



KAUNO TECHNOLOGIJOS UNIVERSITETAS
INFORMATIKOS FAKULTETAS
KOMPIUTERIŲ TINKLŲ KATEDRA

Romas Šleževičius

**Nuotolinės mokomosios kompiuterių tinklų
laboratorijos vartotojų grafinės sąsajos galimybių
tyrimas**

Magistro darbas

Darbo vadovas

Prof. Rimantas Plėštys

Kaunas, 2009



KAUNO TECHNOLOGIJOS UNIVERSITETAS
INFORMATIKOS FAKULTETAS
KOMPIUTERIŲ TINKLŲ KATEDRA

Romas Šleževičius

**Nuotolinės mokomosios kompiuterių tinklų
laboratorijos vartotojų grafinės sąsajos galimybių
tyrimas**

Magistro darbas

Recenzentas

doc. dr. Antanas Lenkevičius
2009-05-25

Vadovas

Prof. Rimantas Plėštys
2009-05-25

Atliko

2009-05-25

IFN-7/2 gr. stud.
Romas Šleževičius

Kaunas, 2009

Abilities Research of Graphical User Interface of Distance Computer

Networks Laboratory

Summary

Cooperation between universities, research centers, various educational institutions, various laboratories are becoming more and more important, because of the emerging possibilities of not only the sharing of unique knowledge, discoveries and observations, but also sharing of available technical and laboratory resources. Internet technology has opened these. Universities are together deploying shared educational laboratories.

Working in laboratories on various practical works is very important in educational process. Unlike the virtual laboratory distance learning laboratory is designed to perform experiments in real time using the real hardware.

This paper describes the analysis of distance learning laboratories, in the view of graphical user interface. Also the distance computer networks laboratory graphical user interface environment are designed and tested.

Turinys

Turinys.....	2
1. ĮVADAS	6
2. TIRIAMOJO DARBO TIKSLAI IR UŽDAVINIAI.....	7
2.1. Tiriamojo darbo objektas.....	7
2.2. Darbo tikslai ir uždaviniai.....	7
3. ANALITINĖ DALIS. NUOTOLINIŲ LABORATORIJŲ ANALIZĖ	8
3.1. Nuotolinių mokomųjų laboratorijų bendroji klasifikacija	8
3.2. Nuotolinių laboratorijų lyginamoji analizė	8
3.2.1. PlanetLab	8
3.2.2. Sistema NETLAB _{AE}	12
3.2.3. Laboratorija IsiLab	13
3.2.4. Nuotolinių mokomųjų laboratorijų palyginimas	14
3.3. Išvados.....	16
4. KOMPIUTERIŲ TINKLŲ NUOTOLINĖS LABORATORIJOS STRUKTŪRA	17
4.1. Bendroji sistemos architektūra.....	17
4.2. Mokomosios laboratorijos techninė ir programinė įranga	20
4.3. Laboratoriniuose darbuose naudojama programinė įranga	21
4.4. Laboratorinių darbų metu naudojamos programinės įrangos panaudojimo analizė.....	25
4.5. Išvados.....	32
5. KOMPIUTERIŲ TINKLŲ NUOTOLINĖS LABORATORIJOS GRAFINĖS SAŠAJOS PROJEKTAVIMAS	34
5.1. Reikalavimai grafinei sąsajai	34
5.1.1. Funkciniai reikalavimai.....	34
5.1.2. Nefunkciniai reikalavimai vartotojo sąsajai.....	35
5.1.3. Vartotojų apribojimai	35
5.2. Sistemos vartotojų grupės	36
5.3. Panaudos atvejai	36
5.4. Vartotojo sąsajos struktūra	43
5.5. Duomenų bazės modelis	43
5.6. Vartotojo grafinės sąsajos svetainės modelis.....	48
5.7. Skirtingų vartotojų tipų sąsajos puslapių modulis	49
5.8. Išvados.....	59
6. TESTAVIMAS	60
6.1. Vartotojo grafinės sąsajos naudojamo duomenų srauto tyrimas.....	60
6.2. Išvados.....	61
7. SISTEMOS VARTOTOJŲ DOKUMENTACIJA	62
7.1. Studento vartotojo dokumentacija	62
7.2. Duomenų bazės parengimas darbui	68
8. DARBO REZULTATAI IR IŠVADOS	73
9. Terminų ir santrumpų sąrašas	75
10. NAUDOTA LITERATŪRA.....	78

Lentelės

1 lentelė. Kompiuterių tinklų nuotolinių studijų pasiskirstymas PlanetLab sistemoje.....	11
2 lentelė. Nuotolinių laboratorijų palyginimas	15
3 lentelė. Laboratorijos techninės įrangos paskirtis	20
4 lentelė. Modulio T120B310 laboratorinių darbų programinė įranga.....	22
5 lentelė. Modulio P175B103 laboratorinių darbų programinė įranga	23
6 lentelė. Modulio T120B024 laboratorinių darbų programinė įranga.....	24
7 lentelė. Modulio T120M121 laboratorinių darbų programinė įranga.....	25
8 lentelė. DB lentelės Modulis laukų aprašymai	44
9 lentelė. DB lentelės Laboratorinis laukų aprašymai	45
10 lentelė. DB lentelės Iranga laukų aprašymai.....	45
11 lentelė. DB lentelės Teises laukų aprašymai.....	45
12 lentelė. DB lentelės Laiko_intervalai laukų aprašymai	46
13 lentelė. DB lentelės Vartotojai laukų aprašymai.....	46
14 lentelė. DB lentelės Rezervacijos laukų aprašymai	46
15 lentelė. DB lentelės Rezervacijos laukų aprašymai	47
16 lentelė. DB lentelės Teises_vart laukų aprašymai	47
17 lentelė. Matavimų rezultatai.....	61
18 lentelė. DB lentelės Modulis kūrimas	69
19 lentelė. DB lentelės Laboratorinis kūrimas.....	69
20 lentelė. DB lentelės Iranga kūrimas	70
21 lentelė. DB lentelės Teises kūrimas	70
22 lentelė. DB lentelės Laiko_intervalai kūrimas.....	70
23 lentelė. DB lentelės Vartotojai kūrimas	71
24 lentelė. DB lentelės Rezervacijos kūrimas.....	71
25 lentelė. DB lentelės Darbai kūrimas	72
26 lentelė. DB lentelės Teises_vart kūrimas.....	72

Ilustracijos

1 pav. Mokomųjų laboratorijų klasifikavimas pagal virtualumą ir prieigos galimybes	8
2 pav. PlanetLab platformos struktūra	9
3 pav. PlanetLab sričių/skilčių pasiskirstymas mazguose	10
4 pav. NETLAB _{AE} vartotojo sąsaja.	12
5 pav. Vartotojų registravimo ir laiko rezervavimo langas NETLAB _{AE} sistemoje	13
6 pav. IsiLab sistemos lygmenys	14
7 pav. Bendroji sistemos architektūra	17
8 pav. Laboratorinės įrangos pasiekiamumo schema	18
9 pav. Paketų analizatoriaus („sniferio“) struktūra	28
10 pav. Studento panaudos atvejų diagrama	37
11 pav. Dėstytojo panaudos atvejų diagrama	38
12 pav. Administratoriaus panaudos atvejų diagrama	40
13 pav. Vartotojo sąsajos struktūra	43
14 pav. Duomenų bazės modelis	44
15 pav. Internetinės svetainės bendras modelis	48
16 pav. Pradinio svetainės puslapio modulis	49
17 pav. Registracijos puslapio modulis	49
18 pav. Prisijungusio studento pradinio puslapio modulis	50
19 pav. Asmeninių duomenų ir slaptažodžio keitimo puslapio modulis	50
20 pav. Rezervacijų peržiūros puslapio modulis	51
21 pav. Laiko rezervavimo puslapio modulis	51
22 pav. Įrangos rezervavimo puslapio modulis	52
23 pav. Nuotolinio prisijungimo puslapio modulis	52
24 pav. Darbų įkėlimo puslapio modulis	53
25 pav. Studentų darbų peržiūros puslapio modulis	53
26 pav. Studentų atliekamų darbų stebėjimo puslapio modulis	54
27 pav. Administratoriaus pradinio puslapio modulis	54
28 pav. Studentų sąrašo peržiūros puslapio modulis	55
29 pav. Naujo studento registravimo puslapio modulis	55
30 pav. Dėstytojų sąrašo peržiūros puslapio modulis	56
31 pav. Dėstytojo registracijos formos puslapio modulis	56
32 pav. Modulių sąrašo puslapio modulis	57
33 pav. Naujo modulio registravimo formos puslapio modulis	57
34 pav. Laboratorinių darbų sąrašo peržiūros puslapio modulis	57
35 pav. Naujo laboratorinio darbo registravimo puslapio modulis	58
36 pav. Rezervacijų peržiūros puslapio modulis	58
37 pav. Pasirinktos dienos rezervacijų sąrašo puslapio modulis	59
38 pav. Pradinis svetainės puslapis	62
39 pav. Registracijos puslapis	62
40 pav. Prisijungusio studento pradinio puslapis	63
41 pav. Studento asmeninių duomenų ir slaptažodžio keitimo puslapis	63
42 pav. Rezervacijų peržiūros puslapis	64
43 pav. Laiko rezervavimo puslapis	64
44 pav. Įrangos rezervavimo puslapis	65
45 pav. Įrangos valdymo puslapis	66
46 pav. Nuotolinio prisijungimo puslapis	66
47 pav. Windows XP operacinė sistema po kompiuterio perkrovimo	68

48 pav. Darbų įkėlimo puslapis	68
--------------------------------------	----

1. ĮVADAS

Bendradarbiavimas tarp universitetų, mokslinių centrų, įvairių mokymo įstaigų, įvairių laboratorijų įgauna vis didesnę svarbą, kadangi formuojasi galimybės ne tik dalintis unikaliomis žiniomis, atradimais ir pastebėjimais, bet ir naudotis turimais techniniais laboratoriniais ištekliais. Šias galimybes atvėrė internetinės technologijos. Kartu kuriamos kelių universitetų bendros mokomosios laboratorijos.

Darbas laboratorijose, atliekant įvairius praktinius darbus yra labai svarbi mokomojo proceso dalis. Virtualioje mokomojoje laboratorijoje kiekvienas atliekamas eksperimentas yra imituojamas panaudojant tam skirtą programinę įrangą (pvz.: LabVIEW, MatLab, ORCAD ir pan.). Skirtingai nuo virtualios laboratorijos nuotolinė mokomoji laboratorija yra skirta atlikti eksperimentams realiu laiku panaudojant realią techninę įrangą.

Kuriant nuotolines laboratorijas siekiama tokių tikslų:

- Suteikti studentams prieinamumą prie realios techninės įrangos;
- Sudaryti galimybę bet koku paros laiku pasiekti nuotolinę laboratoriją naudojantis internetine prieiga;
- Taupyti išlaidas, laboratorinei techninei įrangai įsigyti, nes ta pati nuotolinė laboratorija gali būti naudojama keliose mokymo įstaigose.

Nuotolinės laboratorijos privalumai:

- Skirtingai negu naudojantis simulatoriais (imitatoriais) nuotolinėse laboratorijose įgaunama darbo su realia technine įranga patirtis;
- Besimokantieji gali atlikti eksperimentus iš bet kurios pasaulio vietos (turint internetinę prieigą);
- Nuotolinės laboratorijos praplečia prieigos galimybes prie brangios techninės įrangos;
- Tampa puikiai prieinamos neįgaliesiems.

2. TIRIAMOJO DARBO TIKSLAI IR UŽDAVINIAI

Tiriamąo darbo tikslas- iširti vartotojų grafinės sąsajos galimybes ir sukurti nuotolinės mokomosios kompiuterių tinklų laboratorijos prototipą.

2.1. Tiriamojo darbo objektas

Nuotolinės kompiuterių tinklų laboratorijos vartotojų grafinė sąsaja

2.2. Darbo tikslai ir uždaviniai

Uždaviniai

- Atlikti analogiškų nuotolinio mokymo laboratorijų analizę ir atlikti vartotojų grafinių sąsajų palyginimą.
- Sukurti nuotolinės kompiuterių tinklų laboratorijos modelį.
- Parinkti tinkamas programines priemones ir technines priemones vartotojų sąsajos realizavimui
- Sukurti nuotolinės laboratorijos vartotojo aplinką.
- Sukurti nuotolinės mokomosios kompiuterių tinklų laboratorijos prototipą.

3. ANALITINĖ DALIS. NUOTOLINIŲ LABORATORIJŲ ANALIZĖ

3.1. Nuotolinių mokomųjų laboratorijų bendroji klasifikacija

Nuotolinė mokomoji laboratorija - tai realus internetu pasiekiamas ir valdomas laboratorinių (mokomasis) stendų komplektas, skirtas mokomiesiems tyrimams atlikti ar praktiniams gebėjimams lavinti. Studentas interaktyviai dirba su realiu įrenginiu.

Mokomosios laboratorijos gali būti skirstomos atsižvelgiant į jų prieigos galimybes naudojamos įrangos virtualumą (1 pav.) [1].

		Laboratorijos prieiga	
		Lokali	Nuotolinė
Naudojama įranga	Virtuali	Lokali simuliacija	Virtuali laboratorija
	Realii	Tradicinė laboratorija	Nuotolinė laboratorija

1 pav. Mokomųjų laboratorijų klasifikavimas pagal virtualumą ir prieigos galimybes

3.2. Nuotolinių laboratorijų lyginamoji analizė

3.2.1. PlanetLab

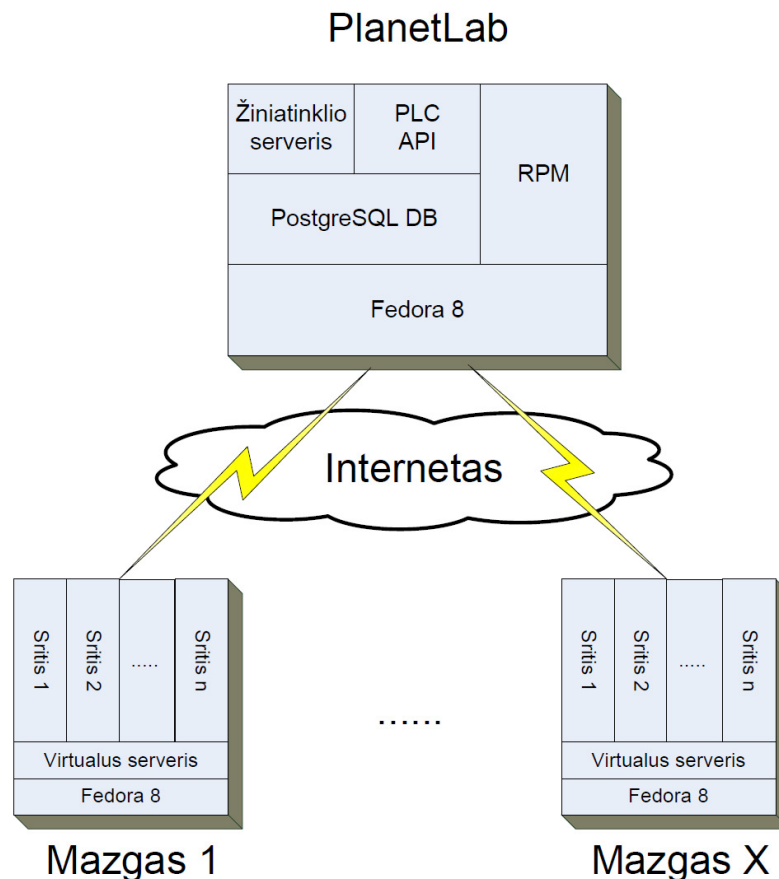
PlanetLab tinklas [2] yra pasaulinė platforma, skirta eksperimentiškai patikrinti plataus masto tinklo paslaugas (*angl. services*). Šiuo metu PlanetLab tinklą sudaro 945 mazgai (*angl. nodes*) išdėstyti 470 skirtingose pasaulio vietose. Apie 40 šalių atlieka tyrimus šioje platformoje, vykdydami daugiau kaip 600 bandomųjų tyrimo projektų, susijusių su turinio paskirstymu, tinklo anomalijų ir klaidų diagnostika, maršrutizavimo tobulinimu. PlanetLab platformos struktūra pavaizduota 2 pav.

PlanetLab platforma buvo kuriama keliant šiuos tikslus [3]:

- Sukurti pasaulinę platformą;
- Užtikrinti greitą išteklių pasiekiamumą;

- Sumažinti centralizuotų komponentų skaičių;
- Aptarnauti didelį skaičių vartotojų [4].

PlanetLab tinklo struktūra pateikta 2 pav. Prisijungimas vykdomas per vartotojo sąsają. Akademinės institucijos prie PlanetLab tinklo gali prisijungti nemokamai, tam reikia paskirti minimalius reikalaujamus resursus (techninę įrangą), kurie bus naudojami bendrame tinkle.



2 pav. PlanetLab platformos struktūra

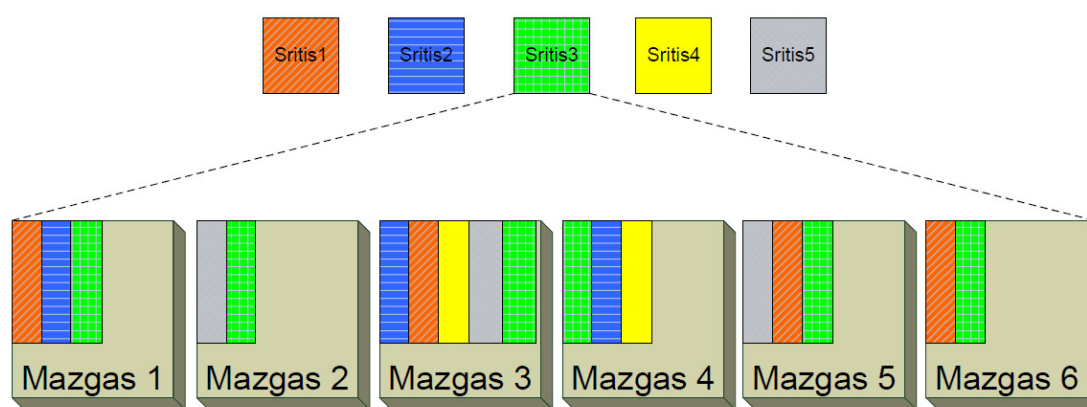
Kitoms institucijoms, priklausomai nuo narystės lygio yra taikomas metinis mokestis nuo 10 000 iki 300 000 JAV dolerių.

Akademinės bendruomenės prisijungusios prie PlanetLab tinklo gauna 10 sričių, kurias gali paskirstyti savo vartotojams. Vartotojai norintys naudotis akademinės bendruomenės turimais resursais, pirmiausia turi užsiregistruoti PlanetLab svetainėje. Vartotojas registruojantis turi susipažinti su priimtina naudojimo politika ir sutikti su jos sąlygomis. Registruojantis iš buveinių sąrašo reikia išsirinkti savo instituciją. Vartotojų registraciją turi patvirtinti grupės vadovas [5, 6, 7, 8].

Grupės vadovas elektroniniu paštu gauna informaciją apie užsiregistravusius vartotojus, ir turi juos aktyvuoti PlanetLab svetainėje. Vartotojams suteikiama resursų sritis, kuria jie gali naudotis [9].

Patvirtintas vartotojas pirmiausia turi prisijungti prie PlanetLab internetinės svetainės ir įkelti sugeneruoti SSH raktus.

Vartotojas savo turimą sritį gali suskirstyti į skiltis, kurios veiks skirtinguose mazguose, taip vartotojo turimos srities tinklas paskirstomas pasauliniu mastu [10]. Sričių sudalinimas ir pasiskirstymas mazguose pavaizduotas 3 pav.



3 pav. PlanetLab sričių/skilčių pasiskirstymas mazguose

Pasirinkus skiltis (srities mazgus), serverių paruošimo procesas gali užtrukti iki valandos laiko, kol vartotojas galės prisijungti prie savo PlanetLab srities. Kai sritis sukuriama mazge, ji yra pateikiama su minimalia operacinės sistemos „Fedora“ 8 versija. Prisijungimas prie skilčių vyksta terminaliniu režimu, tam naudojama Telnet/SSH programa (pvz. putty) arba, jei naudojama Linux tipo operacinė sistema, prisijungimas atliekamas terminaliniame režime naudojant komandą

```
ssh -l vartotojo_vardas 1 -i ~/.ssh/id_rsa mazgo_adresas.lt
```

kur id_rsa yra privatus vartotojo raktas.

Prisijungus prie mazgo vartotojas gali diegti standartinę arba savo sukurtą programinę įrangą ir atlikti eksperimentus. Visi eksperimentai atliekami tik terminaliniame režime.

Atlikus analizę nustatyta, kad PlanetLab pagalba skirtinguose universitetuose atliekama gana daug darbų, susijusių su kompiuterių tinklų technologijomis (1 lentelė). Tai iliustruoja tokio tinklo aktualumą.

1 lentelė. Kompiuterių tinklų nuotolinių studijų pasiskirstymas PlanetLab sistemoje

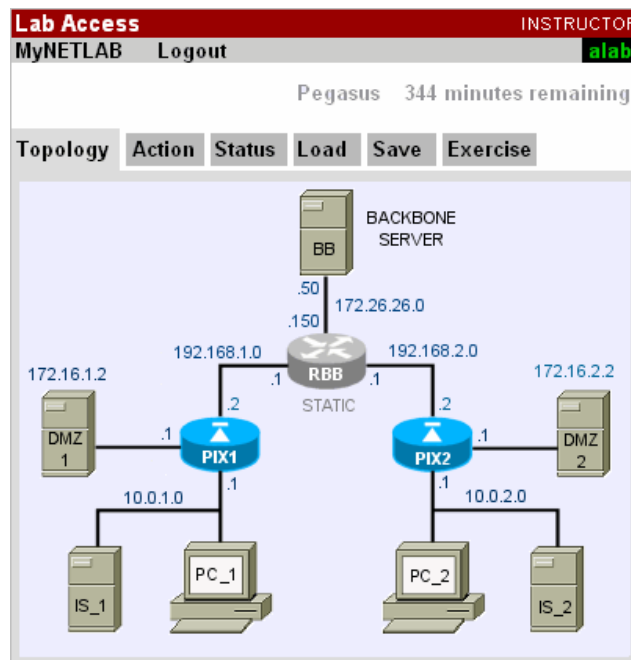
Eil. Nr.	Modulis	Universitetas
1.	Advanced Distributed systems	University of Illinois at Urbana-Champaign
2.	Distributed Systems	Northwestern University; University of Crete; Williams College
3.	Federated Distributed Systems	University of South Florida
4.	Distributed Systems Infrastructure	University of California, Los Angeles
5.	Storage and Networking	Princeton University
6.	Large-Scale Networked Systems	Brown University
7.	Computer Networks and Distributed Systems	Duke University
8.	Wide Area Networks	University of Pittsburgh
9.	Introduction to Computer Networks	KAIST, Korea
10.	Computer Networks	Brigham Young University; Dartmouth; ETH Zurich; Georgia Tech; Purdue University; University of California, Berkeley; University of Washington Computer Science & Engineering; KAIST, Korea
11.	Advanced Computer Networks	University of Wisconsin Madison
12.	Experimental Networking	Rensselaer Polytechnic Institute
13.	Computer Communications Networks	University of California, San Diego
14.	Networked Systems	Washington University in St. Louis
15.	Network Simulation and Testing	National Taiwan University, Taipei
16.	Internetworking Architectures and Protocols	Georgia Tech
17.	Large-scale Networked Systems	University of California, Santa Barbara
18.	Introduction to Wireless Sensor Networks	University of Cyprus
19.	Peer-to-Peer Systems	Harvard
20.	Peer-to-peer Computing	National University of Kaohsiung
21.	Advanced Topics in P2P Networking	Chinese University of Hong Kong
22.	System Infrastructure Design & Construction Techniques	University of Victoria
23.	Advanced Operating Systems	Washington University in St. Louis
24.	Service Composition for Ultra-Large Scale Systems	University of California, San Diego
25.	Grids and High Performance Distributed Computing	University of California, San Diego
26.	Fault Tolerance and Security in Complex Networks	University of British Columbia
27.	Internet Security: a	Northwestern University

	Measurement-based Approach	
28.	Design of Distributed Software Applications	University of British Columbia
29.	Internet Measurement and its Reverse Engineering	Northwestern University

3.2.2. Sistema NETLAB_{AE}

NETLAB_{AE} sistema[11], tai nuotolinės prieigos sprendimas, sukurtas Cisco tinklų akademijoms. Jis pritaikytas nuotoliniu būdu naudoti Cisco mokymo įrangą bendram mokymuisi vadovaujant instruktoriui. Ji yra suderinta su Cisco tinklų akademijos mokymo programa. NETLAB_{AE} užtikrina išankstinį tvarkaraščio sudarymą. Sistema yra patogi vartotojui. Naudoja UNIX operacinę sistemą, Web serverio programinę įrangą ir vykdo įvairias sistemos administravimo funkcijas. Visa įranga yra reali ir atskirta nuo NETLAB_{AE} serverio. Sistema įgalima naudoti bendrus laboratorijos įrangos išteklius tarp kelių akademijų.

NETLAB_{AE} vartotojo sąsaja parodyta 4 pav. Kartu numatytas distancinis elektrinio maitinimo įjungimas. Studentai turi galimybę registruotis iš anksto prie atitinkamos įrangos. Gali būti prieinama prie kiekvieno tinklo maršrutizatoriaus, komutatoriaus arba užkardos (ugniasienės).









4 pav. NETLAB_{AE} vartotojo sąsaja.

Vartotojų registravimo ir laiko rezervavimo langas NETLAB_{AE} sistemoje parodytas 5 pav.

Reservation Calendar INSTRUCTOR
MyNETLAB Logout **alab**

< **May 2005** > **Thursday** Today's Date and Local Time
May 19 [May 18, 2005 4:04 PM](#)
2005 Pacific Time (US & Canada)

Select a pod and reservation time for **Antonio's FHS Class** by clicking on a (+)

	Galactica SECURITY ROUTER POD  2 Firewall Routers PCs & Servers	Pegasus SECURITY PIX POD  2 PIX Firewalls PCs & Servers
12am (+)		    726 alab
	(+)	
1am (+)		(+)
	(+)	(+)

5 pav. Vartotojų registravimo ir laiko rezervavimo langas NETLAB_{AE} sistemoje

Sistemoje numatyta galimybė išsaugoti tiriamo tinklo konfigūraciją kitam prisijungimo laikotarpiui.

3.2.3. Laboratorija IsiLab

Laboratorija ISILab [12] (Internet Shared Instrumentation Laboratory) yra skirta nuotoliniu atlikti elektronikos pagrindų laboratorinius darbus. Aplinka suprojektuota tam, kad užtikrintų nuotolinę prieigą prie elektronikos srities tyrimo objektų, reikalingų inžinieriniuose mokymo kursuose. Ji atitinka trijų lygių architektūrą ir užtikrina didelį lankstumą, patogų plečiamumą bei sąveikumą. Sudaryta taikant paslaugoms orientuotą architektūrą. Nuotolinei prieigai pakanka nedidelio tinklo pralaidumo. Naudoja meta duomenis eksperimentams aprašyti [13].

Sukurta aplinka įgalina:

- Valdyti realius laboratorinius darbus;
- Užtikrinti daugelio vartotojų aptarnavimą pagal tvarkaraštį;
- Sukurti modulinę struktūrą;
- Naudoti standartines kūrimo priemones ir technologijas;

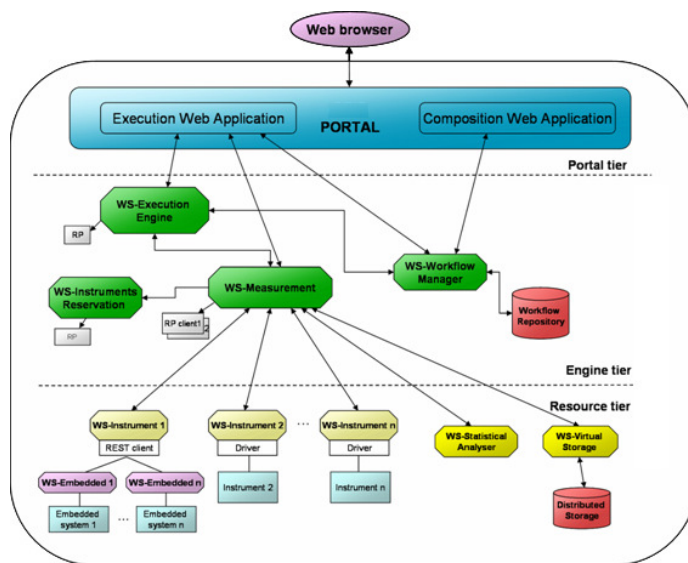
Sistemą apima tris lygmenis (6 pav.):

- Portalo;
- Variklio;
- Išteklių.

Portalo lygmenyje galinis vartotojas vykdo matavimus arba paima duomenis tyrimams.

Variklio lygmenyje esanti programinė įranga įgalina valdyti:

- Realius paskirstytus išteklius (priemones, tiriamus elementus, tyrimams skirtus duomenis);
- Konkurentinę pereiną prie realių prietaisų ir darbo sesijos interaktyvumą.



6 pav. IsiLab sistemos lygmenys

Variklio lygmenyje yra šios tarpinės programos įvairioms saityno paslaugoms teikti (WS-Web service):

- paskirstytų išteklių, susijusių su jų saugojimu ir skaičiavimais, valdymui;
- konkurentinio tipo prieigos prie realios įrangos ir interaktyvumo užtikrinimui.

Išteklių lygmenyje pateikti įvairūs darbams vykdyti skirti instrumentai, o taip pat statistikos analizavimo bei virtualių serverių galimybės.

3.2.4. Nuotolinių mokomųjų laboratorijų palyginimas

Skirtingos nuotolinio mokymo laboratorijos sukurtos įgyvendinti nevienodus tikslus, todėl nevienodai tenkina tam tikrus reikalavimus. Mokomųjų laboratorijų galimybių palyginimas pateiktas 2 lentelėje. Kartu pateikta ir darbe projektuojama nuotolinio mokymo laboratorija.

2 lentelė. Nuotolinių laboratorijų palyginimas

Eil. Nr.	Rodiklis	ISILab	NETLAB _{AE}	PlanetLab	KTU
1.	Realių paskirstytų laboratorijų valdymas	taip	taip	taip	ne
2.	Konkurentiškas pasiekiamumas	taip	taip	ne	taip
3.	Modulinė struktūra ir plečiamumo galimybės	taip	taip	taip	taip
4.	Standartinių priemonių ir technologijų panaudojimas	taip	taip	taip	taip
5.	Paslaugoms orientuota architektūra	taip	taip	taip	taip
6.	Prisijungimo sparta	žema	žema		aukšta
7.	Metaduomenų panaudojimas eksperimento aprašymui	taip	ne	ne	ne
8.	Išankstinė registracija	ne	taip	taip	taip
9.	Lietuvių kalba	ne	ne	ne	taip
10.	Prieiga prie laboratorijos kompiuterių ir tinklo įrenginių	taip	taip/ne	ne	taip
11.	Galimybė dėstytojui stebėti studento ekraną	taip	taip	ne	taip
	Darbo eigos istorijos atgaminimas	ne	taip	ne	ne

Iš lentelėje pateiktų rezultatų matyti, kad prototipai yra gana panašūs. Laboratorija ISILab neturi išankstinės registracijos ir darbo eigos istorijos atgaminimo galimybių. NETLAB_{AE} sistema nenumato metaduomenų panaudojimo, o taip pat prieigos prie laboratorijos kompiuterių. PlanetLab sistema suteikia fiksuotus skaičiavimo ir modeliavimo išteklius tam tikram laikotarpiui. Nėra galimybės stebėti studento ekraną ir atgaminti darbo eigos istoriją. Projektuojama laboratorija labiau pritaikyta realiems mokymo proceso poreikiams. Ji yra sukoncentruota vienoje patalpoje. Įvertinant, kad tie patys įrenginiai naudojami įvairiems tikslams, vieno darbo eigos istorijos atgaminimas negalimas.

3.3. Išvados

Atlikta laisvai prieinamų nuotolinių mokomųjų laboratorijų panaudojamų atvejų analizė ir nustatyta, kad plačiausiai naudojamos nuotolinės kompiuterių tinklų srities laboratorijos, skirtos modeliavimui. Tokios laboratorijos kuriamos universitetų mokslinių laboratorijų bazėje.

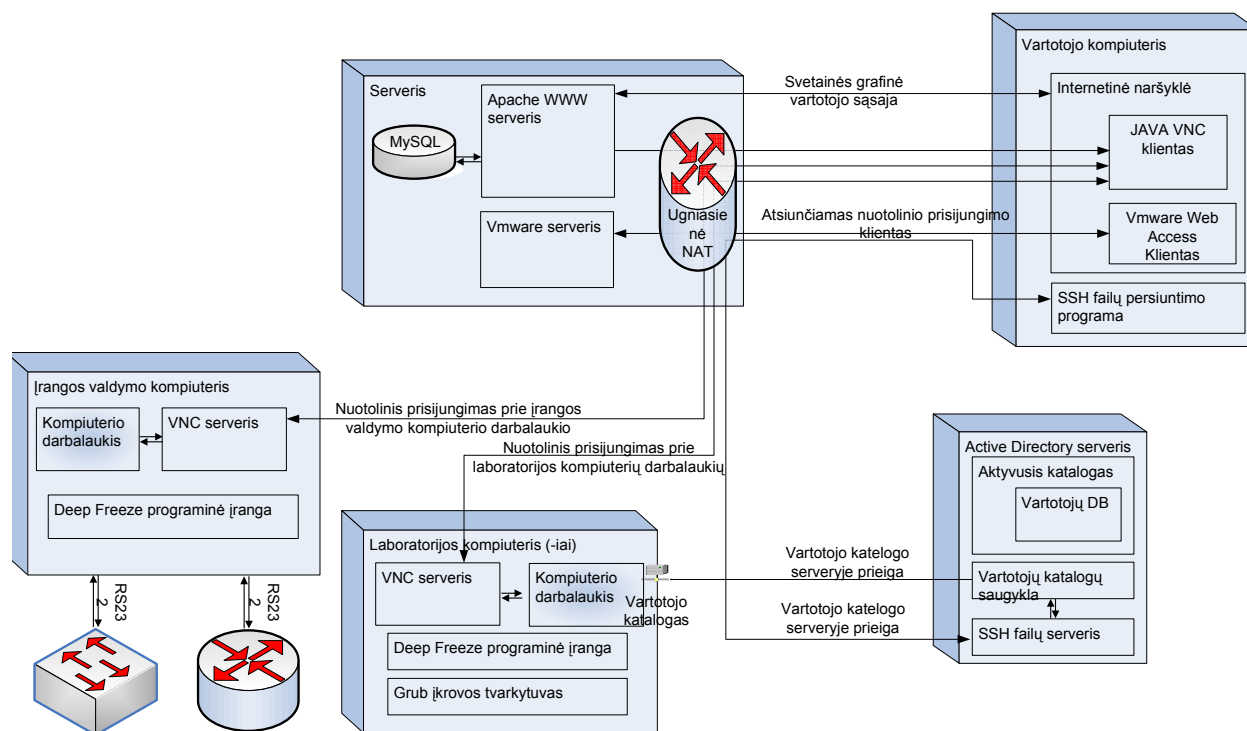
Realaus aparatūrinės įrangos pasiekiamumo laboratorijos kuriamos suteikiant vartotojams teisę jungtis tiesiogiai prie laboratorijoje esančios aparatūrinės ir programinės įrangos. Tam tikslui yra panaudojamos tiek programinės priemonės, tiek ir vaizdinės priemonės.

Vartotojų nuotolinio prisijungimo užtikrinimui naudojami vartotojų vardai bei slaptažodžiai ir sudaromas išankstinis laboratorijų įrangos panaudojimo tvarkaraštis. Darbo laiko registravimui panaudojamas konkurencijos principas.

4. KOMPIUTERIŲ TINKLŲ NUOTOLINĖS LABORATORIJOS STRUKTŪRA

4.1. Bendroji sistemos architektūra

Bendroji sistemos architektūra pavaizduota paveiksle (7 pav.). Vartotojai nuotolinės laboratorijos grafinę sąsają ir vidinius įrenginius pasiekia per internetinę naršyklę prisijungdami prie laboratorijos svetainės, esančios pagrindiniame laboratorijos serveryje.



7 pav. Bendroji sistemos architektūra

Vartotojų profiliai, rezervacijos, atliktų darbų ataskaitos, modulių ir laboratorinių darbų aprašymai, nuotoliniu būdu pasiekiamos įrangos informacija saugoma serveryje esančioje MySQL duomenų bazėje. Taip pat serveryje palaikoma VMware virtualizacijos aplinka, kurioje studentams papildomai gali būti suteikiama prieiga prie virtualių kompiuterių, kuriuose jie netgi gali įdiegti savo pageidaujamą operacinę sistemą.

Priėjimą prie kompiuterių valdymo užtikrina juose įdiegtas UltraVNC [14] serveris. UltraVNC serveris naudojamas dėl keleto kriterijų:

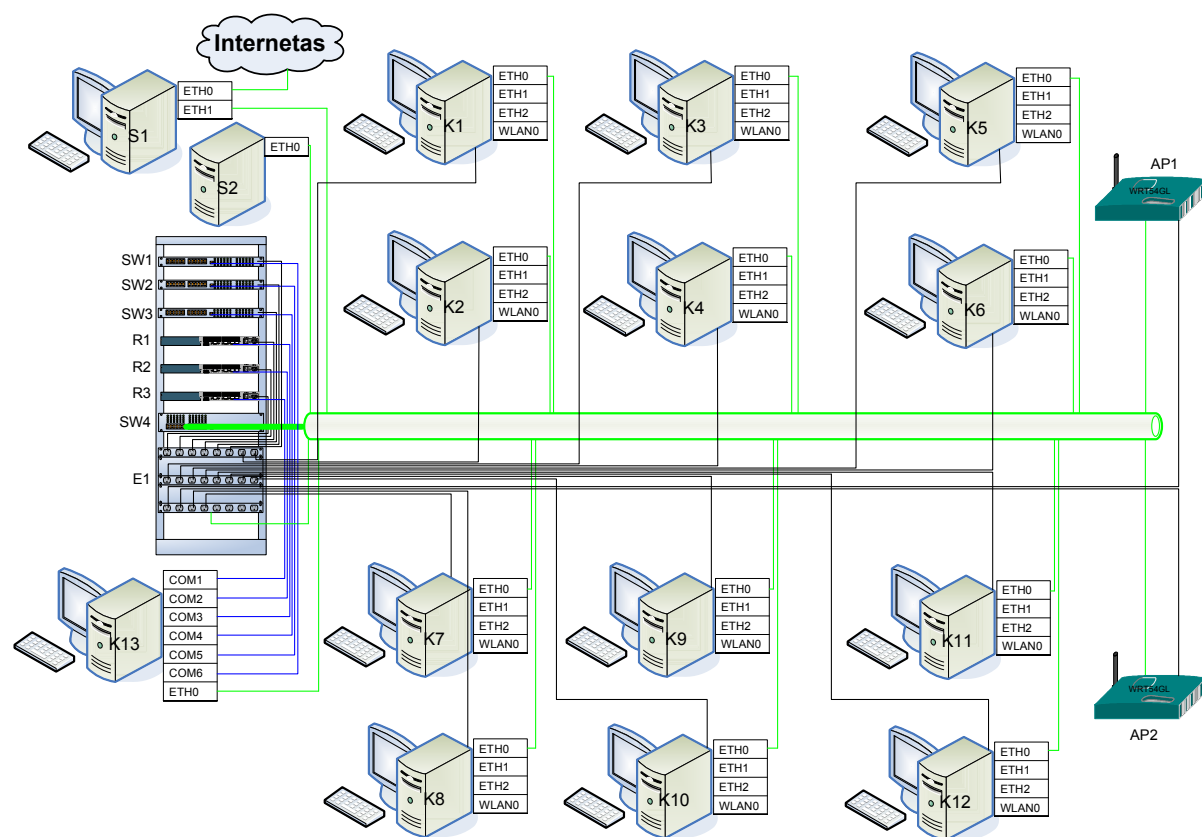
- Nemokamas;
- Veikia MS Windows ir Linux tipo operacinėse sistemose;
- Vartotojas gali pats pasirinkti perduodamo vaizdo kokybę, pagal savo ryšio spartą arba vaizdo kokybės parametrai gali būti nustatomi serveryje.

- Pasiekiamumas naudojantis internetine naršykle.

Vartotojai kompiuterius valdo turėdami pilnas administravimo teises. Perkrovus kompiuterį, juose įdiegta Deep Freeze [15, 16] programinė įranga užtikrina standartinės sistemos būklės atstatymą ir jokie vartotojo atlikti pakeitimai sistemoje nėra išsaugomi. Deep Freeze programinis produktas yra mokamas, licencijos kaina vienam kompiuteriui 45 JAV doleriai (~35 Eur).

Vartotojų prisijungimo duomenys jiems registruojantis ar keičiant slaptažodį yra sinchronizuojami su Active Directory serveryje esančia vartotojų duomenų baze. Taip pat šiame serveryje yra palaikomas vartotojų failų serveris, kurį kiekvienas vartotojas gali pasiekti naudojantis SSH failų persiuntimo programine įranga (pvz., WinSCP).

Papildomos įrangos (komutatoriai, maršrutizatoriai) valdymas pasiekiamas per įrangos valdymo kompiuterį, prie kurio yra prijungta visa valdoma įranga.



8 pav. Laboratorinės įrangos pasiekiamumo schema

Laboratorijos įranga gali būti papildoma, naujais ryšiais tarp techninės įrangos, taip sudarant galimybę plėsti praktinių darbų tematiką.

Nuotolinę kompiuterių tinklų laboratoriją sudaro:

- 2 serveriai,
- 13 personalinių kompiuterių,
- 2 belaidės prieigos įrenginiai,
- 3 Cisco maršrutizatoriai,
- 3 Cisco komutatoriai,
- 1 energijos valdymo įtaisas.

Kompiuterių klasė sujungta į bendrą vietinį kompiuterių tinklą. Interneto prieiga laboratorijai teikiama per serverį-maršrutizatorių S1. Serveryje veikia iptables ugniasienė. Vartotojų laiko rezervavimo ir laboratorijos prieigos puslapis pateikiamas Apache žiniatinklio serveryje.

Jame įdiegta VMware Server [17] programinė įranga, skirta virtualių kompiuterių palaikymui ir valdymui. VMware Infrastructure Web Access komponentas suteikia galimybę virtualius kompiuterius pasiekti ir valdyti naudojantis žiniatinklio prieiga.

Serveryje S2 veikia Windows 2003 Server operacinė sistema su įdiegtu aktyviuoju katalogu (Active Directory).

Kompiuteriuose K1-K12 įdiegtos dvi operacinės sistemos:

- Debian Linux;
- Windows XP.

Įjungus kompiuterį yra įkraunama numatyta (default) Debian Linux operacinė sistema. Vartotojui prisijungus prie kompiuterio nuotoliniu būdu, galima pasirinkti operacinę sistemą, kuri įkraunama kitos įkrovos metu.

K13 su įdiegta Windows XP operacine sistema skirtas maršrutizatorių ir komutatorių valdymui. Kompiuteris turi įdiegtus 6 vienetus COM prievadų, kurie skirti maršrutizatorių ir komutatorių prijungimui ir valdymui. Reikalingam COM prievadų kiekiui palaikyti naudojami USB-COM tipo konverteriai [18], leidžiantys prie kompiuterių pajungti COM prievadus turinčius įrenginius per USB sąsają.

Energijos valdymo (įtaisas) konsolė E1 skirta kompiuterių, maršrutizatorių bei komutatorių maitinimo energijos įjungimui ir išjungimui. Numatyta panaudoti 3 kartu

veikiančius maitinimo energijos valdymo įtaisus APC AP7920 [19], turinčius po 8 elektros energijos valdymo jungtis, kurias galima valdyti nuotoliniu būtu.

Vartotojų prieiga prie nuotolinės laboratorijos valdymo pasiekama įrangos valdymo kompiuterio prieiga internetinėje svetainėje. Svetainė palaikoma S1 serveryje esančiame laboratorijoje.

4.2. Mokomosios laboratorijos techninė ir programinė įranga

Mokomoji laboratorija skirta atlikti įvairias užduotis. Skirtingoms užduotims vykdyti instaliuota tam tikra programinė įranga. Programinės įrangos paskirtis ir jos pagrindinės savybės pateiktos 3 lentelėje.

3 lentelė. Laboratorijos techninės įrangos paskirtis

Eil. Nr.	Įrangos pavadinimas	Įdiegta OS	Paskirtis	Kitos savybės
1.	Serveris S1	Debian Linux	<ul style="list-style-type: none"> • Laboratorijos ugniasienė • NAT funkcija • Vartotojų prieigos svetainė • Duomenų bazė rezervavimams • VMware virtualizacijos serveris 	Vartotojams pasiekama internetinė svetainė palaikoma šiame serveryje
2	Serveris S2	Windows 2003 Server	<ul style="list-style-type: none"> • Domeno kontrolieris • Aktyviojo katalogo palaikymas • Studentų darbų saugykla 	
3.	Belaidžiai prieigos taškai AP1, AP2	Linksys Linux tipo OS	<ul style="list-style-type: none"> • Belaidė tinklo prieiga 	Galimas perkrovimas, naudojant maitinimo energijos valdymą
4.	Kompiuteriai K1-K12	Windows XP ir Debian Linux	<ul style="list-style-type: none"> • Studentų praktinių darbų atlikimui 	Kompiuterio perkrovimas į pageidaujamą operacinę sistemą
5.	Kompiuteris K13	Windows XP	<ul style="list-style-type: none"> • Komutatorių ir maršrutizatorių valdymo prieigai 	
6.	Energijos valdymo įtaisas E1	-	<ul style="list-style-type: none"> • Kompiuterių K1-K12 maitinimo valdymui • Belaidžių prieigos taškų maitinimo valdymui • Komutatorių SW1-SW3 ir maršrutizatorių R1-R3 maitinimo valdymui 	Maitinimo energijos valdymas pasiekiamas iš internetinio puslapio vartotojo sąsajos

7.	SW1, SW2, SW3	Cisco IOS	• Tinklo komutatoriai (valdomi)	
8.	SW4	Cisco IOS	• Bendras laboratorijos komutatorius	
9.	R1, R2, R3	Cisco IOS	• Tinklo maršrutizatoriai (valdomi)	

4.3. Laboratoriniuose darbuose naudojama programinė įranga

Programinė įranga priklauso nuo mokymo modulio atliekamų darbų tikslų. Studijuojant mokymo modulį T120B310 vykdomi šie laboratoriniai darbai:

1. Optinių linijų parametrų matavimas.

Darbo tikslas: Ištirti optinę skaidulą bei nustatyti jos tinkamumą duotam tinklui. Nustatyti koks gali būti minimalus ir maksimalus vėlinimas dėl optikos kaltės.

2. GRID sertifikatai, užduočių siuntimas,

Darbo tikslas: išsiųsti į GRID tinklą užduotį (skriptą) bei paimti užduoties įvykdymo rezultatus. Nustatyti laisviausius darbo metu pasiekiamus klasterius. Sukurti laikiną sertifikatą (proxy sertifikatą) kuris bus naudojamas išsiunčiant užduotį į pasirinktą klasterį.

3. GPRS parametrų tyrimas,

Darbo tikslas: Palyginti operatorių informacijos siuntimo laiką (įskaitant ir prisijungimo laiką) bei nustatyti prie kokio siunčiamo duomenų kiekio kuris operatorius užtikrina geresnę kokybę.

4. Maršrutų tinkle parinkimas,

Darbo tikslas: Išmokti dirbti su standartiniu kompiuterių tinklo (TCP/IP) nustatymo ir stebėjimo programų paketu, esančiu Microsoft Windows šeimos operacinėse sistemose.

5. Belaidžiai LAN,

Darbo tikslas: Susipažinti su belaidžio vietinio kompiuterių tinklo (WLAN) įdiegimu. Išstudijuoti WLAN įdiegimo reikalavimus, parametrus ir duomenų perdavimo galimybes.

6. Tinklo apsauga,

Darbo tikslas: Išmokti naudotis „iptables“ paketų filtravimo priemone, atlikti pateiktą taisyklių analizę. Reikiamai sukonfigūruoti ugniasienę pagal dėstytojo pateiktą užduotį. Patikrinti tinklo pažeidžiamumą prieš ir po ugniasienės panaudojimo.

Šiems laboratoriniams darbams atlikti naudojama programinė įranga pateikta lentelėje (4 lentelė).

4 lentelė. Modulio T120B310 laboratorinių darbų programinė įranga

Eil. Nr.	Pavadinimas	Operacinė sistema	Naudojama programinė įranga
1.	Optinių linijų parametrų matavimas	Windows XP	FiberMaster Trace Analysis Program Tektronix
2.	GRID sertifikatai, užduočių siuntimas	Windows XP	VMware
3.	GPRS parametrų tyrimas	Windows XP	TEMS Investigation
4.	Maršrutų tinkle parinkimas	Windows XP	Standartinės Windows XP komandos
5.	Belaidžiai LAN	Windows XP	MSI belaidžio adapterio konfigūravimo įrankis
6.	Tinklo apsauga	Windows Xp	WMware iptables

Studijuojant mokymo modulį P175B103 vykdomi šie laboratoriniai darbai:

1. Web serverio instaliavimas ir konfigūravimas

Darbo tikslas: WWW serviso paleidimas ir konfigūravimas Windows sistemoje.

2. MySQL valdymas su PHP

Darbo tikslas: Išsiaiškinti MySQL valdymo su PHP principus.

3. Kliento serverio programavimas

Darbo tikslas: Atlikti serverio programavimą

4. XML, G.Butkus

Darbo tikslas: Išbandyti įvairius duomenų, aprašytų XML kalba, atvaizdavimo būdus:

- Duomenų, aprašytų XML kalba, vaizdavimui parašyti HTML failą, duomenų susiejimui
- panaudoti gaire <xml> ;
- Duomenų, aprašytų XML kalba, vaizdavimui panaudoti JavaScript scenarijų failą;
- Duomenų, aprašytų XML kalba, vaizdavimui panaudoti CSS scenarijų failą;

- Duomenų, aprašytų XML kalba, vaizdavimui panaudoti XSL scenarijų failą.

5. E-pašto serverio veikimas, sauga.

Darbo tikslas: Išbandyti SMTP, POP3, IMAP4 protokolus, susipažinti su antraščių struktūra.

6. Web paslaugų saugumo tyrimas

Darbo tikslas: Aptikti žinomus WEB tarnybinės stoties pažeidžiamumus ir pasinaudoti atrastais pažeidžiamumais.

Šiems laboratoriniams darbams atlikti naudojama programinė įranga pateikta lentelėje (5 lentelė).

5 lentelė. Modulio P175B103 laboratorinių darbų programinė įranga

Eil. Nr.	Pavadinimas	Operacinė sistema	Naudojama programinė įranga
1.	Web serverio instaliavimas ir konfigūravimas	Windows XP	Apache (įdiegiamas laboratorinio darbo metu)
2.	MySQL valdymas su PHP	Windows XP	WinSCP
3.	Kliento serverio programavimas	Windows XP	VMware
4.	XML	Windows XP	Notepad++
5.	E-pašto serverio veikimas, sauga. PGP	Debian Linux	Postfix, GnuPG
6.	Web puslapių saugumo tyrimas	Windows XP	SuperScan NStealth

Studijuojant mokymo modulį T120B024 vykdomi šie laboratoriniai darbai:

1. GRID klasteriai ir resursų brokeriai

Darbo tikslas: Iširti pasaulyje egzistuojančius GRID tinklus, stebėti duomenų migraciją, resursų brokerių bei klasterių darbus.

2. GRID aplinkoje veikiančių servisų patikimumas bei efektyvumas

Darbo tikslas: Nustatyti klasterių pasiekiamumą, vėlinimą ir vėlinimo fluktuacijas bei įvertinti bendrą GRID efektyvumą.

3. Tinklo įrenginių valdymo galimybių SNMP protokolu tyrimas

Darbo tikslas: Išmokti valdyti tinklo įrenginius SMTP protokolu.

4. Duomenų srautų aptarnavimas ir valdymas

Darbo tikslas: Išmokti aptarnauti ir valdyti srautus, panaudojant Traffic Control galimybes.

Šiems laboratoriniams darbams atlikti naudojama programinė įranga pateikta lentelėje (6 lentelė).

6 lentelė. Modulio T120B024 laboratorinių darbų programinė įranga

Eil. Nr.	Pavadinimas	Operacinė sistema	Naudojama programinė įranga
1.	GRID klasteriai ir resursų brokeriai	Windows XP	Real Time Monitor
2.	GRID aplinkoje veikiančių servisų patikimumas bei efektyvumas	Windows XP	VMWare
3.	Tinklo įrenginių valdymo galimybių SNMP protokolu tyrimas	Debian Linux	Net-SNMP
4.	Duomenų srautų aptarnavimas ir valdymas	Debian Linux	Tc

Studijuojant mokymo modulį T120M121 vykdomi šie laboratoriniai darbai:

1. Tinklo skenavimas.

Darbo tikslas: Atrasti aktyvius tinklo įrenginius, išanalizuoti kuriuose prievaduose kokios paslaugos (angl. services) yra tiekiamos. Vykdoma skenavimo metu gautų rezultatų analizė).

2. Tinklo kompiuterio atakų aptikimas.

Darbo tikslas: Nustatyti tinklo saugumo parametrus analizuojant vykdomas atakas, kurias generuoja kenkėjiškos programos.

3. Žiniatinklio sauga.

Darbo tikslas: Aptikti žinomus WEB serverio pažeidžiamumus ir įvertinti juos naudojant bendrą pažeidžiamumo įvertinimo metodiką.

4. Ugniasienės.

Darbo tikslas: Iširti dviejų skirtingų konfigūracijų ugniasienių saugumo taisykles.

5. Bevielio tinklo sauga.

Darbo tikslas: Ištirti bevielių tinklų erdvę (nustatyti bevielių tinklų tipus, naudojamus standartus ir kanalus, MAC adresus, naudojamus saugos metodus).

Šiems laboratoriniams darbams atlikti naudojama programinė įranga pateikta lentelėje (7 lentelė).

7 lentelė. Modulio T120M121 laboratorinių darbų programinė įranga

Eil. Nr.	Pavadinimas	Operacinė sistema	Naudojama programinė įranga
1.	Tinklo skenavimas	Debian Linux	Ping NMap tracert
2.	Tinklo kompiuterio atakų aptikimas	Windows XP	Wireshark
3.	Žiniatinklio sauga	Windows XP	SuperScan NSteth
4.	Ugniasienės	Debian Linux	Iptables
5.	Bevielio tinklo sauga	Debian Linux	Kismet Wireshark

4.4. Laboratorinių darbų metu naudojamos programinės įrangos panaudojimo analizė

Iperf

Iperf [20]— tai įrankis, kurio pagalba galima išmatuoti maksimalų pralaidumą, TCP (arba UDP) protokolu simuliuojant informacijos paketus. Iperf veikia klientas-serveris architektūros principu, t.y. Iperf serveris yra paleidžiamas ant kurio nors vieno iš testuojamų kompiuterių, o Iperf klientas jungiasi į tą serverį ir pasirinktais laiko intervalais pateikia statistinę informaciją, kiek ir kokia sparta per tą intervalą buvo prasiųsta duomenų.

Iperf galima nustatyti parametrus, nuo kurių priklauso testavimo pobūdis.

Quagga

Quagga [21] yra tinklo maršrutizavimo programinis paketas, palaikantis daugelį maršrutizavimo protokolų skirtų Unix tipo platformoms (FreeBSD, Linux, Solaris ir NetBSD):

- OSPF v2, v3 (Open Shortest Path First);
- RIP v1, v2, v3 (Routing Information Protocol);

- RIPng (Routing Information Protocol next generation);
- BGP-4 (Border Gateway Protocol).

Postfix

Postfix [22] yra atviro kodo elektroninio pašto serverio programinė įranga, skirta unix tipo operacinėms sistemoms. Postfix pasižymi tokiomis savybėmis kaip:

- Patikimumas – sistemos veikimas galimas netgi didelio apkrovimo sąlygomis, numatyta sistemos elgsena kritinėse situacijose (pritrūkus laisvos vietos kietajame diske, ar operatyviosios atminties). Postfix imasi visų atsargumo priemonių, kad būtų užtikrintas stabilus ir patikimas veikimas.
- Saugumas – Postfix visada veikia tariamoje priešiškoje aplinkoje. Saugomo priemonės yra išskaidytos į kelis apsaugos sluoksnius. Modulinės sistemos atskiri procesai, veikia turėdami ribotas teises, o bendravimas vyksta tik tarp tarpusavyje patikimų atskirų procesų. Nereikalingi moduliai gali būti išjungiami, taip dar labiau užtikrinant saugumą.
- Veikimo sparta – Postfix buvo kuriamas siekiant kuo didesnės veikimo spartos, be to, atsižvelgiama ir į tai, kad jo veikimas netrukdytų pačios sistemos, ar kitų procesų veikiančių toje pačiose sistemoje, darbui. Jis naudoja specialius metodus, ribojančius naujų procesų kūrimą ir failinės sistemos prieigų skaičių.
- Lankstumas – Postfix sistema yra sudaryta iš kelių skirtingų programų ir posistemių. Šis metodas leidžia užtikrinti lankstumą. Visi sistemos komponentai yra lengvai konfigūruojami naudojant aiškiai suprantamus konfigūravimo failus.
- Nesudėtingas naudojimas – Postfix elektroninio pašto sistema yra viena iš paprastesnių administruoti ir naudoti, nes naudojami paprasti konfigūravimo failai. Konfigūravimo idėja yra sukurta atsižvelgiant į labiausiai tikėtiną konfigūraciją žmogui.

Kismet

Kismet [23] yra 802.11 belaidžių tinklų aptikimo, klausymo ir išbiovimų aptikimo sistema. Kismet gali dirbti su daugeliu bevielių tinklo kortų, jei plokštė palaiko 802.11a, 802.11b, ar 802.11g tinklo klausymo režimą, t.y. jei jų tvarkyklės palaiko RFMON režimą.

Pasyviai klausydamas aprėpties zonoje pasiekiamas transliacijas stebėjimo režimu, Kismet leidžia pamatyti ir identifikuoti šalia esančias prieigos stotis (AP), jų perduodamų duomenų šifravimo metodą, klientus ir siunčiamus duomenis. Be to, Kismet gali aptikti belaidžius tinklus netgi jei prieigos taškas sukonfigūruotas kaip “hidden” (netransliuoja savo SSID).

Kismet išsaugo rezultatus xml formato įvykių žurnaluose, o surinktus paketų duomenis pcap formato failuose. Kismet gali naudoti GPS koordinatas gautų duomenų “pririšimui” prie buvimo vietos. Taip pat jis turi priemones (gpsmap) pagal gautas GPS koordinatas grafiškai nubraižyti aptiktus prieigos taškus ir jų padengiama teritoriją bei signalo stiprumą rastriniuose žemėlapiuose.

Nmap

Nmap [24] - nemokamas, GNU licencijos tinklų skenavimo įrankis. Naudojamas saugumui nagrinėti, tinklų būklei nustatyti, surasti veikiančius servisus ar serverius tinkle.

Pagrindinės Nmap savybės:

- atsitiktinai parinkto adreso egzistavimo patikrinimas;
- prievadų skenavimas, atvirų prievadų suradimas;
- programinės įrangos versijos nustatymas;
- OS atpažinimas.

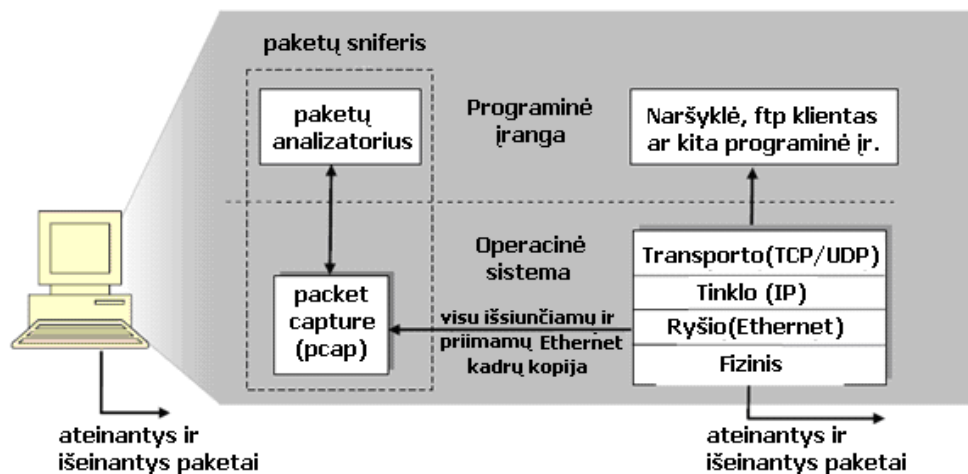
Wireshark

Wireshark [25] yra nemokamas, sukurtos versijos Windows, Linux ir Mac operacinėms sistemoms. Turi patogią grafinę vartotojo sąsają, kuri palengvina kompiuterio ir vartotojo bendravimą, gelbsti „gaudant“ ir analizuojant paketus. Wireshark pateikia daugiau nei 750 protokolų dekodavimo galimybę, taip nenusileisdamas komerciniams produktams. Wireshark buvo kuriamas atsižvelgiant į pagrindines TCPDump savybes. Wireshark ne tik palengvina tinklo trikčių aptikimą, bet ir suteikia galimybę aptikti tinklo atakas išsamiai analizuojant tinklo srautą.

Wireshark galima parsisiųsti iš svetainės <http://www.wireshark.org/download.html>, taip pat šiame puslapyje pateikiama išsami produkto dokumentacija <http://www.wireshark.org/docs/>. Be to atsakymus į daugelį klausimų galima rasti išsamiaime DUK <http://www.wireshark.org/faq.html>.

Srautų (paketų) analizatoriais (paketų sniferiais) yra vadinamas įrankis galintis stebėti tinklu perduodamus įvairių paketų duomenis. Toks įrankis “gaudo” tinklo paketus siunčiamus į/iš kompiuterio, kaupia juos, bei gali pateikti peržiūrai, kurioje galima matyti paketų turinį bei jų laukus. Paketų analizatorius veikia pasyviu režimu, t.y. jis tik stebi siunčiamus ar priimamus paketus (gauna paketų kopijas), bet pats jų nesiunčia.

Paveikslėlyje (9 pav.) parodyta paketų analizatoriaus struktūra. Dešinėje pusėje pavaizduoti protokolai ir programos kurios veikia kompiuteryje. Paketų sniferis pavaizduotas punktyrine linija apibrėžtoje srityje, jis yra papildoma programinė įranga įdiegiama kompiuteryje, kuri susideda iš dviejų dalių. Packet capture (pcap) biblioteka gauna kiekvieną ryšio sluoksnio kadrą kuris yra išsiunčiamas ar priimamas kompiuterio.



9 pav. Paketų analizatoriaus („sniferio“) struktūra

Antrasis komponentas yra paketų analizatorius (packet analyzer), kuris gali parodyti „pagauto“ paketo visų laukų turinį.

PGP

Kriptografijos programų rinkinys. Kriptoprogramos etalonas. PGP [26] arba Pretty Good Privacy – tai galinga šifravimo programa, suteikianti galimybę saugiai keisti žinutėmis bei apsaugoti failus, diskų laikmenas bei tinklo jungtis išlaikant privatumą bei autentifikaciją. Privatumas šiuo atveju reiškia, jog tik žinutės adresatas ją perskaitys. Užšifruodama žinutę, PGP apsaugo nuo galimo jos nuskaitymo tinkle. Netgi jei informacija ir perimama, šnipinėtoji ji visiškai neįkandama. Autentifikacijos funkcija skirta siunčiamos

informacijos šaltiniui nurodyti, taip pat patvirtinti, kad ji tikra, t.y. nebuvo pakeista. Autentifikacijos funkcija dar labai svarbi tuo, kad patvirtinama siuntėjo tapatybė. Be to kad garantuoja saugų susirašinėjimą, PGP galima naudoti duomenų apsaugai, t.y. užšifruoti kompiuteryje laikomus duomenis. Programą galima įsigyti su PGPnet priedu, galinga VPN programa, skirta saugiam “peer-to-peer” (taškas-taškas) IP pagrindu jungimuisi, bei Self-Decrypting Archives (SDAs) (savaiminio iššifravimo priedu), leidžiančiu saugiai keistis informacija netgi su tais gavėjais, kurie neturi PGP.

VMware Workstation

VMware Workstation [27] yra programinis paketas, skirtas kompiuterio emuliacijai imituojančiam darbo stotis. Į virtualų kompiuterį galima esamo kompiuterio operacinę sistemą, arba tiesiog įdiegti naują operacinę sistemą iš naujo. Virtualiame kompiuteryje galima įdiegti praktiškai visas viešai prieinamas operacines sistemas, tokias kaip Windows, Linux, Mac ir kt. Kiekvienas virtualus kompiuteris pilnai atitinka realų personalinį kompiuterį ir turi savo procesorių, operatyviają atmintį, kietą diską, tinklo jungtis ir periferinius prievadus.

Sistema turi galimybę išsaugoti virtualių kompiuterių sistemos atvaizdus, kurie leidžia bet kuriuo metu atstatyti sistemos būklę į tokia, kokia ji buvo sukuriant sistemos atvaizdą.

Labai paprastas virtualių kompiuterių dubliavimas, atliekamas tiesiog klonuojant (padarant kopiją) virtualų kompiuterį. Vėliau naujam virtualiam kompiuteriui suteikiamas naujas sistemos identifikacinis numeris, tinklo sąsajų MAC adresai ir kiti parametrai identifikuojantys sistemą.

WinPcap

WinPcap [28] yra įrankis suteikiantis prieigą prie tinklo ryšio lygmens (Data Link Layer) Windows operacinėse sistemose, jis leidžia taikomosioms programoms nuskaityti arba išsiųsti tinklo paketus apeinant protokolų steką.

WinPcap susideda iš tvarkyklės, kuri praplečia operacinės sistemos galimybes ir suteikia žemo lygio tinklo prieigą. Šio įrankio paketų nuskaitymo ir filtravimo mechanizmas yra naudojamas daugelyje tiek atviro kodo, tiek komerciniuose produktuose, tokiuose kaip protokolų analizatoriai, tinklo stebėjimo, įsibrovimo aptikimo sistemos, sniferiai, srauto generatoriai bei tinklo testavimo įrankiai. Plačiausiai žinomi tokie programiniai Wireshark, Nmap, Snort, ntop.

N-Stealth

N-Stealth [29] yra visapusiškas internetinių serverių saugumo tyrimo įrankis, jis gali nustatyti daugiau kaip 20000 pažeidžiamumų. Ši sistema skirta IT administratoriams, saugumo konsultantams ir sistemų administratoriams.

Programa skirta naudoti Windows operacinėse sistemose.

GnuPG For Windows

GnuPG [30] (The GNU Privacy Guard) yra laisvai platinamas (nemokamas) PGP pakaitalas. Jis yra suderinamas su OpenPGP standartu. Ši sistema leidžia užkoduoti duomenis ir saugiai persiųsti juos tinklu arba laikyti laikmenose. Kitas sistemos privalumas, skaitmeninis parašas, užtikrina duomenų autentiškumą.

Tems Investigation

TEMS Investigation [31] mobilaus korinio UMTS ryšio sąsajos testavimo įrankis (GSM/GPRS/EGPRS ir WCDMA). Jis leidžia stebėti balso ir duomenų perdavimo kanalus paketų perdavimo ir komutavimo ryšiuose.

Cisco SDM

Cisco Router and Security Device Manager [32] (SDM) yra internetine prieiga veikiantis įrangos valdymo įrankis skirtas Cisco maršrutizatoriams valdyti, palengvinantis tinklo valdymą, maršrutizatorių parengimą, sudėtingų tinklo struktūrų ar VPN įdiegimą.

Ši programinė įranga palaiko daugelį Cisco IOS programinės įrangos versijų ir yra nemokamai teikiamas su naujausiais maršrutizatorių modeliais nuo Cisco 830 iki Cisco 7301 serijos.

Real Time Monitor

Naudojant NASA palydovinius vaizdus, Real Time Monitor [33] atvaizduoja GRID tinklo geografinį paplitimą pasaulyje. Real Time Monitor beveik realiu laiku (iki 3 minučių vėlinimas) atvaizduoja GRID vykdomas ir laukiančias vykdymo užduotis, užduočių perdavimą ir išsamią informaciją apie resursų brokerius ir skaičiavimo centrus kiekviename mazge.

Net-SNMP

SNMP (Simple Network Management Protocol) yra plačiai naudojamas tinklo įrenginių (maršrutizatorių) bei kitos kompiuterinės įrangos (pvz. UPS) būklės ir veikimo parametrų stebėjimo protokolas.

Net-SNMP [34] yra programų paketas skirtas naudoti su SNMP v1, SNMP v2c ir SNMP v3 IPv4 ir IPv6 protokolais. Ši programų rinkinį sudaro:

- Komandinės eilutės programos, galinčios:
 - Informacijos nuskaitymui iš SNMP palaikančių įrenginių naudojant pavienes užklausas (snmpget, snmpgetnext), arba sudėtines užklausas (snmpwalk, snmptable, snmpdelta);
 - Manipuliuoti konfigūracijos informacija SNMP palaikančiuose įrenginiuose (snmpset);
 - Nuskaityti fiksuotą informacijos rinkinį iš SNMP palaikančių įrenginių (snmpdf, snmpnetstat, snmpstatus);
 - Atlikti konvertavimą tarp skaitinių ir tekstinių MIB formų objektų identifikacinių numerių, ir atvaizduoti MIB turinį ir struktūrą (snmptranslate);
- Grafinė MIB naršyklė (tkmib);
- Programa demonas, skirta SNMP pranešimų priėmimui (snmptrapd). Pasirinkti pranešimai gali būti įrašomi į sistemos įvykių registracijos žurnalą arba tiesiog tekstinį failą, tai pat gali būti perduodami kitai SNMP valdymo sistemai ar išorinei programai;
- Biblioteka naujų SNMP programų kūrimui naudojant C ir perl API.

Net-SNMP gali veikti daugelyje UNIX tipo operacinių sistemų, bei Microsoft Windows operacinėse sistemose. Priklausomai nuo operacinės sistemos, programinės įrangos komponentai ir atliekamos funkcijos gali skirtis.

Notepad++

Notepad++ [35] yra nemokamas tekstų redaktorius, skirtas pakeisti standartinį Notepad "MS Windows. Jis palaiko daugumą programavimo kalbų ir turi didelį rinkinį papildomų funkcijų. Palaikomos programavimo kalbos: ASP, Ada, ASCII art, Assembler, AutoIt, BAT, C, C#, C++, Caml, CSS, doxygen, FORTRAN, HTML, Haskell, Java,

JavaScript, KiXtart, Lisp, Lua, makefile, Matlab, Objective-C, Pascal, Perl, PHP, PostScript, Python, Ruby, Scheme, Unix Shell Script, Smalltalk, SQL, Tcl, TeX, Verilog, VHDL, VB/VBScript, XML.

WinSCP

WinSCP [36] – nemokama SFTP ir SCP protokolų klientinė programa, skirta Windows operacinei sistemai. Jos pagrindinė funkcija yra saugaus duomenų kopijavimo, tarp vietinio kompiuterio ir nutolusio serverio, užtikrinimas. Be to, ši programinė įranga gali būti naudojama ir kaip paprasta failų tvarkyklė.

Putty

PuTTY [37] - nemokama Telnet/SSH programa. Naudojama administruojant nutolusias sistemas, dažniausiai Unix. Viskas su PuTTY vyksta terminalo režimu. Putty palaiko SSH, Telnet, Rlogin, Raw ir Serial protokolus.

Tc (traffic control)

Traffic Control (tc) [38] duomenų srauto valdymo mechanizmas Linux branduolyje (kernel) susideda iš sekančių komponentų:

- eilių sudarymo/aparnavimo disciplinos;
- klasių;
- filtrų.

Eilių sudarymo/aparnavimo disciplinos nusako kaip bus elgiama su įtrauktais į eilę paketais. Eilių sudarymo disciplinos gali būti susiejamos su viena ar keletu klasių; kiekviena klasė privalo būti susieta su eilių sudarymo disciplina, tokiu būdu nurodant kaip toje klasėje esantys paketai bus aptarnaujami (pvz.: FIFO). Ateinančio paketų srauto išskaidymui į tam tikras klases naudojami filtrai. Filtruojama gali būti pagal tam tikrus parametrus: siuntėją, siuntėjo naudojamą jungtį (portą), gavėją, gavėjo jungtį (portą), TOS bitą, protokolus.

4.5. Išvados

Sudaryta bendroji nuotolinės mokomosios kompiuterių tinklų laboratorijos architektūra įvertinanti, kad vartotojai kompiuterius valdo turėdami pilnas administravimo teises. Vartotojų prisijungimo duomenys yra sinchronizuojami su Active Directory serveryje esančia vartotojų duomenų baze.

Kompiuteriuose K1-K12 numatytas standartinės sistemos būklės atstatymas. Papildomos įrangos (komutatoriai, maršrutizatoriai) valdymas pasiekiamas per įrangos valdymo kompiuterį, prie kurio yra prijungta visa valdoma įranga.

Sudaryta laboratorinės įrangos pasiekiamumo schema, apimanti visą eksperimentas vykdyti reikalingą aparatūrinę ir programinę įrangą bei papildomą įrangą, reikalingą nuotolinei prieigai užtikrinti. Realizuota distancinio elektrinio maitinimo įjungimo ir išjungimo galimybę.

Išanalizuoti aparatūrinės ir programinės įrangos panaudojimo skirtingiems laboratorinių eksperimentams atvejai. Nustatyta, kad personaliniuose kompiuteriuose naudojamos tiek Windows XP ir Debian Linux operacinės sistemos. Todėl projektuojant vartotojo grafinę sąsają turi būti numatytas OS perkrovimas personaliniuose kompiuteriuose.

5. KOMPIUTERIŲ TINKLŲ NUOTOLINĖS LABORATORIJOS GRAFINĖS SĄSAJOS PROJEKTAVIMAS

5.1. Reikalavimai grafinei sąsajai

Remiantis esamų grafinių sąsajų analize sudarytas bendras reikalavimų sąrašas. Reikalavimai suskirstyti į funkcinis ir nefunkcinis.

Funkciniai reikalavimai nustato sistemos funkcionalumą (paaiškina, kaip sistema turėtų reaguoti į įvairius duomenų pakeitimus ir kaip sistema turi elgtis ypatingose situacijose). Funkciniai reikalavimai priklauso nuo laboratorijoje naudojamos programinės įrangos tipo ir vartotojų poreikių.

Nefunkciniai reikalavimai- tai reikalavimai, užtikrinantys funkcinį reikalavimų įgyvendinimo sąlygas (patikimumą, atsakymo laiką ir reikalavimus atminčiai, įvedimo/išvedimo įrenginio galimybės).

5.1.1. Funkciniai reikalavimai

- a. Vartotojo vardas turi būti unikalus, todėl registruojantis sistema turi patikrinti ir neleisti sukurti vartotojo su jau egzistuojančiu vartotojo vardu, bei apie tai informuoti vartotoją išsiunčiant pranešimą.
- b. Naujo vartotojo registracijos arba asmeninės informacijos keitimo metu, vartotojo įvedama informacija turi būti tikrinama, ar tenkina duomenų turinio ir apimties reikalavimus.
- c. Nuotolinėje laboratorijoje pasiekiami resursai turi būti prieinami tik registruotiems ir prisijungusiems sistemos vartotojams. Bet kurie neprisijungę vartotojai, mėgindami atlikti veiksmus, skirtus tik prisijungusiems vartotojams, turi būti automatiškai nukreipiami į prisijungimo formos langą.
- d. Sistema turi sutikrinti nuotolinės laboratorijos serverio ir vartotojo kompiuterio laiko skirtumą. Jei serverio ir vartotojo kompiuterio laiko skirtumas didesnis negu 5 minutės, apie tai reikia informuoti vartotoją, persiunčiant atitinkamą pranešimą.
- e. Studentams atliekant laboratorinius darbus, turi būti rodomas laboratorinio darbo atlikimui likęs laikas. Pasibaigus skirtam laikui, ryšys su nuotoline įranga nutraukiamas, įrangos sisteminė būklė atstatoma į pradinę numatytąją būseną, vartotojų atlikti pakeitimai neturi būti išsaugomi.

- f. Vartotojai turi galimybę pasirinkti nuotolinių būdu prieinamuose kompiuteriuose įkraunamą operacinę sistemą.
- g. Studentams turi būti suteikiama 100 Mb vietos serveryje, kad laboratorinio darbo atlikimo metu būtų galima talpinti sukauptus rezultatus. Šie vartotojo duomenys turi būti pasiekiami, neprisijungiant prie nuotolinės laboratorijos.
- h. Studentams turi būti sudaryta galimybė įkelti į svetainę atliktų darbų ataskaitas, o dėstytojai – jas peržiūrėti ir pateikti pastabas.
- i. Pašalinus vartotojo iš sąrašo visi su juo susiję duomenys turi būti pašalinami.

5.1.2. Nefunkciniai reikalavimai vartotojo sąsajai

- a. Vartotojo sąsaja turi būti neperkrauta, paprasto dizaino, meniu aiškus ir tinkamai išdėstytas.
- b. sąsaja turi būti paprasta naudotis vartotojui, susipažinusiam su bazine naudojimosi instrukcija.
- c. vartotojų duomenys neturi būti prienami ir negali būti perduodami su sistemos administravimu nesusijusiems asmenims.
- d. turi veikti populiariausiose internetinėse naršyklėse [39] (Internet Explorer, Mozilla Firefox, Opera), palaikančiose Java įskiepi
- e. turi veikti nepriklausomai nuo vartotojo operacinės sistemos
- f. turi būti pasiekiami bet kuriuo paros metu.
- g. vartotojo sąsajoje turi būti naudojama korektiška lietuvių kalba

5.1.3. Vartotojų apribojimai

Yra numatyti tokie vartotojų apribojimai:

- Sistemos veikimui ir naudojimui būtina interneto prieiga;
- Kiekvienas vartotojas gali registruotis prie sistemos nurodydamas ne daugiau, kaip du laikus po dvi valandas vienam laboratoriniam darbui. Nauji laikai gali būti registruoti tik panaudojus jau registruotus laikus;
- Tam pačiam vartotojui vienu metu galima atlikti tik vieną laboratorinį darbą;

- Slaptažodis turi būti bent 8 ir neilgesnis negu 30 simbolių, ir turėti bent vieną skaičių ir bent vieną specialųjį simbolį;
- Sistemos vartotojai, naudodami rezervuota yra automatiškai atjungiami pasibaigus rezervacijos laikui, be atskiro perspėjimo.

5.2. Sistemos vartotojų grupės

Sistemoje numatomos trys vartotojų grupės:

Administratorius – sistemos vartotojas turintis sistemos administravimo teises. Jis administruoja vartotojus (studentus ir dėstytojus), modulius, laboratorinius darbus ir techninę įrangą.

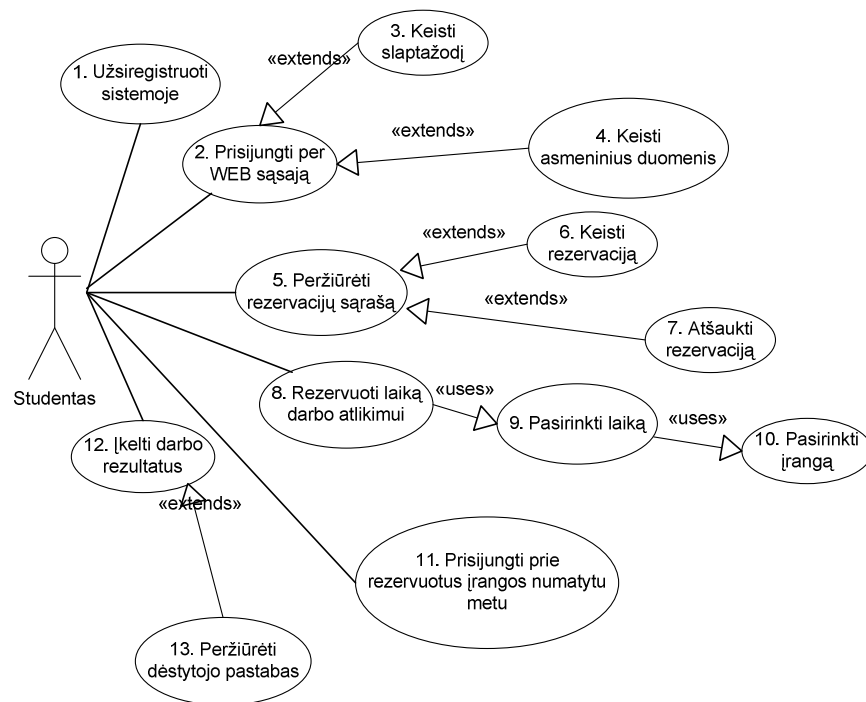
Studentas – vartotojas, kuris, užsiregistravęs sistemoje, gali rezervuoti jam skirtų laboratorinių darbų atlikimo laikus, prisijungti prie rezervuotos įrangos numatytu laiku ir atlikti praktinius darbus, įkelti laboratorinių darbų ataskaitas.

Dėstytojas – vartotojas, kuris gali peržiūrėti studentų įkeltus darbus ir parašyti pastabas bei įvertinimą. Dėstytojas gali peržiūrėti studentų rezervacijos laikus pagal modulius ir laboratorinius darbus, be to, jam suteikiama galimybė lygiagrečiai stebėti studento atliekamą darbą.

5.3. Panaudos atvejai

Studentų panaudos atvejai

Vartotojo „Studentas“ panaudos atvejų diagrama pavaizduota paveiksle(10 pav.).



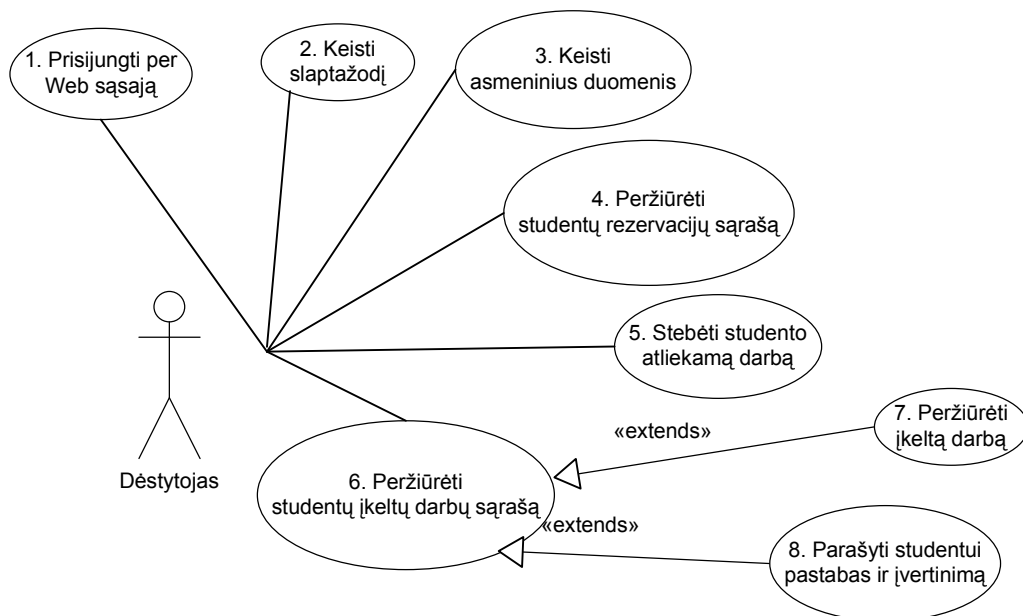
10 pav. Studento panaudos atvejų diagrama

1. Užsiregistruoti laboratorijoje – registracijos formos užpildymas ir pateikimas, norint prisiregistruoti sistemoje.
2. Prisijungti per Web sąsają – naudojantis internetine naršykle gali prisijungti prie internetinės svetainės.
3. Keisti slaptažodį – studentas gali pasikeisti savo slaptažodį.
4. Keisti asmeninius duomenis – studentas gali pakeisti savo profilio duomenis pateiktus registracijos metu.
5. Peržiūrėti rezervavimų sąrašą – studentas gali peržiūrėti savo rezervavimų sąrašą
6. Keisti rezervavimą – studentas gali pakeisti pasirinktos rezervuotą laiką arba pasirinkti kitą įrangą.
7. Atšaukti rezervavimą – studentas gali atšaukti laboratorinio darbo atlikimo rezervavimą.
8. Rezervuoti laiką darbo atlikimui – studentas gali rezervuoti laboratorinio darbo atlikimą sistemoje.
9. Pasirinkti laiką – rezervacijos metu, studentas gali pasirinkti laiką
10. Pasirinkti įrangą – rezervacijos metu studentas gali pasirinkti rezervuojamą įrangą

11. Prisijungti prie rezervuotos įrangos – studentas gali prisijungti prie rezervuotos įrangos numatytu metu.
12. Įkelti darbo rezultatus – studentas gali įkelti savo atlikto darbo ataskaitą į sistemą.
13. Peržiūrėti dėstytojo pastabas – studentas gali peržiūrėti dėstytojo pastabas ir įvertinimą apie atliktą laboratorinį darbą.

Dėstytojų panaudos atvejai

Vartotojo „Dėstytojas“ panaudos atvejų diagrama pavaizduota paveiksle(11 pav.10 pav.).



11 pav. Dėstytojo panaudos atvejų diagrama

1. Prisijungti per Web sąsają – naudojantis internetine naršykle gali prisijungti prie sistemos internetinės svetainės
2. Keisti slaptažodį – dėstytojas gali pasikeisti savo slaptažodį
3. Keisti asmeninius duomenis – dėstytojas gali keisti savo asmeninius duomenis
4. Peržiūrėti studentų rezervacijų sąrašą – dėstytojas gali peržiūrėti studentų rezervacijų sąrašą

5. Stebėti studento atliekamą darbą – dėstytojas gali prisijungti prie kompiuterių kuriuose dirba studentai ir lygiagrečiai stebėti pasirinkto studento darbą.
6. Peržiūrėti studentų įkeltų darbų sąrašą – dėstytojas gali peržiūrėti studentų įkeltų darbų sąrašą. Įkeltų darbų sąrašo peržiūra galima pagal studentą arba pagal laboratorinį darbą.
7. Peržiūrėti įkeltą darbą – dėstytojas gali parsisiųsti ir peržiūrėti studento įkeltą darbo ataskaitą.
8. Parašyti studentui pastabas ir įvertinimą – dėstytojas gali parašyti pastabas ir įvertinimą apie studento įkeltą ataskaitą.

Administratoriaus panaudos atvejai

Vartotojo “Administratorius“ panaudos atvejų diagrama pavaizduota paveiksle (12 pav.).



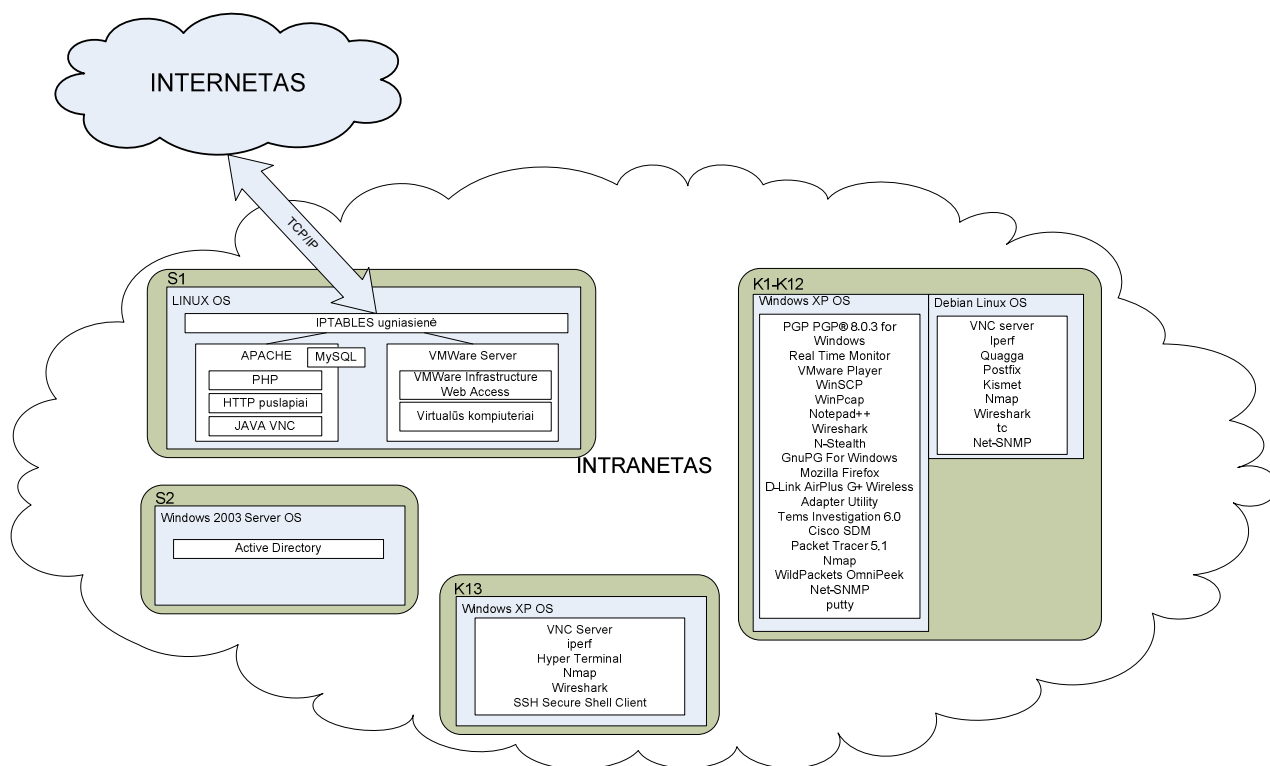
12 pav. Administratoriaus panaudos atvejų diagrama

1. Prisijungti per Web sąsają - naudojantis internetine naršykle gali prisijungti prie sistemos internetinės svetainės
2. Peržiūrėti studentų sąrašą – administratorius gali peržiūrėti sistemoje registruotų studentų sąrašą.
3. Peržiūrėti/redaguoti pasirinkto vartotojo profilį – administratorius gali redaguoti pasirinkto vartotojo profilį
4. Registruoti naują studentą – administratorius gali užregistruoti naują studentą. Administratoriui atliekant studento registraciją, studento slaptažodis nenumatytas.

5. Registruoti naujų studentų sąrašą – administratorius gali užregistruoti studentus įkeliant specialiai paruoštą, kableliais atskirtų elementų, sąrašą su studentų duomenimis.
6. Pašalinti studentą iš sąrašo – administratorius gali pašalinti studento informaciją iš sistemos
7. Studentų paieška – galima atlikti studentų paiešką pagal vardą, pavardę ir pažymėjimo numerį
8. Peržiūrėti dėstytojų sąrašą – administratorius gali peržiūrėti dėstytojų sąrašą.
9. Peržiūrėti/redaguoti pasirinktą profilį – administratorius gali peržiūrėti arba redaguoti pasirinkto dėstytojo profilį
10. Registruoti naują – administratorius gali užregistruoti naują dėstytoją sistemoje.
11. Pašalinti dėstytoją – administratorius gali pašalinti pasirinkto dėstytojo informaciją iš sistemos.
12. Peržiūrėti modulių sąrašą – administratorius gali peržiūrėti sistemoje užregistruotų modulių sąrašą.
13. Redaguoti aprašą – administratorius gali redaguoti pasirinkto modulio aprašymą.
14. Registruoti naują – administratorius gali užregistruoti naują modulį sistemoje.
15. Šalinti modulį – administratorius gali pašalinti pasirinktą modulį. Šalinamas modulis negali turėti priskirtų laboratorinių darbų ir būti priskirtas studentams
16. Peržiūrėti laboratorinių darbų sąrašą – administratorius gali peržiūrėti laboratorinių darbų sąrašą. Galima visų laboratorinių darbų peržiūra arba pagal modulius.
17. Redaguoti laboratorinio darbo profilį – administratorius gali redaguoti pasirinkto laboratorinio darbo profilį.
18. Registruoti naują laboratorinį darbą – administratorius gali užregistruoti naują laboratorinį darbą. Registruojant, naujam laboratoriniam darbui yra priskiriama pasirenkama įranga, o pats laboratorinis darbas priskiriamas moduliui.
19. Šalinti laboratorinį darbą – administratorius gali pašalinti laboratorinį darbą iš sistemos. Šalinamas laboratorinis darbas negali turėti susijusių duomenų sistemoje.

20. Peržiūrėti techninės įrangos sąrašą – administratorius gali peržiūrėti sistemoje užregistruotos nuotoliniu būdu pasiekiamos įrangos sąrašą.
21. Redaguoti įrenginio profilį – administratorius gali redaguoti pasirinkto įrenginio profilį, keičiant įrenginio būklę į neveikiantį, vartotojams, pasirinkusiems šį įrenginį darbo atlikimui, išsiunčiamas elektroninio pašto su atitinkama informacija.
22. Registruoti naują įrenginį – administratorius gali užregistruoti naują įrenginį sistemoje, kuris bus pasiekiamas nuotoliniu būdu.
23. Šalinti įrenginį – administratorius gali pašalinti pasirinktą įrenginį iš sistemos, pašalinti galima tik neveikiančios būklės įrenginius.
24. Duomenų valymas – administratorius gali atlikti duomenų valymą. Duomenų valymas atliekamas semestro pradžioje, jo metu pašalinami visos studentų laboratorinių darbų ataskaitos, informacija apie rezervacijas ir studentų teises atlikti laboratorinius darbus.

5.4. Vartotojo sąsajos struktūra

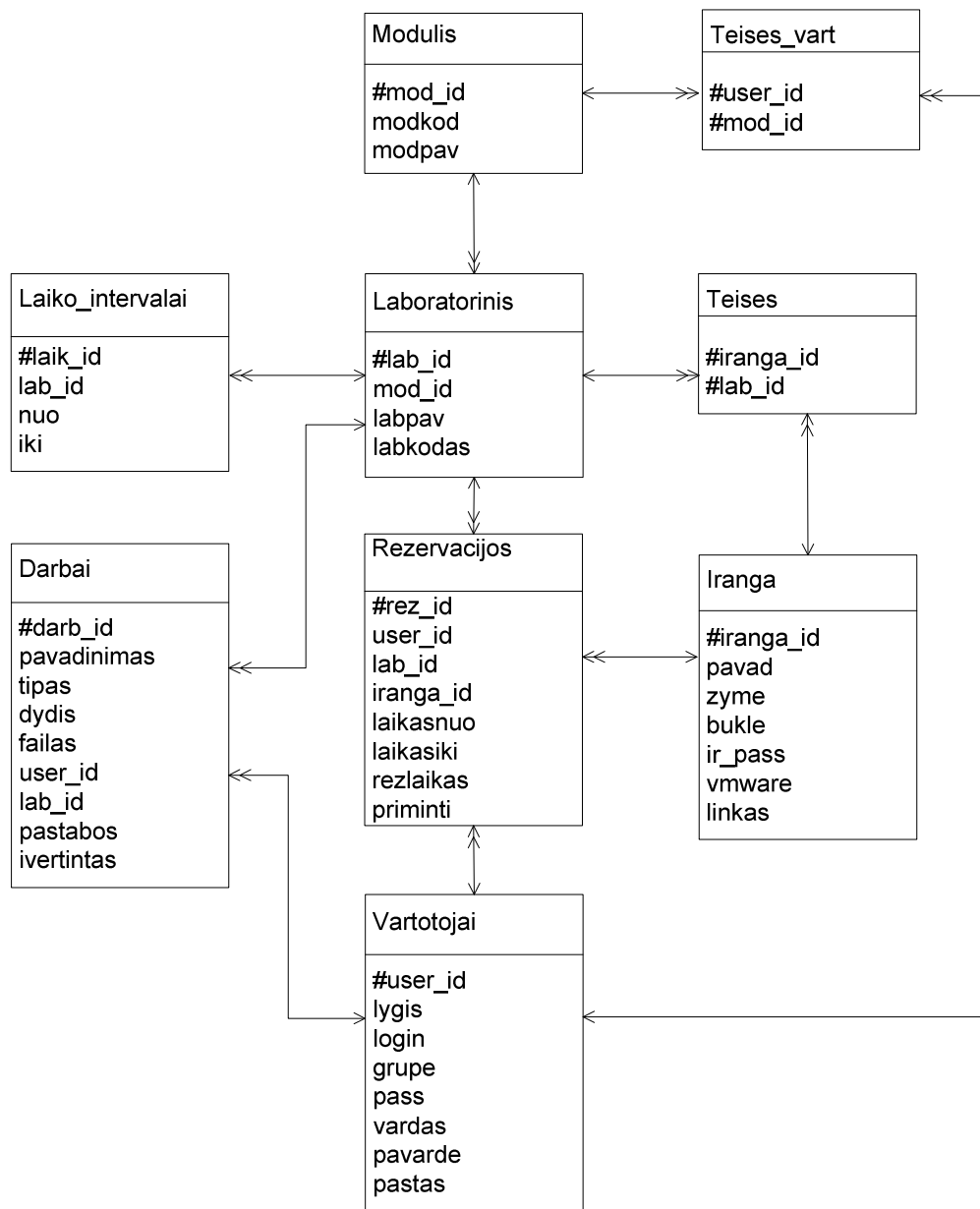


13 pav. Vartotojo sąsajos struktūra

Vartotojų nuotolinę interaktyvią prieigą užtikrina S1 serveris. Prieiga palaikoma Apache žiniatinklio serverio, su PHP išplėtimu. Prieiga pasiekama naudojantis bet kokia modernia internetine naršykle palaikančia ir turinčia įdiegtą JAVA įskiepi. Be to, internetinėje svetainėje realizuota vartotojų registracijos, laiko rezervacijos, dėstytojų prieigos, administravimo prieigos sistemos. Vartotojų registracijos duomenys saugomi serveryje S3, kuriame palaikomas aktyvusis katalogas.

5.5. Duomenų bazės modelis

Suprojektuotą duomenų bazę sudaro 9 lentelės: Modulis, Laboratorinis, Iranga, Teises, Laikoreziai, Vartotojai, Rezervacijos, Darbai ir Teises_vart. Duomenų bazės modelis pateikiamas paveiksle (14 pav.).



14 pav. Duomenų bazės modelis

Modulis – saugomi modulių duomenys.

8 lentelė. DB lentelės Modulis laukų aprašymai

Lauko pavadinimas	Duomenų tipas	Paskirtis
mod_id	int	Modulio identifikacinis numeris, įrašant naują modulį, automatiškai padidinamas vienetu
modkod	varchar(8)	Modulio kodas
modpav	varchar(255)	Modulio pavadinimas

Laboratorinis – skirta saugoti informacijai apie moduliui priklausančius laboratorinius darbus.

9 lentelė. DB lentelės Laboratorinis laukų aprašymai

Lauko pavadinimas	Duomenų tipas	Paskirtis
lab_id	int	laboratorinio darbo identifikacinis numeris
mod_id	int	modulio identifikacinis numeris
labpav	varchar(255)	laboratorinio darbo pavadinimas
labkodas	varchar(10)	laboratorinio darbo kodas

Iranga – skirta saugoti informacijai apie laboratorijoje pasiekiamą aparatūrinę įrangą.

10 lentelė. DB lentelės Iranga laukų aprašymai

Lauko pavadinimas	Duomenų tipas	Paskirtis
iranga_id	int	Įrenginio identifikacinis numeris
pavad	varchar(100)	Įrenginio pavadinimas
zyme	varchar(10)	Sutrumpintas įrenginio pavadinimas (žymėjimas)
bukle	int	Įrenginio būklės aprašymas (veikia/neveikia)
ir_pass	varchar(100)	Įrenginio slaptažodis
vmware	int	Ar įranga virtuali (taip/ne)
linkas	text	Jei įranga virtuali, saugomas virtualios įrangos pasiekimo adresas

Teises – skirta informacijai apie įrenginių prieinamumo teises pagal laboratorinį darbą.

11 lentelė. DB lentelės Teises laukų aprašymai

Lauko pavadinimas	Duomenų tipas	Paskirtis
iranga_id	int	Įrenginio identifikacinis numeris
lab_id	int	Laboratorinio darbo identifikacinis numeris

Laiko_intervalai – skirta saugoti informacijai apie laboratoriniams darbams atlikti skirtą laikotarpį.

12 lentelė. DB lentelės Laiko_intervalai laukų aprašymai

Lauko pavadinimas	Duomenų tipas	Paskirtis
laik_id	int	laiko režijų identifikacinis numeris
lab_id	int	laboratorinio darbo identifikacinis numeris
nuo	datetime	laboratorinio darbo atlikimo pradžia (data ir laikas)
iki	datetime	laboratorinio darbo atlikimo pabaiga (data ir laikas)

Vartotojai – skirta vartotojų duomenims saugoti

13 lentelė. DB lentelės Vartotojai laukų aprašymai

Lauko pavadinimas	Duomenų tipas	Paskirtis
user_id	int	Vartotojo identifikacinis numeris
lygis	int	Vartotojo teisių sistemoje lygis
login	varchar(100)	Vartotojo prisijungimo vardas
pass	varchar(100)	Vartotojo slaptažodis
vardas	varchar(30)	Vartotojo vardas
pavarde	varchar(30)	Vartotojo pavardė
pastas	varchar(60)	Vartotojo elektroninio pašto adresas

Rezervacijos – skirta informacijai apie vartotojų rezervuotus laboratorinių darbų atlikimo laikus ir aparatūrinę įrangą.

14 lentelė. DB lentelės Rezervacijos laukų aprašymai

Lauko pavadinimas	Duomenų tipas	Paskirtis
rez_id	int	rezervacijos identifikacinis numeris
user_id	int	vartotojo identifikacinis numeris
lab_id	int	Laboratorinio darbo identifikacinis numeris

iranga_id	int	Aparatūrinės įrangos identifikacinis numeris
laikasnuo	datetime	Rezervacijos laiko pradžia (data ir laikas)
laikasiki	datetime	Rezervacijos laiko pabaiga (data ir laikas)
rezlaikas	datetime	Rezervavimo data (ir laikas)
priminimas	int	Ar reikalingas studentui priminimas

Darbai – skirta informacijai apie vartotojų įkeltus laboratorinių darbų atlikimo rezultatus.

15 lentelė. DB lentelės Rezervacijos laukų aprašymai

Lauko pavadinimas	Duomenų tipas	Paskirtis
darb_id	int	Įkelto dokumento identifikacinis numeris
pavadinimas	varchar(255)	Dokumento pavadinimas
tipas	varchar(10)	Dokumento tipas
dydis	int	Dokumento dydis
failas	mediumblob	Įkeliamas dokumentas
user_id	int	Vartotojo, įkėlusio dokumentą identifikacinis numeris
lab_id	int	Laboratorinio darbo identifikacinis numeris
pastabos	blob	Dėstytojo skirtos pastabos ir įvertinimas žodžiu
ivertintas	int	Pažymėjimui ar darbas jau buvo įvertintas

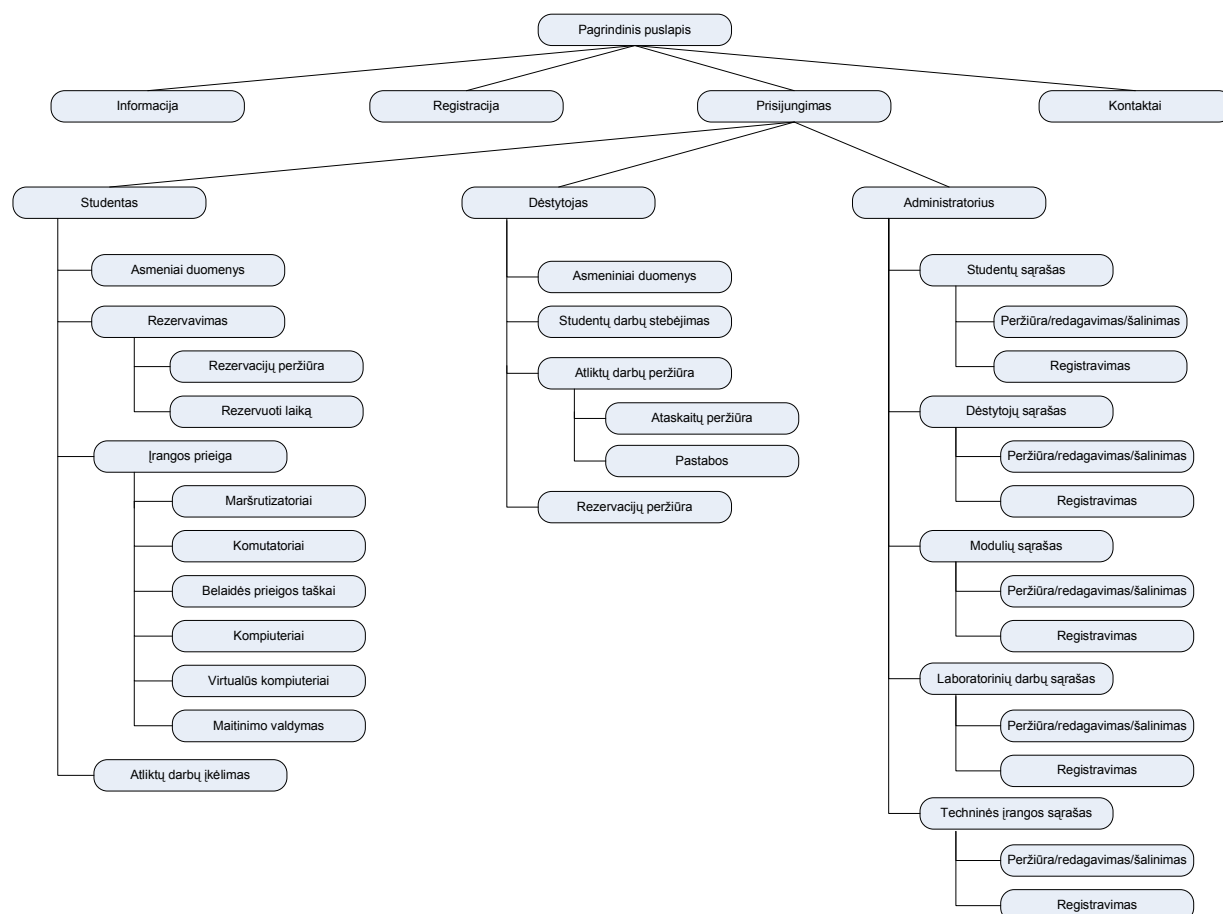
Teises_vart – skirta informacijai apie vartotojų įkeltus laboratorinių darbų atlikimo rezultatus.

16 lentelė. DB lentelės Teises_vart laukų aprašymai

Lauko pavadinimas	Duomenų tipas	Paskirtis
user_id	int	Vartotojo identifikacinis numeris
mod_id	int	Modulio identifikacinis numeris

5.6. Vartotojo grafinės sąsajos svetainės modelis

Internetinės vartotojų sąsajos svetainės bendras modelis pavaizduotas paveiksle(15 pav.):



15 pav. Internetinės svetainės bendras modelis

Internetinės svetainės puslapių detalūs modeliai pateikiami kituose skyriuose

Pradinio puslapio modulis

Pradiniame nuotolinės laboratorijos svetainės puslapyje (16 pav.), vartotojai iš karto nukreipiami į prisijungimo prie sistemos formą. Studentams prisijungimo vardą atitinką studento pažymėjimo numerio pirmi 5 skaičiai, dėstytojui – tabelio numeris. Meniu pateikiamos nuorodos į informacijos apie svetainę, registracijos, prisijungimo ir kontaktų puslapius. Informacijos ir kontaktų puslapių modeliai nedetalizuojami.

Kompiuterių tinklų nuotolinė laboratorija

<input type="button" value="Pradinis"/> <input type="button" value="Informacija"/> <input type="button" value="Registracija"/> <input style="background-color: #e0e0e0;" type="button" value="Prisijungimas"/> <input type="button" value="Kontaktai"/>	<p style="text-align: center;">Vartotojų prisijungimas</p> Prisijungimo vardas <input type="text"/> Slaptažodis <input type="text"/> <input type="button" value="Užmiršau slaptažodį"/> <input type="button" value="Registruotis"/> <input type="button" value="Valyti"/>
---	--

16 pav. Pradinio svetainės puslapio modulis

Registracijos puslapio modulis

Kompiuterių tinklų nuotolinė laboratorija

<input type="button" value="Pradinis"/> <input type="button" value="Informacija"/> <input style="background-color: #e0e0e0;" type="button" value="Registracija"/> <input type="button" value="Prisijungimas"/> <input type="button" value="Kontaktai"/>	<p style="text-align: center;">Studentų registracijos forma</p> Vardas <input type="text"/> Pavardė <input type="text"/> Studento pažymėjimo numeris <input type="text"/> Slaptažodis <input type="text"/> Pakartokite slaptažodį <input type="text"/> El. Pašto adresas <input type="text"/> <input type="button" value="Registruotis"/> <input type="button" value="Valyti"/>
---	---

17 pav. Registracijos puslapio modulis

Registracijos puslapyje (17 pav.) pateikiama studentų registracijos forma. Registruojantis privaloma užpildyti visus laukelius, apie nekorektiškai įvestus duomenis sistema informuoja parodydama pranešimą.

5.7. Skirtingų vartotojų tipų sąsajos puslapių modulis

Studento sąsajos puslapių moduliai

Kompiuterių tinklų nuotolinė laboratorija

18 pav. Prisijungusio studento pradinio puslapio modulis

Prisijungusio studento pradinio puslapio modulis parodytas 18 pav. Iš šio puslapio studentas gali patekti į asmeninių duomenų, rezervacijų, laiko rezervavimo ir darbų įkėlimo puslapį. Priklausomai nuo studento rezervuotų laikų, jam gali būti rodomi papildomi meniu punktai skirti prisijungimui prie studento rezervuotų įrenginių (paveiksle pažymėta punktyrinėmis linijomis), jei tuo metu yra rezervacijai skirtas laikas.

Kompiuterių tinklų nuotolinė laboratorija

Asmeninių duomenų keitimas

Vardas

Pavardė

Studento pažymėjimo numeris

Slaptažodis

Pakartokite slaptažodį

El. Pašto adresas

19 pav. Asmeninių duomenų ir slaptažodžio keitimo puslapio modulis

Asmeninių duomenų puslapyje (19 pav.) studentui pateikiama asmeninių duomenų forma analogiška registracijos formai, kurioje studentas gali pakeisti savo slaptažodį ar elektroninio pašto adresą. Vardo, pavardės ir studento pažymėjimo numerio keisti negalima.

Kompiuterių tinklų nuotolinė laboratorija

Rezervacijų peržiūra

Vartotojo rezervuoti laboratorinių darbų atlikimo laikai

Eil. Nr.	Data	Modulis	Laboratorinis darbas	Veiksmai
1.	YYYY MM DD	TXXXXXX	Laboratorinis darbas Nr. 1	Anuluoti/Keisti

20 pav. Rezervacijų peržiūros puslapio modulis

Rezervacijų peržiūros puslapyje (20 pav.) studentas gali peržiūrėti savo aktyvias rezervacijas. Jas galima keisti arba atšaukti (anuliuoti).

Kompiuterių tinklų nuotolinė laboratorija

Rezervuoti laiką

T111M222.LaboratorinisNr2 ▼

Laboratorinio darbo T111M222.LaboratorinisNr2 atlikimo laiko rezervavimas

Diena												
Laikas	1	2	3	4	5	...	28	29	30	31		
00:00-02:00	12	12	12	12		...	12	11	11	12		
02:00-04:00	12	12	12	12		...	12	12	12	12		
...	...											
20:00-22:00	8	0	12	12		...	12	12	12	12		
22:00-24:00	10	10	11	12		...	12	12	12	12		

- Rezervacija negalima
 5 - Laisvų kompiuterių skaičius

21 pav. Laiko rezervavimo puslapio modulis

Laiko rezervavimo puslapyje (21 pav.) studentui pateikiamas galimų pasirinkti laboratorinių darbų sąrašas. Išsirinkus laboratorinį darbą, matoma nuotolinės laboratorijos užimtumo lentelė. Lentelėje galima peržiūrėti mėnesio arba savaitės vaizdą. Dienos eilutėje ir stulpelio valandos susikirtimo langelyje esantis skaičius nurodo laisvų kompiuterių skaičių, pilki langeliai nurodo, kad rezervacija tuo metu laboratorijoje nėra galima. Pageidaujamas rezervavimo laikas pasirenkamas paspaudžiant ant susikirtimo langelyje esančio skaičiaus.

Tuomet studentas antrajame rezervavimo puslapyje (22 pav.) gali pasirinkti kokią įrangą jis nori rezervuoti.

Kompiuterių tinklų nuotolinė laboratorija

Laboratorinio darbo T111M222.LaboratorinisNr2
atlikimo laiko rezervavimas

Kovas **9 d.** **8.00-10.00**

Priminti elektroniniu paštu

Kompiuteriai	Maršrutizatoriai	Prieigos taškai	Kita
K1 <input type="checkbox"/>	R1 <input checked="" type="checkbox"/>	AP1 <input checked="" type="checkbox"/>	
K2 <input type="checkbox"/>	R2 <input checked="" type="checkbox"/>	AP2 <input checked="" type="checkbox"/>	
K3 <input checked="" type="checkbox"/>	R3 <input checked="" type="checkbox"/>		
K4 <input checked="" type="checkbox"/>			
... <input type="checkbox"/>			
K11 <input type="checkbox"/>			
K12 <input type="checkbox"/>			

Rezervacija negalima Įrenginys laisvas


Pasirinkti

22 pav. Įrangos rezervavimo puslapio modulis

Iš galimos pasirinkti įrangos pasirinkus pageidaujama, spaudžiamas mygtukas pasirinkti. Studentui į elektroninį paštą išsiunčiamas pranešimas apie rezervacijos patvirtinimą. Studentas rezervacijos metu gali pažymėti laukelį „Priminti elektroniniu paštu“, tuomet sistema likus 24 valandoms iki rezervacijoje numatyto laiko studentui išsiųs priminimą jo (studento) profilyje nurodytu elektroniniu paštu.

Kompiuterių tinklų nuotolinė laboratorija

Nuotolinis prisijungimas

Prisijungimas prie  KX

Adresas

Slaptažodis

Liko laiko

[renginių nuotolinės prieigos valdymo langas]

23 pav. Nuotolinio prisijungimo puslapio modulis

Nuotolinio prisijungimo puslapio modulis pateikiamas paveiksle (23 pav.). Puslapyje pateikiamas slaptažodis, kuris reikalingas norint prisijungti prie nutolusios įrangos. Studentui turi būti matomas likęs laikas iki įrangos rezervacijos pabaigos. Mygtukas „Grubus

perkrovimas“ turi būti naudojamas tik kritiniais atvejais, kai įranga tampa nepasiekiamą. Paspaudus mygtuką, nutolusi įranga perkraunama išjungiant ir vėl įjungiant maitinimo įtampą. Kompiuteris studentui vėl pasiekiamas bus po 5 minučių nuo mygtuko paspaudimo.

Kompiuterių tinklų nuotolinė laboratorija

Įkelti darbai:

Darbų įkėlimas

Eil. Nr.	Data	Pavadinimas	Pastabos
1.	YYYY MM DD	TXXXMYYY Laboratorinis darbas Nr 1.doc	Peržiūrėti
2.	YYYY MM DD	TXXXMYYY Laboratorinis darbas Nr 2.doc	Peržiūrėti

Naujo darbo įkėlimas

24 pav. Darbų įkėlimo puslapio modulis

Atliktus darbus studentai gali įkelti į sistemą darbų įkėlimo puslapyje (24 pav.). Taip pat šiame puslapyje matomi anksčiau įkelti darbai, pastabos ir įvertinimas.

Dėstytojo sąsajos puslapių moduliai

Dėstytojo asmeninių duomenų puslapiui taikomas toks pats modulis, kaip ir studento asmeninių duomenų puslapiui (19 pav.) tik vietoje studento pažymėjimo laukelio matomas tabelio numerio laukelis.

Kompiuterių tinklų nuotolinė laboratorija

Asmeniniai duomenys

Studentų darbai

Studentų darbų stebėjimas

Studentų rezervacijos

Studentų įkelti darbai:

Rodyti tik neįvertintus

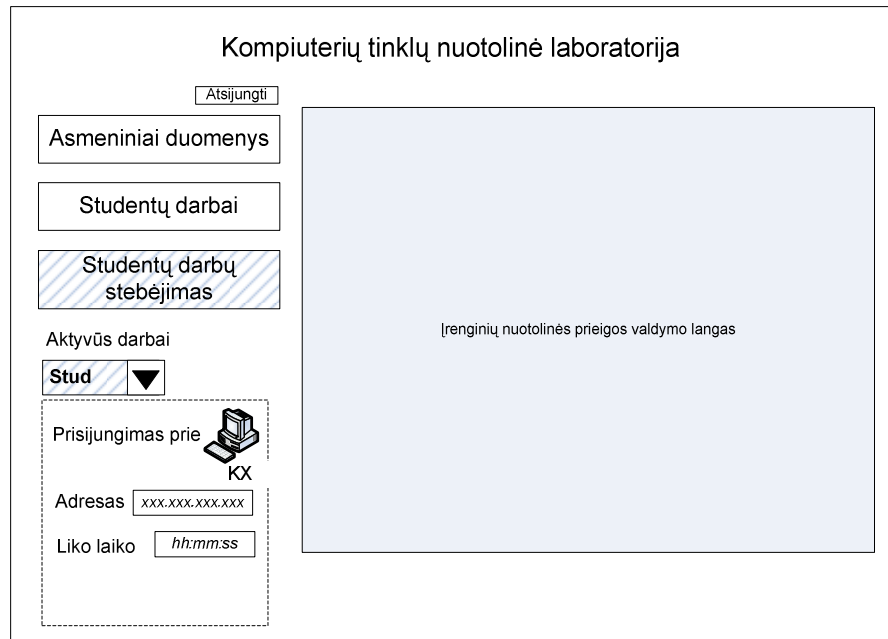
Modulis ▼

Laboratorinis d. ▼

Eil. Nr.	Data	Pavadinimas	Pastabos
1.	YYYY MM DD	TXXXMYYY Laboratorinis darbas Nr 1.doc	Įrašyti
2.	YYYY MM DD	TXXXMYYY Laboratorinis darbas Nr 2.doc	Peržiūrėti

25 pav. Studentų darbų peržiūros puslapio modulis

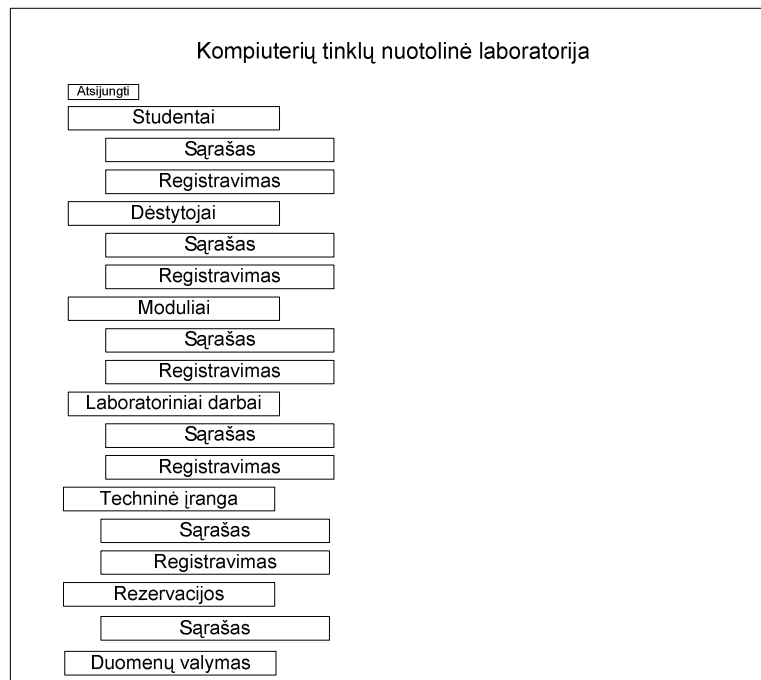
Studentų darbų peržiūros puslapyje (25 pav.) dėstytojui matomas visų studentų įkeltų darbų sąrašas. Taip pat galima pasirinkti peržiūrai studijų modulio arba atskiro laboratorinio darbo įkeltas ataskaitas. Pažymėjus „Rodyti tik neįvertintus“, sąrašė bus rodomi tik pasirinkto studijų modulio/laboratorinio darbo neįvertinti studentų darbai.



26 pav. Studentų atliekamų darbų stebėjimo puslapio modulis

Studentų atliekamų darbų stebėjimo puslapyje dėstytojui suteikiama galimybė, stebėti studentų atliekamą darbą. Dėstytojui lygiagrečiai studentui stebėti kompiuterio ekraną, numatytu atveju dėstytojas nedalyvauja kompiuterio valdyme.

Administratoriaus sąsajos moduliai



27 pav. Administratoriaus pradinio puslapio modulis

Administratoriaus pradinio puslapio modulis pateiktas paveiksle (27 pav.).

Kompiuterių tinklų nuotolinė laboratorija

Studentai

Sarašas

Registravimas

Studentų tvarkymas

Naujas studentas T111M222 ▼

Paieška ieškomas studentas ieškoti

Eil. Nr.	Vardas	Pavardė	Paž. Nr.	Moduliai	Veiksmai
1.	Vardenis	Pavardenis	12345	T111M222	Keisti/Šalinti
2.	Jonas	Jonaits	98765	T111M222	Keisti/Šalinti

28 pav. Studentų sąrašo peržiūros puslapio modulis

Studentų sąrašo puslapyje (28 pav.) galima peržiūrėti visą studentų sąrašą arba studentų sąrašą pagal studijų modulį. Taip pat galima atlikti studentų paiešką, laukelyje įvesta reikšmė ieškoma vardo, pavardės ir pažymėjimo numerio laukelyje visoje vartotojų duomenų bazėje. Pasirinktą studentą galima pašalinti iš sistemos (iš sistemos pašalinami visi su vartotoju susiję duomenys) arba keisti jo duomenis. Keičiant studento duomenis, pateikiama forma analogiška studento registracijos formai.

Kompiuterių tinklų nuotolinė laboratorija

Studentai

Sarašas

Registravimas

Studento registracijos forma

Vardas

Pavardė

Studento pažymėjimo numeris

Studento modulis(-iai)

T111M222 ▲
T123M321
T223B322
T700M007 ▼
T700M007

Registruoti iš sąrašo

C:\Dokumentai\Studentai.csv

29 pav. Naujo studento registravimo puslapio modulis

Naujo studento registravimo puslapyje (29 pav.) galima užregistruoti vieną studentą, įvedant jo vardą, pavardę, studento numerį ir priskiriant studijų modulius (galima pasirinkti kelis), arba galima įkelti iš anksto paruoštą kableliais atskirtų reikšmių sąrašą. Tuomet bus

sukuriami visų studentų profiliai esantys tame sąraše. Taip pat studentų sąrašas gali būti naudojamas norint studentams suteikti prieigą prie naujo studijų modulio.

Kompiuterių tinklų nuotolinė laboratorija

Dėstytojai

Sarašas

Registravimas

Dėstytojų tvarkymas

Naujas dėstytojas

Eil. Nr.	Vardas	Pavardė	Tabelio numeris	Veiksmai
1.	Vardenis	Pavardenis	1234	Keist/Šalinti
2.	Jonas	Jonaitis	4321	Keist/Šalinti

30 pav. Dėstytojų sąrašo peržiūros puslapio modulis

Dėstytojų sąrašo puslapyje (30 pav.) galima peržiūrėti visų dėstytojų registruotų sistemoje sąrašą. Pasirinktą dėstytoją galima pašalinti iš sistemos arba pakeisti jo duomenis.

Kompiuterių tinklų nuotolinė laboratorija

Dėstytojai

Sarašas

Registravimas

Dėstytojo registracijos forma

Vardas

Pavardė

Tabelio numeris

Slaptažodis

Modulis(-iai) **T111M222** ▲

T123M321

T223B322

T700M007

T700M007 ▼

31 pav. Dėstytojo registracijos formos puslapio modulis

Dėstytojo registracijos puslapyje (31 pav.) galima užregistruoti naują dėstytoją sistemoje, užpildant pateikiamą formą. Formoje įvedamas dėstytojo vardas, pavardė, tabelio numeris, suteikiamas slaptažodis ir priskiriami moduliai (dėstytojui bus matomi tik su šiais moduliais susiję duomenys). Registruojant galima pasirinkti kelis studijų modulius.

Kompiuterių tinklų nuotolinė laboratorija

Moduliai

Sarašas

Registravimas

Modulių tvarkymas

Naujas modulis

Eil. Nr.	Modulio kodas	Modulio pavadinimas	Veiksmai
1.	T111M222	Modulio T111M222 pavadinimas	Keisti/Salinti
2.	T007M007	Modulio T007M007 pavadinimas	Keisti/Salinti

32 pav. Modulių sąrašo puslapio modulis

Studijų modulių sąrašo puslapyje (32 pav.) matomas sistemoje registruotų studijų modulių sąrašas. Pasirinktą studijų modulį galima pašalinti, arba pakeisi pavadinimą.

Kompiuterių tinklų nuotolinė laboratorija

Moduliai

Sarašas

Registravimas

Modulio registracijos forma

Modulio kodas

Modulio pavadinimas

33 pav. Naujo modulio registravimo formos puslapio modulis

Naujo modulio registravimo puslapyje (33 pav.) studijų modulis registruojamas įvedant jo kodą ir pavadinimą.

Kompiuterių tinklų nuotolinė laboratorija

Laboratoriniai darbai

Sarašas

Registravimas

Laboratorinių darbų tvarkymas

Naujas laboratorinis darbas

Eil. Nr.	Modulis	Pavadinimas	Įranga	Veiksmai
1.	T111M222	Laboratorinio darbo pavadinimas	K1, K2, K3, K4, K5, K6, K7, K8, K9, K10	Keisti/Salinti
2.	T007M007	Laboratorinio darbo pavadinimas	K1, K2, K3, K4, K5	Keisti/Salinti

34 pav. Laboratorinių darbų sąrašo peržiūros puslapio modulis

Laboratorinių darbų sąrašo peržiūros puslapyje (34 pav.) pateikiamas visų laboratorinių darbų sąrašas, taip pat galima peržiūrėti tik pasirinkto studijų modulio

laboratorinius darbus. Pasirinktą laboratorinį darbą galima keisti arba pašalinti iš sistemos. Laboratorinio darbo informacijos keitimo atveju, pateikiama forma analogiška laboratorinio darbo registracijos formai (35 pav.).

Kompiuterių tinklų nuotolinė laboratorija

Laboratoriniai darbai

Sarašas

Registravimas

Laboratorinio darbo registracijos forma

Pavadinimas

Kodas

Modulis(-iai) T111M222 ▲
T700M007
T223B322 ▼

Įranga

Kompiuteriai	Maršrutizatoriai	Prieigos taškai	Kita
K1 <input type="checkbox"/>	R1 <input type="checkbox"/>	AP1 <input type="checkbox"/>	
K2 <input type="checkbox"/>	R2 <input type="checkbox"/>	AP2 <input type="checkbox"/>	
K3 <input type="checkbox"/>	R3 <input type="checkbox"/>	Visi <input type="checkbox"/>	
K4 <input type="checkbox"/>	Visi <input type="checkbox"/>		
... <input type="checkbox"/>			
K11 <input type="checkbox"/>			
K12 <input type="checkbox"/>			
Visi <input type="checkbox"/>			

35 pav. Naujo laboratorinio darbo registravimo puslapio modulis

Naujas laboratorinis darbas registruojamas įvedant laboratorinio darbo pavadinimą, kodą(sutrumpintą pavadinimą) ir studijų modulį, kuriam priklausys registruojamas laboratorinis darbas, į pateikiamą formą (35 pav.).

Kompiuterių tinklų nuotolinė laboratorija

Rezervacijos

Rezervacijų peržiūra

Modulis ▼ Laboratorinis ▼

Laikas	Diena																														
	1	2	3	4	5	...	28	29	30	31																					
00.00-02.00	12	12	12	12		...	12	11	11	12																					
02.00-04.00	12	12	12	12		...	12	12	12	12																					
...	...																														
20.00-22.00	8	0	12	12		...	12	12	12	12																					
22.00-24.00	10	10	11	12		...	12	12	12	12																					

 - Rezervacija negalima
 5 - Laisvų kompiuterių skaičius

36 pav. Rezervacijų peržiūros puslapio modulis

Rezervacijų peržiūros puslapyje (36 pav.), administratoriui matomas laboratorijos rezervacijų mėnesio vaizdas. Detalią valandos rezervaciją galima peržiūrėti paspaudus ant atitinkamo dienos stulpelio ir laiko eilutės susikirtimo langelyje esančio skaičiaus (kuris rodo laisvų kompiuterių skaičių tuo metu). Pasirinkto laiko rezervacijos parodomos naujame lange (37 pav.). Taip pat galima peržiūrėti kiekvienos dienos rezervacijas, paspaudžiant ant pasirinktos dienos numerio. Pasirinkus norimą studijų modulį (ir laboratorinį darbą) bus rodoma tik atitinkama informacija.

Kompiuterių tinklų nuotolinė laboratorija							
Rezervacijų peržiūra							
			<table border="1"> <tr> <td>Kovas</td> <td>9 d.</td> </tr> </table>			Kovas	9 d.
Kovas	9 d.						
Eil. Nr.	Data	Modulis	Laboratorinis darbas	Studentas	Veiksmai		
1.	YYYY MM DD	TXXXXXX	Laboratorinis darbas Nr. 1	Vardenis Pavardenis 12345	Anuluoti/Keisti		
2.	YYYY MM DD	TXXXXXX	Laboratorinis darbas Nr. 1	Jonas Jonaitis 98765	Anuluoti/Keisti		

37 pav. Pasirinktos dienos rezervacijų sąrašo puslapio modulis

Rezervacijų sąrašė (37 pav.) pateikiamas pasirinktos dienos (arba dienos ir valandos) rezervacijų sąrašas. Rezervacijas galima atšaukti arba pakeisti. Rezervacijos keitimo metu galima pakeisti tik pasirinktą įrangą.

5.8. Išvados

Remiantis esamų nuotolinių mokomųjų laboratorijų analize sudaryti funkciniai ir nefunkciniai reikalavimai grafinėi vartotojų sąsajai bei apribojimai vartotojams, užtikrinantys nuotolinį vartotojų aptarnavimą.

Sudaryti ir ištirti studentų, dėstytojų ir administratoriaus panaudos atvejai, įvertinantys jų teises. Administratoriaus atvejuose numatyta vartotojų kontrolė bei laboratorijoje atliekamų darbų keitimas bei papildymas.

Sudaryta grafinės vartotojų sąsajos struktūra ir jai įgyvendinti skirtas duomenų bazės modelis, apimantis vartotojus, laboratorinių darbų tipus, naudojamą įrangą bei laiko paskirstymą.

Sudarytas grafinės sąsajos svetainės apibendrintas modelis, kuris detalizuotas skirtingiems vartotojų tipams. Numatyta galimybė dėstytojui jungtis prie kiekvienos laboratorijos įrangos ir stebėti studentų atliekamus veiksmus. Numatyta galimybė dėstytojui vertinti studentų laboratorinius darbus.

6. TESTAVIMAS

6.1. Vartotojo grafinės sąsajos naudojamo duomenų srauto tyrimas

Tikslas: Ištirti vartotojo grafinės sąsajos generuojamą srautą, atliekant laboratorinį darbą

Tyrimo scenarijui buvo pasirinktas laboratorinio darbo „WWW serviso instaliavimas ir konfigūravimas“ atlikimas. Tyrimui atlikti buvo pasirinktas vienas nuotolinės klasės kompiuteris, kuriame buvo atliekamas laboratorinis darbas, prie jo prisijungiama per nuotolinės laboratorijos puslapį iš keturių kompiuterių, iš kurių viename buvo atliekamas laboratorinis darbas, o kituose trijuose buvo įjungtas dėstytojo stebėjimo režimas. Taip visuose keturiuose tyrime dalyvaujančiuose kompiuteriuose užtikrinamas to paties vaizdo perdavimas skirtingais vaizdo kokybės nustatymais. Duomenų srautų matavimui buvo naudojama Network Traffic Monitor programinė įranga [40].

Nuotolinės laboratorijos prisijungimo puslapiuose buvo nustatyti tokie vaizdo kokybės perdavimo režimai:

- 1 kompiuteris: naudojamas Tight kodavimo metodas, 65536 spalvų, JPEG 9 lygio vaizdo suglaudinimas
- 2 kompiuteris: naudojamas Tight kodavimo metodas, 256 spalvos, JPEG 6 lygio vaizdo suglaudinimas
- 3 kompiuteris: naudojamas Tight kodavimo metodas, 64 spalvos, JPEG 6 lygio vaizdo suglaudinimas (šie nustatymai yra naudojami kaip numatytieji, jungiantis prie nuotolinės laboratorijos kompiuterių iš internetinės svetainės)
- 4 kompiuteris: naudojamas Tight kodavimo metodas, 8 spalvos, JPEG 6 lygio vaizdo suglaudinimas

Nuotolinėje kompiuterių tinklų laboratorijoje esančiuose kompiuteriuose naudojama 800 taškų pločio ir 600 taškų aukščio ekrano raiška. Tokia pačia raiška vaizdas yra perduodamas ir nuotoliniu būdu prisijungusiam vartotojui.

Tyrimui pasirinktas laboratorinis darbas atliktas per 30 minučių. Duomenų srautų matavimai pateikiami lentelėje (17 lentelė).

17 lentelė. Matavimų rezultatai

Rodiklis		1 kompiuteris	2 <i>kompiuteris</i>	3 kompiuteris	4 kompiuteris
Spalvų skaičius		65536	256	64	8
Duomenų kiekis, MB	Priimti	2	0,8	0,9	2
	Išsiųsti	22	10	9	9
Didžiausia sparta, kb/s	Prėmimo	889	651	477	467
	Išsiuntimo	53	20	17	53
Vidutinė sparta, kb/s	Priėmimo	99	47	42	40
	Išsiuntimo	11	4	4	8

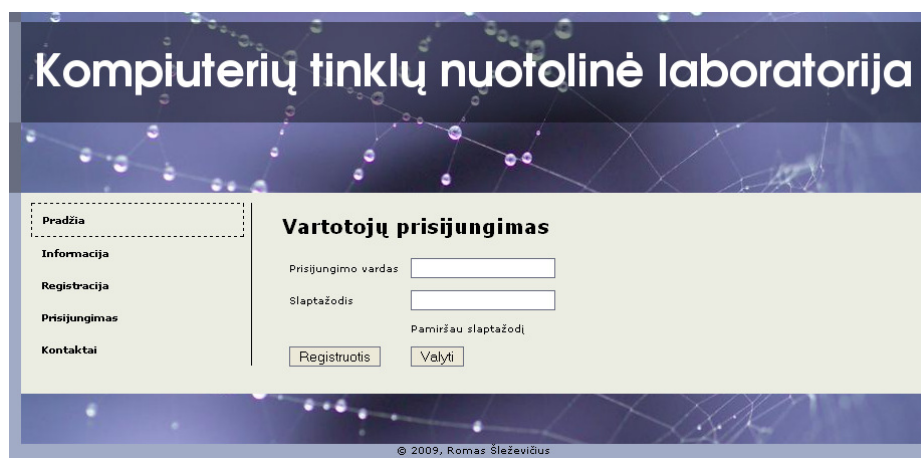
6.2. Išvados

Matavimo rezultatai leidžia padaryti išvadą, kad tinkamiausias naudoti Tight kodavimo metodas, 256 spalvos, JPEG 6 lygio vaizdo suglaudėjimas.

7. SISTEMOS VARTOTOJŲ DOKUMENTACIJA

7.1. Studento vartotojo dokumentacija

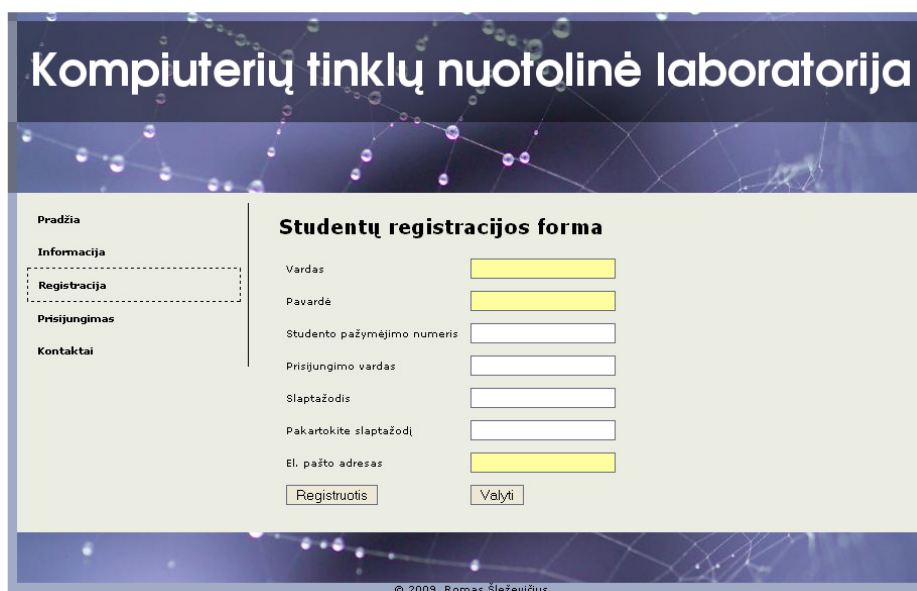
Pradiniame nuotolinės laboratorijos svetainės puslapyje (38 pav.), vartotojai iš karto nukreipiami į prisijungimo prie sistemos formą. Studentų prisijungimo vardas – studento pažymėjimo numeris. Meniu pateikiamos nuorodos į informacijos apie svetainę, registracijos, prisijungimo ir kontaktų puslapius. Užmiršus slaptažodį galima panaudoti slaptažodžio priminimo funkciją, paspaudus nuorodą užmiršau slaptažodį.



The screenshot shows the login page of the 'Kompiuterių tinklų nuotolinė laboratorija'. The page has a dark blue header with the title in white. Below the header is a navigation menu with links: Pradžia, Informacija, Registracija, Prisijungimas, and Kontaktai. The main content area is titled 'Vartotojų prisijungimas' and contains a login form with fields for 'Prisijungimo vardas' and 'Slaptažodis', a 'Pamiršau slaptažodį' link, and 'Registruotis' and 'Valyti' buttons. The footer contains the copyright notice '© 2009, Romas Šleževičius'.

38 pav. Pradinis svetainės puslapis

Jei studentas nėra nuotolinės laboratorijos svetainėje, tuomet jis pirmiausia privalo užsiregistruoti.



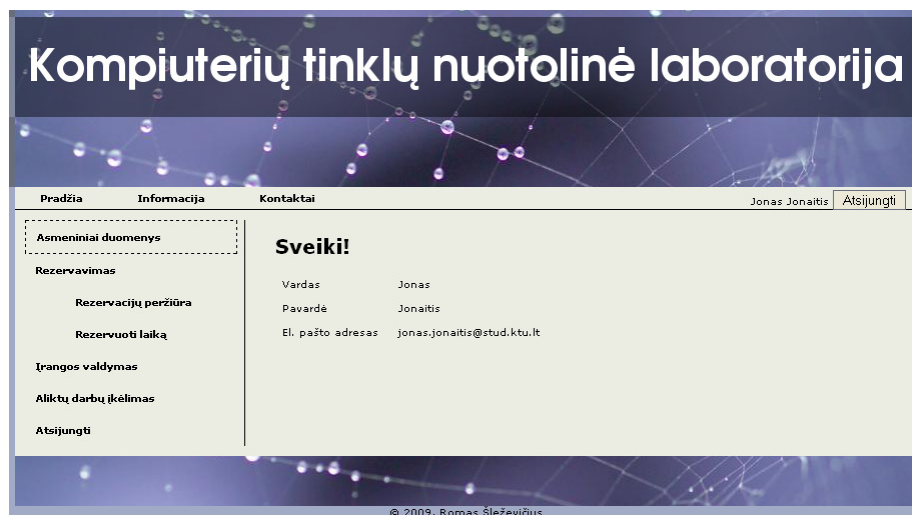
The screenshot shows the registration page of the 'Kompiuterių tinklų nuotolinė laboratorija'. The page has a dark blue header with the title in white. Below the header is a navigation menu with links: Pradžia, Informacija, Registracija, Prisijungimas, and Kontaktai. The main content area is titled 'Studentų registracijos forma' and contains a registration form with fields for 'Vardas', 'Pavardė', 'Studento pažymėjimo numeris', 'Prisijungimo vardas', 'Slaptažodis', 'Pakartokite slaptažodį', and 'El. pašto adresas', and 'Registruotis' and 'Valyti' buttons. The footer contains the copyright notice '© 2009, Romas Šleževičius'.

39 pav. Registracijos puslapis

Registracijos puslapyje (39 pav.) pateikiama studentų registracijos forma. Registruojantis privaloma užpildyti visus laukelius, apie nekorektiškai įvestus duomenis

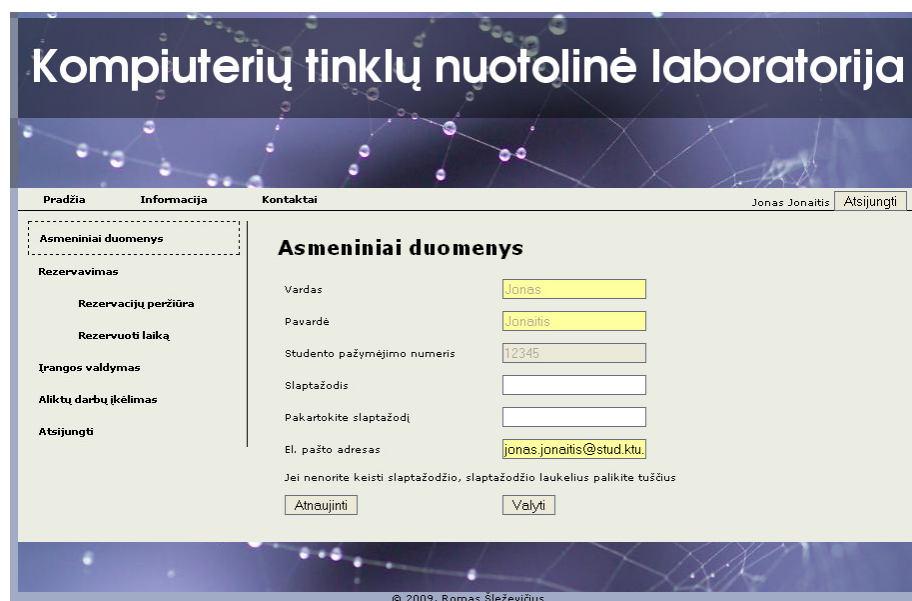
sistema informuoja parodydama pranešimą. Jei registruojantis matomas pranešimas „Registracija negalima“ – kreipkitės į administratorių.

Prisijungęs studentas mato pasisveikinimą ir dalį savo asmeninių duomenų (40 pav.).



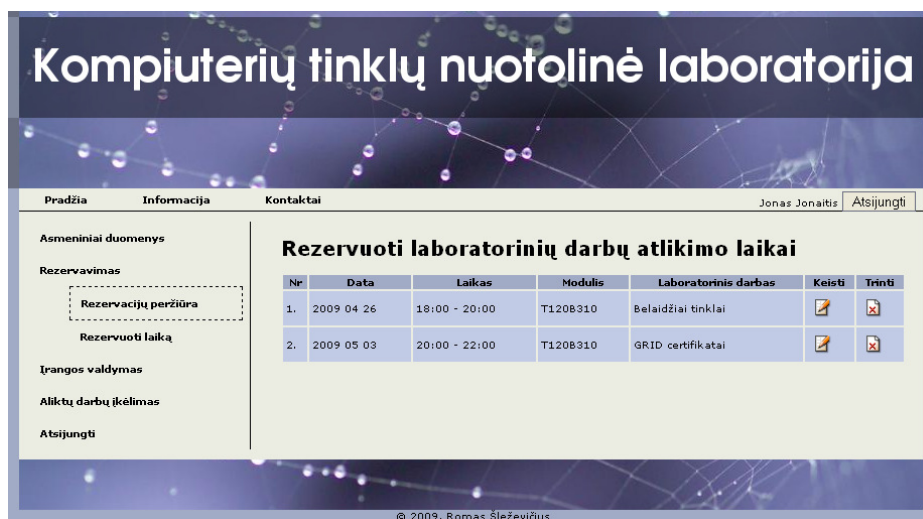
40 pav. Prisijungusio studento pradinio puslapis

Iš šio puslapio studentas gali patekti į asmeninių duomenų, rezervacijų, laiko rezervavimo, įrangos valdymo ir darbų įkėlimo puslapį.



41 pav. Studento asmeninių duomenų ir slaptažodžio keitimo puslapis

Studentas asmeninių duomenų puslapyje (41 pav.) gali pakeisti savo slaptažodį ar elektroninio pašto adresą. Vardo, pavardės ir studento pažymėjimo numerio keisti negalima.



42 pav. Rezervacijų peržiūros puslapis

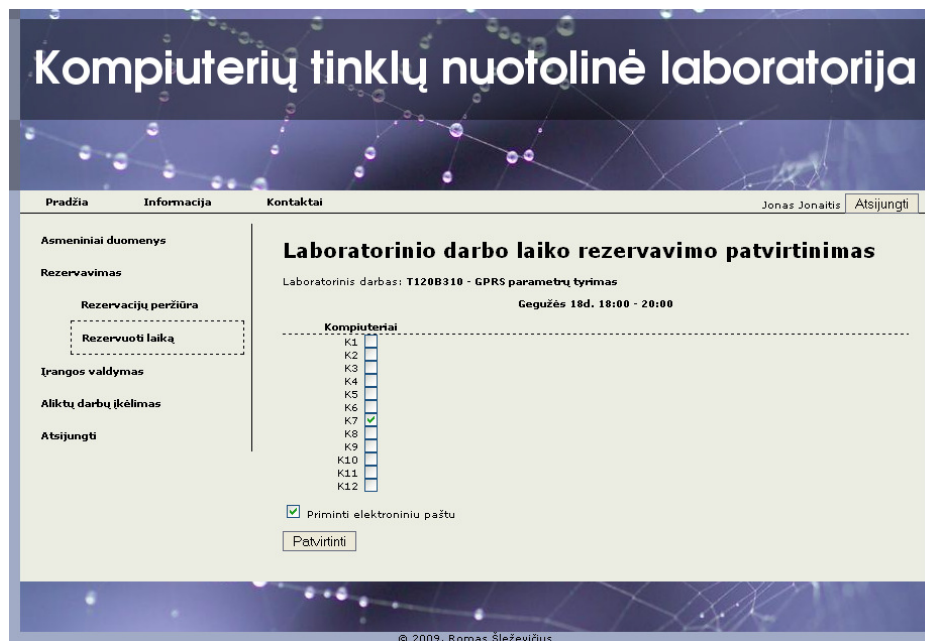
Rezervacijų peržiūros puslapyje (42 pav.) studentas gali peržiūrėti savo aktyvias rezervacijas. Pasirinkus atitinkamą funkciją, rezervacijos įrangą ar laiką galima keisti arba atšaukti (anuliuoti).



43 pav. Laiko rezervavimo puslapis

Laiko rezervavimo puslapyje (43 pav.) pirmiausia studentui pateikiamas modulio ir laboratorinio darbo pasirinkimas. Išsirinkus laboratorinį darbą, pateikiama viso mėnesio nuotolinės laboratorijos užimtumo lentelė. Eilutėse esančių dienų ir stulpeliuose esančių valandų susikirtimo langelyje matomas skaičius nurodo tuo laikų laisvą laboratorijos kompiuterių skaičių (pilki langeliai nurodo, kad rezervacija tuo metu laboratorijoje nėra galima). Pageidaujamas rezervavimo laikas pasirenkamas paspaudžiant ant susikirtimo

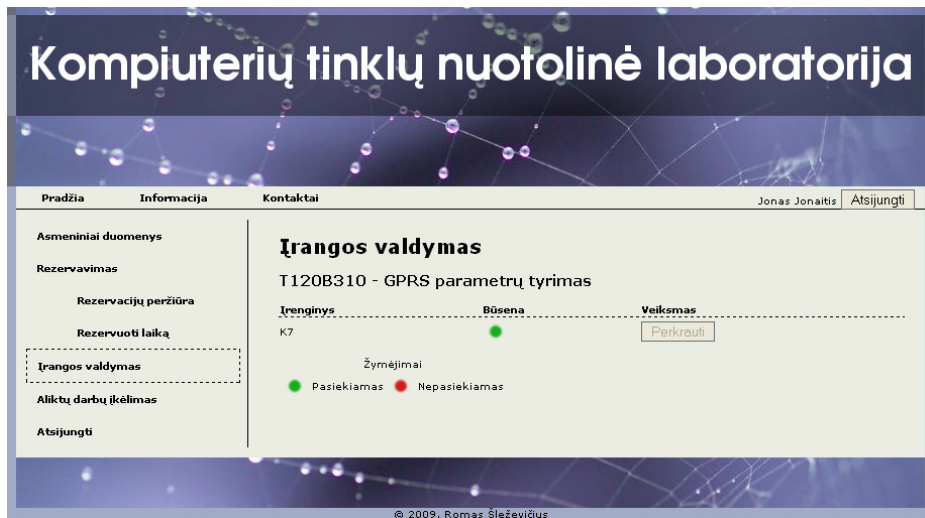
langelyje esančio skaičiaus. Tuomet studentas antrajame rezervavimo puslapyje (44 pav.) gali pasirinkti kokią įrangą jis nori rezervuoti.



44 pav. Įrangos rezervavimo puslapis

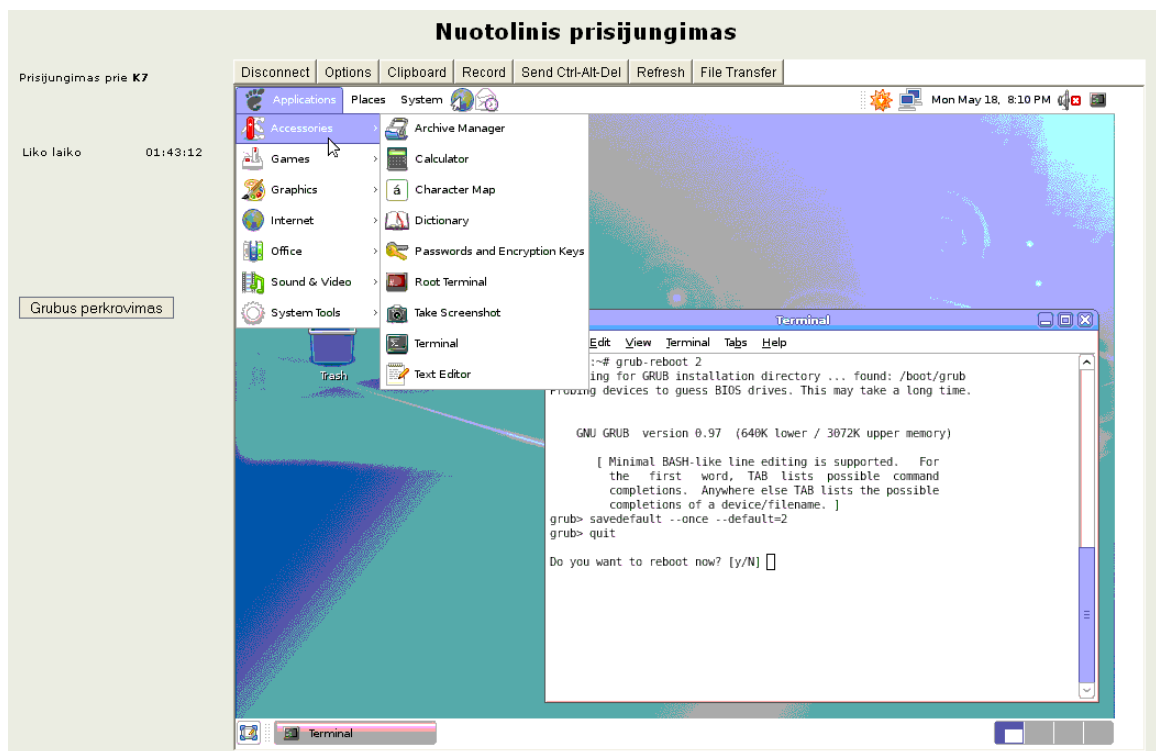
Iš galimos pasirinkti įrangos pasirinkus pageidaujama, spaudžiamas mygtukas pasirinkti. Studentui į elektroninį paštą išsiunčiamas pranešimas apie rezervacijos patvirtinimą. Studentas rezervacijos metu gali pažymėti laukelį „Priminti elektroniniu paštu“, tuomet sistema likus 24 valandoms iki rezervacijoje numatyto laiko studentui išsiųs priminimą jo (studento) profilyje nurodytu elektroniniu paštu.

Laboratorinio darbo atlikimo laiku (tuo laiku, kuriam buvo rezervuota įranga) įrangos valdymo puslapyje (45 pav.) studentas gali prisijungti prie rezervuotos įrangos ir atlikti laboratorinį darbą.



45 pav. Įrangos valdymo puslapis

Prisijungimui prie įrangos reikia paspausti ant įrenginio pavadinimo. Įrenginio valdymo puslapis (46 pav.) atsidaro naujame internetinės naršyklės lange (arba naujoje kortelėje, priklausomai nuo vartotojo internetinės naršyklės konfigūracijos).



46 pav. Nuotolinio prisijungimo puslapis

Nuotolinio įrenginio valdymo puslapyje prisijungimo puslapyje, studentas mato laboratorijoje esančio kompiuterio ekraną ir gali jį valdyti naudodamas savo kompiuterio pelę ir klaviatūrą. Šalia kompiuterio ekrano vaizdo studentui pateikiamas likęs laikas iki

rezervacijos pabaigos. Pasibaigus rezervacijos laikui, studentas bus automatiškai atjungiamas nuo nutolusio laboratorijos kompiuterio.

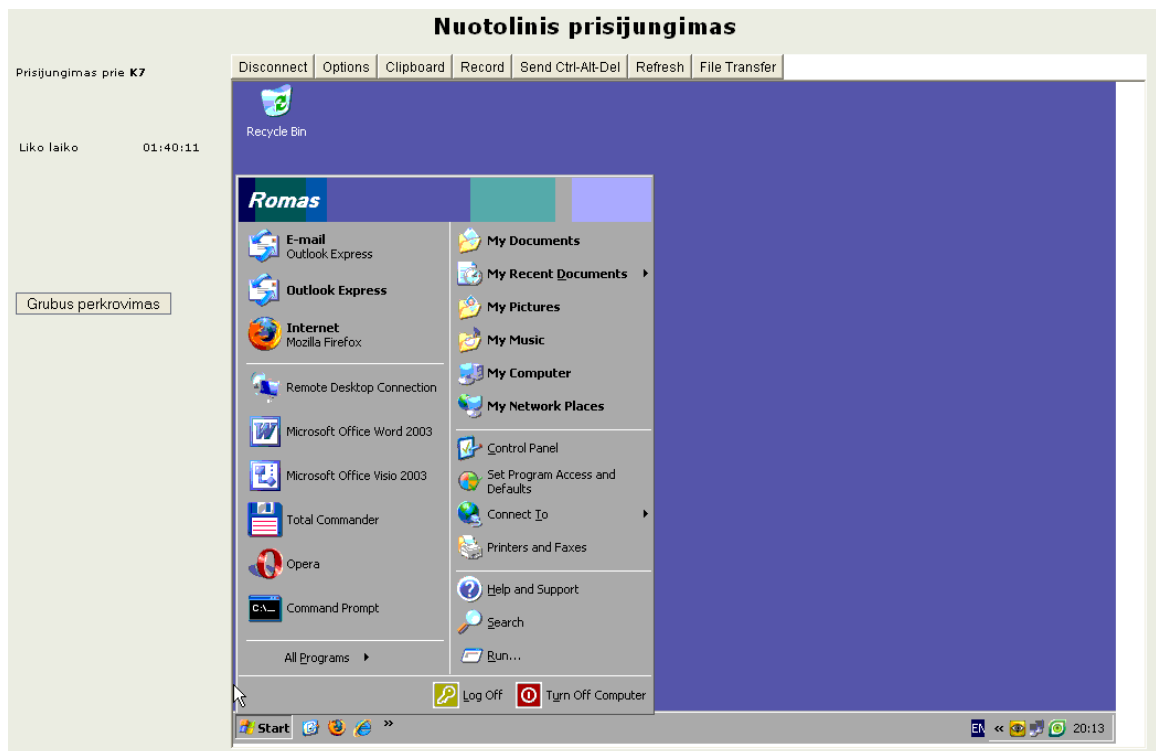
Nutolusio kompiuterio ekrano raiška 800x600, todėl rekomenduojame, kad studento kompiuteryje būtų naudojama bent 1024x768 ekrano raiška, be to naršyklėje patariama naudoti pilno ekrano režimą (*angl. full screen*), populiariausiose naršyklėse šis režimas įjungiamas/išjungiamas F11 klavišu.

Jei kompiuteris nustoja veikti („pakimba“), jo perkrovimui galima naudoti „Grubus perkrovimas“ mygtuką. Po grubaus perkrovimo, kompiuteris tampa vėl pasiekiamas per 5 minutes (arba greičiau).

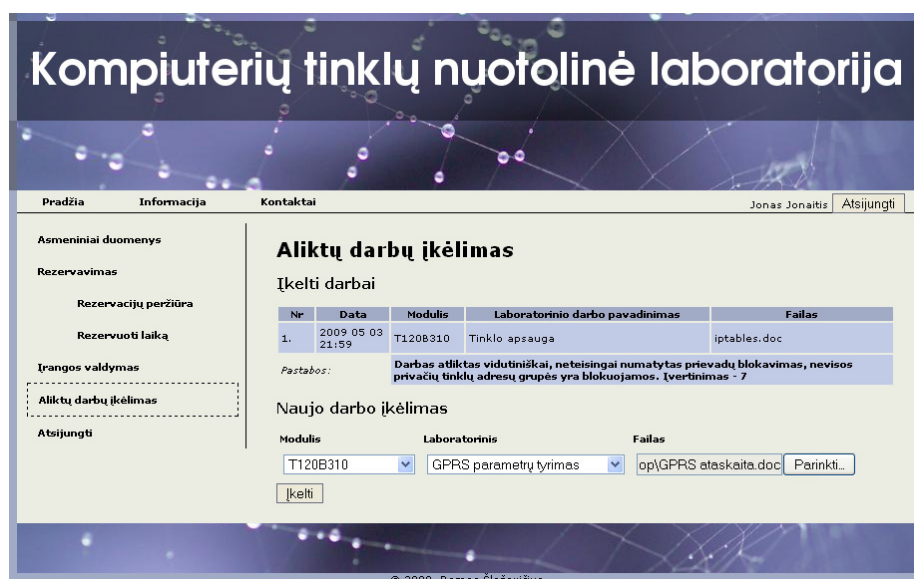
Studentui rezervacijos metu pirmą kartą prisijungus prie nutolusio laboratorijos kompiuterio, pasiekiamas Debian Linux operacinė sistema. Jeigu laboratoriniam darbui atlikti yra reikalinga Windows XP operacinė sistema, tuomet studentas turi perkrauti kompiuterį atlikdamas pateikiamas komandas (perkrovimo eiga matoma 46 pav.):

- Paleisti Root Terminal programą (Applications → Accesories → Root Terminal)
- Įvesti komandą `grub-reboot 2` ir paspausti Enter klavišą
- Į klausimą atsakyti y (Yes) ir paspausti Enter klavišą

Po šių veiksmų kompiuteris persikraus į Windows XP operacinę sistemą (perkrovus kompiuterį Windows XP operacinėje sistemoje, jis automatiškai perkraunamas į Debian Linux operacinę sistemą). Vartotojui patariama nuotolinio įrangos valdymo langą uždaryti ir įrangos valdymo puslapyje (45 pav.) palaukti, kol įrangos būsena pasikeis į „Pasiekiamas“ (puslapį reikia perkrauti naudojant naršyklės puslapio įkrovimo iš naujo mygtuką, klaviatūroje atitinka klavišas F5). Iš naujo prisijungus prie kompiuterio studentui pasiekiamas Windows XP operacinė sistema (47 pav.).



47 pav. Windows XP operacinė sistema po kompiuterio perkrovimo



48 pav. Darbų įkėlimo puslapis

Atliktų darbų įkėlimo puslapyje (48 pav.) studentai mato savo anksčiau įkeltų darbų sąrašą, su pastabomis ir įvertinimu (jeigu dėstytojas darbą peržiūrėjo ir įvertino). Taip šiame puslapyje studentai gali įkelti naują atlikto laboratorinio darbo ataskaitą.

7.2. Duomenų bazės parengimas darbui

Prisijungimui prie *MySQL* bus naudojamas *root* paskyra. Tačiau pagal poreikį, *MySQL* duomenų bazių valdymo sistemoje gali būti sukuriama naujas vartotojas, turintis duomenų bazės administravimo teises.

Sukuriama duomenų bazė *lab*:

```
CREATE DATABASE `lab` DEFAULT CHARACTER SET utf8 COLLATE
utf8_lithuanian_ci;
```

Sistemos veikimui, *lab* duomenų bazėje turi būti sukurtos lentelės:

18 lentelė. DB lentelės Modulis kūrimas

Lentelė „Modulis“	Lentelės sukūrimo komanda
<pre>+-----+-----+ Field Type +-----+-----+ mod_id int unsigned modkod varchar(8) modpav varchar(255) +-----+-----+</pre>	<pre>CREATE TABLE `lab`.`modulis` (`mod_id` INTEGER UNSIGNED NOT NULL AUTO_INCREMENT, `modkod` VARCHAR(8) NOT NULL, `procesas` VARCHAR(255) NOT NULL, PRIMARY KEY (mod_id));</pre>

19 lentelė. DB lentelės Laboratorinis kūrimas

Lentelė „laboratorinis“	Lentelės sukūrimo komanda
<pre>+-----+-----+ Field Type +-----+-----+ lab_id int unsigned mod_id int unsigned labpav varchar(255) labkoda varchar(10) +-----+-----+</pre>	<pre>CREATE TABLE `lab`.`laboratorinis` (`lab_id` INTEGER UNSIGNED NOT NULL AUTO_INCREMENT, `mod_id` INTEGER UNSIGNED NOT NULL, `labpav` VARCHAR(255) NOT NULL, `labkoda` VARCHAR(10) NOT NULL, PRIMARY KEY (lab_id));</pre>

20 lentelē. DB lentelēs Iranga kūrimas

Lentelē „Iranga“	Lentelēs sukūrimo komanda
<pre> +-----+-----+ Field Type +-----+-----+ iranga_id int unsigned pavad varchar(100) zyme varchar(10) bukle int ir_pass varchar(100) vmware int linkas text +-----+-----+ </pre>	<pre> CREATE TABLE `lab`.`iranga` (`iranga_id` INTEGER UNSIGNED NOT NULL AUTO_INCREMENT, `pavad` VARCHAR(100) NOT NULL , `zyme` VARCHAR(10) NOT NULL, `bukle` INTEGER NOT NULL, `ir_pass` VARCHAR(100) NOT NULL, `vmware` INTEGER NOT NULL, `linkas` TEXT, PRIMARY KEY (iranga_id)); </pre>

21 lentelē. DB lentelēs Teises kūrimas

Lentelē „Teises“	Lentelēs sukūrimo komanda
<pre> +-----+-----+ Field Type +-----+-----+ iranga_id int unsigned lab_id int unsigned +-----+-----+ </pre>	<pre> CREATE TABLE `lab`.`teises` (`iranga_id` INTEGER UNSIGNED NOT NULL, `lab_id` INTEGER UNSIGNED NOT NULL, PRIMARY KEY (iranga_id,lab_id)); </pre>

22 lentelē. DB lentelēs Laiko_intervalai kūrimas

Lentelē „Laiko_intervalai“	Lentelēs sukūrimo komanda
<pre> +-----+-----+ Field Type +-----+-----+ laik_id int unsigned lab_id int unsigned nuo datetime iki datetime +-----+-----+ </pre>	<pre> CREATE TABLE `lab`.`laikoreziai` (`laik_id` INTEGER UNSIGNED NOT NULL AUTO_INCREMENT, `lab_id` INTEGER UNSIGNED NOT NULL, `nuo` DATETIME NOT NULL , `iki` DATETIME NOT NULL, PRIMARY KEY (laik_id)); </pre>

23 lentelē. DB lentelēs Vartotojai kūrimas

Lentelē „Vartotojai“	Lentelēs sukūrimo komanda
<pre> +-----+-----+ Field Type +-----+-----+ user_id int unsigned lygis int login varchar(100) pass varchar(100) vardas varchar(30) pavarde varchar(30) pastas varchar(60) +-----+-----+ </pre>	<pre> CREATE TABLE `lab`.`vartotojai` (`user_id` INTEGER UNSIGNED NOT NULL AUTO_INCREMENT, `lygis` INTEGER NOT NULL , `login` VARCHAR(100) NOT NULL, `grupe` VARCHAR(10) NOT NULL, `pass` VARCHAR(100) NOT NULL, `vardas` VARCHAR(30) NOT NULL, `pavarde` VARCHAR(30) NOT NULL, `pastas` VARCHAR(60) NOT NULL, PRIMARY KEY (user_id)); </pre>

24 lentelē. DB lentelēs Rezervācijas kūrimas

Lentelē „Rezervācijas“	Lentelēs sukūrimo komanda
<pre> +-----+-----+ Field Type +-----+-----+ rez_id int(10) unsigned user_id int(10) unsigned lab_id int(10) unsigned iranga_id int(10) unsigned laikasnuo datetime laikasiki datetime rezlaikas datetime +-----+-----+ </pre>	<pre> CREATE TABLE `lab`.`rezervacijas` (`rez_id` INTEGER UNSIGNED NOT NULL AUTO_INCREMENT, `user_id` INTEGER UNSIGNED NOT NULL, `lab_id` INTEGER UNSIGNED NOT NULL, `iranga_id` INTEGER UNSIGNED NOT NULL, `laikasnuo` DATETIME NOT NULL, `laikasiki` DATETIME NOT NULL, `rezlaikas` DATETIME NOT NULL, PRIMARY KEY (rez_id)); </pre>

25 lentelē. DB lentelēs Darbai kūrimas

Lentelē „Darbai“	Lentelēs sukūrimo komanda
+-----+-----+	CREATE TABLE `lab`.`darbai` (
Field Type	`rez_id` INTEGER UNSIGNED NOT NULL
+-----+-----+	AUTO_INCREMENT,
darb_id int	`pavadinimas` VARCHAR(100) NOT
pavadinimas varchar(255)	NULL,
tipas varchar(10)	`tipas` VARCHAR(10) NOT NULL,
dydis int	`dydis` INTEGER UNSIGNED NOT NULL,
failas mediumblob	`failas` MEDIUMBLOB NOT NULL,
user_id int	`user_id` integer NOT NULL,
lab_id int	`lab_id` integer NOT NULL,
pastabos blob	`pastabos` BLOB,
+-----+-----+	PRIMARY KEY (rez_id)
);

26 lentelē. DB lentelēs Teises_vart kūrimas

Lentelē „Teises_vart“	Lentelēs sukūrimo komanda
+-----+-----+	CREATE TABLE `lab`.`teises_vart` (
Field Type	`user_id` INTEGER UNSIGNED NOT
+-----+-----+	NULL,
user_id int	`mod_id` INTEGER UNSIGNED NOT
mod_id int	NULL,
+-----+-----+	PRIMARY KEY (user_id,mod_id)
);

8. DARBO REZULTATAI IR IŠVADOS

1. Atlikta laisvai prieinamų nuotolinių mokomųjų laboratorijų panaudojamų atveju analizė ir nustatyta, kad plačiausiai naudojamos nuotolinės kompiuterių tinklų srities laboratorijos, skirtos modeliavimui. Tokios laboratorijos kuriamos universitetų mokslinių laboratorijų bazėje.
2. Realios aparatūrinės įrangos pasiekiamumo laboratorijos kuriamos suteikiant vartotojams teisę jungtis tiesiogiai prie laboratorijoje esančios aparatūrinės ir programinės įrangos. Tam tikslui yra panaudojamos tiek programinės priemonės, tiek ir vaizdinės priemonės.
3. Sudaryta laboratorinės įrangos pasiekiamumo schema, apimanti visą eksperimentas vykdyti reikalingą aparatūrinę ir programinę įrangą bei papildomą įrangą, reikalingą nuotolinei prieigai užtikrinti. Realizuota distancinio elektrinio maitinimo įjungimo ir išjungimo galimybė.
4. Sudaryta bendroji nuotolinės mokomosios kompiuterių tinklų laboratorijos architektūra įvertinanti, kad vartotojai kompiuterius valdo turėdami pilnas administravimo teises.
5. Vartotojų nuotolinio prisijungimo užtikrinimui naudojami vartotojų vardai bei slaptažodžiai ir sudaromas išankstinis laboratorijų įrangos panaudojimo tvarkaraštis. Darbo laiko registravimui panaudojamas konkurencijos principas.
6. Kompiuteriuose numatytas standartinės sistemos būklės atstatymas. Papildomos įrangos (komutatoriai, maršrutizatoriai) valdymas pasiekiamas per įrangos valdymo kompiuterį, prie kurio yra prijungta visa valdoma įranga.
7. Sudarytas grafinės sąsajos svetainės apibendrintas modelis, kuris detalizuotas skirtingiems vartotojų tipams. Numatyta galimybė dėstytojui jungtis prie kiekvienos laboratorijos įrangos ir stebėti studentų atliekamus veiksmus. Numatyta galimybė dėstytojui vertinti studentų laboratorinius darbus.
8. Sudaryta grafinės vartotojų sąsajos struktūra ir jai įgyvendinti skirtas duomenų bazės modelis, apimantis vartotojus, laboratorinių darbų tipus, naudojamą įrangą bei laiko paskirstymą.

9. Sudaryti studentų, dėstytojų ir administratoriaus panaudos atvejai, įvertinantys jų teises. Administratoriaus atvejuose numatyta vartotojų kontrolė bei laboratorijoje atliekamų darbų keitimas bei papildymas.
10. Atlikto nuotolinio prisijungimo spartos matavimo rezultatai leidžia padaryti išvada, kad tinkamiausias naudoti Tight kodavimo metodas, 256 spalvos, JPEG 6 lygio vaizdo suglaudėjimas.

9. Terminų ir santrumpų sąrašas

Sutrumpintas pavadinimas	Sutrumpinimo atitikmuo	Paaiškinimas
SNMP	Simple Network Management Protocol	Tinklo (įrenginių) valdymo protokolas
IOS	Internetwork Operating System	Cisco tinklinių įrenginių operacinė sistema
PHP	PHP: Hypertext Preprocessor	Programavimo kalba, skirta internetinių svetainių kūrimui
CSV	Comma-separated values	Kableliais atskirtų reikšmių failų formatas, skirtas duomenų saugojimui lentelėms
LDAP	Lightweight Directory Access Protocol	Supaprastintos kreipties į katalogus protokolas, skirtas prieiti prie katalogų paslaugų
WLAN	Wireless Local Area Network	Belaidis vietinis kompiuterių tinklas
XML	Extensible Markup Language	Duomenų struktūrų bei jų turinio aprašomoji kalba
PGP	Pretty Good Privacy	Šifravimo programa
HTML	HyperText Markup Language	Hiperteksto žymėjimo kalba, naudojama turinio pateikimui internete
CSS	Cascading Style Sheets	Pakopinių stilių lentelės
MAC	Media Access Control	Fizinis tinklo plokštės adresas
TCP	Transmission Control Protocol	Duomenų perdavimo protokolų rinkinys
UDP	User Datagram Protocol	Duomenų perdavimo protokolas neorientuotas į sujungimus
OSPF	Open Shortest Path First	Maršrutizavimo protokolas
RIP	Routing Information Protocol	Maršrutizavimo protokolas

BGP	Border Gateway Protocol	Maršrutizavimo protokolas
RFMON	Radio Frequency Monitor	Radio dažnių juostos klausymo režimas
AP	Access Point	Belaidis prieigos taškas
GPS	Global Positioning System	Globali padėties nustatymo sistema
UMTS	Universal Mobile Telecommunications System	Mobilaus ryšio technologija (3G)
GSM	Global System for Mobile communications (Groupe Spécial Mobile)	Mobilių telefonų ryšio standartas
GPRS	General Packet Radio Service	Paketinio duomenų perdavimo technologija
EGPRS	Enhanced General Packet Radio Service	Pagerinta paketinio duomenų perdavimo technologija
WCDMA	Wideband Code Division Multiple Access	Mobilaus ryšio technologija
OSI	Open Systems Interconnection	Ryšio protokolų aprašymas
SSID	Service Set Identifier	Belaidžio tinklo identifikacinis pavadinimas
UPS	Uninterruptible power supply	Nepertraukiamo (rezervinio) maitinimo šaltinis
MIB	Management information base	Valdymo informacijos bazė
SSH	Secure Shell	Saugus tinklo protokolas
SFTP	SSH File Transfer Protocol (Secure File Transfer Protocol)	Saugus failų persiuntimo protokolas
SCP	Secure Copy	Saugaus duomenų kopijavimo protokolas
JPEG	Joint Photographic Experts Group	Fotografinių vaizdų išsaugojimo formatas (ir jų suspaudimo algoritmas)
COM prievadas	-	Serijinio komunikavimo prievadas, naudojamas prijungti įrenginius, pvz.: modema, spausdintuvą arba

		mobiliųjų įrenginių, prie kompiuterio
demonas	-	specialios paskirties programa, dirbanti, kaip foninis procesas.

10. NAUDOTA LITERATŪRA

- [1] Heinz-Dietrich Wuttke, Karsten Henke, Nadine Ludwig; „Remote Labs versus Virtual Labs for Teaching Digital System Design“; CompSysTech' 2005 (2005)
- [2] Planet-Lab internetinė svetainė; Prieiga per internetą <http://www.planet-lab.org>
- [3] Anderson, A., Peterson, L., Shenker, S., and Turner, J.; „Overcoming the Internet impasse through virtualization“. IEEE Computer 38, 4 (Apr.2005), 34–41
- [4] Peterson Larry, Pai Vivek S; „Experience Driven Experimentas Systems Research“; Communications of the ACM. 6p. ISSN 00010782
- [5] PlanetLab Consortium Governance Plan; PlanetLab; [žiūrėta 2008 11 08]; Prieiga internete http://www.planet-lab.org/files/consortium/Governance_1203.pdf
- [6] Hosting Requirements; PlanetLab; [žiūrėta 2008 11 08]; Prieiga internete <http://www.planet-lab.org/hosting>
- [7] PlanetLab Acceptable Use Policy (AUP); PlanetLab; [žiūrėta 2008 11 08]; Prieiga internete <http://www.planet-lab.org/aup>
- [8] Terms and Conditions of Membership; PlanetLab; [žiūrėta 2008 11 08]; Prieiga internete http://www.planet-lab.org/files/consortium/pl_member_20040218_p2-4.pdf
- [9] Account Registration; PlanetLab; [žiūrėta 2008 11 08]; Prieiga internete <https://www.planet-lab.org/db/persons/register.php>
- [10] User's Guide; PlanetLab; [žiūrėta 2008 11 08]; Prieiga internete <http://www.planet-lab.org/doc/guides/user>
- [11] NETLAB Academy Edition; [žiūrėta 2009 03 15]; Prieiga internete <http://www.netdevgroup.com/ae/overview.htm>
- [12] Internet Shared Instrumentation Laboratory; [žiūrėta 2009 03 15]; Prieiga internete <http://isilab.dibe.unige.it/>
- [13] Bagnasco, A.; Parodi, G.; Ponta, D.; Scapolla, A.M.; "A Modular and Extensible Remote Electronic Laboratory", Vol. 1, No. 1 (2005) of International Journal of Online Engineering, ISSN: 1861-2121
- [14] Remote Control Software; UltraVNC kūrėjų internetinė svetainė; [žiūrėta 2009 04 20]; Prieiga internete <http://www.uvnc.com/>
- [15] Faronics Deep Freeze Windows Editions, kūrėjų internetinė svetainė; [žiūrėta 2009 03 01]; Prieiga internete <http://www.faronics.com/html/Deepfreeze.asp>
- [16] Faronics Deep Freeze Linux, kūrėjų internetinė svetainė; [žiūrėta 2009 03 01]; Prieiga internete <http://www.faronics.com/html/DFLinux.asp>

- [17] Virtual Machine & Servers, kūrēju internetinē svetainē; [žiūrēta 2009 03 01]; Prieiga internete <http://www.vmware.com/>
- [18] USB to RS232 Dongle with Extension Cable; Produkto aprašymas; [žiūrēta 2009 03 01]; Prieiga internetu <http://www.dealextreme.com/details.dx/sku.5859>
- [19] Switched Rack PDU; Produkto aprašymas; [žiūrēta 2009 03 01]; Prieiga internetu http://www.apc.com/resource/include/techspec_index.cfm?base_sku=AP7920&tab=features
- [20] IPERF – The Easy Tutorial; [žiūrēta 2009 03 10]; Prieiga internete <http://openmaniak.com/iperf.php>
- [21] Quagga Routing Suite; [žiūrēta 2009 03 10]; Prieiga internete <http://www.quagga.net/>
- [22] The Postfix Home Page; [žiūrēta 2009 03 10]; Prieiga internete <http://www.postfix.org/>
- [23] Kismet kūrēju internetinē svetainē; [žiūrēta 2009 03 10]; Prieiga internete <http://www.kismetwireless.net/>
- [24] Nmap - Free Security Scanner For Network Exploration & Security Audits; [žiūrēta 2009 03 10]; Prieiga internete <http://nmap.org/>
- [25] Wireshark; [žiūrēta 2009 03 10]; Prieiga internete <http://www.wireshark.org/>
- [26] PGP kūrēju internetinē svetainē; [žiūrēta 2009 03 10]; Prieiga internete <http://www.pgp.com/>
- [27] VMware Workstation internetinē svetainē; [žiūrēta 2009 03 10]; Prieiga internete <http://www.vmware.com/products/ws/>
- [28] WinPcap: The Windows Packet Capture Library; [žiūrēta 2009 03 10]; Prieiga internete <http://www.winpcap.org/>
- [29] N-Stealth Security Scanner; [žiūrēta 2009 03 10]; Prieiga internete <http://www.securityinnovation.com/security-report/tools/N-StealthSecurityScanner.htm>
- [30] The GNU Privacy Guard; [žiūrēta 2009 03 10]; Prieiga internete <http://www.gnupg.org/>
- [31] TEMS™ Investigation; [žiūrēta 2009 03 10]; Prieiga internete http://www.ericsson.com/solutions/tems/realtime_diagnostics/investigation.shtml
- [32] Cisco Router and Security Device Manager; [žiūrēta 2009 03 10]; Prieiga internete <http://www.cisco.com/en/US/products/sw/secursw/ps5318/>
- [33] Real Time Monitor; [žiūrēta 2009 03 10]; Prieiga internete <http://gridportal.hep.ph.ic.ac.uk/rtm/>
- [34] Net-SNMP kūrēju internetinē svetainē; [žiūrēta 2009 03 10]; Prieiga internete <http://www.net-snmp.org/>

- [35] Notepad++ kūrėjų internetinė svetainė; [žiūrėta 2009 03 10]; Prieiga internete <http://notepad-plus.sourceforge.net/uk/site.htm>
- [36] WinSCP kūrėjų internetinė svetainė; [žiūrėta 2009 03 10]; Prieiga internete <http://winscp.net/eng/index.php>
- [37] PuTTY kūrėjų internetinė svetainė; [žiūrėta 2009 03 10]; Prieiga internete <http://www.chiark.greenend.org.uk/~sgtatham/putty/download.html>
- [38] tc - Linux man page; [žiūrėta 2009 03 10]; Prieiga internete <http://linux.die.net/man/8/tc>
- [39] Naršyklių, naudojamų Lietuvos interneto vartotojų, prisijungiančių prie lietuviškų svetainių reitingas; [žiūrėta 2009 05 15]; Prieiga internete <http://www.ranking.lt/index.php?page=Ranks:RanksPage&stat=22|OW>
- [40] Nico Cuppen Software internetinė svetainė; [žiūrėta 2009 05 16]; Prieiga internete http://www.nicocuppen.com/pit/editor/page_h.php?id=1
- [41] D. Aristizabal , A. Montoya, Jean P. Imenez H. Pedro Torres, R. Restrepo; „Web Laboratory Experiences for E-Learning: The Michelson Interferometer“; Innovative Techniques in Instruction Technology, E-learning, E-assessment, and Education“; Springer, 2008; p. 19-23.; ISBN 978-1-4020-8738-7
- [42] C. Chiculita, L. Frangu; „A Web Based Remote Control Laboratory“, The 6th World Multiconference on Systemics, Cybernetics and Informatics, July 14-18, 2002 Orlando, Florida
- [43] Ramašauskas, O., Bielskis, A. A.; „Objektų nuotolinio valdymo e-laboratorijoje aspektai“; Elektronika ir elektrotechnika. – Kaunas: Technologija, 2003 Nr. 4(46), 89–95 psl. ISSN 1392 – 1215