomenų rezervinio kopijavimo sistemų klasifikavimas

Duomenų rezervinis kopijavimas gali būti klasifikuojamas pagal tokius aspektus: architektūrą, funkcionalumą ir tinklo infrastruktūrą, naudojamą darant rezervines kopijas. Trumpai apžvelgsime jas.

#### 1.3.1 Duomenų rezervinio kopijavimo architektūrų tipai

Duomenų rezervinio kopijavimo architektūros išskiriamos pagal tai, su kokiais objektais jos dirba. Išskiriamos tokios architektūros:

- Blokinio lygmens kopijos;
- Failų lygmens kopijos;
- Programų sistemų lygmens kopijos.

**Blokinio lygmens kopijavimas** atliekamas kopijuojant disko failinės sistemos blokus. Tokios architektūros privalumas – didelis kopijavimo ir atstatymo greitis. Tačiau tokia architektūra turi ir trūkumų: kopijavimo metu jokia programų sistema, net ir operacinė sistema negali pasiekti failų, kopijuojamas visas diskas iš karto tame tarpe ir tušti loginiai blokai, kas didina kopijos talpą. Tiesa, kai kurie rezervinio kopijavimo įrankiai gali praleisti tuščius blokus ir taip sumažinti kopijos dydį. Dar vienas tokios architektūros trūkumas yra tai, kad negalima kopijuoti ar atstatyti vieno ar kelių failų atskirai t.y. turi būti daroma viso disko kopija ar atstatymas.

**Failų lygmens kopijavimui** naudojama operacinė sistema ir failų sistema. Ši architektūra leidžia kopijuoti ir atstatyti individualius failus, taip pat operacinė sistema ir taikomosios programos nėra stabdomos kopijavimo/atstatymo metu. Jei kopijuojama daug failų, stipriai ilgėja kopijavimo laikas dėl metaduomenų prieigos. Taip pat negalima kopijuoti atidarytų failų. Atstatymą gali atlikti tik administratoriaus teisės arba backup administratoriaus teisės turintis naudotojas.

**Atliekant programų sistemų lygmens rezervinį kopijavimą** (pvz. Microsoft SQL Server, Microsoft Exchange), tai atliekama naudojantis programų API. Kopijuojami failai ir objektai, priklausantys programų sistemai. Atstatymo metu svarbu įsitikinti, kad nebūtų padaryta programų sistemos API pakeitimų, kurie gali trukdyti atstatymo procesui.

#### 1.3.2 Duomenų rezervinių kopijų tipai pagal funkcionalumą

Rezervinės kopijos gali būti daromos rankiniu būdu arba automatizuotai pagal nustatytą tvarkaraštį ir metodą. Rezervinių duomenų kopijos sudarymą galima patikėti pačiai operacinei sistemai arba specialioms programoms, pavyzdžiui Symantec Backup Exec, EMC NetWorker, Ashey ir kitoms. Nežiūrint į tai koks metodas naudojamas, iš esmės yra atliekamas duomenų, esančių

failuose kopijavimas. Kopijuojami duomenys gali būti statiniai ir dinaminiai t.y. duomenys gali būti nekintantys laike (pvz. sisteminiai failai) arba nuolat kintantys (pvz. duomenų bazės failai). Nuolat kintančių duomenų (angl. *live data*) kopijavimas yra netrivialus uždavinys.

Duomenų rezervinės kopijų tipai:

- Pilna failo kopija;
- Dalinė failų kopija;
- Failinės sistemos atvaizdas (angl. *dump*);
- Atvaizdas (angl. *snapshot*);
- Karštas duomenų bazės kopijavimas;
- Šaltas duomenų bazė kopijavimas.

**Pilna failo kopija** – tai statinių duomenų failo kopija. Tai paprasčiausias kopijos tipas. Darant kopijas tokiu būdu užimama daugiausiai saugyklos vietos. Darant **dalinę failo** kopiją, kopijuojami tik blokų skirtumai, todėl taupoma vieta. Apie tai buvo kalbėta praeitame skyriuje.

Vietoj atskirų failų kopijavimo, galima daryti **visos failų sistemos rezervinę kopiją**. Tai dar vaidinama pilna particijos kopija arba disko atvaizdas. Jis atliekamas tuomet, kai failinė sistema neaktyvi. Toks kopijos tipas yra greitesnis nei atskirų failų, nes duomenų blokai nuskaitomi nuosekliai ir efektyviai išnaudojamas disko buferis. Problema tame, kad darant failų sistemos kopiją, kopijuojami ne tik duomenys, bet ir tušti blokai.

Jei kopijuojami aktyvūs atidaryti failai, veikiančios duomenų bazės, susiduriama su problema dėl nukopijuotų duomenų pilnumo ir integralumo. Dinaminių duomenų kopijavimui naudojami **atvaizdai, karštas duomenų bazių kopijavimo metodas** ir failų užrakinimo principas. **Atvaizdas** – tai failų sistemos kopija padaryta tam tikru laiko momentu dažniausiai naudojant copy-on-write principą. Atvaizdas dar daromas laikinai stabdant sistemą, darant jos kopiją ir po to vėl paleidžiant. Kopijuojant atvirus failus dar gali būti naudojamas failų užrakinimo mechanizmas. Taikant karštą duomenų bazės kopijavimo metodą, daroma statinių duomenų kopija ir žurnalinių įrašų failo kopija. Norint atstatyti tokį duomenų bazės failą, kopijuojama statinė kopija ir pakartojami veiksmai, kurie buvo užfiksuoti žurnaliniuose įrašuose. **Šaltas duomenų bazės kopijavimas** atliekamas uždarius duomenų bazę t.y. ji neprieinama naudotojams. Tai reiškia, kad duomenų bazė nėra modifikuojama kopijavimo metu.

### 1.3.2 Duomenų rezervinio kopijavimo tinklo infrastruktūros tipai

Rezervinio kopijavimo sistema gali turėti skirtingą tinklo topologiją, naudojamą serverių ir saugyklų sujungimui. Išskiriamos tokios rezervinio kopijavimo tinklo infrastruktūros:

- Tiesiogiai prijungtos kopijų saugyklos;
- Tinklinės kopijų saugyklos;
- SAN tinklo kopijų saugyklos;
- „Debesų“ rezervinių kopijų saugyklos.

**Tiesiogiai prijungtos kopijų saugyklos** yra pats paprasčiausias atvejis, kai saugykla prijungiama tiesiai prie serverio, iš kurio kopijuojami duomenys. Tokios saugyklos yra dedikuotos konkrečiam serveriui, jos aptarnavimas yra brangus.

**Tinklinės kopijų saugyklos** – tai klasikinis kliento-serverio architektūros pavyzdys, kai kompiuterio duomenų rezervinio kopijavimo procesas yra valdomas backup serverio pagal nustatytą politiką, o kopijos saugomos tinklinėje saugykloje. Toks modelis leidžia lanksčiai naudoti rezervinio kopijavimo infrastruktūrą, paskirti ją daugelio kompiuterių kopijų saugojimui, atlikti kopijavimo proceso centralizuotą valdymą ir monitoringą. Kopijavimo ar atstatymo metu gali būti stipriai apkraunamas tinklas, todėl gali sulėtėti tinklo paslaugų darbas.

**Rezervinių kopijų saugyklos gali būti SAN tinklo mazgais.** Tokiu atveju kompiuteriai, kurių duomenys kopijuojami turi būti arba tiesiogiai prijungti prie SAN tinkle, arba per specialius įrenginius. SAN tinklo pagrindinis privalumas yra greitaveika ir saugus resursų padalinimas tarp tinklo įrenginių. Be to naudojant SAN, mažinama LAN, trumpinamas kopijavimo laikas.

Pastaraisiais metais sparčiai populiarėjant debesų kompiuterijos paslaugoms taip pat siūloma ir **rezervinio kopijavimo debesyse paslauga**. Šio tipo paslaugos išskirtinumas yra tai, kad kopijos saugomos už organizacijos ribų, o kopijavimui naudojami globalūs tinklai. Pagrindinis šios architektūros privalumas – paslaugos tiekėjas gali pasiūlyti dinamiškai plečiamą saugyklų talpą, duomenų priėjimą per HTTP protokolą, kopijų dalinimąsi tarp tinklo naudotojų. Tačiau tuo pačiu susiduriama su kopijų saugumo problema. Prieš kopijuojant duomenis į debesį rekomenduojama juos suspausti ir atlikti dedublikaciją, o siekiant išlaikyti konfidencialumo reikalavimus reikia duomenis šifruoti. Kita problema – privačių duomenų, saugomų atsarginėse kopijose, apsauga. Siekiant išvengti nesusipratimų, paslaugos tiekėjas privalo užtikrinti tokią apsaugą, turėti reglamentuotą vidinę duomenų apsaugos politiką ir jos griežtai laikytis.

## 1.4 Kopijų suspaudimo ir saugos technologijos

Darant rezervines kopijas dažnai susiduriama su vietos ir laiko ribojimais bei ir saugumo reikalavimais, todėl naudojamos įvairios duomenų suspaudimo, dedublikavimo, šifravimo technologijos. Šios technologijos didina duomenų kopijavimo ir atstatymo greitį, mažina kopijos dydį, reikalauja mažesnio tinklų pralaidumo.

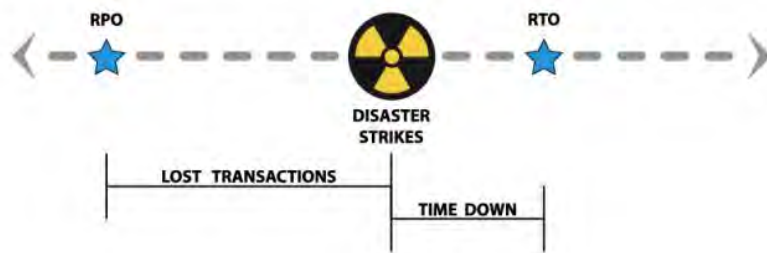
Duomenų suspaudimas naudojamas siekiant sumažinti kopijos dydį ir taupyti saugyklos vietą. Jei kalbame apie juostinius įrenginius, tai duomenų suspaudimas būna integruotas į juostinio įrenginio aparatūrinę dalį ir atliekamas rašymo metu. Duomenų dedublikavimas, tai duomenų kopijavimo ir saugojimo technologijai, kai kopijų saugykloje saugoma tik unikalūs duomenys. Duomenų dedublikavimas gali būti atliekamas failų arba blokų lygmenyje. Dedublikacija gali būti atliekama pačioje saugykloje, kurioje saugomo kopijos arba serveryje, prieš juos siunčiant į saugyklą. Dedublikavimo tipo pasirinkimas priklauso nuo tinklo pralaidumo, siunčiamų duomenų kiekio, saugyklos našumo ir apkrovimo. Siekiant didinti kopijose esančių duomenų konfidencialumą, duomenys šifruojami. Reikia atsiminti, kad duomenų šifravimas – tai daug CPU resursų reikalaujantis procesas, todėl jis ilgina kopijavimo laiką. Norint didinti kopijų darymo greitį, naudojamos pakopinės saugyklos t.y. iš pradžių kopijos daromos į diskus, po to į juostas (D2D2T) [9].

## 1.5 Rezervinio kopijavimo proceso valdymas

Rezervinio kopijavimo procesui paprastai formuojami patikimumo, greitaveikos, duomenų pilnumo reikalavimai, graudžiai susiję su organizacijos veiklos tęstinumo užtikrinimu. Kaip ir kiekvienas procesas, taip ir rezervinio duomenų kopijavimo procesas turi būti valdomas ir kontroliuojamas. Tam tikslui būtina suformuluoti rodiklius (angl. KPI), kuriais remiantis galima kiekybiškai įvertinti proceso būseną [10]. Naudojami tokie rodikliai:

- Kopijos atstatymo laikas (angl. Recovery Time Objective - RTO);
- Sistemos atstatymo taškas (angl. Recovery Point Objective - RPO);
- Rezervinės kopijos langas;
- Rezervinės kopijos įtaka.

**RTO** nurodo laiką, reikalingą veiklos funkcijų ar taikomųjų programų atstatymui. **RPO** nustato laiko tašką prieš nelaimingą įvykį iki kurio duomenys gali būti atstatyti. Kitaip sakant RPO – tai duomenų būseną laike, kuri gali būti atstatoma įvykus incidentui (1.5 pav.). Siekiant mažinti RPO reikšmę, reikia mažinti **kopijos langą**. Priklausomai nuo pasirinkto kopijavimo tipo egzistuoja darna tarp RTO, RPO ir sprendimo įgyvendinimo bei palaikymo kainos.



**5 pav.** RPO ir RTO skirtumai

Rezervinės kopijos langu nustatomas kopijos darymo dažnis t.y. apibrėžiamas laiko periodas tarp gretimų kopijų darymo. Langu planuojamas atsižvelgiant į naudotojų darbo laiką, nes rezervinės kopijos darymas generuoja papildomą apkrovą procesoriui, diskams, tinklui, todėl tai lėtina serverių darbą ir trukdo naudotojams normaliai dirbti.

Rezervinio kopijavimo procesas turi būti stebimas, daromi žurnaliniai įrašai, kurių pagrindu formuojamos ataskaitos, nurodant kopijos darymo datą ir laiką, kopijos dydį, kopijavimo trukmę [6]. Paprastai kopijos validuojamos skaičiuojant kontrolines sumas ar maišos funkcijų kodus. Tokiu būdu užtikrinamas duomenų integralumas ir išvengiama besidubliuojančių duomenų kopijavimo. Rekomenduojama kopijavimo procese taikyti saugumo priemonės: naudotojų ir sistemų autorizaciją, žurnalinius įrašus, monitoringą.

### **1.6 Duomenų klasifikavimo principai**

Organizacijose naudojami įvairūs duomenys. Duomenų tipai ir svarba organizacijos veiklai yra skirtingi, todėl norint nuspręsti, kurių duomenų rezervinės kopijos turi būti daromos, būtina atlikti organizacijoje naudojamų duomenų analizę ir juos suklasifikuoti. Darant visų organizacijos duomenų kopijas, bus kopijuojama daug perteklinės informacijos, todėl kopijų saugyklos vieta bus naudojama neracionaliai. Jei bus kuriamos ne visų duomenų rezervinės kopijos, atsiranda rizika, jog bus prarasta dalis svarbių, ar net kritinių organizacijai duomenų, todėl savaime suprantama, kad būtina atlikti duomenų turinio analizę, duomenis klasifikuoti.

Dalis duomenų organizacijoje priskiriami prie kritinių, nes susiję su organizacijos pagrindiniais veiklos procesais ir atliekamomis funkcijomis. Dalis organizacijos duomenų yra svarbūs tik atskiriems jos padaliniais. Taip pat yra ir darbuotojų asmeninių duomenų, kurių praradimas ir svarba praktiškai neįtakoja organizacijos veiklos. Taigi, priklausomai nuo duomenų svarbumo organizacijos veiklai, taikomos skirtingos duomenų patikimumą užtikrinančios priemonės ir politikos. Paprastai duomenys yra klasifikuojami, pagal jų svarbą organizacijai. Kiekvienai duomenų klasei

taikomos skirtingos duomenų rezervinio kopijavimo priemonės ir politikos t.y. kopijų darymo dažnis, kopijos saugojimo laikas, failo kopijos versijų skaičius, kopijos atstatymo laikas ir t.t.

Siekiant nustatyti duomenų svarbą ir jų įtaką organizacijos veiklai, naudojami kriterijai, pagal kuriuos galima vertinti duomenis, juos klasifikuoti į grupes ir pritaikyti atitinkamas rezervinio kopijavimo priemones ir politikas. Duomenų klasifikavimui atlikti reikalinga priskirti metaduomenis, kurių sąrašas ir aprašymai pateikti 1.1 lentelėje. Rekomenduotinas duomenų klasifikatorius pateikiamas 6 pav. Jis yra sudarytas iš 6 lygmenų. Aukštesniame lygmenyje esantys metaduomenys turi didesnę svarbą.

Reikia pastebėti, kad metaduomenys, susiję su informacijos sauga ir galimu duomenų praradimu bei atstatymo laiku, turi būti nustatomi pagal organizacijoje galiojančią rizikos ir pažeidžiamumo vertinimo tvarką arba poveikio organizacijos veiklai vertinimo metodiką.

**Metaduomenų tipai**

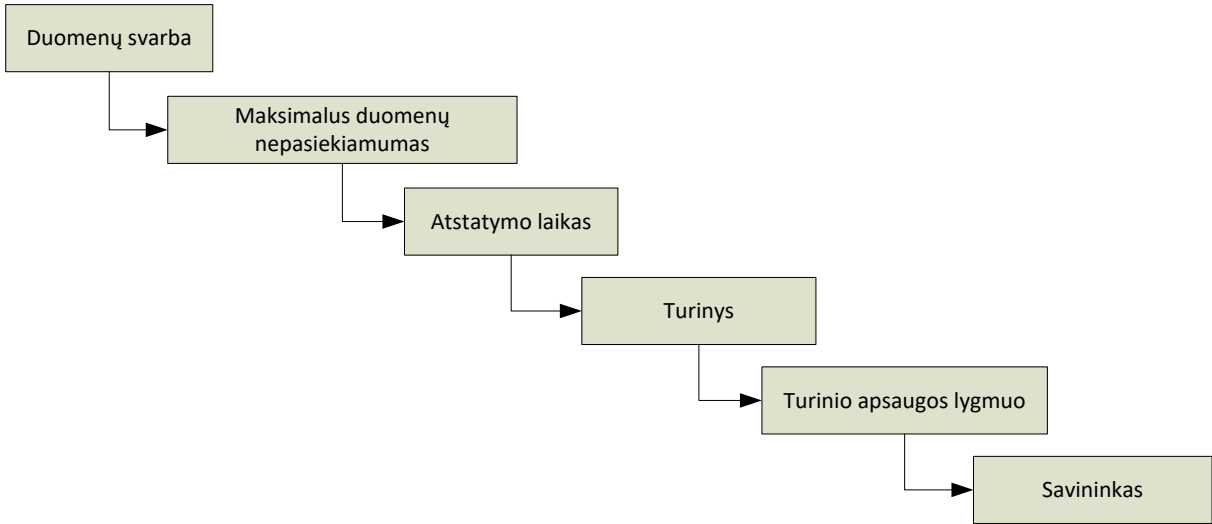
1.1 lentelė

<b>Metaduomenys</b>	<b>Aprašymas</b>
Savininkas	Tai organizacijos padalinys, procesas ar asmuo, kuris yra duomenų savininkas
Turinys	Informacijos tipas, saugomas faile (projekto duomenys, studijų, mokslo, finansiniai, fakulteto, katedros administraciniai ir t.t.).
Reglamentuojantis dokumentas	Dokumento saugojimą tvarką reglamentuojantis LR, ministerijos, organizacijos dokumentas, įsakymas, tvarkos aprašas ir t.t.
Saugykla	Vieta, kur fiziškai patalpinti duomenys (serveris, failų saugykla, kompiuteris)
Viešumas	Ar duomenys vieši ir prieinami išorinėms organizacijos ir naudotojams
Turinio apsaugos lygmuo	Informacijos, kurią suteikia duomenys, apsaugos lygis. Klasifikavimo lygiai: <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Atviras</b> – informacija gali būti prieinama tiek organizacijos darbuotojams, tiek išoriniams naudotojams. Prieiga neribojama;</li> <li>• <b>Vidinis</b> – informacija gali būti prieinama tiek organizacijos darbuotojams, tiek išoriniams naudotojams, turintiems specialias prieigos teises;</li> <li>• <b>Konfidencialus</b> – informacija prieinama tik organizacijos darbuotojams turintiems specialias teises. Šie duomenys (pvz. darbuotojų ir studentų asmens kodai) gali būti prieinami ir išoriniams naudotojams (pvz. Sodra, VMI). Prieiga prie duomenų griežtai kontroliuojama.</li> </ul>



Saugumo reikalavimai	<p>Saugumo reikalavimai, kurie nustatomi pagal turinio apsaugos lygį.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>K</b> – konfidenciali informacija, aukščiausio saugumo reikalavimai;</li> <li>• <b>I</b> – leidžiama tik autorizuota prieiga prie duomenų, turi būti užtikrintas duomenų vientisumas;</li> <li>• <b>A</b> – kontroliuojama informacijos prieiga.</li> </ul>
Duomenų svarba	<p>Duomenų svarba organizacijai. Ji nustatoma pagal tai, kokį poveikį jų praradimas daro organizacijai:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>OKR</b> – Organizacijai kritiniai duomenys;</li> <li>• <b>PDM</b> – Padalinio duomenys;</li> <li>• <b>NKR</b> - Nekritiniai duomenys;</li> <li>• <b>ASM</b> - Asmeniniai duomenys;</li> <li>• <b>IST</b> – Istoriniai duomenys.</li> </ul>
Asmeniniai duomenys	<p>Jei organizacijoje leidžiama saugoti asmenius duomenis, tai nustatoma jų svarba organizacijai:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>P</b> – asmeniniai duomenys, nesusiję su darbuotojo veikla organizacijoje;</li> <li>• <b>SP</b> – svarbūs asmeniniai duomenys.</li> </ul>
Saugojimo trukmė	<p>Duomenų rezervinės kopijos saugojimo trukmė</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 1 diena;</li> <li>• 1 savaitė;</li> <li>• 1 mėnuo;</li> <li>• 3 mėnesiai;</li> <li>• 6 mėnesiai.</li> </ul>
Galimas duomenų praradimas	<p>Laikotarpis, už kurį prarasti duomenys nesudarys organizacijos veiklai kritinių problemų:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 1 valanda;</li> <li>• 6 valandos;</li> <li>• 12 valandų;</li> <li>• 1 diena;</li> <li>• 1 savaitė;</li> <li>• 1 mėnuo.</li> </ul>
Atstatymo laikas	<p>Laikas, per kurį turi būti atstatyti duomenis įvykus incidentui:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 1 valanda;</li> <li>• 6 valandos;</li> <li>• 12 valandų;</li> <li>• 1 diena;</li> <li>• 1 savaitė;</li> <li>• 1 mėnuo.</li> </ul>
Versijų skaičius	<p>Failo versijų skaičius, saugomas rezervinio kopijavimo sistemoje</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 1;</li> <li>• 2;</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"><li>• 3;</li><li>• 4;</li><li>• 5.</li></ul>
--	--



**6 pav.** Rekomenduotinas duomenų klasifikatorius

## 2. Reikalavimai duomenų rezervinio kopijavimo paslaugai

Kopijų saugojimo paslauga sukurta atsižvelgiant į LITNET institucijų rezervinio kopijavimo poreikius bei žemiau pateikiamus funkcinis ir nefunkcinius reikalavimus.

### 2.1 Funkciniai reikalavimai

1. Pilnas failų rezervinis kopijavimas;
2. Failų pakeitimų (delta) rezervinis kopijavimas;
3. Palaiko Windows NTFS, Linux, Mac OS X prieigos teises/privilegijas;
4. Šešėlinis atvirų failų rezervinis kopijavimas (pvz. Outlook.pst);
5. Rezervinio kopijavimo tvarkaraščių sudarymas ir kopijavimas pagal tvarkaraštį;
6. Vartotojo failų, esančių kompiuteryje ir saugykloje sinchronizavimas ir versijavimas;
7. Duomenų kompresija, dedublikavimas ir šifravimas prieš juos įrašant į saugyklą;
8. Rezervinės kopijos pasiekiamos per web naršyklę;
9. Rezervinio kopijavimo paslaugos valdymo panelė;
10. Rezervinio kopijavimo proceso ataskaitos pateikiamos valdymo panelėje ir siunčiamos e-paštu administratoriui;
11. Kopijų tikrinimas (CRC) prieš įrašant į saugyklą;
12. Failų rezerviniam kopijavimui filtravimas pagal failo tipus;
13. Rezervinio kopijavimo proceso automatizavimas komandinių skriptų pagalba.

### 2.2 Nefunkciniai reikalavimai

Našumo reikalavimai:

- Turi būti užtikrintas ne mažesnis nei 1 MB/s duomenų įrašymo ir 2 MB/s skaitymo greitis;
- Paslaugos uždelsimas turi būti ne didesnis nei 1 ms.

Sąsajos reikalavimai:

- Rezerviniai duomenys turi būti prieinama per internetinę naršyklę. Sistema turi palaikyti šias naršykles:
  - Google Chrome;
  - Internet Explorer;
  - FireFox.

Darbo kompiuterių tinkluose reikalavimai:

- Duomenų perdavimas turi vykti naudojant TCP/IP protokolą.

### **2.3 Saugos reikalavimai**

Apsaugos nuo išorinių pavojų reikalavimai:

- Paslauga negalima neautorizuotam naudotojui;
- Prisijungimo duomenys ir slaptažodžiai turi būti šifruojami;
- RBAC paremta prieiga prie sistemos;
- Siunčiamų ir saugomų duomenų šifravimo galimybė;
- Rezervinio kopijavimo paslauga pasiekama, kai klientas yra apsaugotas ugniasiene;
- Rezervinio kopijavimo paslauga naudoja SSL sertifikatus;
- Duomenų centras, kuriame bus patalpintos rezervinių kopijų saugyklos turi užtikrinti nepertraukiamą energijos tiekimą, turėti fizinę apsaugą, priešgaisrinę sistemą;

### **2.4 Duomenų kopijų apsaugos reikalavimai:**

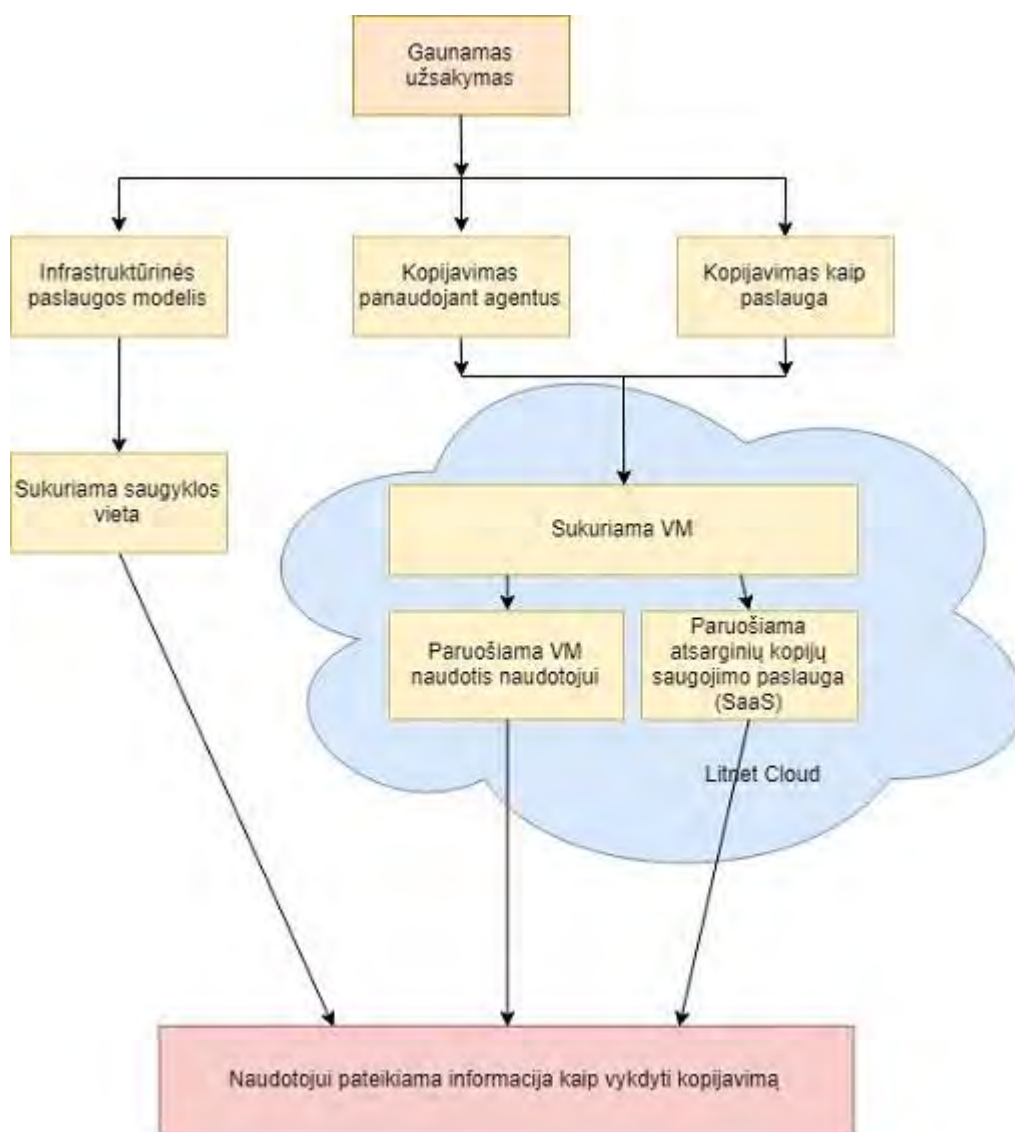
- Turi būti užtikrintas duomenų kopijų privatumas, konfidencialumas ir integralumas;
- Užtikrinamas duomenų atstatymas iš kopijos;
- Paslauga turi atitikti Asmens duomenų teisinės apsaugos įstatymo nuostatus.

### 3. Kopijų saugojimo paslaugos modeliai

Duomenų kopijavimo paslaugos teikimo modeliai apibrėžia rezervinio kopijavimo paslaugos teikimo principus, reikalingos infrastruktūros komponentus, paslaugos sistemos valdymo aspektus. Įvertinus LITNET institucijų rezervinio kopijavimo poreikius, sukurti tokie rezervinių kopijų tvarkymo sistemos modeliai:

1. Infrastruktūrinė rezervinio duomenų kopijavimo paslauga (IaaS);
2. Rezervinis duomenų kopijavimas programų lygmenyje naudojant agentus;
3. Rezervinis duomenų kopijavimas kaip paslauga (SaaS).

Bendra šių paslaugos modelių realizavimo schema pateikiama 7 pav.



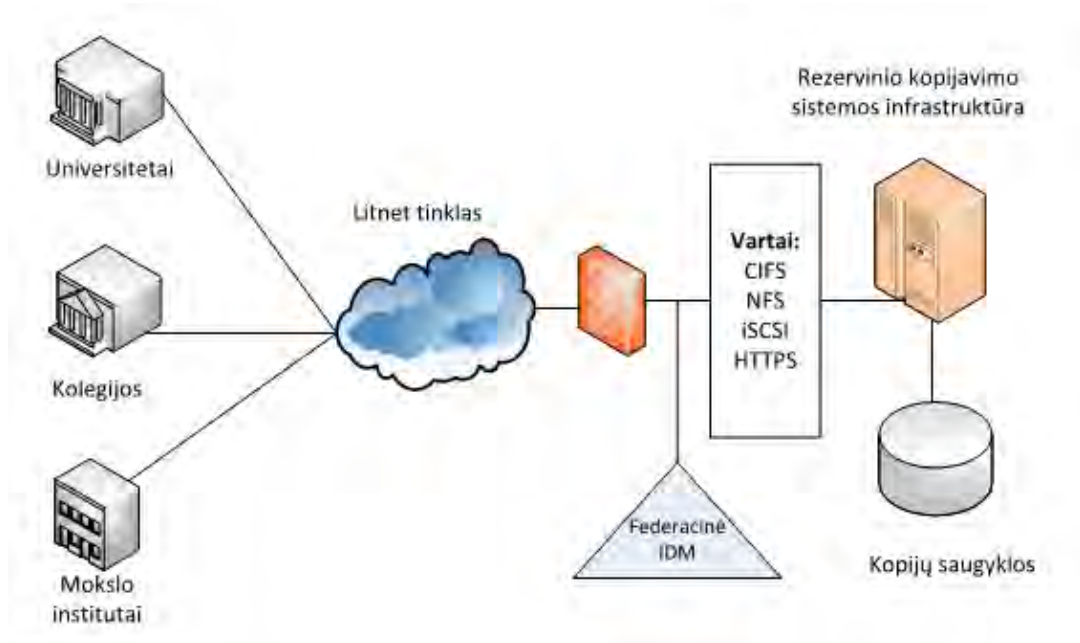
7 pav. Bendra paslaugos modelių schema

### **3.1 Infrastruktūrinė rezervinio duomenų kopijavimo paslauga**

Infrastruktūrinė rezervinio duomenų kopijavimo paslauga – tai toks paslaugos modelis, kai LITNET institucijų naudotojams išskiriama prieiga prie nustatyto dydžio tinklinės saugyklos, kuria jie gali naudotis laisvai savo nuožiūra (žr. 8 pav.). Prieiga prie saugyklos realizuojama įvairiais protokolais, tokiais kaip CIFS, NFS, iSCSI, FCIP, iFCP ir pan. Tokia centralizuota failų sistemos ar fizinio lygmens paslauga technologiškai jungiama su per tinklą pasiekiamą saugyklą (NAS). Ji leidžia prisijungti tinklinę failinę sistemą ir atlikti duomenų kopijavimą. Ši paslauga yra lengvai realizuojama technologiškai ir nesunkiai pritaikoma plečiant jau esamą institucijos rezervinio kopijavimo sistemą. Naudojantis tokio tipo paslaugos modeliu, naudotojas gali naudotis jam tinkama rezervinio kopijavimo programine įranga, kurios konfigūracijoje nurodoma, kad sukurtas tinklinis diskas yra rezervinių kopijų saugykla. Šis rezervinio duomenų kopijavimo modelis realizuojamas naudojant LITNET infrastruktūrą arba perkant rezervinio kopijavimo infrastruktūros paslaugą iš išorinio tiekėjo. Tokia paslauga teikiama ir valdoma centralizuotai. Naudotojų prieigos valdymas atliekamas per esamą LITNET federacinę tapatybių valdymo sistemą.

Infrastruktūrinė rezervinio duomenų kopijavimo paslauga - tai paprasčiausias rezervinio kopijavimo paslaugos modelis, nes naudotojui pateikiama tik tam tikra vieta saugykloje ir sąsaja arba protokolas per kurį pasiekiamą saugyklą. Rezervinio duomenų kopijavimo procesą valdo ir kontroliuoja paslaugos naudotojas. Taip pat paslaugos naudotojas yra atsakingas už duomenų šifravimą, rezervinių kopijų teisingumą, atstatymo iš kopijų tikrinimą. Rezervinio kopijavimo proceso automatizavimu taip pat rūpinasi pats naudotojas.

Šiame modelyje paslaugos teikėjas yra atsakingas už patikimą tinklinių saugyklų darbą, reikiamą tinklo infrastruktūros greitaveiką, fizinę saugą, naudotojų autentifikavimą, kanalo tarp paslaugos naudotojo ir saugyklos šifravimą. Naudotojų aptarnavimas ir paslaugos priežiūra yra minimali ir apima tik infrastruktūrinį sluoksnį.



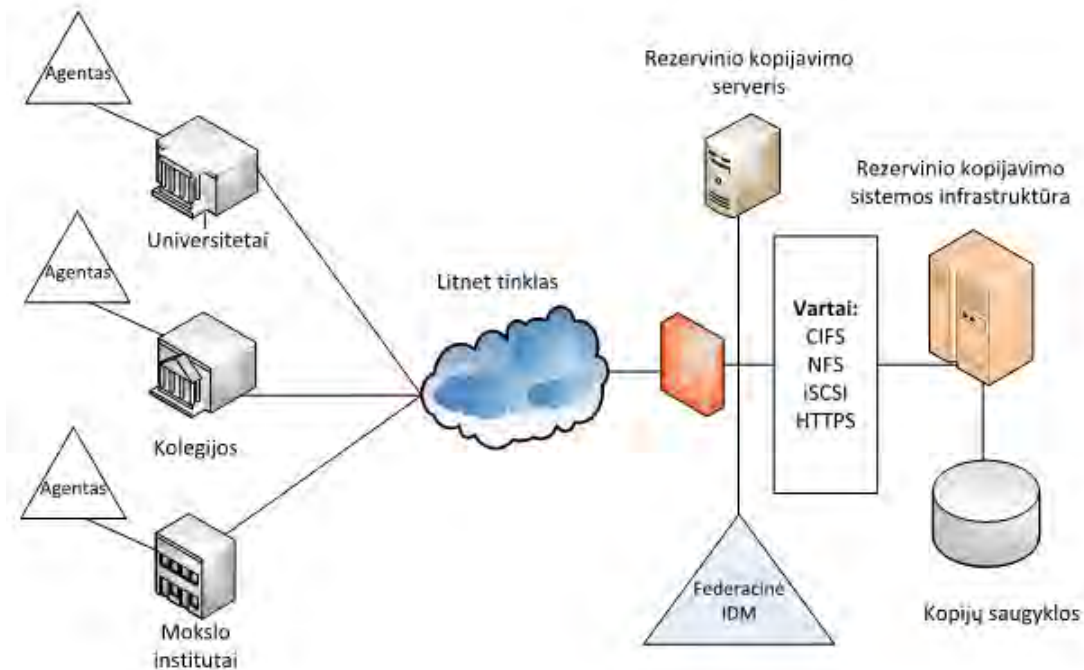
**8 pav.** Infrastruktūrinio kopijų saugojimo paslaugos modelio schema

Infrastruktūrinės rezervinio duomenų kopijavimo paslauga realizuojama LITNET Cloud infrastruktūroje OpenStack pagrindu. Tai lengvai plečiama infrastruktūra, leidžianti kurti paskirstytus duomenų mazgus ir sąlyginai nebrangiai realizuoti efektyvią didelės talpos ir didelio patikimumo sistemą rezervinio duomenų kopijavimo paslaugai. Rezerviniam kopijavimui skirtos infrastruktūros pagrindą sudaro VGTU techniniame centre esantys LITNET Cloud mazgai. Tokiu būdu yra užtikrinamas didelis duomenų įrašymo/skaitymo greitis. Kitas variantas – saugyklų mazgai išdėstyti skirtinguose miestuose, taip užtikrinamas geresnis paslaugos pasiekiamumas regionų naudotojams. Tuo pačiu būtų didinamas saugomų kopijų saugumas. Dedikuoti centrai šiuo atveju replikuoja kopijas tarpusavyje arba institucijos rezervinės kopijos daromos skirtinguose centruose naudojant rotacinį principą. Tokie duomenų centrai yra VGTU ir KTU.

### **3.2 Kopijų saugojimo paslaugos modelis programų lygmenyje naudojant agentus**

Duomenų kopijavimo ir jų saugojimo programų lygmenyje naudojant agentus modelis skirtas programų sistemų (pvz. MS SQL, MS Exchange, MS SharePoint, Oracle SQL) ir serverių (MS Hyper-V, VMware ESXi, vCenter) rezerviniam kopijavimui (žr. 9 pav.). Modelį sudaro tokie pagrindiniai komponentai: kopijų saugojimo infrastruktūra, kopijų saugojimo valdymo serveris, programiniai agentai. Kopijavimo procesą per agentus valdo kopijų saugojimo valdymo serveris, o duomenų kopijos saugomos specializuotose tinklinėse saugyklose. Rezervinio kopijavimo politikoje apibrėžti reikalavimai įgyvendinami konfigūruojant valdymo serverį. Jis taip pat atlieka kopijavimo

proceso monitoringą, užtikrina kopijų korektiškumą. Atstatymo iš kopijos procesas taip pat valdomas per valdymo serverį. Naudotojams teisės naudotis šia paslauga yra paremtos LITNET federacine tapatybės valdymo sistema. Šis modelis skirtas daugiau Litnet institucijų IT specialistams, organizuojantiems savo institucijos duomenų kopijų saugojimą.



**9 pav.** Rezervinio duomenų kopijavimo programų lygmenyje naudojant agentus schema

Šio modelio pagrindinis privalumas – rezervinio duomenų kopijavimo proceso automatizavimas. Naudotojams kopijavimo paslauga pateikiama per nesudėtingą ir lengvai suprantamą naudotojo sąsają. Tokiu principu teikiama paslauga pasižymi tuo, kad naudotojas rūpinasi duomenų klasifikavimu, kopijavimo proceso konfigūravimu, o ne kaip fiziškai padaryti rezervinę kopiją. Atstatymo procesas taip pat pakankamai paprastas ir lengvai realizuojamas, nes tam naudojama grafinės sąsajos.

Duomenų kopijavimo ir jų saugojimo programų lygmenyje naudojant agentus paslauga realizuojama LITNET Cloud infrastruktūroje OpenStack pagrindu. Tai lengvai plečiama infrastruktūra, leidžianti kurti paskirstytus duomenų mazgus ir sąlyginai nebrangiai realizuoti efektyvią didelės talpos ir didelio patikimumo sistemą rezervinio duomenų kopijavimo paslaugai. Rezerviniam kopijavimui skirtos infrastruktūros pagrindą sudaro VGTU techniniame centre esantys LITNET Cloud mazgai. Tokiu būdu yra užtikrinamas didelis duomenų įrašymo/skaitymo greitis.

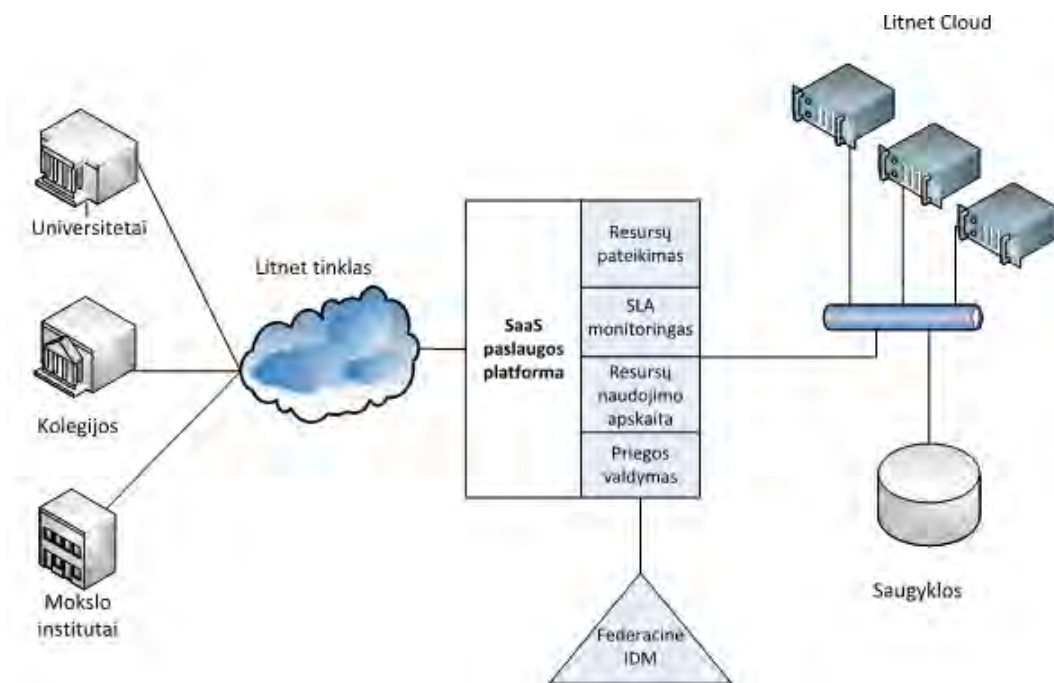


Šio modelio paslaugą naudojančioje institucijoje įdiegiami agentai, kurie atitinka institucijos rezervinio kopijavimo politiką. Tokios politikos pavyzdys pateikiamas šio aprašo 1 priede.

### 3.3 Rezervinis duomenų kopijavimas kaip paslauga (SaaS)

Rezervinio duomenų kopijavimo kaip paslaugos (SaaS) modelis yra skirtas iš esmės pakeisti rezervinio kopijavimo procesą ir pereiti prie kopijavimo kaip paslaugos pagal poreikį naudojimo taikant debesų kompiuterijos principus. Šio modelio esmė – pateikti platų rezervinio kopijavimo paslaugų spektrą LITNET naudotojams ir patogią valdymo sąsają. Tokio tipo paslaugos modelis leidžia pateikti naudotojui lanksčią aukšto patikimumo infrastruktūrą. Toks modelis minimizuoja rezervinio kopijavimo incidentų skaičių, rezervinių kopijų klaidų skaičių, mažina administravimo išlaidas, eliminuoja žmogiškas klaidas. Debesų kompiuterijos infrastruktūros pagrindas yra virtualizacija, kuri leidžia dinamiškai didinti/mažinti infrastruktūrinius resursus, todėl SaaS modelis suteikia galimybę lanksčiai paskirstyti rezervinių kopijų saugojimo resursus tarp LITNET debesies infrastruktūrą palaikančių LITNET techninių centrų ir užtikrina jų dinaminį plečiamumą.

Rezervinio duomenų kopijavimo kaip paslaugos principinė schema pateikta 10 pav., joje pagrindinis elementas yra SaaS paslaugos platforma, susidedanti iš resursų ir paslaugų pateikimo, SLA monitoringo, resursų naudojimo apskaitos, prieigos ir saugos valdymo modulių. SaaS platforma yra sukurta atskirai LITNET Cloud projekto rėmuose, kadangi šiuo metu rinkoje nėra produkto, siūlančio tokias paslaugas.



10 pav. Rezervinio duomenų kopijavimo kaip paslaugos principinė schema

Vienas iš esminių SaaS modelio privalumų yra galimybė naudotojui rinktis įvairias rezervinio kopijavimo paslaugas, pradedant nuo paprasto failų kopijavimo naudojant saugyklą kaip paslaugą (SaaS) iki didelių duomenų bazių, programų sistemų ar virtualių mašinų automatizuoto rezervinio kopijavimo. Šiame modelyje numatyta galimybė daryti mobiliuose įrenginiuose saugomų duomenų rezervines kopijas. Šis modelis IT administratoriams ir paprastiesiems naudotojams suteikia savitarnos galimybes atstatyti failus iš rezervinių kopijų. SaaS modelyje galima formuoti centralizuotą duomenų rezervinio kopijavimo politiką LITNET institucijoms. Politika gali būti diferencijuojama pagal institucijos lygį: universitetai, kolegijos, mokslo tyrimų institucijos.

### **3.4 Kopijų saugojimo paslaugos programinė realizacija**

Kopijų saugojimo paslaugos programinė platforma buvo parinkta iš atvirojo kodo sprendimų. Įvertinus tokių sprendimų pasiūlą, pasirinkta atvirojo kodo platforma UrBackup. Tai atvirojo kodo kliento/serverio architektūros pagrindu veikianti atsarginių kopijų sistema, kuri yra įdiegta į LITNET debesijos infrastruktūrą bei užtikrina duomenų saugumą ir trumpą jų atkūrimo laiką. Svarbesni šios sistemos funkcionalumai, užtikrinantys kopijų saugojimo paslaugos kokybę yra:

- Visų ar skirtuminių duomenų bei failų atsarginės kopijos: visas disko skaidinys gali būti išsaugotas taip pat kaip ir pavienis katalogas;
- Daugiaplatformė sistema, kurios serveriai gali veikti Windows, GNU/Linus, FreeBSD ir kitose Linux pagrindu paremtose NAS operacinėse sistemose;
- Grafinės vartotojo sąsajos klientas veikia Windows, GNU/Linux, MacOS sistemose;
- Spartus failų medžio skirtumų skaičiavimas leidžia labai greitą failų atsarginių kopijų kūrimą - tik nauji pakeisti failai bus kopijuojami;
- Tik naudojami ir pakeisti kietojo disko sektoriai kopijuojami skirtuminio rezervinio duomenų kopijavimo metu;
- Tie patys failai iš skirtingų kompiuterių išsaugomi tik vieną kartą. Tai taupo serverio vietą atsarginėms kopijoms (failų lygio dedublikacija);
- Klientai gali keisti savo nustatymus, pvz., kopijų darymo dažnį arba atsarginių kopijų skaičių, ir gali peržiūrėti atsarginių kopijų įvykių žurnalus bei jų kopijas;
- Įspėjimai, jei tam tikrą laiką nebuvo daromos atsarginės kopijos;
- Web interfeisas, rodantis klientų būseną, dabartinę veiklą ir statistiką. Tai leidžia administratoriui keisti atsarginių kopijų nustatymus ir panaikinti klientų nustatymus;

- Sugeneruotos ataskaitos apie atsargines kopijas galima siųsti naudotojams ar administratoriams;
- Saugus ir efektyvus atsarginių kopijų kūrimas iš kompiuterių, esančių kituose, nei serveris, tinkluose;
- Failų metaduomenys, tokie kaip paskutinio pokyčio laikas, yra dubliuojami.

UrBackup naudotojo sąsajos pavyzdys pateikiamas 11 pav.

Activities							
Computer name	Action	Details	Progress	ETA	Speed	Files in queue	
WinTest1	Incremental image backup	Volume: C:	76% 170.85 GB / 223.47 GB	1 day 16 hours 23 minutes	2.15 MB/s	0	Stop Show log
WinTest2	Incremental file backup	-	88% 5.49 GB / 6.21 GB	1 minute	78.66 MB/s	889	Stop Show log
MacOsXTest1	Resumed full file backup	-	1% 103.1 MB / 13.6 GB	12 hours 33 minutes	-	0	Stop Show log
WinTest3	Incremental image backup	Volume: C:	11% 22.38 GB / 197.16 GB	-	-	0	Stop Show log
WinTest4	Incremental file backup	-	100% 52.76 MB / 52.76 MB	13 minutes	-	0	Stop Show log
WinTest5	Full file backup	-	53% 40.14 GB / 75.7 GB	2 hours 8 minutes	100.84 MB/s	12113	Stop Show log

Last activities						
ID	Computer name	Action	Details	Starting time	Required time	Used Storage
30805	WinTest2	Incremental file backup	-	16.06.16 14:41	2 min	504 bytes
30804	LinuxTest2	Incremental file backup	-	16.06.16 13:59	1 min	0 bytes
1850	WinTest1	Incremental image backup	Volume: C:	16.06.16 12:58	144 min	83.35 GB

11 pav. UrBackup naudotojo sąsajos pavyzdys

## 4. Kopijų saugojimo paslaugos naudotojai


Kopijų saugojimo paslaugos naudotojai yra mokslo ir studijų institucijų (MSI) darbuotojai (mokslininkai, tyrėjai, dėstytojai, IT specialistai), kuriems reikia tam tikram laikotarpiui saugoti duomenų rezervines kopijas vykdant savo mokslinę ar akademinę veiklą.

## 5. LITNET debesijos paslaugų portalas. Prisijungimas prie paslaugos

LITNET debesijos paslaugų teikimui yra sukurtas LitnetCloud portalas, pasiekiamas adresu <https://vsp.vgtu.lt> (12 pav.).



12 pav. LITNET debesijos paslaugų portalas

Prie LITNET debesijos paslaugų prisijungiama naudojantis Litnet elektroninių tapatybių federacija LITNET FEDI. Prisijungimo piktograma  yra viršutiniame dešiniajame kampe (1).

Prisijungti prie LitnetCloud paslaugų galima ir paspaudus nuorodą „Plačiau >“ (2). Šiuo atveju bus atvertas Rezervinių kopijų saugojimo paslaugos informacinis langas (13 pav.).

## Rezervinių kopijų formavimas bei terminuotas saugojimas.




### Rezervinių kopijų saugojimo paslauga

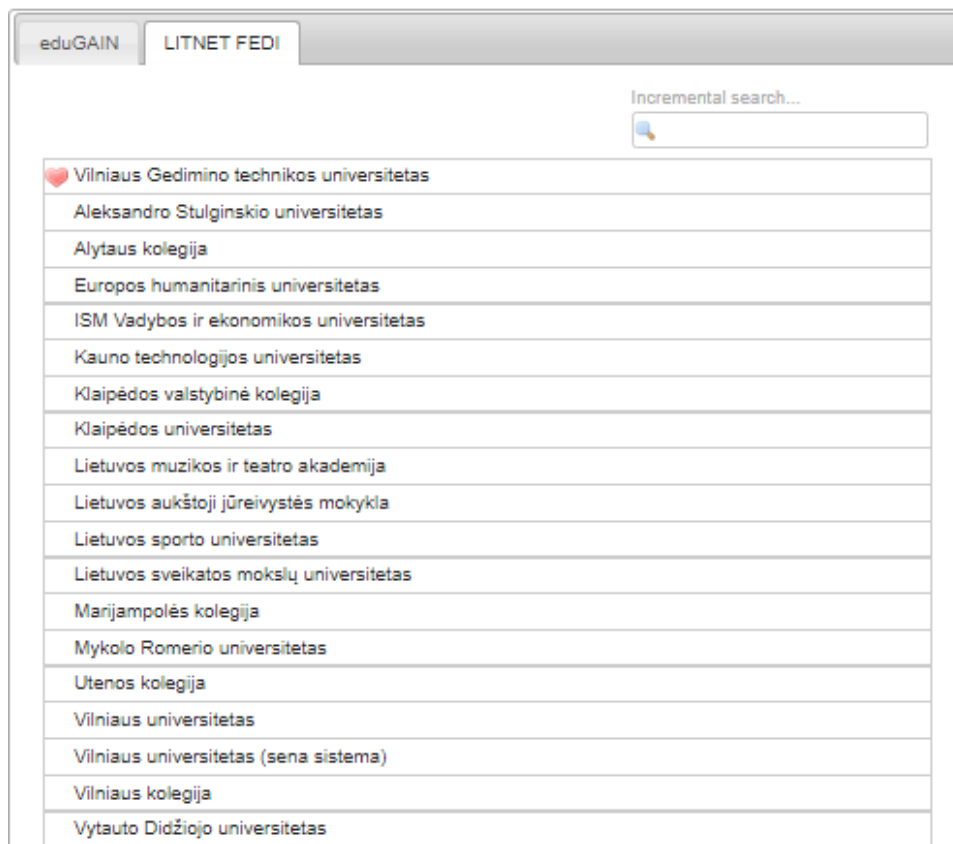
Paslauga įgyvendina rezervinių kopijų formavimo bei terminuoto saugojimo paslauga, įgalinanti LITNET institucijų darbuotojams patikimai saugoti duomenis savo institucijos arba centralizuotoje saugykloje ir geriau užtikrinti organizacijos veiklos tęstinumą. Paslauga suteikia galimybę užsisakyti reikiamus resursus rezervinėms duomenų kopijoms saugoti. Ji teikiama LITNET institucijų techniniams centrams tinkle veikiančių sistemų rezervinėms kopijoms saugoti. Parengta rezervinių kopijų rengimo ir saugojimo paslaugos eksploatacinė dokumentacija, apimanti rekomendacijas skirtingo lygmens akademinėms institucijoms (universitetas, kolegija, mokslo institutas).



| paslaugų sąrašą

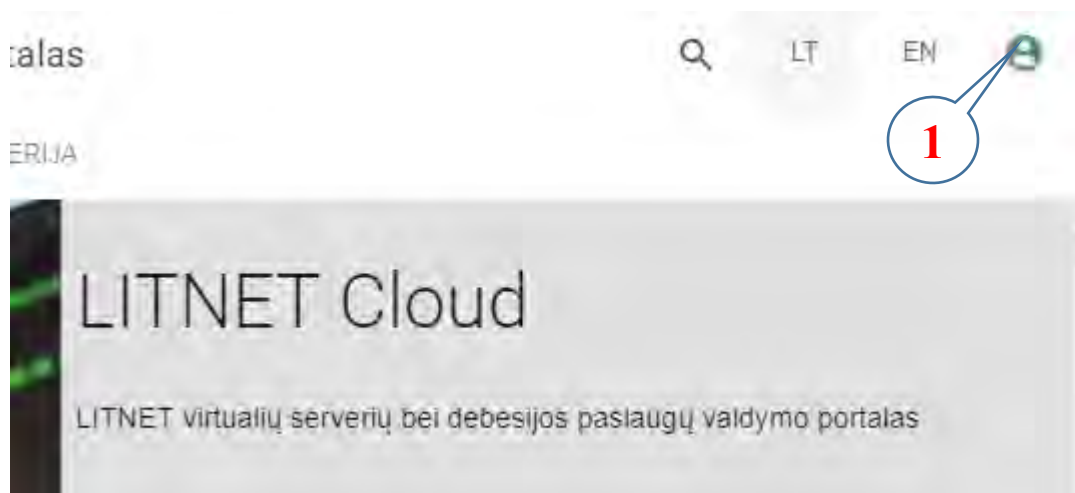
### 13 pav. Rezervinių kopijų saugojimo paslaugos informacinis langas

Šiame lange prisijungti prie Virtualių serverių paslaugos galima bakstelėjus pele teksto nuorodą „[prisijungti](#)“ (3) arba naudotojo paskyros valdymo piktogramą viršutiniame dešiniajame kampe  (4). Abiem atvejais bus atvertas LITNET FEDI prisijungimo langas (14 pav.).



**14 pav.** LITNET FEDI prisijungimo langas

Pasirinkus savo instituciją ir atlikus sėkmingą prisijungimą, grįžtama į pradinį portalą, kuriame naudotojo sėkmingą prisijungimą rodo pasikeitusi paskyros valdymo piktogramos (1) spalva iš juodos į žalią.(15 pav.):



**15 pav.** Sėkmingo prisijungimo prie paslaugų požymis

Rezervinio kopijų saugojimo paslaugos kortelėje pasirinkus „Plačiau...“, atveriamas paslaugos pradinis langas (16 pav.).

## Rezervinių kopijų formavimas bei terminuotas saugojimas.



### Rezervinių kopijų saugojimo paslauga

Paslauga įgyvendina rezervinių kopijų formavimo bei terminuoto saugojimo paslauga, įgalinanti LITNET institucijų darbuotojams patikimai saugoti duomenis savo institucijos arba centralizuotoje saugykloje ir geriau užtikrinti organizacijos veiklos tęstinumą. Paslauga suteikia galimybę užsisakyti reikiamus resursus rezervinėms duomenų kopijoms saugoti. Ji teikiama LITNET institucijų techniniams centrams tinkle veikiančių sistemų rezervinėms kopijoms saugoti. Parengta rezervinių kopijų rengimo ir saugojimo paslaugos eksploatacinė dokumentacija, apimanti rekomendacijas skirtingo lygmens akademinėms institucijoms (universitetas, kolegija, mokslo institutas).



| paslaugų sąrašą

#### **16 pav.** Kopijų saugojimo paslaugos informacinis langas

Išsamesnė informacija apie naudojimąsi paslaugos portalu bei rezervinio kopijų saugojimo paslaugos užsakymą yra pateikiama Rezervinių kopijų saugojimo paslaugos naudotojo vadove bei Naudojimosi kopijų saugojimo paslauga taisyklėse, pasiekiamuose 16 pav. pavaizduotame paslaugos informaciniame lange.

**Mokslo ir studijų institucijos rezervinio duomenų kopijavimo politika  
(pavyzdys)**

**I. BENDROSIOS NUOSTATOS**

**1. Tikslas**

Dokumento tikslas – pateikti detalias rezervinio duomenų kopijavimo ir atstatymo procedūras Mokslo ir studijų institucijose (universitete, kolegijoje, mokslo institute), kurios atitinka taikomas akademinėse institucijose gerąsias praktikas.

**2. Apimties ribos**

Dokumentas galioja visiems universiteto/kolegijos padaliniuose naudojamiems fiziniams ir virtualiems serveriams, duomenų bazėms, korporatyvinėms sistemoms, failams, skaitmeniniams įrašams ir dokumentams. Duomenims, nesusijusiems su MSI veikla, ši politika netaikoma.

**3. Procedūros**

Rezervinės duomenų kopijos yra svarbi institucijos veiklos tęstinumo užtikrinimo priemonė, todėl svarbu, kad duomenų rezervinis kopijavimas būtų atliekamas pagal šiame dokumente nustatytas procedūras.

- 3.1 Duomenų savininkai turi užtikrinti, kad kopijuojami duomenys būtų patalpinti tose vietose, kurios apibrėžtos šiame dokumente.
- 3.2 Universiteto/kolegijos IT padalinys yra atsakingas už tai, kad institucijoje esančių serverių rezervinių kopijų darymas vyktų pagal šiame dokumente nustatytą tvarką.
- 3.3 Rezervinių kopijų darymo tvarka:
  - a. Įstaigos veiklai svarbūs nestruktūrizuoti duomenys kopijuojami pagal tokią tvarką: pilna kopija daroma kartą per savaitę, akumuliuota auganti arba skirtuminė kopija daroma šešis kartus per savaitę darbo dienomis ir šeštadieniais.
  - b. El. pašto serverių ir duomenų bazės pilna rezervinė kopija daroma kartą per savaitę, akumuliuota auganti arba skirtuminė kopija daroma šešis kartus per savaitę darbo dienomis ir šeštadieniais.



- c. Virtualių serverių atvaizdų pilna kopija daroma kiekvieną dieną, septynias dienas per savaitę.
  - d. Fizinė serverių pilna rezervinė kopija daroma kartą per savaitę, akumuluota auganti arba skirtuminė kopija daroma šešis kartus per savaitę.
  - e. Duomenų bazių pilna rezervinė kopija daroma kiekvieną dieną.
  - f. Naudotojų duomenys, esantys centrinėje duomenų saugykloje, yra automatiškai kopijuojami pagal tokią tvarką: pilna rezervinė kopija daroma kartą per savaitę, akumuluota auganti arba skirtuminė kopija daroma šešis kartus per savaitę darbo dienomis ir šeštadieniais.
  - g. Naudotojų duomenys, esantys personaliniuose kompiuteriuose, esant poreikiui gali būti kopijuojami į rezervinių kopijų saugyklą. Kiekvienam naudotojui suteikiama ne daugiau nei 50 GB vietos. Kopijavimo procesą kontroliuoja pats naudotojas.
- 3.4 Visos rezervinės kopijos daromos į centralizuotą LITNET kopijų saugojimo paslaugą teikiančią sistemą.
- 3.5 LITNET rezervinių kopijų saugojimo sistemos veiksnimas stebimas 24 valandas per parą, 7 dienas per savaitę. Monitoringo sistema gali naudotis universiteto/kolegijos IT skyrius.
- 3.6 Universiteto/kolegijos padalinys gali reikalauti, kad jo duomenų rezervinės kopijos būtų šifruojamos arba saugomos ne LITNET rezervinių kopijų tvarkymo sistemoje, o kitoje vietoje, pvz. pas išorinį paslaugų tiekėją.
- 3.7 Universiteto/kolegijos padalinys gali reikalauti sumažinti rezervinių kopijų darymo langą, tačiau jis negali būti didesnis, nei apibrėžta 3.3 punkte.
- 3.8 Fizinė ir loginė rezervinių kopijų sauga turi būti ne mažesnė, nei apibrėžta serveryje, kurio duomenys kopijuojami.
- 3.9 Rezervinės duomenų kopijos į LITNET rezervinių kopijų saugojimo sistemą siunčiamos šifruotu kanalu.

#### **4. Atsakomybės**

Už rezervinio kopijavimo vykdymą ir duomenų atstatymą atsakingas universiteto/kolegijos IT aptarnavimo padalinys.