

TURINYS

TURINYS	6
1. Įvadas	5
2. VGTU kompiuterių tinklo plėtra	6
3. Kompiuteriniai tinklai ir jų valdymas.....	12
3.1 Globaliųjų tinklų istorija.....	12
3.2 TCP/IP bazinis modelis	14
3.3 SNMP kaip TCP/IP tinklų valdymo protokolas	19
4. Kompiuterinių tinklų maršruto parinkimo algoritmai	30
5. VGTU kompiuterių tinklų užimtumo analizės įranga.....	35
6. VGTU kompiuterinių tinklų pagrindinių magistralių užimtumo analizė.....	42
7. Išvados	54
LITERATŪRA	55

1. Įvadas

Kiekvienas amžius turi vieną ar keletą dominuojančių technologijų. Viena iš svarbiausių 20-ojo amžiaus technologijų - informacinės technologijos (rinkimas, apdorojimas, platinimas) - glaudžiai susijusi su ryšių ir kompiuterinės technikos beprecedente raida. Ryšių ir kompiuterių sujungimas į tinklus iš esmės pakeitė kompiuterinių sistemų organizavimo principus. Kompiuterinių centrų funkcijas dažnai atlieka daug atskirų, tačiau tarpusavyje sujungtų kompiuterių į tinklus, kuriuos reikia valdyti ir atlikti reikalingą analizę.

Vilniaus Gedimino technikos universiteto kompiuterių tinklas jungia visų universiteto padalinių (septyni rūmai skirtingose Vilniaus vietose) kompiuterių tinklus. Iš viso sujungia per 2400 kompiuterinių. Sėkmingam tokio didelio tinklo valdymui, išteklių paskirstymui ir planavimui reikalinga jo ir atskirų jo šakų apkrovos statistika. Iš jos galima būtų matyti kas, koku laiku ir kaip intensyviai naudoja tinklą, kokia yra pagrindinės tinklinės aparatūros būklė, kurios magistralinės linijos yra užimtose bei kokia to užimtumo dinamika.

Tokių duomenų surinkimas, apdorojimas ir analizavimas palengvina reagavimą į incidentus, padeda užtikrinti pakankamai didelio tinklo stabilų darbą ir paslaugų veiksmingumą 24 val. per parą, 7 dienas per savaitę.

Darbo tikslas – išanalizuoti VGTU kompiuterių tinklų pagrindinių magistralinių linijų užimtumą savaitės darbo dienomis, atlikti panašaus pobūdžio linijų užimtumo palyginimą, naudojant žurnalinių rinkmenų apdorojimą ir palyginamąją analizę.

Mokslinis naujumas. Išsami VGTU kompiuterių tinklų analizė atlikta pirmą kartą pagal originalią metodiką, įvertinant ad' hoc užklausas.

Darbe analizuojama VGTU kompiuterių tinklo istorija, plėtra, ir dabartinė padėtis. Aptariama universiteto tinklo topologija, pagrindinė komunikacinė įranga, maršruto parinkimas ir maršruto parinkimo algoritmai. Aprašomos skaičiavimo centre naudojamos tinklų stebėsenos sistemos ir jų teikiamos galimybės, kurios labai palengvina VGTU kompiuterių tinklų valdymą. Darbe glaustai nagrinėjami pagrindiniai tinklų ir jų valdymo protokolai, technologijos, analizuojamos jų panaudojimo galimybės tinklo būklės parametrams surinkti, realizuojama šios informacijos gavimo ir atvaizdavimo sistema, taip pat parodomas jos panaudojimo galimybės VGTU kompiuterių tinkle.

Darbo vertė. Iš atliktos analizės galima nustatyti silpnąsias tinklo grandis, pagrindinės aparatūros užimtumo dinamiką ir tinklo išteklių panaudojimo didėjimą. Tai leidžia numatyti tinklo plėtrą ir reikalingus atnaujinimus. Naudojama duomenų gavimo metodika ir gauti

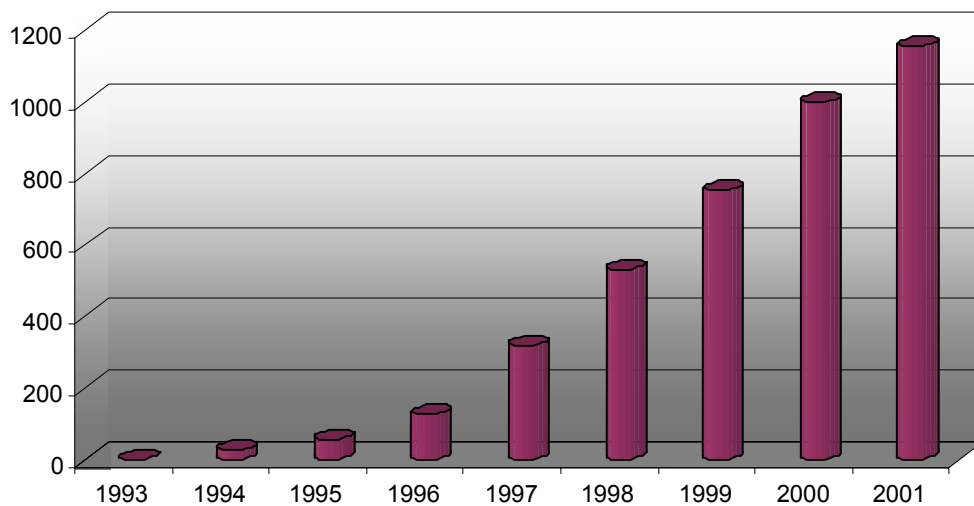
rezultatai leidžia atlikti tolesnius tyrimus, tinklo topologijos modeliavimą ir smulkesnę analizę. Darbas įdiegtas VGTU SC (žr. priedus).

Aprobacijos ir publikacijos. Darbas buvo pristatytas LitNET konferencijoje – seminare 2003m. rugpjūčio 28 d. Molėtuose. (žr. priedus).

2. VGTU kompiuterių tinklo plėtra

Vilniaus Gedimino technikos universiteto (tuometinio Vilniaus technikos universiteto), kaip LITNET mazgo istorijos pradžia – 1992-ųjų ruduo. Tada buvo pradėta rengti X.25 technologijos ryšio linija su VU skaičiavimo centru Studentų miestelyje Saulėtekio alėjoje, turėjusi įjungti į LITNET tinklą norvegų dovanotą kompiuterį Norsk Data.

Pirmieji metai prabėgo atliekant bandymų ir derinimų darbus. Daugiau mažiau patikimas ryšys ir pirmieji reguliariai juo besinaudojantys vartotojai atsirado 1993-ųjų antroje pusėje, panaudojus tinklų sujungimui Ethernet tiltus ir 19,2 Kbps spartos modemus. Pradžia nebuvo lengva, trūko tinklų technologijas išmanančių žmonių. Tai sąlygojo ir prieš tai universitete priimti sprendimai buvusį skaičiavimo centrą reorganizuoti į nedidelę skaičiavimo technikos priežiūros grupę. Tačiau jau 1993 pabaigoje tapo aišku, kad ji nepajėgi prižiūrėti atsiradusių asmeninių kompiuterių, kompiuterių tinklo kūrimo ir eksploatavimo, įsijungimo į internetą, spręsti naujų informacijos technologijų įsisavinimo uždavinius. 1994 sausio mėn. Rektoratas priėmė nutarimą atkurti universiteto skaičiavimo centrą, įkuriant jame kompiuterių tinklų grupę, kuriai pavedama plėtoti universiteto kompiuterių tinklą, dalyvauti Litnet veikloje. Tais metais atsiranda naujos asmeninių kompiuterių klasės, įrengiamas pirmas universitete vietinis kompiuterių tinklas, jungiantis Skaičiavimo centre ir Fundamentinių mokslų fakultete esančius kompiuterius. Prasideda gana spartus universiteto kompiuterizacijos, kompiuterių tinklų, internetinių technologijų plitimo etapas. Įjungtų į tinklą kompiuterių skaičiaus didėjimą rodo ši diagrama.



2.1 pav. Įjungtų į tinklą kompiuterių skaičius

Kiekvienį šio etapo metą pasižymėjo ne tik stabiliu įjungtų į tinklą kompiuterių didėjimu, bet ir kitais reikšmingais tinklų plėtros darbais.

1995 m. pradeda veikti universiteto el.pašto sistema Unix darbo stotyje HP 712/60. Toliau plečiamas Fundamentinių mokslų fakulteto tinklas, į tinklą įjungiamos pirmosios kompiuterių klasės.

1996 m. pradedami įrengti tinklai ir kituose universiteto pastatuose, (I ir IV rūmai, kur įsikūrę Mechanikos, Transporto inžinerijos ir Elektronikos fakultetai, biblioteka), jie jungiami skirtosiomis linijomis į bendrą universiteto tinklą. Modernizuojamas centrinis komunikacinis mazgas Skaičiavimo centre, padidinamas ryšio linijos su LITNET VU mazgu pralaidumas iki 256 Kbps, įrengiamos komutuojamo ryšio linijos skambinimas įsijungimui į universiteto tinklą, pradedami didelės greitaveikos magistralių tarp trijų pastatų studentų miestelyje projektavimo darbai, sukuriamas universiteto žiniatinklio puslapis.

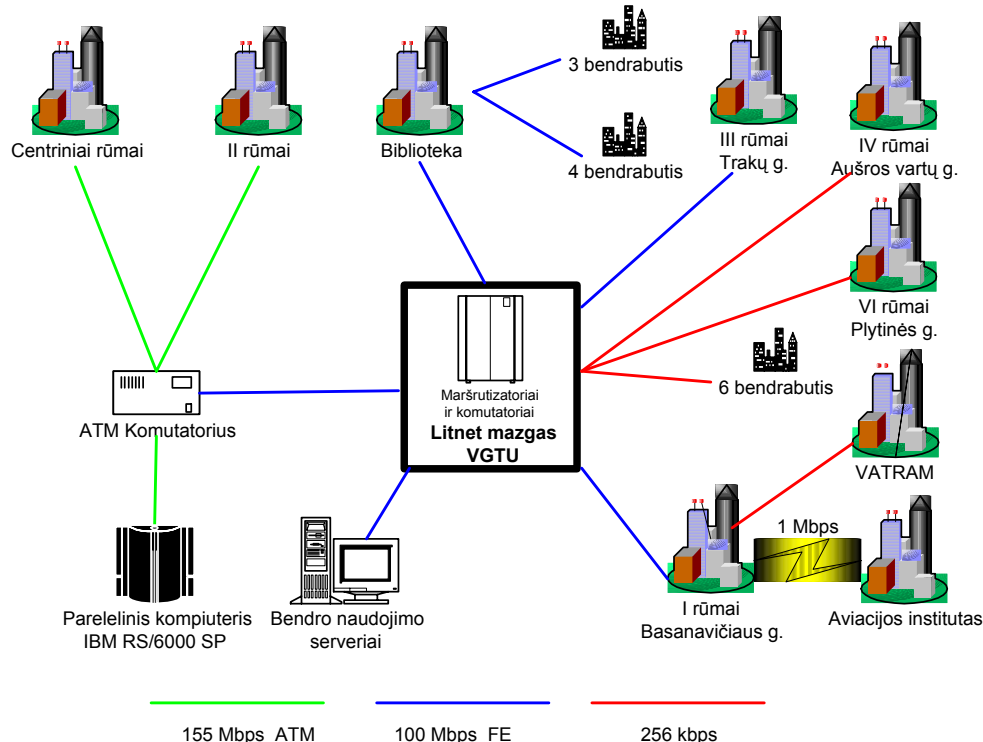
1997 m. taip pat nestokoja svarių tinklų plėtros elementų. Paklojami šviesolaidžiai tarp komunikacinio mazgo Skaičiavimo centre ir centrinių bei antrųjų rūmų Saulėtekio regione. Tai pirmosios tokio tipo magistralės universitete, kuriose duomenų perdavimo spartą riboja tik naudojama galinė komunikacinė aparatūra. Radijo ryšiu įjungiamas A.Gustaičio Aviacijos institutas. Įrengiami vietiniai Administracijos, Statybos ir Verslo vadybos fakultetų kompiuterių tinklai centriniuose rūmuose, Aplinkos inžinerijos fakulteto tinklas antruosiuose rūmuose, kur jau pereinama prie pažangesnės, naudojamos iki šiol, porinės sąsūkos kabelių technologijos. Pradeda sparčiai augti elektroninio pašto vartotojų skaičius, šia paslauga vis daugiau naudojasi ne tik dėstytojai, bet ir studentai.

Universiteto kompiuterizacijai 1998 metai buvo ženklūs dviejų didelių universiteto kompiuterizavimo bei telekomunikacinės infrastruktūros vystymo projektų įgyvendinimu.

1998 m. rudenį pradėjo funkcionuoti dvi lygiagrečiųjų skaičiavimų sistemos, sudarytos iš pirmojo Lietuvoje tokio tipo lygiagrečiosios architektūros daugiaprocesorio kompiuterio IBM RS/6000 SP ir RISC architektūros darbo stočių grupės, kurios suteikė galimybę ne tik VGTU, bet ir kitų Litnet organizacijų atstovams atlikti lygiagrečiuosius skaičiavimus, naudotis unikalios programine įranga.

Išaugęs galingos kompiuterinės įrangos kiekis, besiplečiantys vietiniai tinklai atskiruose pastatuose, didėjantys duomenų mainų srautai, Internet - intranet technologijų platesnis naudojimas skatino iš esmės modernizuoti universiteto kompiuterių tinklo magistralės. Todėl 1998 m. kartu su Vilniaus universitetu ir Vilniaus dailės akademija buvo parengtas ir, panaudojant aukštųjų mokyklų kompiuterinės, laboratorinės ir kitos įrangos atnaujinimo

investicinio projekto lėšas, įgyvendintas didelės greitaveikos magistralių įrengimo tarp universiteto pastatų projektas. Buvo paklota 14,5 km šviesolaidžio kabelių, sumontuota moderni komunikacinė įranga. Atlikus didelės greitaveikos (*Fast Ethernet*, *Gigabit Ethernet*, *ATM*) technologijų diegimo ir derinimo darbus, o 2000–aisiais prijungus Architektūros fakultetą, Vilniaus aukštesniąją transporto mokyklą bei studentų bendrabučius, iš esmės buvo suformuotas kamieninis universiteto kompiuterių tinklas (žr. schemą).



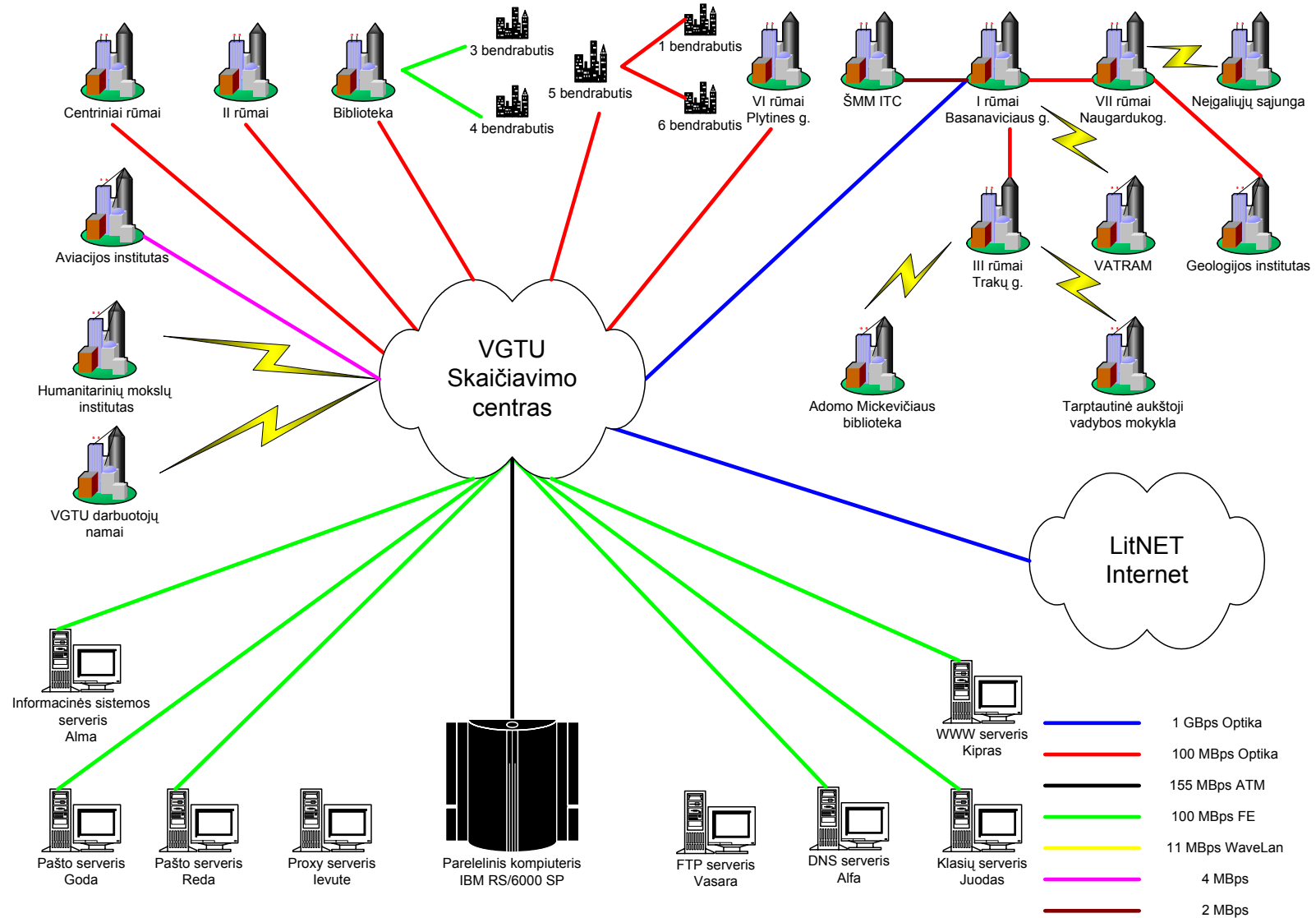
2.2 pav. Stuburinio universiteto tinklo schema

Tinklas toliau plėtėsi, įgyvendinus bendrą su VU projektą, buvo paklota šviesolaidžio magistralė studentų miestelyje, kuri įjungė į bendrą VGTU tinklą likusius tolimus studentų bendrabučius ir Transporto inžinerijos fakultetą.

2002 metais modernizuotas pagrindinis maršruto parinktuvas ir paleistos dvi didelės greitaveikos (1 Gbps) linijos į Vilniaus universitetą ir į VGTU I rūmus. Informacijos srautai sparčiai didėjo, ypač didėjant vartotojų skaičiui VGTU ir VU studentų bendrabučiuose.

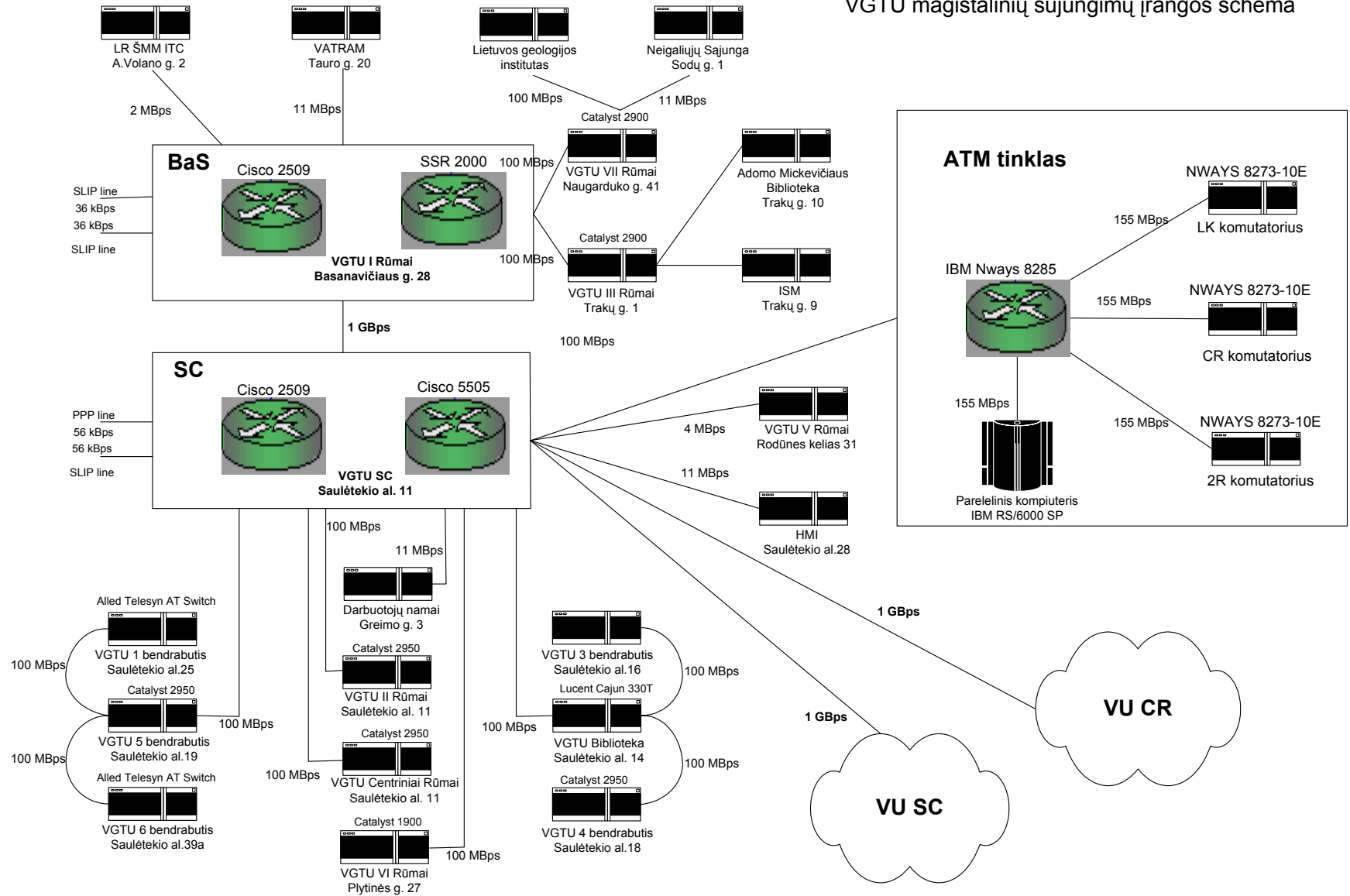
2003 m. visiškai įdiegus IP telefoniją LitNET tinkle VoIP protokolu, buvo nuspręsta įjungti papildomą 1 GBps greitaveikos liniją, kuri tiesiogiai sujungė VGTU ir VU skaičiavimo centrus. Naujos linijos paleidimas labai sumažino pagrindinio VU maršruto parinktuvo užimtumą, nes labai didelė informacijos srautų dalis tarp abiejų aukštųjų mokyklų studentų bendrabučių buvo nukreipta šiuo kanalu.

Vilniaus Gedimino Technikos Universiteto kompiuterių tinklo magistralių schema



2.3 pav. VGTU kompiuterių tinklo magistralinių sujungimų dabartinė schema

VGТУ магистральных соединений аппаратура схема



2.4 pav. VGТУ kompiuterių tinklų magistralinių sujungimų įrangos dabartinė schema

Šiandien LITNET VGTU mazgo tinkle sujungta per 2400 kompiuterių, įvairiomis interneto paslaugomis naudojasi du trečdaliai dėstytojų ir nemažai studentų.

Plačiausiai naudojama interneto paslauga – elektroninis paštas. Šėšiuose el. pašto serveriuose užregistruota 2400 vartotojų, iš jų 700 dėstytojų ir darbuotojų bei 1700 studentų. Ši paslauga suteikiama visiems to pageidaujantiems universiteto ir kitų prijungtų organizacijų darbuotojams, dėstytojams ir studentams. VGTU mazge interneto paslaugas taip pat teikia 18 FTP ir 11 žiniatinklio serverių.

3. Kompiuterių tinklai ir jų valdymas

Kiekvienas amžius turi vieną ar keletą dominuojančių technologijų. Viena iš svarbiausių 20-ojo amžiaus technologijų - informacinės technologijos (rinkimas, apdorojimas, platinimas) - glaudžiai susijusi su ryšių ir kompiuterinės technikos beprecedentine raida. Ryšių ir kompiuterių sujungimas į tinklus iš esmės pakeitė kompiuterinių sistemų organizavimo principus. Kompiuterinių centrų funkcijas dažnai atlieka daug atskirų, tačiau tarpusavyje sujungtų kompiuterių į tinklus.

Kompiuterių tinklas - tai tarpusavyje sujungtų autonominių kompiuterių rinkinys. Du kompiuteriai yra sujungti į tinklą, jeigu jie gali keistis informacija. Griežto pavaldumo sistemos, taip pat paskirstytosios kompiuterinės sistemos nėra kompiuterių tinklai.

Tinklų naudojimo organizacijose privalumai:

- Bendras išteklių naudojimas. Toli vienas nuo kito esantys kompanijos kompiuteriai sujungti į tinklą. Informacija nuo vartotojo gali būti labai toli. Ją gali naudoti daug darbuotojų tuo pačiu metu.
- Didelis patikimumas. Duomenų rinkmenos turi po keletą kopijų skirtinguose kompiuteriuose. Kai vienas sugenda, galima naudotis kitais, neprarandant duomenų.
- Pinigų taupymas. Vienas didysis kompiuteris (mainframe) yra brangesnis už daug mažų, sujungtų į tinklą ir atliekančių tą patį darbą. Duomenys saugomi viename arba keliuose bendro naudojimo rinkmenų serveriuose. Vartotojai - klientai. Kliento - serverio modelis, užklausa - atsakymas.
- Galimybė nesunkiai plėsti tinklą, įjungiant naujus vartotojus ir naujus serverius pagal poreikius.
- Galinga toli esančių darbuotojų bendravimo priemonė, atliekant bendrą darbą. Kartais tai yra svarbiau už anksčiau minėtus privalumus.

3.1 Globaliųjų tinklų istorija

ARPANET - visų globaliųjų tinklų pirmtakas. 1960 -ųjų viduryje, šaltojo karo įkarštyje, JAV gynybos departamentui prireikė valdymo tinklo, kuris išgyventų atominį karą. Tradiciniai telefonų tinklai tam netiko. Departamentas kreipėsi į ARPA (Advanced Research Projects Agency), kuri buvo sukurta kaip atsakas į 1957 m. paleistą pirmąjį palydovą. Po diskusijų su įvairiais ekspertais ARPA nutarė, kad tinklas turi būti su paketų komutacija, sudarytas iš kompiuterių (hosts) ir potinklio (subnet). Potinklyje kiekvienas mazgas sujungiamas su mažiausiai dviem kitais mazgais. Jeigu linija yra pažeidžiama, paketai automatiškai nukreipiami į tikslą per kitus mazgus. Tinklas buvo sukurtas ir pavadintas ARPANET. Jam išsiplėtus ir susikūrus kitiems tinklams, iškilo jų sujungimo problema, kuri buvo išspręsta pasitelkus TCP/IP modelį ir protokolus 1974 m. Vėliau TCP/IP buvo integruotas į Berklio UNIX'ą, sukurta daug taikomųjų ir tinklo valdymo programų.

1983 m. ARPANET turėjo 200 potinklio mazgų ir šimtus kompiuterių. Gana greitai tinklas išaugo, prisijungė daug vietinių tinklų. Pasidarė sunku surasti kompiuterį tinkle. Buvo sukurta

DNS (Domain Naming System), sugrupuojant kompiuterius į grupes-domenus, susiejant kompiuterio vardą su jo IP adresu. Nuo tada DNS tapo bendro pobūdžio paskirstytąja duomenų baze.

Apie 1990 m. ARPANET buvo pakeistas naujesniais tinklais. Išliko tik karinė dalis MILNET.

Tinklų, kompiuterių ir vartotojų, prisijungusių prie ARPANET kiekis augo labai greitai po to, kai TCP/IP tapo vieninteliu oficialiu protokolu 1983 m. sausio 1 d. Kai ARPANET ir NSFNET buvo sujungti, didėjimas pasidarė eksponentinis. Taip atsirado Internetas, kuris iki 1990 m. išaugo iki 3000 tinklų ir 200000 kompiuterių. 1992 m. buvo prijungtas milijoninis kompiuteris. Internet dydis padvigubėja kasmet. Yra daugybė transatlantinių ryšių nuo 64Kb/s iki 2Mb/s.

Siejamoji Interneto medžiaga yra TCP/IP bazinis modelis ir TCP/IP protokolų dėklas. Kompiuteris yra Internete, jeigu jame veikia TCP/IP protokolų dėklas, jis turi IP adresą ir gali siųsti IP paketus visiems kitiems kompiuteriams Internete. Galimybės siųsti ir gauti elektroninį paštą neužtenka, kadangi paštas per ryšio su išoriniu tinklu įrenginį nueina ir į tinklus, neesančius Internete. Tie, kurie veikia per modemą, laikomi esančiais Internete tol, kol yra prijungti prie Interneto paslaugų tiekėjo maršrutizatoriaus.

1992 m. buvo sukurta Interneto bendruomenė (Internet Society), padedanti naudotis Internetu ir jį valdanti.

Tradiciškai yra keturi pagrindiniai Internet taikymai:

1. Elektroninis paštas (Email). Galimybė siųsti ir gauti laiškus yra nuo pirmųjų ARPANET dienų ir yra nepaprastai populiari.
2. Naujienos. Naujienų grupės - tai specializuoti forumai, kuriuose vartotojai, turi tam tikrų interesų, gali keistis pranešimais. Egzistuoja tūkstančiai naujienų grupių. Kiekviena iš jų - turi savo stilių ir taisykles, kurias pažeidinėti nevalia.
3. Prisijungimas prie tolimo kompiuterio (Remote login). Naudojant Telnet, Rlogin ar kitas programas, vartotojai bet kur Internete gali prisijungti prie kompiuterio, kuriame yra užregistruoti.
4. Rinkmenų perdavimas.

Iki 80-tųjų pradžios Internetu daugiausia naudojosi akademiniai, valstybiniai ir pramoniniai tyrinėtojai. Žiniatinklis iš esmės tą paskirstymą pakeitė - milijonai neakademinių vartotojų atėjo į Internetą. Žiniatinklį išrado CERN'o fizikas Tim Berners-Lee. Tai nekeitė esminių Interneto savybių, o supaprastino naudojimąsi jomis. Žiniatinklio puslapių peržiūros programa Mosaic parašyta superkompiuterių taikymo nacionaliniame centre (National Center for Supercomputer Applications). Tik įkūrus, Mosaic jau pirmaisiais metais žiniatinklio serverių kiekis padidėjo nuo 100 iki 7000, jis didėja ir dabar. Manoma, kad tai bus Interneto technologijos ir naudojimo varomoji jėga kitame tūkstantmetyje.

Egzistuoja keletas tinklų tipų – *ARCnet*, *Novel IPX*, *Brayan Vines*, *Appletalk*, bet populiariausias, be abejo, yra TCP/IP, nes jo pagrindu veikia Internet.

3.2 TCP/IP bazinis modelis

Vienas iš sukūrimo tikslų - galimybė sujungti daug tinklų be aiškiai matomų sąsajų. Kitas tikslas - ryšiai neturi nutrūkti tol, kol egzistuoja siuntiklis ir gaviklis, nors tuo metu didelė potinklio aparatūros dalis jau neveikia (išgyventi atominio karo metu). Reikalinga lanksti architektūra, nes numatomas labai platus taikymo spektras, pradedant rinkmenų siuntimu ir baigiant kalbos perdavimu realiuoju laiku. TCP/IP pirmą kartą apibrėžtas 1974 m. Toliau buvo nuolat tobulinamas.

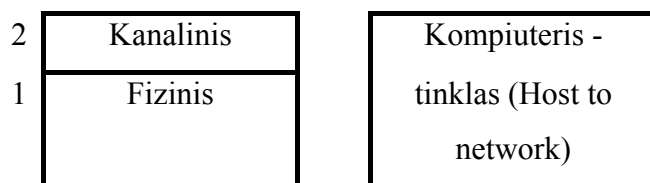
Tarptinklinis (Internet) lygis. Ankščiau minėti reikalavimai sudarė galimybę atsirasti tinklui su paketų komutacija su tarptinkliniu lygiu, neorientuotu į sujungimus. Šis lygis, kaip siejamoji medžiaga, laiko visą architektūrą. Jo darbas yra leisti kompiuteriams injekuoti paketus į tinklą. Paketai keliauja į tikslą nepriklausomai vienas nuo kito (galbūt į kitą tinklą). Jie gali atkeliauti kitokia eilės tvarka negu buvo išsiųsti. Aukštesniųjų lygių reikalas juos surikiuoti į savo vietas.

Tarptinklinis lygis apibrėžia paketų formatą ir protokolą, pavadintą IP (Internet protocol). Pagrindiniai dalykai - paketų maršruto parinkimas ir tinklo kamščių panaikinimas (avoiding congestion). Labai panašu į OSI tinklo lygį.

Transportinis lygis - tai lygis virš tarptinklinio TCP/IP modelyje. Jis suteikia galimybę bendrauti lygiaverčiams lygiams abiejose pusėse kaip OSI transportinis lygis. Čia apibrėžti du galiniai protokolai. TCP (Transport Control Protocol - perdavimo valdymo protokolas) - patikimas, orientuotas į sujungimą protokolas. Jis suskirsto ateinantį baitų srautą į atskirus pranešimus ir kiekvieną jų perduoda į tarptinklinį lygį. Priimančioje pusėje atitinkamas TCP sujungia visus pranešimus. TCP taip pat remia srauto valdymą (flow control), kad greitas siųstuvas neperkrautų lėto imtuvo.

UDP (User Datagram Protocol - vartotojo datagramų protokolas). Nepatikimas, be sujungimų protokolas taikomas kai nereikia TCP eiliškumo tvarkymo ar srauto valdymo ir kurie linę tvarkyti patys. Jis plačiai taikomas kliento-serverio tipo klausimas-atsakymas atvejais ir tais atvejais, kai greitas pristatymas yra svarbesnis už pristatymą be klaidų.

	OSI	TCP/IP
7	Taikomasis	Taikomasis
6	Vaizdavimo	Modelyje
5	Sesijinis	neegzistuoja
4	Transportinis	Transportinis
3	Tinklinis	Tarptinklinis (Internet)

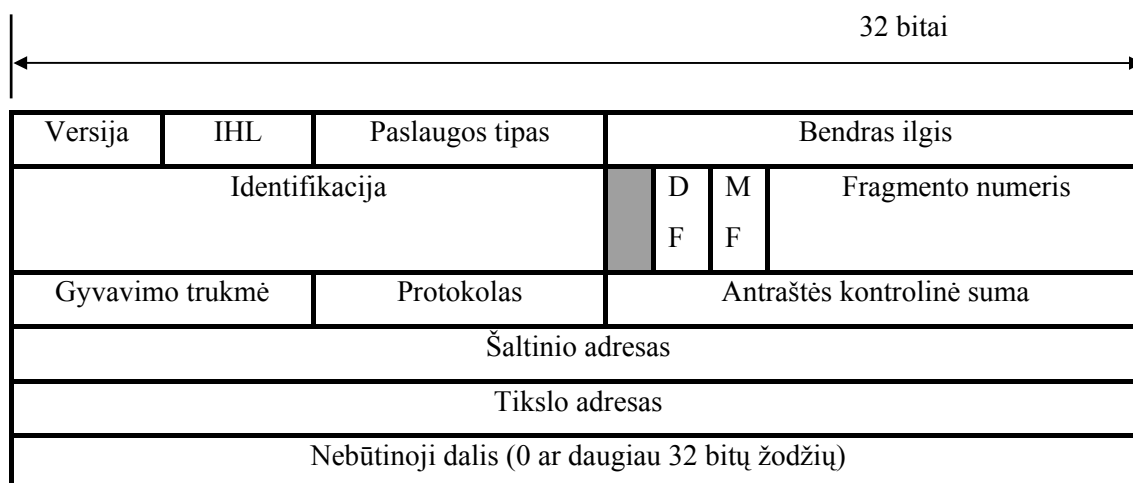


3.1 pav. TCP/IP bazinio modelio palyginimas su OSI

IP protokolas

IP datagrama sudaryta iš antraštės (3.2 pav.) ir tekstinės dalies. Antraštė turi fiksuotą 20 baitų dalį ir kintamą nebūtinąją dalį.

- Versijos laukas (4 bitai) leidžia perduoti datagramas iš kompiuterių, naudojančių senesnes IP protokolo versijas.
- IHL (4 bitai) - antraštės ilgis 32 bitų žodžiais. Mažiausia yra 5 žodžiai (20 baitų), daugiausia - 15 žodžių (60 baitų). Nebūtinoji dalis 40 baitų).
- Paslaugos tipo laukas dažniausiai nenaudojamas. Susideda iš keleto laukų. Prioriteto laukas - 3 bitai. 0 - normalus paketas, 7 - tinklo valdymo paketas. Trys vėliaviniai bitai: D (Delay), T (Throughput), R (Reliability). Taip nurodoma, kas yra svarbiausia - vėlinimas, pralaida, patikimumas. Maršrutizatorius pagal tai gali parinkti paketo perdavimo kelią. 2 bitai nenaudojami.
- Bendras ilgis (2 baitai) - viso paketo ilgis (antraštė + duomenys).
- Identifikacijos laukas. Visi datagramos fragmentai turi tą pačią identifikacijos reikšmę.
- DF (1 bitas) Don't Fragment (nefragmentuoti). Kai gaviklis neturi galimybių surinkti fragmentuotas datagramas.
- MF (1 bitas) - More Fragments. Vienetas visuose fragmentuose, išskyrus paskutinį.
- Fragmento numeris (Fragment offset). Visų fragmentų ilgiai, išskyrus paskutinio, turi būti kartotiniai 8 baitams. 13 bitų duoda 8192 fragmentus vienai datagramai. Iš viso $8192 * 8 = 65536$ baitai. Vienu baitu daugiau už bendrąjį ilgį.

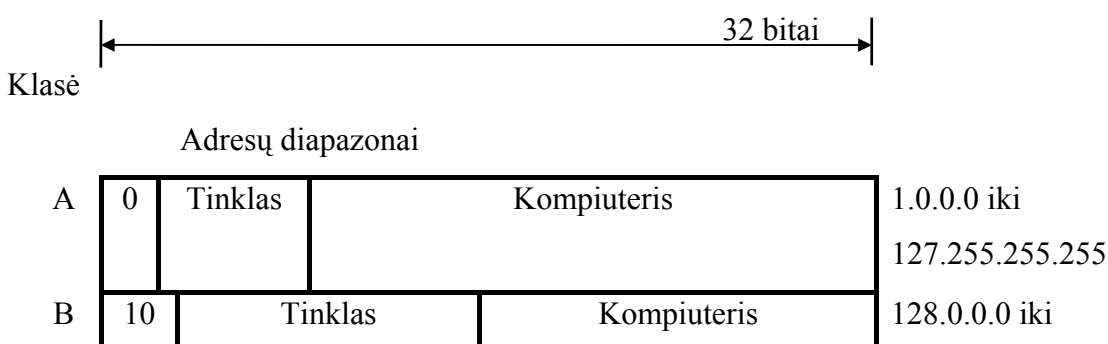


3.2 pav. IP paketo antraštės struktūra

- Gyvavimo trukmė (1 baitas). Maksimali trukmė - 255 s. Gyvavimo trukmės reikšmė kiekviename maršrutizatoriuje sumažinama priklausomai nuo eilės dydžio. Realiai yra skaičiuojamas perėjimų skaičius. Kiekvieno perėjimo metu gyvavimo trukmė sumažinama vienetu. Kai tampa lygi nuliui, paketas atmetamas. Išsiunčiamas paketas, informuojantis siuntiklį apie paketo atmetimą.
- Protokolo laukas nurodo, koks reikalingas aukštesnio lygio protokolas TCP, UDP ar kitas. Protokolų numeracija yra vienoda visame Internete, aprašyta RFC 1700.
- Antraštės kontrolinė suma yra perskaičiuojama kiekviename maršrutizatoriuje, kadangi bent vieno lauko reikšmė pasikeičia (gyvavimo trukmė).
- Adresų laukuose yra tinklo numeris ir kompiuterio tinklo numeris. Pagal juos maršrutizatorius sudarinėja statistiką, sumuojant bendro ilgio laukus paketuose.
- Nebūtinoji dalis (Options). Padaryta tam, kad naujesnės protokolo versijos galėtų patalpinti reikalingą informaciją. Eksperimentuojama, tikrinamos naujos idėjos. Susideda iš atskirų laukų, kurių ilgis yra keturių kartotinis. Kiekvienas laukas prasideda identifikaciniu baitu. Kai kurios opcijos turi vieno baito opcijos ilgio baitą ir po jo einančius duomenų baitus. Apibrėžtos penkios opcijos.
- Saugos (Security) opcija pasako, kokio slaptumo perduodama informacija.
- Tikslus kelias nuo šaltinio. Įrašomas visas datagramos kelias kaip IP adresų seka. Datagrama turi keliauti šiuo keliu. Loose source routing reikalauja, kad paketas praeitų per nurodytus maršrutizatorius, tačiau leidžia praeiti ir per kitus maršrutizatorius.
- Įrašyti kelią. Nurodo maršrutizatoriams, kad jie įrašytų savo adresą į opcijos lauką. Tai reikalinga tinklų derinimui, maršrutizacijos klaidų taisymui ir t.t.
- Laiko opcija. Kiekvienas maršrutizatorius įrašo ne tik savo IP adresą, bet ir laiką.
-

IP adresai

Kiekvienas kompiuteris ir maršrutizatorius Internete turi savo IP adresą, kuriame yra tinklo numeris ir kompiuterio numeris. Kompiuteriai, prijungti prie kelių tinklų, turi keletą IP adresų, atitinkančių kiekvieną iš tinklų. IP adreso struktūra parodyta 3.3 pav.



			191.255.255.255
C	110	Tinklas	Kompiuteris
			192.0.0.0 iki 223.255.255.255
D	1110	Daugiatikslis adresas (Multicast)	
			224.0.0.0 iki 239.255.255.255
	11110	Rezervuota ateičiai	
			240.0.0.0 iki 127.255.255.255

3.3 pav. IP adresų formatas

- A - 126 tinklai su 16 milijonų kompiuterių kiekviename tinkle.
- B - 16382 tinklai su 64k kompiuterių kiekviename tinkle.
- C - 2 milijonai tinklų su 254 kompiuteriais kiekviename tinkle.

Tinklų numeriai skiriami tinklų informacijos centre NIC (Network Information Center). Nuliai ir vienetai adrese turi specialią reikšmę (3.4 pav.). 0 - reiškia kompiuterį šiame tinkle. 1 - transliacinis adresas, reiškiantis visus kompiuterius nurodytame tinkle. Adresą 0.0.0.0 naudoja kompiuteriai, kai kraunasi. Adresų diapazonas 127.xx.yy.zz rezervuotas testavimui (Loopback testing). Paketai, išsiųsti šiuo adresu neišeina lauk. Jie apdorojami vietoje kaip priimti iš išorės paketai. Naudojama tinklų programinės įrangos derinimui.

Visi nuliai		Šis
		Kompiuteris
000000000000	Kompiuteris	Kompiuteris šiame tinkle
Visi vienetai		Transliacija vietiniame tinkle
Tinklas (12 bitų)	Visi vienetai	Transliacija tolimame tinkle
01111111	Bet kas	Grįžtamasis ryšys (Loopback)

3.4 pav. IP adresų vartojimo ypatumai

Potinkliai

Suskirstymas į klases nėra tobulas. Išaugus tinklui, gali neužtekti C klasės adresų. Galima sukurti antrą tinklą ir gauti jam atskirą adresą, tinklus sujungti tiltu. Tačiau tai yra papildomos problemos.

Didelis vietinių tinklų kiekis taip pat ne išeitis. Kai tik naujas tinklas sukuriamas, sistemos administratorius turi susisiekti su NIC ir gauti naują tinklo numerį. Šis numeris turi būti paskelbtas visam pasauliui. Perkeliant kompiuterį iš vieno tinklo į kitą, reikia pakeisti jo IP adresą, pakeisti konfigūracinius failus, paskelbti apie adreso pakeitimą visiems. Jeigu kompiuteris gauna neseniai atlaisvintą IP adresą, tai kurį laiką jis gali gauti paštą ir duomenis, skirtus kitam kompiuteriui, kol adreso pakeitimas nenukeliauja per pasaulį.

Problemos sprendimas - padalinti tinklą į dalis vidiniam naudojimui. Šios dalys vadinamos potinkliais (subnets). Čia yra kita žodžio subnet reikšmė. Anksčiau jis reiškė maršrutizatorių ir perdavimo linijų visumą tinkle.

Pvz.: jei naudojamas B klasės adresas, tai, atsiradus naujam tinklui, galima 16 bitų kompiuterio numerio lauką padalyti į du. 6 bitai potinklio numeriui ir 10 bitų kompiuterio numeriui (3.5 pav.). Iš viso gali būti 62 vietiniai tinklai kaip potinkliai ir kiekviename iš jų po 1022 kompiuterius.

Tinklo išorėje potinkliai yra nematomi. Taigi, sukuriant naują potinklį, nereikia kreiptis į NIC.

10	Tinklas	Potinklis (6 bitai)	Kompiuteris (10 bitų)
----	---------	------------------------	--------------------------

Potinklio kaukė

1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0

3.5 pav. Vienas iš būdų, kaip sudalinti B klasės tinklą į potinklius

Maršruto parinktuvas žino, kaip nusiųsti paketą visiems kitiems potinkliams ir visiems kompiuteriams savo potinklyje. Jis nežino kitų potinklų struktūros detalių. Kiekvienas maršruto parinktuvas atlieka operaciją AND su adresu atėjusiame pakete ir potinklio kauke. Taip sužinoma, kokiam potinkliui paketas siunčiamas. Jei tai yra to paties potinklio paketas, jis perduodamas kompiuteriui. Jei yra skirtas kitam potinkliui, persiunčiamas į to potinklio maršruto parinktuvą. Pvz.: adresas pakete 130.50.15.6. Jis patenka į potinklį 5. Ten po AND operacijos gaunama 130.50.12.0. Tai reiškia, kad paketas skirtas 3 - čiam potinkliui.

4.3 SNMP kaip TCP/IP tinklų valdymo protokolas

Nuo savo sukūrimo datos 1988-aisiais, Paprastas Tinklo Valdymo Protokolas (*Simple Network Management Protocol* – toliau SNMP) tapo standartu “de facto” tinklo valdymo srityje. Dėl SNMP paprastumo ir mažos kodo apimties, tinklo įrangos gamintojai gali lengvai montuoti agentus į savo produkciją. SNMP yra lankstus ir leidžia gamintojams papildyti savo gaminius tinklo valdymo

funkcijomis SNMP bazėje. Taip pat, SNMP atskiria valdymo architektūrą nuo aparatinės architektūros, kas plečia skirtingų gamintojų produktų palaikymo bazę. Ir svarbiausiai, SNMP skirtingai nuo kitų taip vadinamų “protokolų” yra ne popierinė specifikacija, o mūsų dienų plačiausiai naudojama tinklo valdymo realizacija.

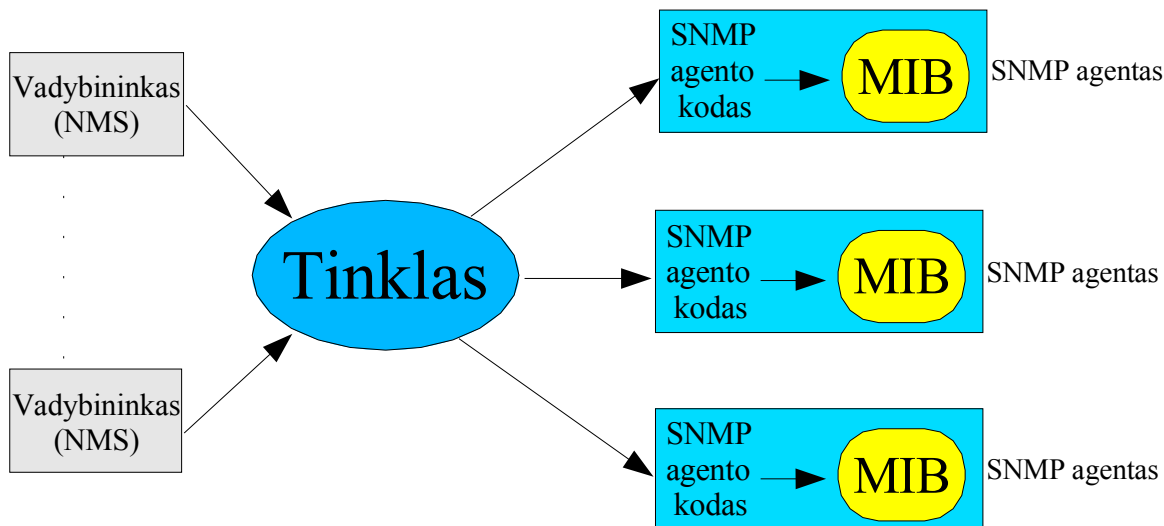
Sutrumpinimai

- SNMP – Simple Network Management Protocol
- TCP – Transmission Control Protocol
- UDP – User Datagram Protocol
- MIB – Management Information Base
- NMS – Network Management Station
- ASN – Abstract Syntax Notation One
- OID – Object Identifier
- RFC – Requested For Comments
- OSI – Open System Interconnection
- BER – Basic Encoding Rules
- IP – Internet Protocol
- MAC – Media Access Control
- PDU – Protocol Datagram Unit

Tinklo valdymo architektūra

Tinklo valdymo sistema susideda iš dviejų pagrindinių elementų: vadybininko (*manager*) ir agentų (*agents*). Vadybininkas yra konsolė, per kurią administratorius vykdo valdymo funkcijas. Agentai yra esybės, kurie atstovauja realų įrenginį ir tarpininkauja valdyme. Komutatoriai, maršrutizatoriai, kartotuvai, bridžai, tinklo serveriai – įrenginių, turinčių valdymo objektų, pavyzdžiai. Valdymo objektais gali būti aparatinė įranga, konfigūracijos parametrai, darbo našumo statistika ir t.t. , kas sudaro informacija apie dabartinę įrenginio darbo būseną. Šie objektai surūšiuoti virtualioje duomenų bazėje, taip vadinamoje valdymo informacijos bazėje (*Management Information Base* – toliau MIB). SNMP leidžia vadybininkams ir agentams bendrauti tarpusavyje, aprūpinant priėjimą prie valdymo objektų (3.6 pav.).

Tinklo valdymo architektūra atrodo štai taip:



3.6 pav. Tinklo valdymo per SNMP architektūra

Tipiško agento savybės

- Pilnai realizuoja SNMP protokolą
- Saugoja ir ima informaciją iš valdymo informacijos bazės (MIB).
- Gali asinchroniškai signalizuoti vadybininkui apie įvykį.
- Gali tarpininkauti, suteikiant SNMP sąsają įrenginiui, nepalaikančiam SNMP.
-

Tipiško vadybininko savybės

- Realizuotas kaip tinklo valdymo stotis (*Network Managment Station* - toliau NMS).
- Pilnai realizuoja SNMP protokolą.
- Turi galimybes:
 - Siųsti užklausas agentams.
 - Keisti kintamųjų reikšmes agentuose.
 - Priiminėti asinchroniškus signalus apie įvykius iš agentų.

Kai kurių garsiausių tinklo valdymo platformų gamintojų produktai, realizuojanti NMS:

- Dec PolyCenter Network Manager
- Hewlett-Packard OpenView
- IBM AIX NetView/6000
- SunConnect SunNet Manager

Valdomosios informacijos struktūra

Vadybininkų-agentų modelyje, valdomieji objektai turi būti logiškai prieinami – informacija juose turi būti kažkur saugoma, su galimybe nuskaityti ir modifikuoti ją. SNMP ir yra naudojamas informacijos nuskaitymui bei modifikacijai. Valdomosios informacijos struktūra (*Structure of Management Information* – toliau SMI) yra aprašyta RFC Nr. 1155 dokumente, kuris sudarytas OSI SMI bazėje (Draft #2684). SMI organizuoja, pavadina ir aprašo informaciją, prie kurios

įmanomas logiškas priėjimas. SMI teigia, kad kiekvienas valdomasis objektas turi būti pavadintas, turėti sintaksę bei koduotę. Pavadinimas, arba objekto identifikatorius (*Object identifier* – toliau OID), unikalčiai identifikuoja objektą. Sintaksė apibrėžia duomenų tipą, tokį kaip sveikasis skaičius arba oktetų seka. Koduotė aprašo kaip formuojama informacija apie valdomus objektus, skirta perdavimui tarp kompiuterių.

SNMP naudoja sintaksę ASN.1 (*Abstract Syntax Notation One*) ir koduotę BER (*Basic Encoding Rules*). Pavadinimai yra objekto identifikatoriai, kurias naudoja MIB. ASN.1 naudojama daugeliuose RFC dokumentų aprašymuose (ne tik SMI), pvz interneto standarto MIB ir SNMP. Taip pat ASN.1 plačiai naudojama OSI (*Open System Interconnection* – atviras tarpsisteminis susijungimas) specifikacijų tikslams. ASN.1, kuri naudojamas SMI ir MIB aprašymuose yra dalis ASN kalbos, sukūrtoje OSI. ASN.1 aprašo:

- Objektų instancijas (priklausomas nuo protokolo)
- Pranešimų perdavimo formatą (BER)

Kiekvienas objektas, įrenginys, arba įrenginio charakteristika, turi būti pavadintas, ir unikalčiai identifikuojamas tuo pavadinimu. Pavadinimas yra objekto identifikatorius (OID). Jis užrašomas kaip skaičių, atskirtų taškais, seka. Pvz, “1.3.6.1.2.1.1.1.0” nurodo į valdymo medžio sisteminės grupės sistemos aprašymą.

Valdomosios informacijos bazė

Valdomosios informacijos bazė (MIB) yra apibrėžimų rinkinys, kuris nusako valdomojo objekto savybes įrenginyje. Kiekvienas valdomasis įrenginys saugoja informacija apie objektų parametrus MIB bazėje. MIB atitinka SMI, aprašytame RFC 1155 dokumente. Naujausias interneto MIB, aprašytas RFC 1213 taip pat vadinamas MIB-II.

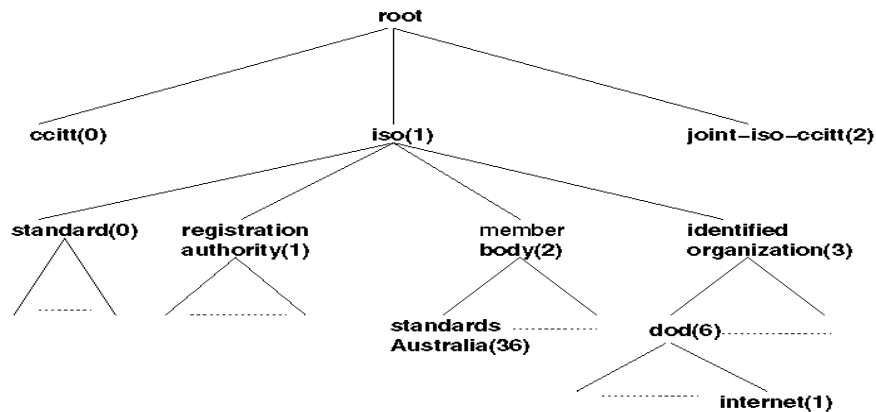
Standartizuoto MIB filosofija bei kriterijai

- Objektai turi būti unikalčiai pavadinti.
- Objektai turi būti esminiai.
- Abstraktinė MIB struktūra turi būti universali.
- Standartiškai MIB palaiko tik mažą objektų skaičių.
- Leidžia privačius praplėtumus.
- Objektas neturi būti griežtai priklausomas nuo įrenginio.
- Objektas neturi būti lengvai išvedamas iš kitų objektų.
- SNMP valdomas agentas būtinai turi realizuoti interneto MIB (dabar tai MIB-II, RFC 1157).

Objekto pavadinimas

- Turi universalčiai nedviprasmiškai identifikuoti konkretų objektą.

- Turi būti pasiekiamas per hierarchijos medį.
- Turi būti sudarytas pagal objektų identifikavimo schemą, apibrėžia OSI.



3.7 pav. Registruotas MIB medis

Objekto identifikatoriai

- Objekto pavadinimas paskiriamas pagal jo vardą medyje.
- Visi žemesnio lygio mazgai turi unikalias sveikųjų skaičių reikšmes submedyje.
- Žemesnių lygių mazgai gali turėti savo žemesnių lygių mazgų submedžius.
- OID yra neneigiamų sveikųjų skaičių seka, nusakanti kelią medyje iki reikalingo mazgo.
- Sveiko skaičiaus priskyrimas mazgui yra registracijos procesas, kurį gali vykdyti bet kas įgaliotas šiam veiksmui submedyje.
- Šis procesas gali vykti iki tam tikros nustatytos gilumos ribos.
- Jei magas turi žemesnio lygio mazgus, jis vadinamas agregatiniu.
- Vieno mazgo žemesnio lygio mazgai neturi turėti vienodos sveikąsias reikšmes.
- OID neidentifikuoja objekto instancija.
- OID gali būti vaizduojamas keliais būdais, patartina a.b.c.d.e pavidalu.
- OID gali identifikuoti skirtingų objektų tipus:
 - o Standarto dokumentus (pvz. FTAM)
 - o Žmones (pvz. mokesčių mokėtojų kodai Švedijoje yra OID)
 - o Organizacijas (pvz. RAD ar LANNET)
 - o Tinklo elementus (pvz. darbo stotys)
 - o Paprastus įrenginius (pvz. tosterus) ar bet ką kitą
- SNMP atveju tai yra interneto submedis OID konstravimui SNMP agentams.

Interneto submedis

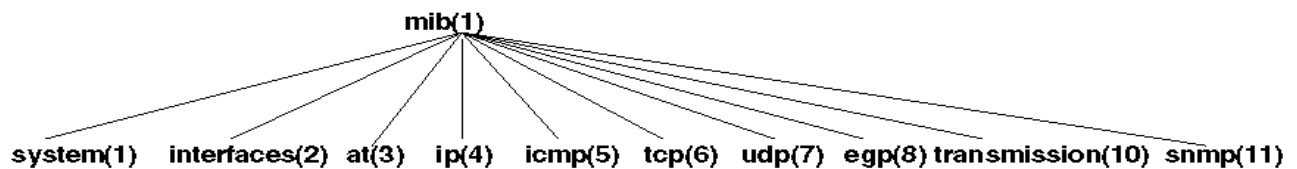
- Katalogo (directory) submedis skirtas busimiems tikslams.
- Eksperimentinis (experimental) submedis skirtas eksperimentiniam MIB darbui – jis turi būti patvirtintas (IESG)
- Mib submedis yra būtinas visiems agentų realizacijoms Internet MIB (pagal dabartinį MIB-II

RFC 1156 tai yra vienintelis submedis, skirtas valdymui).

- Privatus (enterprise/private) submedis yra konkretų objektų MIB. Pvz. CISCO maršrutizatorių OID yra: 1.3.6.1.4.1.9.1.1
- SNMP protokolas dažniausiai veikia su Mib ir Private.

MIB-II standartas Mib submedžiui

- Apibrėžtas pagal SMI.
- MIB-II (RFC 1213) yra dabartinis standartas informacijos saugojimui SNMP valdomuosiuose įrenginiuose.
- Turi 10 pagrindinių grupių: *system*, *interfaces*, *at*, *ip*, *icmp*, *tcp*, *udp*, *egp*, *transmission*, *snmp*
- Jei agentas realizuoja bet kurią grupę, jis privalo realizuoti visus valdomuosius objektus toje grupėje.
- Agentas neprivalo realizuoti visas grupes.



3.8 pav. MIB-II: Mib interneto submedis

Pastaba: yra ir objektas cmot(9), bet jis šiuo metu nėra naudojamas.

Pastaba: senesnio ir naujesnio (MIB-I ir MIB-II) standarto OID (pozicija interneto submedyje) yra vienodi.

SNMP protokolo aprašymas

SNMP (Paprastas Tinklo Valdymo Protokolas) veikia pagal vadybininko/agento modelį. Protokolas yra “paprastas”, nes agentas reikalauja minimaliai programinio aprūpinimo. Pagrindines valdymo funkcijas atlieka valdymo sistema, o ją papildo valdomųjų sistemų funkcijų rinkiniai. Kad pasiekti tikslą būtų paprasta, SNMP palaiko ribotą valdymo funkcijų bei atsakymų skaičių. Valdanti sistema (vadybininkas) naudoja *Get*, *GetNext* ir *Set* komandas, kad atitinkamai gauti vieno ar kelių objektų kintamųjų reikšmes bei nustatyti tam tikro kintamojo reikšmę. Agentas siunčia atsakymo pranešimą (response message) atsakymui į *Get*, *GetNext* ir *Set*. Agentai siunčia signalus apie įvykius (traps) vadybininkui, kai atsitinka tam tikra situacija, pvz. Kintamojo reikšmė viršija nustatytą jam ribą.

Yra penkios paprastos komandos:

- get (išrinkimo operacija)

- get next (daugiaobjektinio išrinkimo operacija)
- get response (rodymo operacija)
- set (keitimo operacija)
- trap (asinchroniškos signalizacijos apie įvykius operacija)

SNMP pranešimo konstravimas

SNMP pranešimo formatas:

- Versijos numeris.
- Bendrijos identifikatorius (*community string*) – vietoj slaptažodžio .
- Vienas ar keletas SNMP PDU (*protocol data unit* – protokolo duomenų vienetas).

SNMP PDU formatas (išskyrus trap):

- request id – užklauskos eilės numeris.
- error status – klaidos statusas: 0 jei nėra klaidos, kitaip čia saugomas klaidos kodas.
- error index – klaidos indeksas: Nenulinė reikšmė rodo, koks OID šitame PDU sukėlė klaidą.
- OIDs ir jų reikšmės – šios reikšmės yra nuliniai *Get* ir *GetNext* užklauskoms.

SNMP Trap PDU formatas:

- enterprise – identifikuoja signalizuojantį objektą.
- agent address – signalizuojančio agento IP adresas.
- generic trap id – standartinės signalizacijos identifikatorius.
- specific trap id – specifinis signalizacijos identifikatorius.
- time stamp – signalizacijos suveikimo laikas impulsuose.
- OIDs ir jų reikšmės - OIDs kurie turi būti perduoti NMS.

SNMP protokolo apybraiža:

- Kiekvienas SNMP valdomas objektas priklauso bendrijai
- NMS stotys gali priklausyti keletui bendrijų.
- Bendrija identifikuojama pagal vardą, kuris yra oktetų seką (255 oktetų maks.).
- Kiekvienas SNMP pranešimas susideda iš trijų komponentų:
 - o Versijos numerio
 - o Bendrijos pavadinimo
 - o Duomenų - PDU sekos, susijusios su užklausa.

Standartinės SNMP saugumo priemonės

Autentifikacija

- Triviali autentifikacija realizuota per bendrijos pavadinimo (*community string*) siuntimą atviru tekstu SNMP pranešimuose.
- Autentifikacija numano, kad pranešimai nėra koreguojami, pakeičiami bei padirbėjami.

Autorizacija

- Kai bendrijos pavadinimas patikrintas, agentas/vadybininkas tikrina, ar pranešimo adresas yra leistinas ir turi pakankamai teisių operacijos vykdymui.
- Siuntimo adreso ir bendrijos pavadinimo patikrinimas sudaro pagrindą užklausos patvirtinimui arba atmetimui.

Išvados

- SNMP nėra visiškai saugus.
- Papildomos saugumo priemonės įmanomos su dabartiniu protokolu (v2): DES ir MD5.
- Papildomos saugumo priemonės nesumažina SNMP galingumą tinklo stebėjime bei valdyme.

Prie ko prieina SNMP

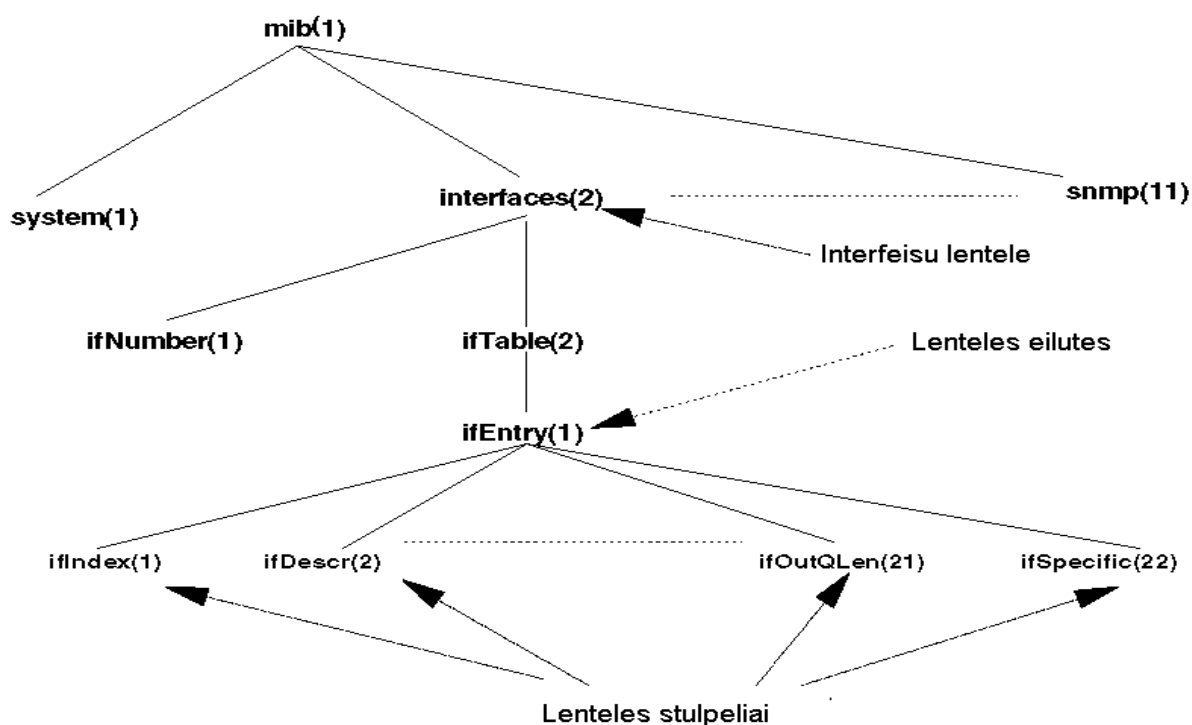
- SNMP prieina prie konkrečių objekto instancijų
- Visos objekto instancijos saugomi MIB, Mib submedžio žemesnio lygio mazguose.
- SNMP protokolas prieina prie objektų formuojant objektų identifikatorių pavidale: $x.y$

Kur x yra "tikras" objekto OID MIB, o y yra sufiksas, kuris identifikuoja konkrečią objekto instanciją (pvz. kai operuojama su lentele).

Paprastuose vienos instancijos objektuose naudojamas $y=0$.

Pvz: sysDescr (OID: 1.3.6.1.2.1.1.1) bus pasiektas SNMP protokolu kaip 1.3.6.1.2.1.1.1.0 (sysDescr.0)

Vienos instancijos lentelės tipo objektai pasiekiami per $y=1.1.2.1.3 \dots$ (Ii yra lentelių indeksai), pavyzdys pateiktas 3.9 pav.



3.9 pav. Priėjimas prie sąrašų sąrašo (GetNext)

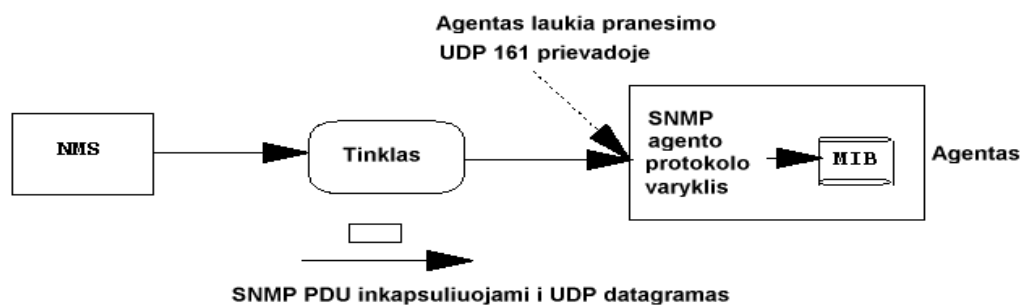
SNMP naudojami žemesnio lygio protokolai

Pagrindinis naudojamas SNMP transportinio lygio protokolas yra UDP (*User Datagram Protocol*), inkapsuliuotas į IP (*Internet Protocol*) datagramas, kurie gali būti persiusti Ethernet arba TokenRing data-link protokolais iš vadybininko agentams ir atgal.

SNMP paprastumas ir susijungimo nenaudojimas taip pat įneša savo subtilybės. Nei agentas nei vadybininkas nepriklauso vienas nuo kito darbo metu. Jei agento darbas nutrauktas, vadybininkas gali tęsti savo funkcionavimą. Bet kai agentas vėl funkcionuoja, jis gali nusiųsti signalą vadybininkui, pranešdamas apie savo statusą. Susijungimu nenaudojimas palieka klaidų kontrolę NMS ir net agentui. Atsižvelgiant į tai, kad SNMP yra nepriklausomas nuo transportinio protokolo (nors originaliai buvo sukurtas darbui per UDP protokolą), jis gali būti realizuotas kitų transportinių protokolų bazėje:

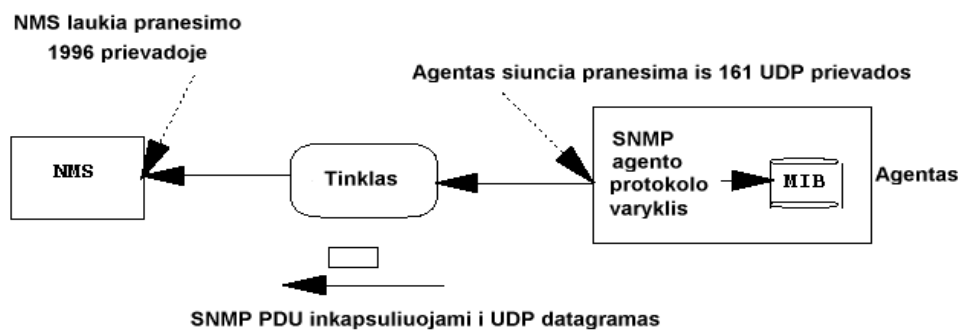
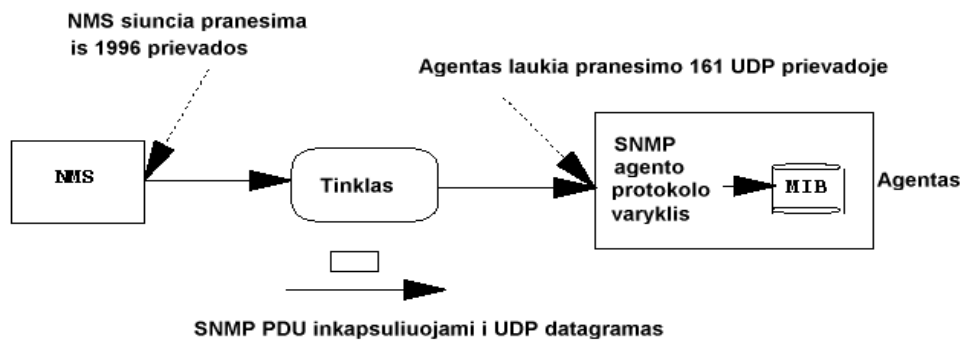
- TCP (susijungimo bazėje).
- Tiesioginis integravimas į Ethernet MAC lygį.
- Enkapsuliacija į X.25 protokolą.
- Enkapsuliacija į ATM celę.

Naudojamo UDP transporto architektūra

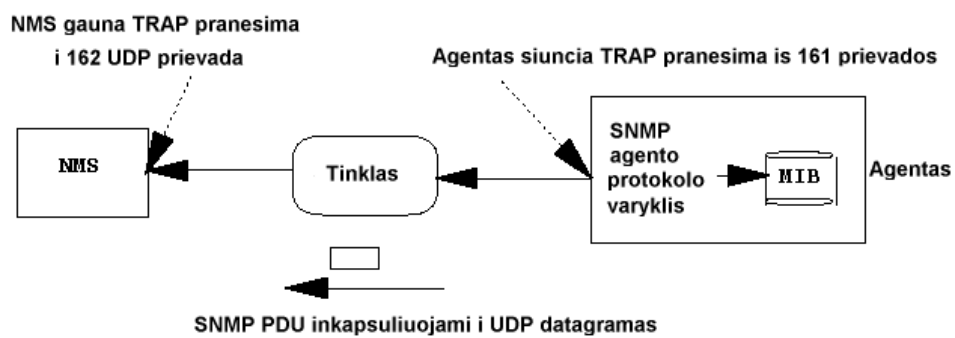


3.10 pav. SNMP/UDP transporto mechanizmas

- Agentas klauso UDP 161 prievado.
- Atsakymai siunčiami atgal NMS'ui iš dinaminio prievado, nors šiam tikslui taip pat gali būti panaudotas prievadas 161.
- Maksimalus SNMP pranešimo ilgis apribotas maksimaliu UDP pranešimo ilgiu (65507 oktetai).
- Visos SNMP realizacijos privalo priiminėti paketus bent 484 oktetai ilgio.
- Kai kurie SNMP realizacijos neįkorektiškai apdoroja paketus, ilgesnius nei 484 oktetai.
- Asinchroniškos signalizacijos pranešimai gaunami NMS per 162 UDP prievadą.
- UDP daugiau tinkamas nei TCP kai dažnai atsitinka dinaminiai maršrutų pakeitimai.
- UDP minimizuoja surišusių tinklinių resursų skaičių.
- Agentai ir NMS atsakingi už klaidų aptikimą ir koregavimą.



3.11 pav. Normalios SNMP užklausos/atsakymo schema



3.12 pav. TRAP signalizacijos apie įvykį schema

4. Kompiuterinių tinklų maršruto parinkimo algoritmai

Maršruto parinkimo algoritmas yra tinklinio lygio programinės įrangos dalis, atsakinga už atėjusio paketo nukreipimą į reikiamą išėjimo liniją. Maršruto parinkimas virtualių grandinių potinklyje vadinama sesijiniu maršruto parinkimu, kadangi paketų perdavimo kelias yra nustatomas visai vartotojo darbo sesijai.

Algoritmai gali būti sugrupuoti į dvi pagrindines klases: neadaptyvūs ir adaptyvūs. Neadaptiviųjų algoritmų atveju visi reikalingi keliai apskaičiuojami iš anksto ir persiunčiami į maršruto parinktą tinklo pakrovimo (inicializavimo) metu. Ši procedūra kartais vadinama statiniu maršruto parinkimu.

Adaptiviųjų algoritmai kelius nustato dinamiškai, įvertindami potinklio topologijos pokyčius ir duomenų srauto dydį (traffic) duotu momentu. Jie skiriasi pagal tai, koku būdu surenka informaciją, kada keičia maršruto parinkimo lenteles ir koks parametras naudojamas optimizacijai (atstumas, perėjimų skaičius, numatoma perdavimo trukmė).

Trumpiausias kelias. Vienas iš trumpiausio kelio nustatymo būdų - suskaičiuoti tarpinių mazgų (perėjimų, šuolių) skaičių. Kitas kriterijus - geografinis atstumas kilometrais. Trumpiausias kelias gali būti nustatomas pagal testinio paketo laukimo eilės trukmę ir perdavimo trukmę. Galimi ir kiti trumpiausio kelio nustatymo kriterijai arba jų kombinacija.

Užtvindymas (Flooding). Paketas perduodamas į visas išėjimo linijas. Taip vieno paketo kopijos gali užpildyti visą tinklą. Kadangi tokiu būdu yra išbandomi visi įmanomi variantai, tai realizuojasi pats geriausias iš jų. Gaviklis priima greičiausiai atėjusią paketo kopiją. Kad kopijų kiekis tinkle neišaugtų iki begalybės, apribojama jų gyvavimo trukmė arba nustatomas maksimalus perėjimų skaičius, kurį išnaudojus, paketas atmetamas. Kitas būdas, apribojantis paketo kopijų skaičių, yra padaugintų paketų numeracija. Jeigu ateina antra paketo kopija į maršruto parinktą, ji yra atmetama. Šiek tiek praktiškesnis yra selektyviojo užtvindymo būdas. Kiekvieną gautą paketą maršruto parinktuvas perduoda tik į tas išėjimo linijas, kurios apytikriai atitinka kryptį į tikslą.

Nors užliejimo algoritmas nėra praktiškas daugeliu atvejų, tačiau jis naudingas karinėse sistemose tais atvejais, kai daug maršruto parinktų sugenda tuo pačiu metu. Taip pat šis algoritmas gali būti naudojamas palyginimui su kitais algoritmais, nes iš visų galimų kelių išrenka patį optimaliausią.

Maršruto parinkimas, įvertinant tinklo topologiją ir apkrovą (Flow-Based Routing). Kai kuriuose tinkluose duomenų srautas tarp atskirų mazgų keičiasi nedaug ir vidutinė jo reikšmė yra žinoma iš anksto. Linijos pralaida taip pat yra žinoma. Tada, naudojant eilių teoriją, galima suskaičiuoti paketo vėlinimo trukmę šioje linijoje. Žinant visų linijų vėlinimo trukmes, galima suskaičiuoti vidutinę vėlinimo trukmę visame potinklyje. Tada maršruto parinkimo problema suvedama į paiešką algoritmo, kuris minimizuoja minėtą trukmę. Visus galimus variantus galima

suskaičiuoti ir pasirinkti tą, kuris duoda minimalų vidutinį vėlinimą potinklyje. Skaičiavimams gali prireikti nemažai laiko. Dėl to šis būdas tinka statinių maršruto parinkimo lentelių sudarymui.

Maršruto parinkimas pagal atstumo vektorių (Distance Vector Routing). Tai dinaminis maršruto parinkimo algoritmas. Kiekvienas maršruto parinktuvas turi lentelę (t.y. vektorių), duodančią geriausią žinomą atstumą iki kiekvieno mazgo. maršruto parinktuvai periodiškai keičiasi informacija ir tokiu būdu papildo lenteles.

Atstumo vektoriaus algoritmas kartais vadinamas Bellman-Ford algoritmu arba Ford-Fulkerson algoritmu. Jis buvo pradinis maršruto parinkimo algoritmas ARPANET'e. Buvo naudojamas Internete RIP pavadinimu, o taip pat pradinėse DECnet ir Novell IPX versijose. AppleTalk ir Cisco maršruto parinktuvai naudoja patobulintus atstumo vektoriaus protokolus. Kaip atstumo kriterijus (metrika) gali būti tarpinių mazgų skaičius, vėlinimo trukmė, bendras eilėje stovinčių paketų skaičius ar kažkas panašaus.

Laikoma, kad maršruto parinktuvas žino "atstumą" iki kiekvieno iš savo kaimynų. Jeigu metrika yra vėlinimo trukmė, tai ji gali būti išmatuota specialiu ECHO paketu, kuriame gaviklis įrašo gavimo laiką ir išsiunčia atgal kaip galima greičiau.

Sudarant maršruto parinkimo lentelę pasinaudojama informacija apie "atstumus" iki artimiausių kaimynų. Sudarytoje lentelėje yra "atstumas" iki kiekvieno maršruto parinktuvo ir linijos, kuri turi būti panaudota, numeris.

Atstumo vektoriaus algoritmas turi labai rimtą trūkumą - "skaičiavimo iki begalybės" problemą. Jeigu mazgas sugenda, tai "atstumas" iki jo laikomas lygiu begalybei. Paprastai reikia daug informacijos kaitos tarp maršruto parinktuvų ciklą, kol visi sužino apie išjungtą mazgą. Tuo tarpu informacija apie mazgo įjungimą sklinda potinkliu žymiai greičiau. Per vieną kaitos ciklą pasislenkama per vieną mazgą tolyn. Yra daug pasiūlymų, kaip spręsti šią problemą. Tačiau nei vienas iš jų neduoda visiško problemos sprendimo.

Maršruto parinkimas pagal kanalo būseną (Link State Routing). Nuo 1979 metų ARPANET naudoja šį algoritmą vietoj atstumo vektoriaus algoritmo.

Kanalo būsenos algoritmas susideda iš 5 dalių. Kiekvienas maršruto parinktuvas privalo:

1. Surasti savo kaimynus ir sužinoti jų tinklinius adresus.
2. Išmatuoti vėlinimo trukmę (kainą) iki kiekvieno kaimyno.
3. Sukonstruoti paketą, pasakantį visiems, ką nustatė.
4. Pasiųsti paketą visiems kitiems maršruto parinktuvams.
5. Apskaičiuoti trumpiausią kelią iki kiekvieno maršruto parinktuvo.

Tokiu būdu eksperimentiškai nustatoma tinklo topologija, išmatuojamos vėlinimų trukmės ir visa tai perduodama visiems maršruto parinktuvams.

Yra keletas šio algoritmo realizacijų. Labiausiai paplitęs yra OSPF (Open Short Path First). Kitas svarbus kanalo būsenos protokolas yra IS-IS (Intermediate System-Intermediate System) -

tarpinė sistema-tarpinė sistema. Jis buvo sukurtas DECnet'ui ir vėliau adaptuotas ISO naudojimui su tinklinio lygio protokolu CLNP. Jis buvo modifikuotas, kad galėtų palaikyti kitus protokolus, pvz.: IP. IS-IS naudojamas daugelyje Internet magistralių (backbones) ir kai kuriose skaitmeninėse korinėse sistemose. Novell NetWare naudoja supaprastintą IS-IS variantą (NLSP) IPX paketų maršruto parinkimui.

Hierarchinis maršruto parinkimas. Didėjant tinklams, maršruto parinkimo lentelės didėja proporcingai. Reikia vis daugiau laiko tų lentelių apdorojimui. Galų gale pasiekiamas taškas, kai neįmanoma į lentelę sudėti informaciją apie kiekvieną maršruto parinktuvą.

Maršruto parinktuvai sudalinami į regionus, kurių viduje kiekvienas žino, kaip nukreipti paketus į bet kurį kitą. Tačiau maršruto parinktuvai nieko nežino apie kitų regionų vidinę struktūrą. Dideliems tinklams dviejų lygių hierarchija gali būti nepakankama. Tada regionai grupuojami į klasterius, klasteriai į zonas, zonos į grupes ir t.t.

Tokiu atveju maršruto parinkimo lentelės žymiai sutrumpėja. Jose būna informacija apie kiekvieną maršruto parinktuvą regiono viduje, o taip pat po eilutę kiekvienam kitam regionui. Nurodoma, į kokią vidinę maršruto parinktuvą persiųsti paketus, kad jie patektų į kita regioną. Dėl to gali šiek tiek pailgėti kelias, perduodant paketus iš vieno regiono į kitą, tačiau tą pilnai kompensuoja maršruto parinkimo lentelių sumažėjimas.

Tinklo perkrovos

Kai tinkle yra per daug paketų, jo darbo našumas krinta (4.1 pav.).

Keletas perkrovos priežasčių. Paketai iš keleto įėjimo linijų turi būti perduoti į vieną išėjimą. Sudaroma eilė. Jei pritrūksta eilei atminties, paketai prarandami. Atmintį galima praplėsti, tačiau netgi, esant begalinei atminčiai, situacija nepagerėja, nes labai išauga stovėjimo eilėje trukmė. Išsiunčiami paketų dublikatai, kurie dar labiau užkemša tinklą.

Lėti procesoriai. Ribota duomenų sparta linijose.

Yra skirtumas tarp perkrovų valdymo ir srauto valdymo. Perkrovos susijusios su viso potinklio veikla. Srauto valdymas susijęs tik su perdavimu tarp dviejų taškų per juos jungiančią liniją. Tinklas gali būti neperkrautas, o gaviklis tiesiog nespėja priimti duomenis iš siuntiklio. Kitas atvejis, kai kiekvienoje poroje gaviklis spėja priimti duomenis, tačiau tinkle yra daug kompiuterių, kurie siunčia daug mažesne sparta už maksimalią linijos spartą, tačiau tinklas yra perkrautas, nes nesugeba palaikyti tokio didelio paketų skaičiaus.

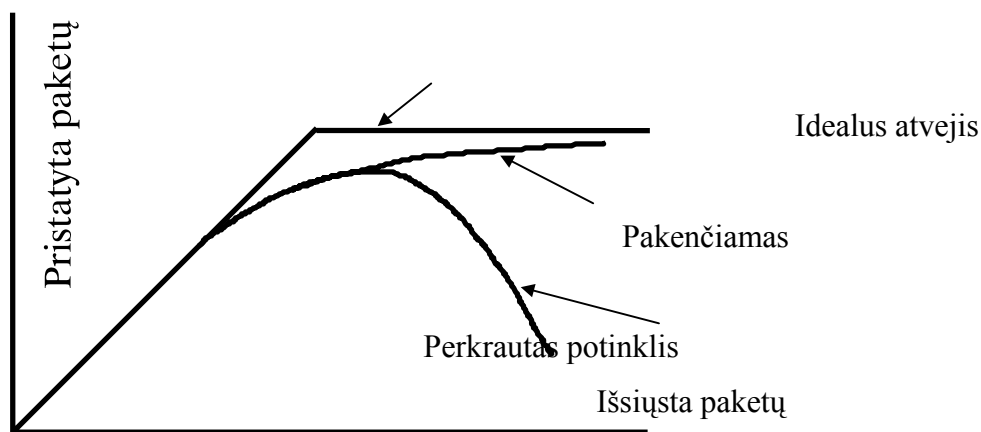
Tarptinkliniai ryšiai (Internetworking)

Tarptinkliniai ryšiai gali būti tokių tipų: LAN - LAN, LAN - WAN, WAN - WAN, LAN - WAN - LAN. Jiems realizuoti naudojami įrenginiai:

1. Kartotuvai.
2. Tiltai (kanalinio lygio kadrų perdavimas tarp VT).

3. Daugiaprotoliai maršruto parinktuvai. Perduoda paketus tarp skirtingų tinklų.
4. Transportiniai šliuzai. Perduoda duomenų srautus transportiniame lygyje.
5. Taikomieji šliuzai. Tarptinkliniai ryšiai virš ketvirtąjo lygio.

Tuneliavimas - tai duomenų perdavimas iš to paties tipo VT į kitą VT per WAN. VT paketas įdedamas į WAN voką ir perduodamas į kitą VT.



4.1 pav. Pristatytų paketų skaičiaus priklausomybė nuo išsiųstų paketų skaičiaus, esant skirtingam tinklo apkrovimui.

CIDR - beklasė tarpdomeninis Maršruto parinkimas

IP adresų pradeda neužtekti. 1987 keletas įžvalgių žmonių numatė, kad Internetas išaugs iki 100000 tinklų. Daugelis ekspertų juos išjuokė. 100000-tasis tinklas buvo prijungtas 1996 metais. Iš principo egzistuoja virš 2 milijardų adresų, bet dėl jų suskirstymo į klases milijonai adresų prarandami. Daugeliui organizacijų A klasės tinklas per didelis. C klasės per mažas. Tačiau praktiškai ir B klasės adresai yra per daug dideli daugeliui organizacijų (65536 kompiuteriai tinkle). Tyrimai parodė, kad daugiau kaip pusė B klasės tinklų turi mažiau negu 50 kompiuterių.

Kita problema yra maršruto parinkimo lentelių katastrofiškas didėjimas. Maršruto parinktuvams IP adresų erdvė yra dviejų lygių hierarchija su tinklų numeriais ir kompiuterių numeriais. Pusė milijono C klasės tinklų duoda atitinkamo dydžio lenteles, kurias ir apdoroti ir perduoti yra labai sudėtinga.

Vienas iš sprendimo būdų yra CIDR (RFC 1519). Pagrindinė idėja - likusius beveik 2 milijonus C klasės adresų padalinti į kintamo dydžio blokus. Pvz.: jeigu reikia 2000 adresų, tai yra duodamas 2048 adresų blokas (8 C klasės tinklai), bet ne pilnas B klasės adresas.

Pasaulis buvo padalintas į keturias zonas. Kiekvienai iš jų skirta C klasės adresų erdvės dalis:

194.0.0.0 - 195.255.255.255 - Europa;

198.0.0.0 - 199.255.255.255 - Šiaurės Amerika;

200.0.0.0 - 201.255.255.255 - Centrinė ir Pietų Amerika;

202.0.0.0 - 203.255.255.255 - Azija ir Ramusis vandenynas.

Kiekvienam regionui skirta apie 32 milijonus adresų. Likusieji 230 milijonų C klasės adresų nuo 204.0.0.0 iki 223.255.255.255 rezervuoti ateičiai. Rezultate 32 milijonai adresų dabar yra suspausti į vieną įrašą maršruto parinkimo lentelėje. Regiono ribose adresai paskirstomi į grupes. Dėl to maršruto parinkimo lentelė regiono viduje taip pat sumažėja. Kiekviena adresų grupė turi savo grupinę kaukę (mask). Adreso ir kaukės AND duoda grupės numerį. Lentelėje kiekvienai grupei skiriamas vienas įrašas. Ta pati idėja gali būti panaudota visiems adresams. Senieji A, B, C tinklai daugiau nenaudojami maršruto parinkimui. Dėl to vadinama beklasiu maršruto parinkimu.

5. VGTU kompiuterių tinklų užimtumo analizės įranga

Visiems VGTU informaciniams srautams maršrutus parenka du pagrindiniai maršruto parinktuvai “Cisco 5505” ir „SSR 2000“, kurie tarpusavyje sujungti gigabitiniu optiniu kanalu. „Cisco 5505“ sujungtas dviem optiniais gigabitiniais kanalais su Vilniaus universiteto SC mazgu ir LitNet tinklo mazgu. Pro pagrindinį maršruto parinktuvą praeina vidutiniškai apie 80 gigabaitų duomenų abiemis kryptimis per dieną. VGTU LitNet mazgui yra paskirtos 8 C klasės IP adresų zonos, 193.219.144.0 – 193.219.151.255, iš viso 2040 išorinių IP adresų, iš kurių apie 80% yra naudojami šiuo momentu. Adresų blokas yra padalintas į 20 potinklių pagal rūmus ir fakultetus. Studentų bendrabučiai bei administracijos tinklas centriniuose rūmuose yra prijungti pagal NAT (*Network Address Translation* – tinklo adreso vertimas) technologija ir potinkliai išeina į internetą per NAT serverius.

Firma “Cisco” yra lyderis tarp tinklo įrangos gamintojų, jų maršruto parinktuvai gali valdyti itin didelius duomenų srautus esant labai dideliams apkrovimams. Kai maršruto parinktuvas aptarnauja didelį tinklą, jo darbo stabilumas tampa kritišku, todėl “Cisco” numatė galimybes paimti iš maršruto parinktuvo jo užimtumo rodiklius, o taip pat informacija apie persiūtą duomenų kiekį.

VGTU skaičiavimo centre įdiegtos šios tinklų stebėjimo sistemos:

1. “Cricket”, leidžianti stebėti magistralinių linijų užimtumą (<http://ievute.vtu.lt/>)

Pasirinkite norimą objektą stebėjimui

Galite pasirinkti šiuose kataloguose:

Vardas	Trumpas apibūdinimas
Kitos LitNET organizacijos	
Magistralinės linijos	
Pagrindiniai komutatoriai	
Pagrindiniai maršrutizatoriai	
VGTU Padaliniai	
VGTU Studentų bendrabučiai	



Cricket
Version 1.0.3

Jei turite klausimų ir pasiūlymų, rašykite man. [Cricketo Administratorius](#).

Built on Tobi Oetiker's
RRDTOOL

5.1 pav. Programinio paketo „Cricket“ pradinis langas

2. “IPAC”, skirta detaliam perduodamų duomenų kiekių stebėjimui. (<http://alfa.vtu.lt>). Dėl galimybės matyti konfidencialią informaciją, prieėjimas prie šios tarnybinės stoties yra griežtai ribojamas.



5.2 pav. Programinio paketo „IPAC“ pradinis langas

3. „MIDAS“, skirta pagrindinių maršruto parinktųjų, valdomų komutatorių, bei pagrindinių SC tarnybinių stočių darbo būsenų kitimo stebėjimui (CPU užimtumo, naudojamu servisų gyvavimo, laisvos vietos diskiniuose kaupikliuose, ICMP užklauskos atsakymo laiko). (<http://erika.vtu.lt/midas>)

MIDAS WebView 2.2f

(**logout**) session user: admin

last login: Wed Mar 31 5:05:55 PM EET 2004

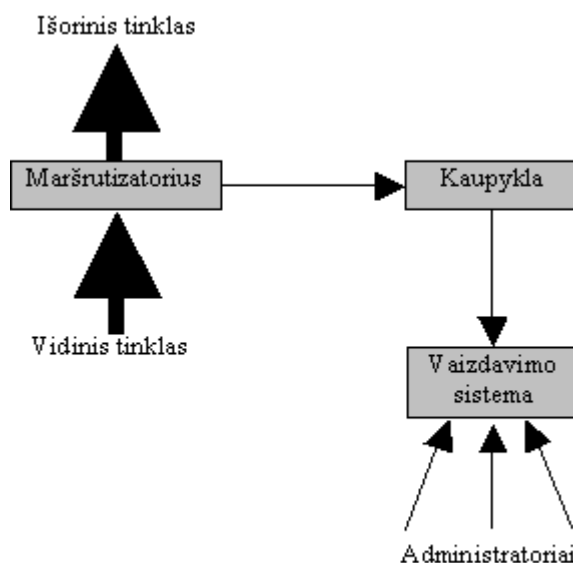
Routers			
Hostname (IP Address) 2r-sw.vtu.lt (193.219.146.245)			
Service	Tester	Status	Last Check
PING	erika.vtu.lt	▲	2004-05-18 16:15:40
Hostname (IP Address) arch-sw.vtu.lt (193.219.149.189)			
Service	Tester	Status	Last Check
PING	erika.vtu.lt	▲	2004-05-18 16:15:40
Hostname (IP Address) cr-sw.vtu.lt (193.219.147.1)			
Service	Tester	Status	Last Check
PING	erika.vtu.lt	▲	2004-05-18 16:15:40
Hostname (IP Address) gw2ausra.vtu.lt (193.219.149.125)			
Service	Tester	Status	Last Check
PING	erika.vtu.lt	▲	2004-05-18 16:15:40
Hostname (IP Address) ism-gw.vtu.lt (193.219.150.30)			
Service	Tester	Status	Last Check
PING	erika.vtu.lt	▲	2004-05-18 16:15:40
Hostname (IP Address) amb-gw.vtu.lt (193.219.150.14)			
Service	Tester	Status	Last Check
PING	erika.vtu.lt	▲	2004-05-18 16:15:40
Hostname (IP Address) bas-gw.vtu.lt (193.219.144.254)			
Service	Tester	Status	Last Check
PING	erika.vtu.lt	▲	2004-05-18 16:15:40
Hostname (IP Address) gr32sc.vtu.lt (193.219.148.92)			
Service	Tester	Status	Last Check
PING	erika.vtu.lt	▲	2004-05-18 16:15:40
Hostname (IP Address) gw2vtu.vu.lt (193.219.95.37)			
Service	Tester	Status	Last Check
PING	erika.vtu.lt	▲	2004-05-18 16:15:40
Hostname (IP Address) itc-gw.vtu.lt (193.219.144.30)			
Service	Tester	Status	Last Check
PING	erika.vtu.lt	▲	2004-05-18 16:15:40

Webservers							
Hostlame (IP Address)				Hostlame (IP Address)			
erika.vtu.lt (193.219.146.124)				kipras.vtu.lt (193.219.146.18)			
Service	Tester	Status	Last Check	Service	Tester	Status	Last Check
CPU	erika.vtu.lt		2004-05-18 16:18:42	FTP	erika.vtu.lt		2004-05-18 16:18:42
Disks	erika.vtu.lt		2004-05-18 16:18:42	HTTP	erika.vtu.lt		2004-05-18 16:18:42
MD5	erika.vtu.lt		2004-05-18 16:18:42	SSH	erika.vtu.lt		2004-05-18 16:18:42
Hostlame (IP Address)							
web.vtu.lt (193.219.146.20)							
Service	Tester	Status	Last Check				
CPU	web.vtu.lt		2004-05-18 16:20:16				
Disks	web.vtu.lt		2004-05-18 16:20:16				
MD5	web.vtu.lt		2004-05-18 16:20:16				
MySQL	web.vtu.lt		2004-05-18 16:20:16				
HTTP	erika.vtu.lt		2004-05-18 16:18:42				
HTTPS	erika.vtu.lt		2004-05-18 16:18:42				
PING	erika.vtu.lt		2004-05-18 16:18:42				

5.3 pav. Programinio paketo „MIDAS“ informaciniai langai

Šių sistemų stabili veikla leidžia kontroliuoti tinklų užimtumą, išaiškinti vietas kur tinklo pralaidumo poreikis yra didesnis ir atitinkamai padidinti magistralių greičius. Taip pat šių sistemų kombinacija palengvina aparatūros sutrikimo, neteisėtų duomenų perdavimo, virusų aktyvumo bei spamo siuntėjų aptikimą ir atakos šaltinių išaiškinimą reagavimo į incidentus kontekste.

SC sukurta ir įdiegta universalios sistema, imančios duomenis apie perduotą duomenų kiekį iš maršruto parinktųjų ir kitos aparatūros, saugo juos kaupykloje, ir atsiradus poreikiui generuoja ataskaitas (5.4 pav.).



5.4 Sistemų veikimo principo schema

Ataskaitos norimam laiko tarpui (šios dienos, vakarykštės dienos, einamos savaitės, praėjusios savaitės, mėnesio, metų generuojami realiu laiku pagal duomenis iš kaupyklos ir pateikiami administratoriui per patogią sąsają.

Pateikiamos šios informacinės ataskaitos:

- ❑ Iš kokių VGTU tinklo kompiuterių išsiunčiama daugiausiai duomenų.
- ❑ Iš kokių VGTU potinklų išsiunčiama daugiausiai duomenų.
- ❑ Kuriems nutolusiems gavėjams siunčiama daugiausiai duomenų iš VGTU tinklo.
- ❑ Kiek persiųsta duomenų iš vieno VGTU potinklio į kitą.
- ❑ Kurie VGTU tinklo kompiuteriai atsiunčia daugiausiai duomenų.
- ❑ Kurie VGTU potinkliai atsiunčia daugiausiai duomenų.
- ❑ Iš kokių nutolusių kompiuterių internete atsiunčiama daugiausiai duomenų.
- ❑ Su kokiais adresais bendravo vidaus kompiuteriai su tam tikru IP adresu nurodytu laiko momentu ir kiek buvo persiųsta duomenų.
- ❑ Tinklo magistralių užimtumas.
- ❑ Maršruto parinktųjų procesorių ir atminties būklė.
- ❑ Tarnybinių stočių pagrindinių servisų būsenos.

Dėl nekomercinio LitNet tinklo pobūdžio buvo pasirinkta naudotis atviro kodo nemokama programine įranga, tuo labiau tai garantuos maksimalų lankstumą, pernešamumą bei universalumą. Panaudotos programinės įrangos sąrašas bei panaudojimo argumentai:

- ❑ *PERL programavimo kalba* – statistikos nuėmimo bei CGI atvaizdavimo skriptai. PERL pasirinktas dėl savo universalumo ir efektyvumo, o taip pat dėl nepriklausomumo nuo platformos. Statistika nuimama iš routerio modulio Net::SNMP pagalba, bendravimai su duomenų baze realizuoti DBI ir DBD::MySQL modulių pagalba. Atvaizdavimas vykdomas HTML kodo generavimu per “Apache” serverio CGI sąsają ir CGI::Carp PERL modulį. Perl veikia visuose įmanomuose operacijų sistemose.
- ❑ *MySQL duomenų bazė* – statistikos kaupimas bei apdorojimas. MySQL yra plačiausiai naudojamas nemokamas atviro kodo duomenų bazių serveris, kuris pasižymi greičiu ir paprastumu. MySQL neturi tiek galimybių, kiek gigantai “Oracle”, MS SQL bei IBM DB2, tačiau minėti privalumai pilnai pateisina jo naudojimą šio projekto ribose. MySQL dirba Win32, Linux, AIX ir *BSD* platformose.
- ❑ *Apache HTTP serveris* – statistikos atvaizdavimas, bei priėjimo kontrolė. “Apache” yra populiariausias pasaulyje HTTP serveris. Tai yra labai greitas, nereikalaujantis daug resursų atviro kodo programų paketas, kuris palaiko tiek statinį (HTML) tiek dinaminį (PHP, CGI) turinį, bei turi integruota priėjimo kontrolės sistema, kuria vadinama “htaccess”.
- ❑ *PhpMyAdmin paketas* – MySQL duomenų bazių valdymo priemonė. “phpMyAdmin” yra skriptų rinkinys, skirtas MySQL duomenų bazių administravimui. Jis interpretuojamas PHP

dinaminio turinio generavimo moduliui, kuris veikia HTTP serveryje. PHP iš pačių pradžių buvo sukurtas kaip “Apache” modulis (mod_php), bet vėliau buvo perneštas į Microsoft Internet Information Server (IIS) platformą, kur sėkmingai konkuruoja su komerciniu analogu ASP (Active Server Pages).

Naudojamos technologijos

Šio projekto bazėje yra trys technologijos:

- **SNMP** – statistikos duomenų gavimui iš maršruto parinktuvo.
- **SQL** – duomenų kaupimas ir apdorojimas.
- **CGI** – duomenų atvaizdavimas.

Trumpai apie kiekvieną iš jų.

SNMP

Nuo savo sukūrimo datos 1988-aisiais, Paprastas Tinklo Valdymo Protokolas (*Simple Network Management Protocol* – toliau SNMP) tapo standartu “de facto” tinklo valdymo srityje. Dėl SNMP paprastumo ir mažos kodo apimties, tinklo įrangos gamintojai gali lengvai montuoti agentus į savo produkciją. SNMP yra lankstus ir leidžia gamintojams papildyti savo gaminius tinklo valdymo funkcijomis SNMP bazėje. Taip pat, SNMP atskiria valdymo architektūrą nuo aparatinės architektūros, kas plečia skirtingų gamintojų produktų palaikymo bazę. Ir svarbiausiai, SNMP skirtingai nuo kitų taip vadinamų “protokolų” yra ne popierinė specifikacija, o mūsų dienų plačiausiai naudojama tinklo valdymo realizacija.

“Cisco” firmos maršruto parinktuvai kaupia statistikos duomenis specialioje laikmenoje, ir kai ateina SNMP komanda *SetCheckpoint*, jie perkeliama į MIB, iš kur juos paima statistikos gavimo skriptas. Tuomet nauji gaunamieji duomenys kaupinami atlaisvintoje laikmenoje. Tokiu būdu užtikrinamas duomenų vientisumas ir išvengiama kolizijų tarp jau nuimtų ir naujai išsaugotų duomenų.

CGI

CGI yra sutrumpinimas nuo Common Gateway Interface (įprasta išėjimo sąsaja). CGI yra pirma sukurta dinaminio turinio generavimo technologija, kuri pasižymi paprastumu ir universalumu. Jos esmė: kai iš kliento ateina užklausa į dinaminį objektą (CGI programa), serveris paleidžia CGI programą su perduotais parametrais ir rezultatą išsiunčia atgal klientui. Dinaminiu objektu gali būti bet kokia programa arba skriptas (sukompiliuotas C/C++ kodas, PERL/BASH/PYTHON skriptai ir t.t.), kurio išvedimas suprantamas kliento naršyklei.

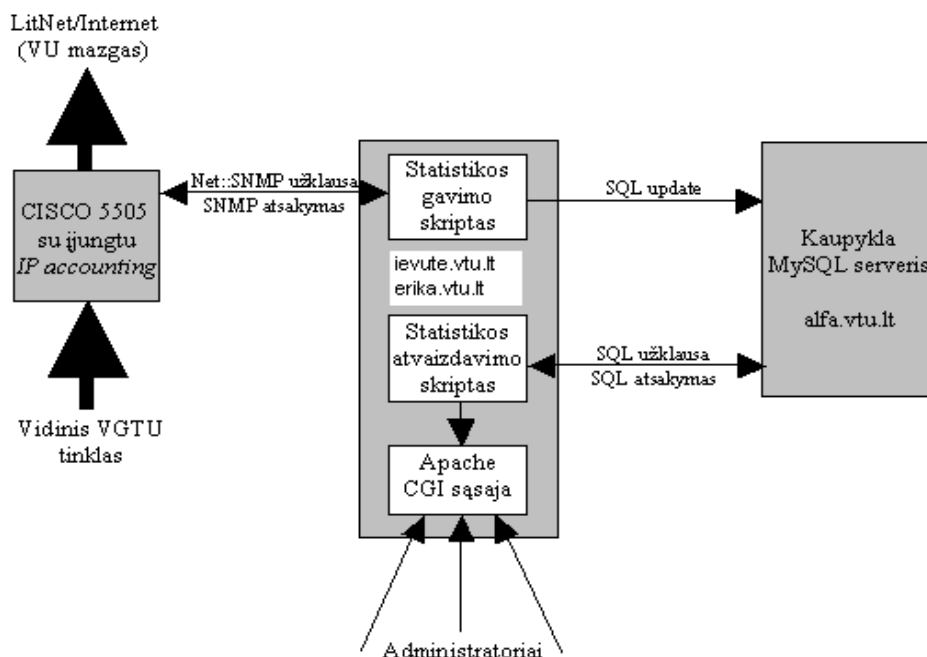
SQL

Daktaras Edgaras Kodas (Edgar F. Codd) 1970 m. žurnale *Communications of the ACM* publikavo straipsnį “A Relational Model of Data for Large Shared Data Banks”. Šiame straipsnyje ji aprašė jų kuriamą reliacinį duomenų bazės modelį. Praėjo beveik dešimt metų kol ta idėja buvo priimta. IBM kompanijoje, kur Kodas dirbo ilgą laiką buvo kuriama Structured English Query Language (SEQUEL). Žodis English palaipsniui išnyko ir liko pavadinimas SQL. 1979m. Relational Software, Inc. Išleido pirmąjį duomenų bazių serverį paremtą SQL. 1981m. IBM sukūrė DB2. Per kelerius praėjusius metus buvo išleista dar keletas duomenų bazių valdymo serverių

paremtų SQL, tokių kaip: Sybase, Microsoft SQL Server, Informix, Rbase ir Microsoft Access. Per kelerius metus SQL kalba buvo standartizuota. Pirmą kartą ji buvo standartizuota American National Standards Institute ir Information Standard Organization 1986m. antrą kartą – 1989m. (SQL-89) ir paskutinį kartą- 1992m. (SQL-92). Vėliau atsirado ir nemokamos duomenų bazių serverių, paremtų SQL: MySQL ir PostgreSQL, kurie yra paprastesni, bet dėl savo universalumo, paprastumo bei nekomercinio pobūdžio plačiausiai naudojami Internete. SQL kalboje operatoriai, pagal jų atliekamas funkcijas skirstomi į šias grupes:

- o **DDL** - *Data definition language*. DDL operatoriai naudojami objektų kūrimui, Pvz: CREATE TABLE, CREATE SEQUENCE ir kt.
- o **DML** - *Data manipulation Language*. DML operatoriai naudojami darbui su sąrašais lentelėse, jei norime įvesti, redaguoti ar gauti lentelėse esančius duomenis. Tai SELECT, INSERT, UPDATE, DELETE operatoriai.
- o Taip pat yra dar keltas operatorių kurie griežtai nepriskiriami nei vienai iš anksčiau paminėtų operatorių rūšių t.y. GRAND , REVOKE, JOIN, UNION ir kt.

Stambesni duomenų bazių serveriai turi patogias valdymo įrankius, o nemokamieji yra supaprastinti iki maksimumo, nes sukurti kaip “back-end” tiksliai greitam duomenų apdorojimui per SQL. Bet tai nesumažina jų naudojimo bei administravimo patogumo, nes yra sukurta daug trečiųjų šalių valdymo įrankių. MySQL administravimui šiame projekte yra panaudotas PHP paketas “phpMyAdmin”, kuris lengvas įdiegime bei naudojime, o taip pat yra pilnai sulietuvintas.



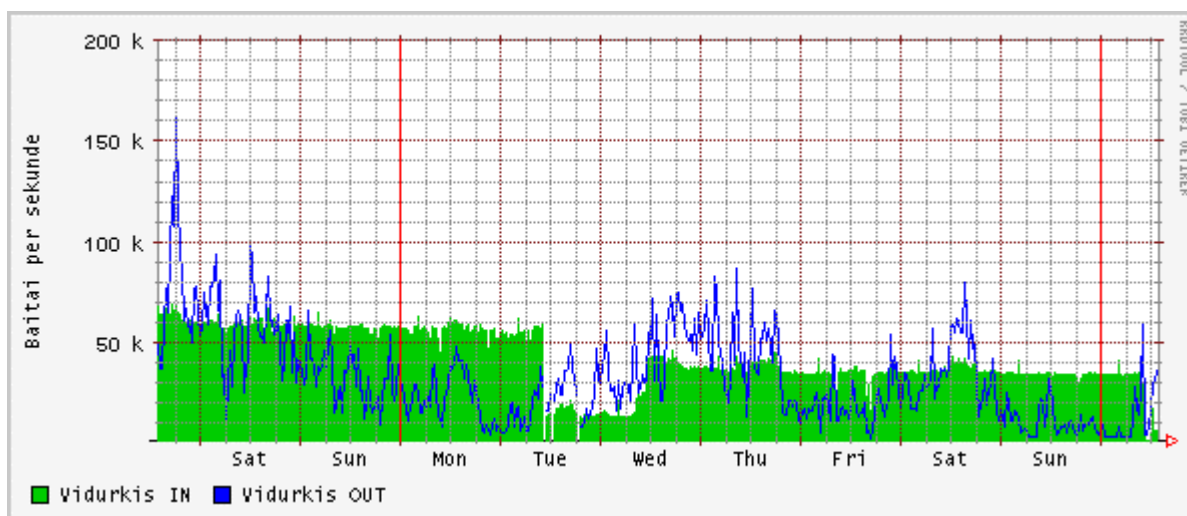
5.5 pav. Statistinės informacijos gavimo ir apdorojimo schema

6. VGTU kompiuterinių tinklų pagrindinių magistralių užimtumo analizė

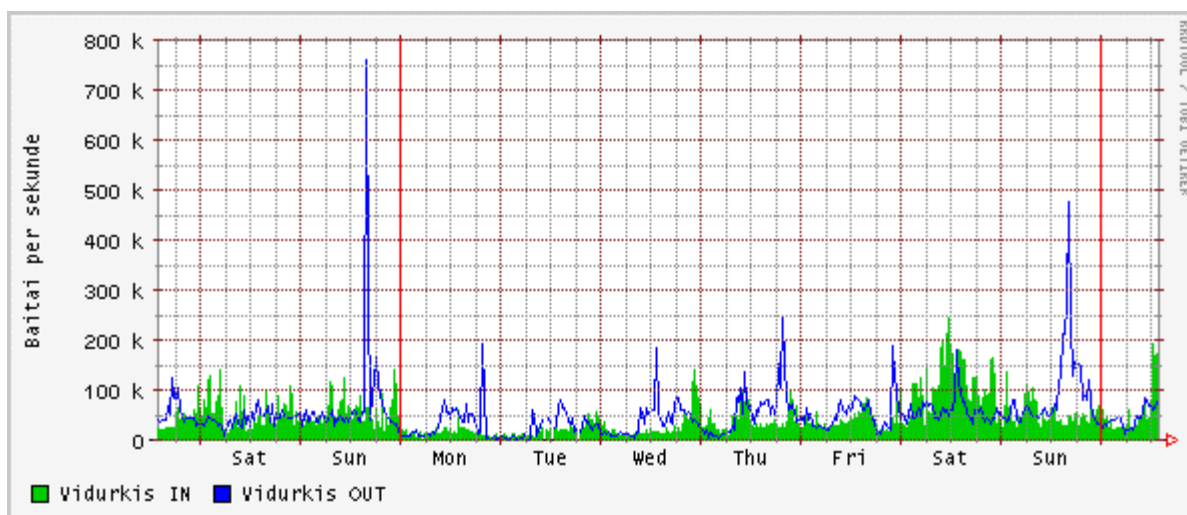
Kaip jau buvo minėta, VGTU skaičiavimo centre įdiegtas programinis analizės paketas „Cricket“, kuris surenka reikalingą statistinę informaciją iš pagrindinių maršruto parinktųjų „Cisco 5505“ bei „SSR 200“, taip pat iš visų valdomų komutatorių. (žr. schema 3.4 pav.). Informacijos surinkimas automatizuotas periodiškai kas 5 minutes. Tam tarnybinės stoties ievute.vtu.lt crontabe padarytas įrašas:

```
* /5 * * * * /home/cricket/cricket/getdata.sh
```

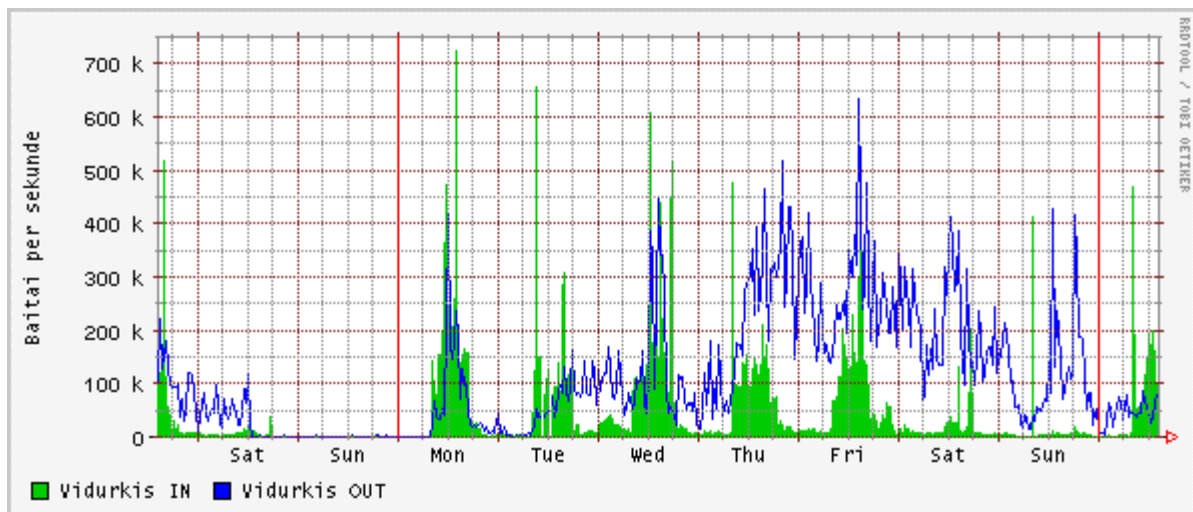
Programa apdoroja duomenis ir vartotojui juos pateikia grafine forma:



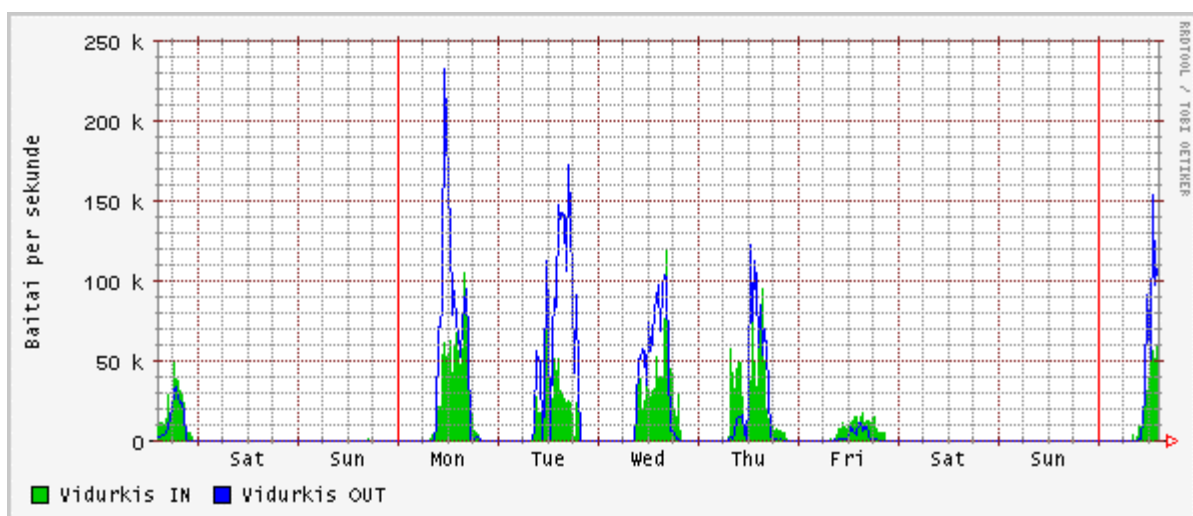
6.1 pav. Linijos į Adomo Mickevičiaus biblioteka savaitinis užimtumas



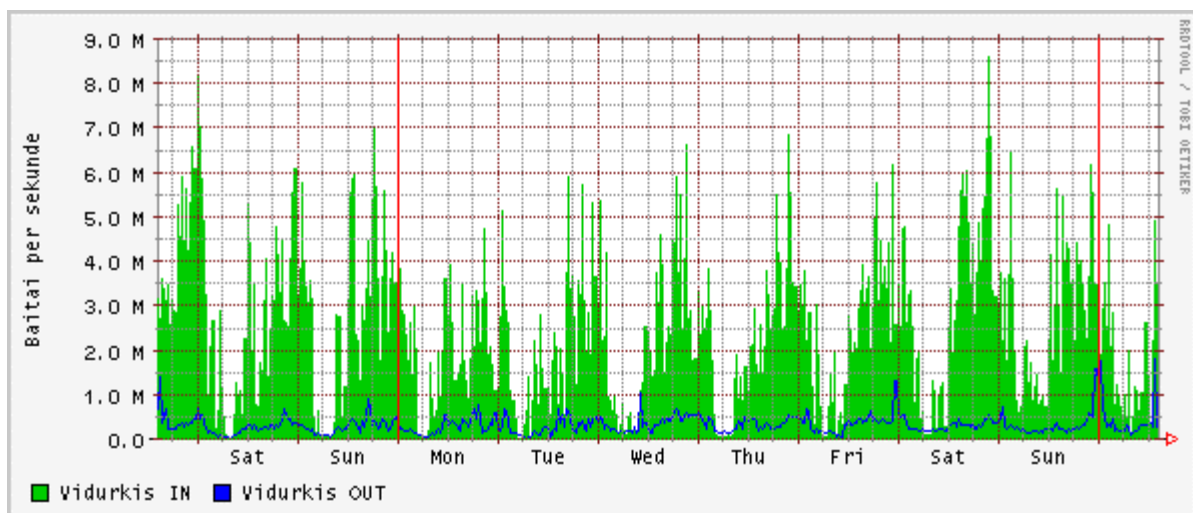
6.2 pav. Linijos į Geologijos institutą biblioteka savaitinis užimtumas



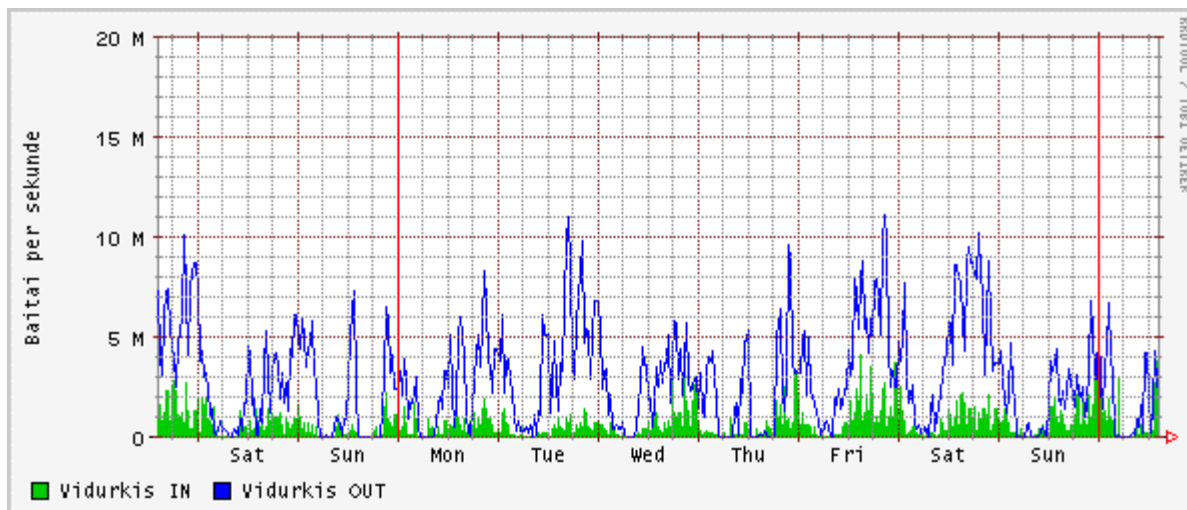
6.3 pav. Linijos į VGTU centrinius rūmus savaitinis užimtumas



6.4 pav. Linijos į Transporto Inžinerijos fakultetą savaitinis užimtumas



6.5 pav. Linijos į „Kamčiatkos“ studentų miestelį savaitinis užimtumas



6.6 pav. Linijos į „Niujorko“ studentų miestelį savaitinis užimtumas

Visų linijų užimtumo grafikai pateikiami 2 priede.

Palyginamajai analizei parenkama kelių nepriklausomų savaitinių apraudo žurnalinės bylos. Žurnalinų bylų (log files) apdorojimui naudosime Microsoft Excel programinę įrangą. Žurnalinės bylos fragmentas atrodo taip:

[08-May-2004 00:00:05] Starting collector: Cricket version 1.0.3 (2001-11-06)

[08-May-2004 00:00:05] Retrieved data for geologai (3):

402566605,1932881946,19056102,28,2155946142,2020272106

[08-May-2004 00:00:05] Retrieved data for sajunga (4):

1215728373,2985672007,8,0,82906757,74393887

[08-May-2004 00:00:05] Retrieved data for vatram (4):

2407583946,1762912449,297287,16269466,219839433,202333309

[08-May-2004 00:00:05] Retrieved data for itc (14):

3832596151,2680301850,0,0,1001240291,849773890

[08-May-2004 00:00:05] Retrieved data for amb (17):

1011879933,2886421187,0,0,423981541,382582995

[08-May-2004 00:00:05] Retrieved data for ism (18):

624383185,2590702862,2,0,226557724,225274424

[08-May-2004 00:00:05] Retrieved data for bibliotekos (7): 4013224477,3068470341

[08-May-2004 00:00:05] Retrieved data for aviacijos (11): 1992653687,2016095775

[08-May-2004 00:00:05] Retrieved data for vgtu_vu (14): 3310761833,2146391547

[08-May-2004 00:00:05] Retrieved data for vgtu_litnet (15): 4076191616,2192796386

[08-May-2004 00:00:05] Retrieved data for traku (2):

2993413164,2427232809,71,0,626474984,687902376

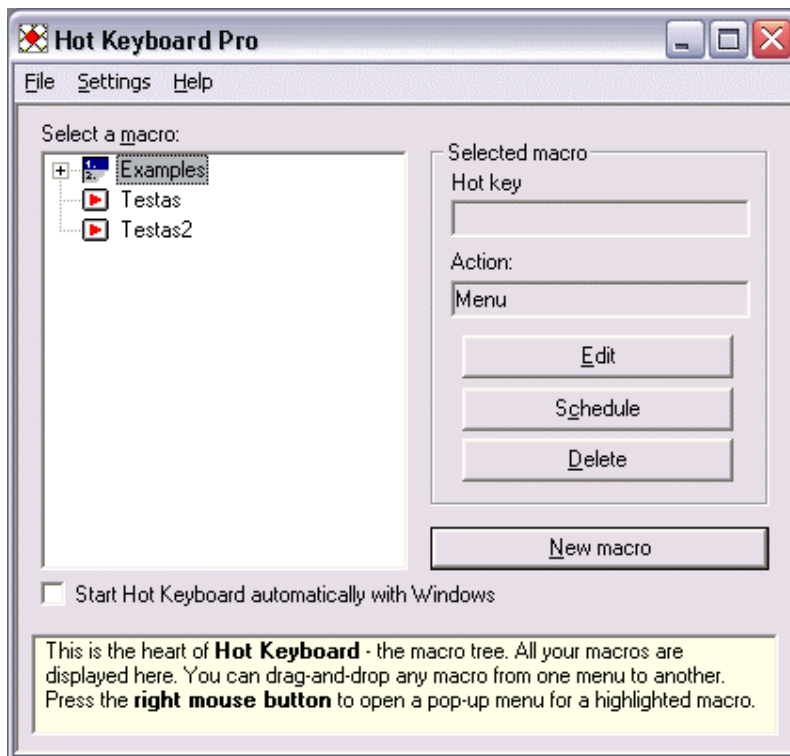
[08-May-2004 00:00:05] Retrieved data for amb (17):

1011879933,2886421191,0,0,423981541,382582995

[08-May-2004 00:00:06] Retrieved data for ism (18):

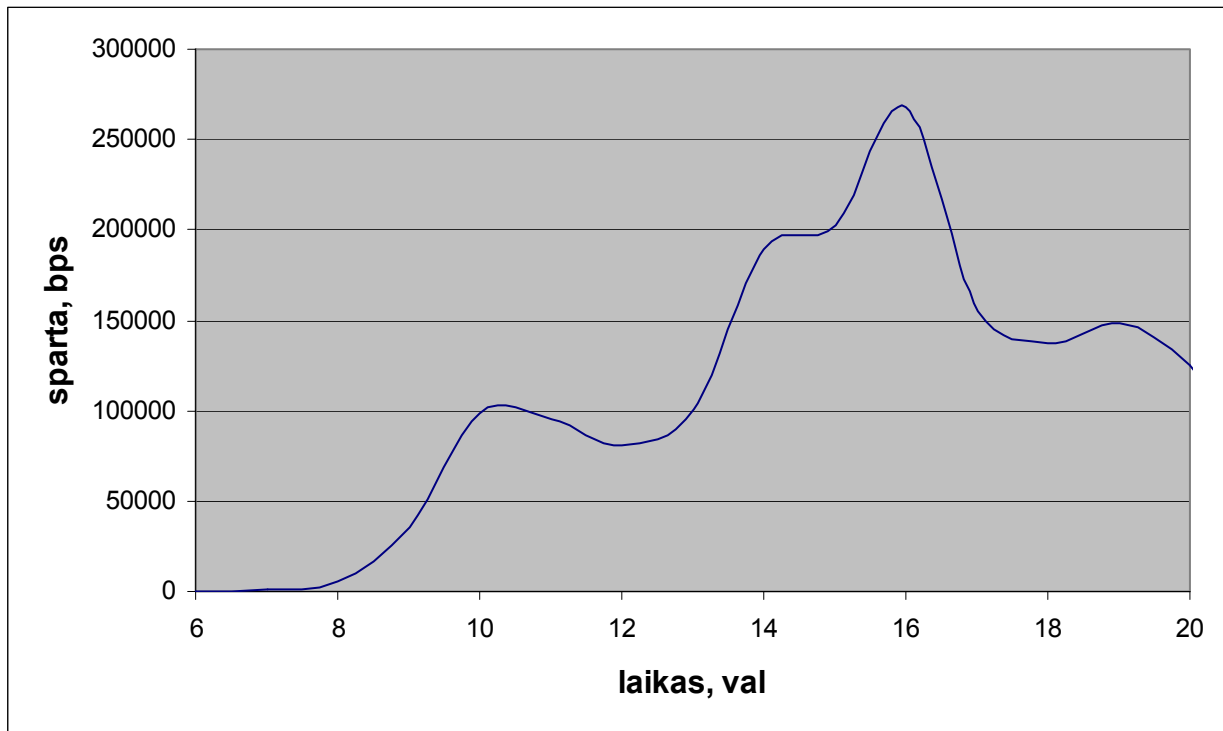
Pilnas bylos pavyzdys pateikiamas priede Nr.1

Automatizuotam šių rinkmenų perkėlimui į MS Excel naudojama „Hot keyboard“ programa.

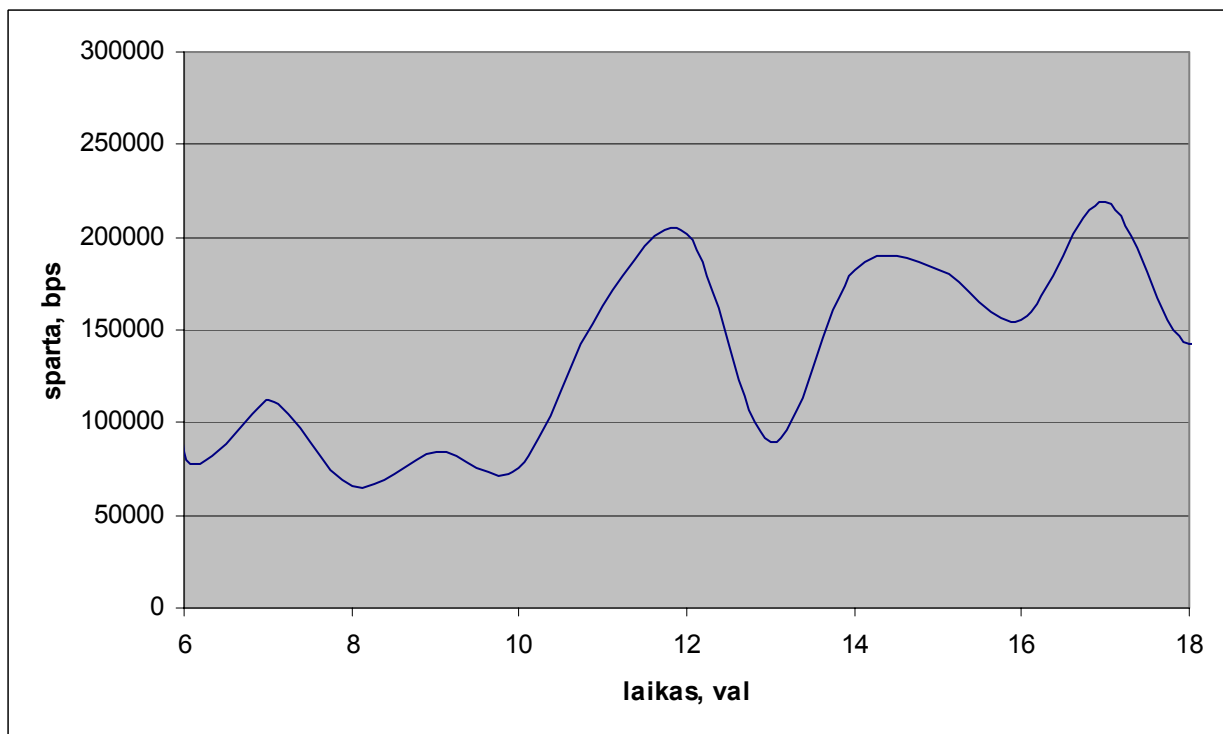


6.7 pav. „Hot Keyboard“ programos valdymo langas

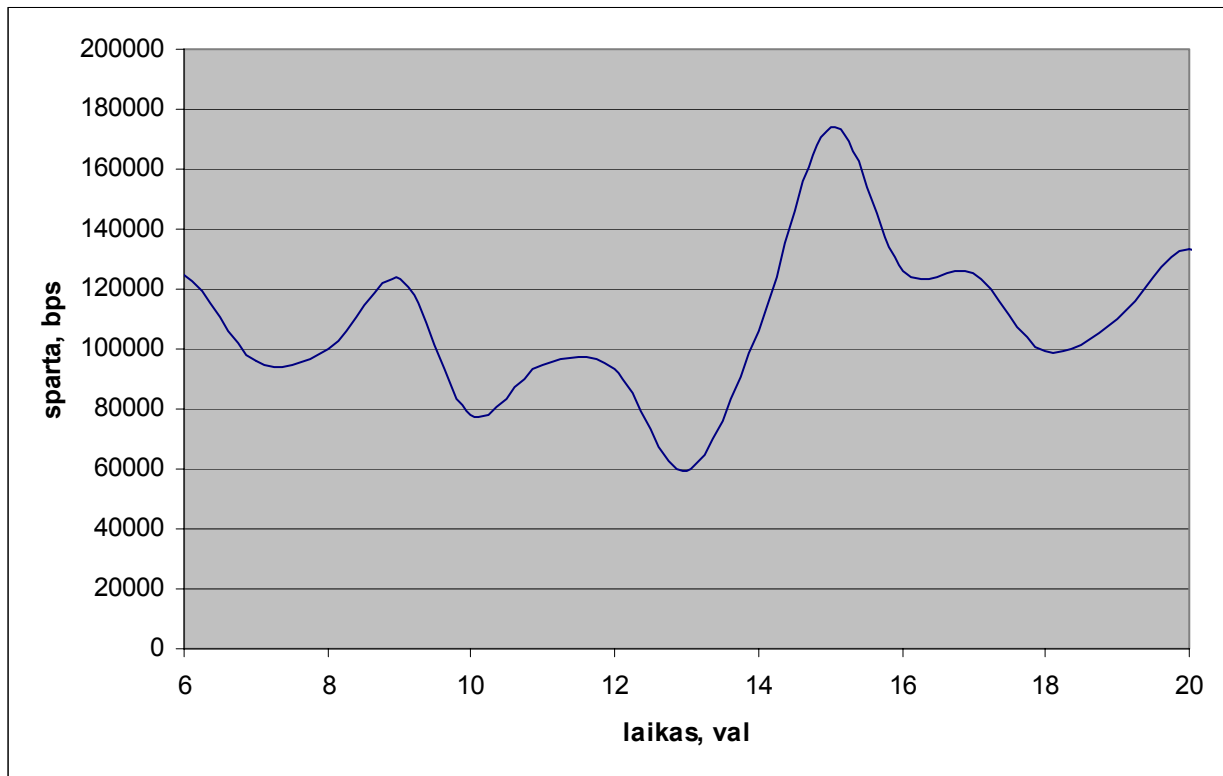
Pritaikyta ir apmokyta programa gali pakartoti visą atliekamų veiksmų seką daug greičiau, o tai žymiai pagreitina duomenų įvedimą iš žurnalinės rinkmenos į MS Excel langelius. Analizuojami kiekvienos linijos tipinis užimtumas darbo dienomis nuo pirmadienio iki ketvirtadienio ir atliekama panašaus tipo linijų: VGTU padalinių, studentų bendrabučių, kitų LITnet organizacijų, prijunktų prie VGTU LitNET mazgo, užimtumo palyginamo analizė. MS Excel pagalba atliekami reikalingi skaičiavimai ir rezultatai pateikiami kreivių ir skritulinių diagramų pavidalu.



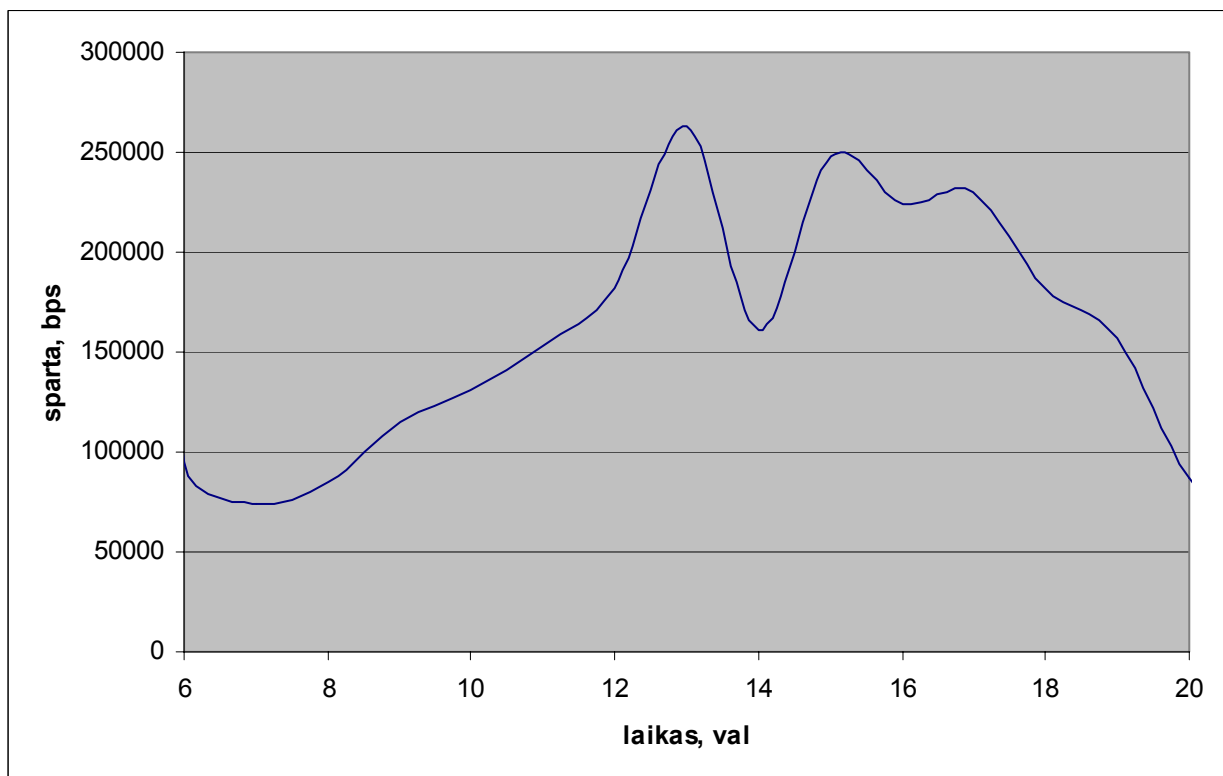
6.8 pav. Linijos iš SC į centrinius rūmus pirmadienių tipinis užimtumas



6.9 pav. Linijos iš SC į centrinius rūmus antradienių tipinis užimtumas



6.10 pav. Linijos iš SC į centrinius rūmus trečiadienių tipinis užimtumas



6.11 pav. Linijos iš SC į centrinius rūmus ketvirtadienių tipinis užimtumas

Visų linijų užimtumo tipiniai užimtumo grafikai pateikiami 3 priede.

Įvertiname statistinius parametrus. Matavimai atliekami nuolatinai. Parenkami 3 nepriklausomų savaičių duomenys. Iš gautų duomenų apskaičiuojamas maksimalios apkrovos aritmetinis vidurkis ir vidutinis kvadratinis nuokrypis (dispersija), nustatomi maksimumai, bei maksimalaus ir vidutinio apkrovimo santykiai.

$$S = \left[\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (X_i - M)^2 \right]^{1/2} \quad (1)$$

$$M = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n X_i, \quad (2)$$

čia $k = 1,96$ - koeficientas, priklausantis nuo matavimo trukmės; X_i - i-tosios valandos apkrova; M - vidutinė apkrovos reikšmė; S – dispersijos reikšmė.

Rezultatai pateikiami 1-4 lentelėse.

1 lentelė, tipinio pirmadienio magistralinių linijų užimtumo statistiniai parametrai

Eil. Nr.	Pavadinimas	M	S	Max	Max/M
1.	Geologijos instituto	52207,2407	14310,66381	86233,0414	1,651744858
2.	Neįgaliųjų sąjungos	3147,457529	4686,286452	18797,655	5,972329992
3.	Vatram	42616,06782	75867,84786	274361,514	6,43798286
4.	ŠMM ITC	109906,201	80233,09323	290057,226	2,639134311
5.	Mickevičiaus bibliotekos	24701,01432	22102,46872	71988,0939	2,914378047
6.	ISM	21703,36296	19174,64657	92862,385	4,278709488
7.	„Niujorko“	447758,8464	369825,5195	1188227,69	2,653722426
8.	„Kamčiatkos“	401348,7119	260080,2637	1187727,17	2,959339677
9.	„Kamčiatkos2“	434280,0857	344257,3382	1141274,78	2,627969412
10.	„Kamčiatkos3“	123138,6956	135151,6311	600073,495	4,873151304
11.	„Kamčiatkos4“	14723,19246	8731,790515	32828,7356	2,229729432
12.	VGTU CR rūmų	64668,2354	61861,04993	219778,223	3,398549875
13.	VGTU I rūmų	586454,1569	173253,3305	1157720,49	1,974102286
14.	VGTU II rūmų	78655,79254	86050,1321	335242,939	4,262151938
15.	VGTU III rūmų	43174,08221	32715,10122	99833,9694	2,312358812
16.	VGTU VI rūmų	1830,727581	1955,377988	7080,98167	3,867851088
17.	VGTU VII rūmų	229028,6635	165401,0142	709418,042	3,097507671

2 lentelė, tipinio antradienio magistralinių linijų užimtumo statistiniai parametrai

Eil. Nr.	Pavadinimas	M	S	Max	Max/M
1.	Geologijos instituto	116163,8349	223905,211	1178834,19	10,14803093
2.	Neigaliųjų sąjungos	55733,05994	183758,0979	888601,698	15,94388858
3.	Vatram	71369,87894	201077,3977	973791,107	13,64428694
4.	ŠMM ITC	191029,115	201570,5853	1083523,65	5,672034075
5.	Mickevičiaus bibliotekos	76786,03825	203652,117	1028923,21	13,39987365
6.	ISM	78659,84989	163437,2287	711520,133	9,045531278
7.	„Niujorko“	483706,8	349786,6339	1142311,37	2,36157806
8.	„Kamčiatkos“	352748,436	203805,3901	964913,733	2,735416049
9.	„Kamčiatkos2“	426250,4235	314478,5048	1110016,47	2,60414163
10.	„Kamčiatkos3“	174572,3048	212639,6874	796887,446	4,564798791
11.	„Kamčiatkos4“	64888,58852	197228,3582	990238,012	15,26058794
12.	VGTU CR rūmų	182477,4698	197089,0511	1050752,6	5,758259345
13.	VGTU I rūmų	514773,6064	192524,0645	981264,103	1,906205157
14.	VGTU II rūmų	170466,9448	225565,0071	1000826,32	5,871087308
15.	VGTU III rūmų	116911,9488	179238,5324	889596,68	7,609116853
16.	VGTU VI rūmų	53133,64634	205136,7705	1023132,39	19,25582861
17.	VGTU VII rūmų	235281,3687	170737,4543	912326,101	3,87759603

3 lentelė, tipinio trečiadienio magistralinių linijų užimtumo statistiniai parametrai

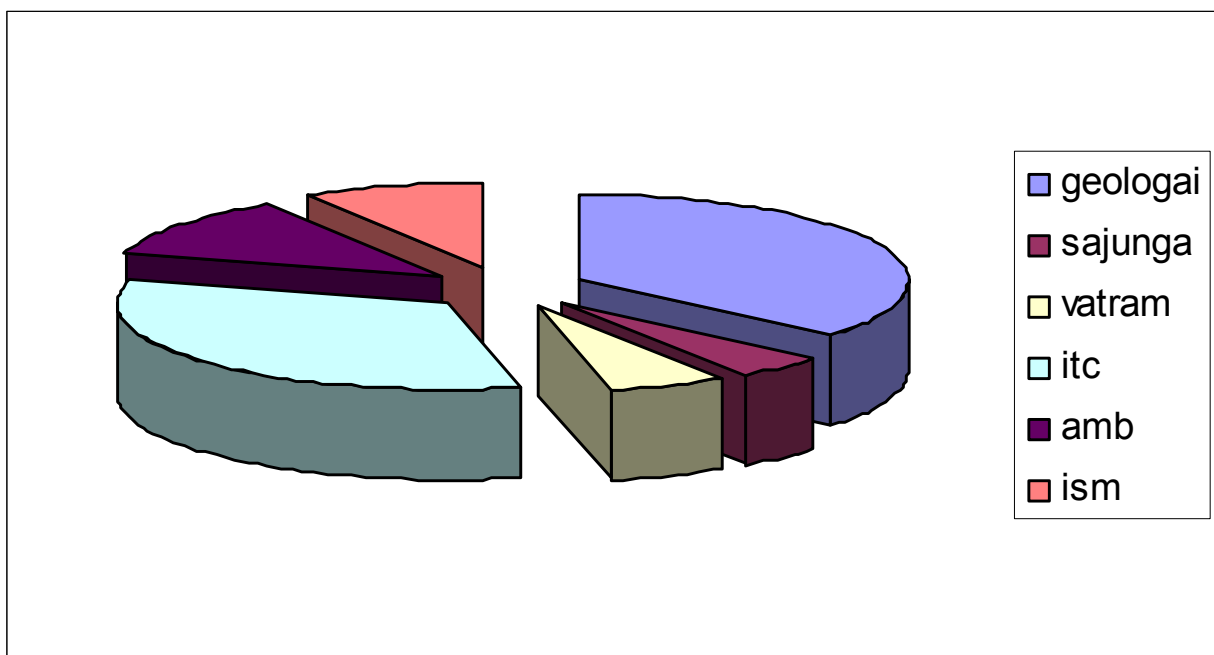
Eil. Nr.	Pavadinimas	M	S	Max	Max/M
1.	Geologijos instituto	130571,7802	206327,8074	869463,597	6,658893643
2.	Neigaliųjų sąjungos	3369,11796	6904,243008	22087,4961	6,555869035
3.	Vatram	61773,3727	139169,8909	492056,049	7,96550402
4.	ŠMM ITC	146504,611	77733,82044	286426,886	1,955070792
5.	Mickevičiaus bibliotekos	18617,00018	17105,78198	56241,0542	3,020951476
6.	ISM	33362,16292	26213,11794	115614,436	3,465435854
7.	„Niujorko“	450851,8938	399999,3553	1133096,42	2,513234257
8.	„Kamčiatkos“	311575,6964	228374,0375	979157,683	3,142599677
9.	„Kamčiatkos2“	515021,6005	336624,3095	1157279,96	2,24705131
10.	„Kamčiatkos3“	50406,71097	30121,42305	147775,456	2,931662332
11.	„Kamčiatkos4“	10644,06677	7003,325052	24401,1494	2,292464899
12.	VGTU CR rūmų	81046,10117	47907,98945	250196,001	3,087082509
13.	VGTU I rūmų	428061,2723	173892,8576	856458,039	2,000783752
14.	VGTU II rūmų	100656,5198	107154,2805	590708,699	5,868558739
15.	VGTU III rūmų	63507,52091	53206,44073	249448,788	3,927862152
16.	VGTU VI rūmų	1659,942402	1427,207601	4737,905	2,854258675
17.	VGTU VII rūmų	235749,724	248839,9445	952320,712	4,039541153

4 lentelė, tipinio ketvirtadienio magistralinių linijų užimtumo statistiniai parametrai

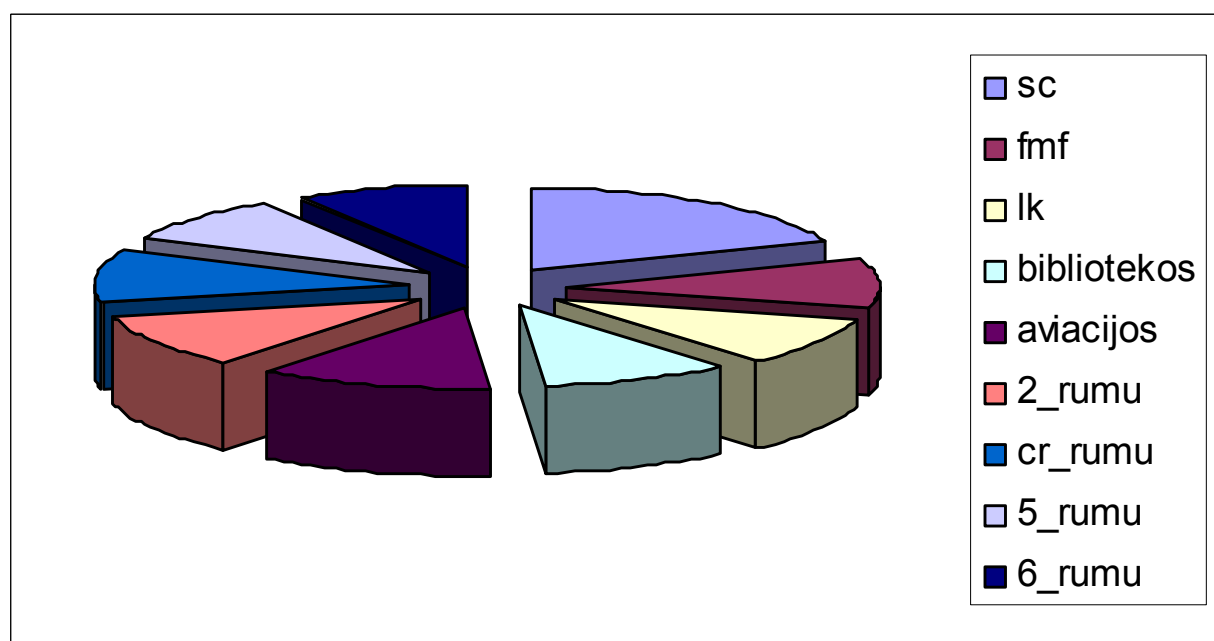
Eil. Nr.	Pavadinimas	M	S	Max	Max/M
1.	Geologijos instituto	132879,9249	188942,9371	847990,146	6,381627225
2.	Neigaliųjų sąjungos	84781,07148	190608,7328	669910,331	7,901649734
3.	Vatram	121927,8093	287214,1096	1109159,31	9,096852606

4.	ŠMM ITC	201169,7319	176467,491	791413,148	3,934056783
5.	Mickevičiaus bibliotekos	134261,0879	225753,9842	928573,429	6,916176861
6.	ISM	81869,753	167194,2528	737379,731	9,006741849
7.	„Niujorko“	473130,7153	318822,0206	1144366,19	2,418710425
8.	„Kamčiatkos“	273186,3775	193157,9245	979030,095	3,583744196
9.	„Kamciatkos2“	397148,9843	332496,9102	1122225,52	2,825704113
10.	„Kamciatkos3“	224218,5678	305429,1783	1105842,16	4,931982989
11.	„Kamciatkos4“	89125,26868	182816,1791	778832,973	8,738632543
12.	VGTU CR rūmų	178875,9872	241976,0627	1012766,06	5,66183351
13.	VGTU I rūmų	494126,4168	119747,907	766726,503	1,551680859
14.	VGTU II rūmų	210058,6794	274789,1623	1158574,82	5,515481768
15.	VGTU III rūmų	157323,4446	212276,2148	983457,363	6,25118122
16.	VGTU VI rūmų	66866,99709	232060,8483	1143849,79	17,10634303
17.	VGTU VII rūmų	370732,0134	280168,7802	1168721,63	3,152470214

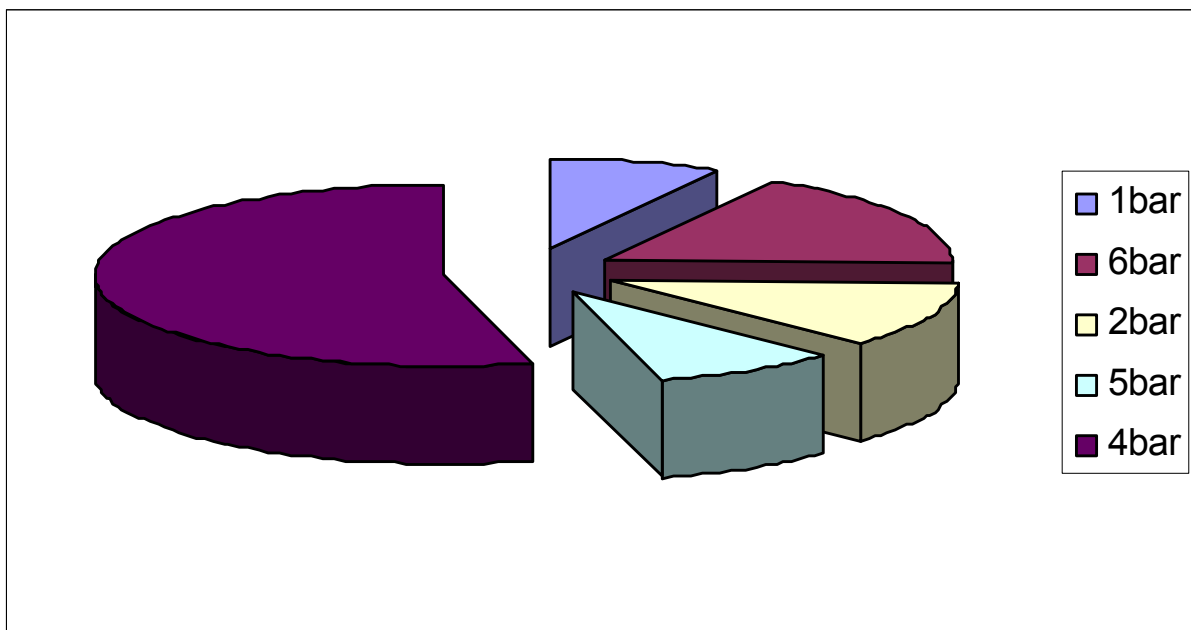
Matome, kad linijų į VGTU pirmuosius rūmus, bei į studentų miestelius užimtumas yra stabiliausias, tai parodo mažiausia pasiskirstymo dispersija ir mažiausias maksimumo ir vidurkio santykis.



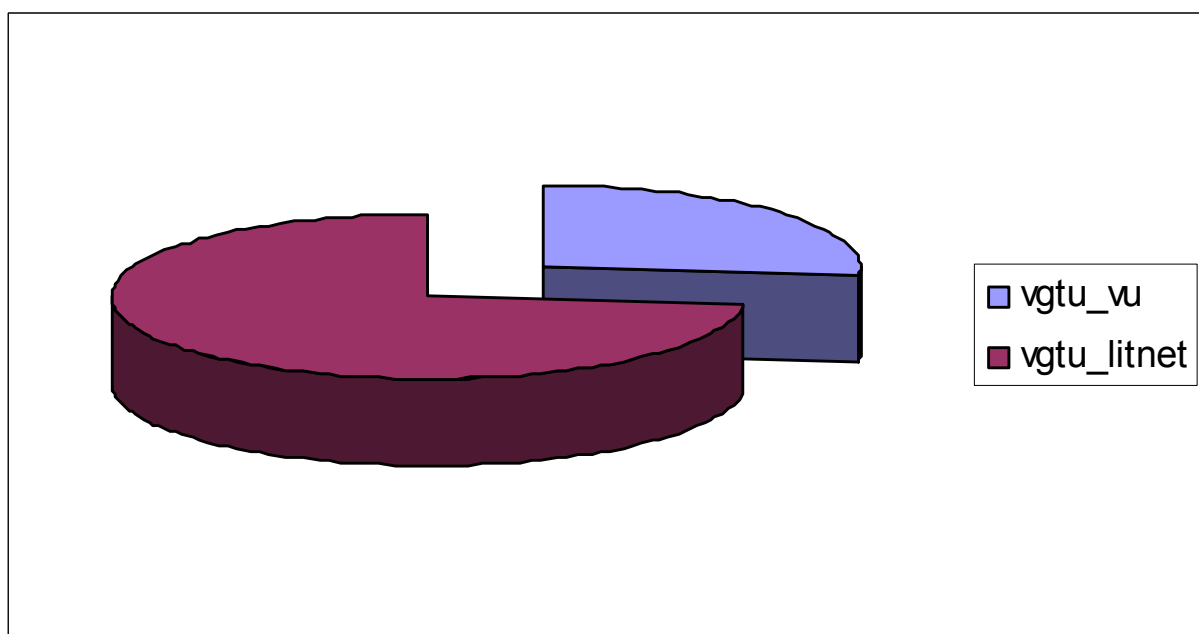
6.12 pav. Kitų LitNET organizacijų įjungtų į VGTU mazgą tinklo išteklių naudojimo palyginimas



6.13 pav. VGTU padalinių tinklo išteklių naudojimo palyginimas



6.14 pav. VGTU studentų bendrabučių tinklo išteklių naudojimo palyginimas



6.15 pav. LitNET išteklių naudojimo palyginimas

Atlikus magistralinių linijų analizę, matome, kad VGTU administracija labiausiai tinklu naudojasi 14-16 valandomis. Ši, viena „jautriausių“, linijų nėra labai užimta, pikinis užimtumas siekia 10-15% maksimalaus pralaidumo. Labai panaši situacija yra ir kituose padaliniuose. Didžiausias užimtumas yra studentiškųjų linijų i „Niujorko“ ir „Kamčiatkos“ studentų miestelius, čia pikinis

užimtumas siekia 95% maksimalaus pralaidumo, tai sąlygoja didelis studentų, besidominčių informacinėmis technologijomis skaičius ir turinčius asmeninius kompiuterius prijungtus prie bendro universiteto tinklo.

Iš palyginimo analizės matome, kad skaičiavimo centras, fundamentinių mokslų ir elektronikos fakultetas yra reikliausi informacijos vartotojai universitete. Kitų padalinių sukeliamas užimtumas yra mažesnis. Tai paaiškinama tuo, kad skaičiavimo centre sukoncentruotos visos pagrindinės tarnybinės stotys, todėl natūralu, kad ir tinklinių resursų čia reikia daugiausiai. Tarp studentų bendrabučių pirmauja 4-tas bendrabutis „Niujorko“ studentų miestelyje, kiti bendrabučiai, bei dėstytojų ir darbuotojų namų grupė, beveik vienodai naudoja tinklų resursus. Studentų bendrabučių linijų pralaidumas yra vienodas, studentų skaičius juose irgi panašus, visgi 4-tas bendrabutis (sauletekis.vtu.lt) yra labiausiai techniškai pažengęs kitų bendrabučių atžvilgiu, todėl ir tinklo suteiktų resursų įsisavina daugiausiai. Išėjimo linijų užimtumas irgi skirtingas, visgi ženkliai daugiau užimta linija į LitNETą, nei tiesiogiai jungianti VGTU ir VU. Abi šios linijos yra 1 Gbps spartos, todėl nėra pavojaus dėl jų pikinio užimtumo. Pastebimas užimtumo didėjimas linijoje iš VGTU SC į VU SC, tai sąlygoja Vilniaus universiteto studentų miestelių tinklinė plėtra, prognozuojama, kad dėl tarpusavio abiejų aukštųjų mokyklų studentų duomenų mainų, šios linijos užimtumas kitais metais pasivys ir aplenks linijos į LitNET užimtumą.

Matome, kad universiteto kompiuterinis tinklas tenkina visus pralaidumo reikalavimus. Visgi reikėtų modernizuoti (greitinti) linijas tarp didžiųjų studentų bendrabučių. Artimiausiu metu planuojama du bendrabučius „Niujorko“ studentų miestelyje sujungti 1 Gbps spartos linija. Planuojamas pagrindinių mazgų resursų perskirstymas: maršruto parinktuvą SSR-2000 perkeliama į skaičiavimo centrą, tuo padidinant pagrindinio mazgo galingumą, kurio pakankamai greitai reikės pilnai kompiuterizavus VGTU ir VU studentų bendrabučiams, kurių tarpusavio duomenų mainai šiuo metu yra dideli ir jie sparčiai didėja ir didės. Tai užtikrins stabilų ir patikimą universiteto informacinių sistemų darbą, bei kitų interneto paslaugų patikimą darbą.

7. Išvados

- Atlikta globalių tinklų apžvalga.
- Atlikta pagrindinių kompiuterių tinklų protokolų analizė.
- Atlikta SNMP protokolo, kaip pagrindinio tinklų valdymo ir statistinės informacijos ir tinklinių įrenginių surinkimo protokolo, analizė.
- Atlikta informacijos kompiuterių tinkluose maršruto parinkimo algoritmų analizė.
- Aptarta VGTU kompiuterių tinklų raida, nuo pat pirmųjų žingsnių iki vieno galingiausių šiuo metu LitNET mazgų Lietuvoje.
- Atlikta VGTU skaičiavimo centre naudojamos kompiuterių tinklų stebėsenos įrangos apžvalga.
- Padaryta pagrindinių VGTU kompiuterinių tinklų magistralinio ryšio linijų užimtumo analizė, nustatant tipinius darbo dienų užimtumus kiekvienai linijai. Rezultatai vaizduojami grafikais.
- Padaryta VGTU padalinių, studentų bendrabučių, kitų LitNET organizacijų, įjungtų į VGTU regioninį mazgą, lyginamoji kompiuterių tinklų išteklių naudojimosi analizė. Rezultatai vaizduojami skritulinėmis diagramomis.
- Vadovaujantis užimtumo dinamika, planuojamas labai užimtų linijų modernizavimas ir aparatūrinio potencialo išteklių perskirstymas.

LITERATŪRA

- A. Jarutis, R. Rindzevičius, R. Gedmantas. Apkrovos srautų žinybiniuose tinkluose statistinė analizė // Elektronika ir elektrotechnika. Kaunas: Technologija, 2002. Nr.4(39). P. 26-30.
- A. Jarutis, R. Rindzevičius. Skaitmeninė komutacija . Kaunas: Technologija, 2002. 289 p.
- R. Rindzevičius. Informacijos srautų paskirstymo teorija. Kaunas: Technologija, 1997. 204 p.
- Traffic intensity measurement principles. Recommendation E.500. ITU-T, 1998.
- Mischa Schwartz. Telecommunication Networks: Protocols, Modeling and Analysis // California: Addison - Wesley Publishing Company, 1998. 7 - 49 p.
- Traffic measurement and evaluation Recommendation E.490. ITU-T, 1992.
- Estimation of traffic Offered in the network. Recommendation E.501. ITU-T, 1997.
- Traffic measurement by destination. Recommendation E.491. ITU-T, 1997.
- Traffic measurement data analysis. Recommendation E.503. ITU-T, 1992.
- [RFC rekomendacijų aprašymas. \[Prieiga per internetą\] http://www.rfc-editor.org](http://www.rfc-editor.org)
- [Naudingi SNMP MIB objektai. \[Prieiga per internetą\] http://www.opennet.ru/base/net/cisco_snmp.txt.html](http://www.opennet.ru/base/net/cisco_snmp.txt.html)
- [Viena populiariausių atviro kodo duomenų bazių valdymo sistema, \[Prieiga per internetą\] http://www.mysql.org](http://www.mysql.org)

PRIEDAI



VILNIAUS GEDIMINO TECHNIKOS UNIVERSITETAS

SKAIČIAVIMO CENTRAS

Kodas 1195024, Saulėtekio al. 11, LT-2040 Vilnius, tel./faks. (8 ~ 22) 30 03 88,
El. p. sc-uni@sc.vtu.lt <http://www.vtu.lt/sc>

Magistranto Mindaugo Štaro įdiegta ir prižiūrima tinklų stebėjimo sistema labai palengvina VGTU kompiuterių tinklo valdymo procesą. Sistemos atliekama analizė leidžia nustatyti silpnąsias tinklo grandis, pagrindinės aparatūros užimtumo dinamiką ir tinklo išteklių panaudojimo didėjimą. Tai leidžia numatyti tinklo plėtrą ir reikalingus atnaujinimus. Naudojama duomenų gavimo metodika ir gauti rezultatai leidžia atlikti tolesnius tyrimus, tinklo topologijos modeliavimą ir tinklo užimtumo ir statistikos smulkesnę analizę.

SC sukurtos ir įdiegtos universalios sistemos, imančios duomenis apie perduotą duomenų kiekį iš maršruto parinktųjų ir kitos aparatūros, saugo juos kaupykloje, ir atsiradus poreikiui generuoja ataskaitas. Šių sistemų stabili veikla leidžia kontroliuoti tinklų užimtumą, išaiškinti vietas kur tinklo pralaidumo poreikis yra didesnis ir atitinkamai padidinti magistralių greičius. Taip pat šių sistemų kombinacija palengvina aparatūros sutrikimo, neteisėtų duomenų perdavimo, virusų aktyvumo bei spamo siuntėjų aptikimą ir atakos šaltinių išaiškinimą reaguojant į incidentus.

SC Direktorius

doc. dr. R. Kutas

ANALIZUOJAMOS ŽURNALINĖS BYLOS PAVYZDYS

[28-Apr-2004 06:00:04] Starting collector: Cricket version 1.0.3 (2001-11-06)

[28-Apr-2004 06:00:04] Retrieved data for geologai (3): 289476094,1708670902,17919779,28,2030903876,1903545854

[28-Apr-2004 06:00:04] Retrieved data for sajunga (4): 3678412399,3973229817,8,0,79411413,70553905

[28-Apr-2004 06:00:04] Retrieved data for vatram (4): 2199946459,4169387878,292365,15267663,206165139,187588021

[28-Apr-2004 06:00:04] Retrieved data for itc (14): 1457607768,2914493410,0,0,858903364,717241519

[28-Apr-2004 06:00:04] Retrieved data for amb (17): 3070246143,4156742822,0,0,377125185,341337120

[28-Apr-2004 06:00:04] Retrieved data for ism (18): 1744286794,3812061556,2,0,192130916,191569116

[28-Apr-2004 06:00:04] Retrieved data for bibliotekos (7): 3427011825,1319927285

[28-Apr-2004 06:00:04] Retrieved data for aviacijos (11): 1291597052,1664545339

[28-Apr-2004 06:00:04] Retrieved data for vgtu_vu (14): 2815574183,3888985311

[28-Apr-2004 06:00:04] Retrieved data for vgtu_litnet (15): 3702297163,2157411127

[28-Apr-2004 06:00:04] Retrieved data for traku (2): 3673862735,34741096,59,0,548911596,600624716

[28-Apr-2004 06:00:04] Retrieved data for amb (17): 3070246143,4156742822,0,0,377125185,341337120

[28-Apr-2004 06:00:05] Retrieved data for ism (18): 1744286794,3812061556,2,0,192130916,191569116

[28-Apr-2004 06:00:05] Retrieved data for kamciatkos (1): 4102041710,208298735,0,0,134748063,93100215

[28-Apr-2004 06:00:05] Retrieved data for kamciatkos2 (2): 3206187691,854537011,0,0,32679759,48385110

[28-Apr-2004 06:00:05] Retrieved data for kamciatkos3 (4): 3205145844,674453711,0,0,8473416,7469524

[28-Apr-2004 06:00:05] Retrieved data for kamciatkos4 (6): 2392832316,1869838885,0,0,3068878,2751831

[28-Apr-2004 06:00:05] Retrieved data for gb_bas (17): 4050730603,3351021220,3,0,69177659,487703684

[28-Apr-2004 06:00:05] Retrieved data for naugarduko (15): 624575900,426592028,0,0,2881450180,2629665258

[28-Apr-2004 06:00:05] Retrieved data for vatram (4): 2199946459,4169387878,292365,15267663,206165139,187588021

[28-Apr-2004 06:00:05] Retrieved data for cr (24): 2735115,2656802178,0,0,88703467,115078461

[28-Apr-2004 06:00:05] Retrieved data for 2r (24): 3324535098,2818532361,0,0,2596435398,2630997544

[28-Apr-2004 06:00:05] Retrieved data for plytines (26): 819635793,2905212497,1,0,255159929,295178028

[28-Apr-2004 06:00:05] Retrieved data for geologai (3): 289476094,1708670962,17919779,28,2030903876,1903545855

[28-Apr-2004 06:00:05] Retrieved data for neigalieji (4): 3678412399,3973229817,8,0,79411413,70553905

[28-Apr-2004 06:00:05] Retrieved data for traku_cisco (1): 158878145,81287371

[28-Apr-2004 06:00:05] Retrieved data for traku_cisco (2): 3673862735,34741096

[28-Apr-2004 06:00:05] Retrieved data for traku_cisco (3): 1433513229,1445366479

[28-Apr-2004 06:00:05] Retrieved data for traku_cisco (4): 11962462,292481455

[28-Apr-2004 06:00:05] Retrieved data for traku_cisco (5): 141186295,1046482760

[28-Apr-2004 06:00:05] Retrieved data for traku_cisco (6): 257677913,897531699

[28-Apr-2004 06:00:05] Retrieved data for traku_cisco (7): 34039208,329229629

[28-Apr-2004 06:00:05] Retrieved data for traku_cisco (8): 64,453

[28-Apr-2004 06:00:05] Retrieved data for traku_cisco (9): 93421250,661430659

[28-Apr-2004 06:00:05] Retrieved data for traku_cisco (10): 65333489,353657895

[28-Apr-2004 06:00:05] Retrieved data for traku_cisco (11): 64,64

[28-Apr-2004 06:00:05] Retrieved data for traku_cisco (12): 387905866,327226944

[28-Apr-2004 06:00:05] Retrieved data for traku_cisco (13): 1329695578,1140184047

[28-Apr-2004 06:00:05] Retrieved data for traku_cisco (14): 5515773,65916001

[28-Apr-2004 06:00:05] Retrieved data for traku_cisco (15): 392557896,575843749

[28-Apr-2004 06:00:05] Retrieved data for traku_cisco (16): 241812884,580735010

[28-Apr-2004 06:00:05] Retrieved data for traku_cisco (17): 3070246143,4156742822

[28-Apr-2004 06:00:05] Retrieved data for traku_cisco (18): 1744286794,3812061556

[28-Apr-2004 06:00:05] Retrieved data for traku_cisco (19): 64,128

[28-Apr-2004 06:00:05] Retrieved data for traku_cisco (20): 64,128

[28-Apr-2004 06:00:05] Retrieved data for traku_cisco (21): 64,64

[28-Apr-2004 06:00:05] Retrieved data for traku_cisco (22): 7753950,133441903

[28-Apr-2004 06:00:05] Retrieved data for traku_cisco (23): 997671,22590968

[28-Apr-2004 06:00:05] Retrieved data for traku_cisco (24): 64,64

[28-Apr-2004 06:00:05] Retrieved data for sc_cisco (1): 579386858,2537702398

[28-Apr-2004 06:00:06] Retrieved data for sc_cisco (2): 0,0

[28-Apr-2004 06:00:06] Retrieved data for sc_cisco (3): 11776,177072468

[28-Apr-2004 06:00:06] Retrieved data for sc_cisco (4): 0,177063768

[28-Apr-2004 06:00:06] Retrieved data for sc_cisco (5): 0,0
[28-Apr-2004 06:00:06] Retrieved data for sc_cisco (6): 0,0
[28-Apr-2004 06:00:06] Retrieved data for sc_cisco (7): 0,0
[28-Apr-2004 06:00:06] Retrieved data for sc_cisco (8): 0,0
[28-Apr-2004 06:00:06] Retrieved data for sc_cisco (9): 0,0
[28-Apr-2004 06:00:06] Retrieved data for sc_cisco (10): 2365705342,1672097588
[28-Apr-2004 06:00:06] Retrieved data for sc_cisco (11): 94357409,622195367
[28-Apr-2004 06:00:06] Retrieved data for sc_cisco (12): 70231311,915988818
[28-Apr-2004 06:00:06] Retrieved data for sc_cisco (13): 1087656205,4023952415
[28-Apr-2004 06:00:06] Retrieved data for sc_cisco (14): 2354841877,3056665459
[28-Apr-2004 06:00:06] Retrieved data for sc_cisco (15): 2467170772,1039058333
[28-Apr-2004 06:00:06] Retrieved data for sc_cisco (16): 911699383,760880896
[28-Apr-2004 06:00:06] Retrieved data for sc_cisco (17): 3875039150,3497865960
[28-Apr-2004 06:00:06] Retrieved data for sc_cisco (18): 3223329835,1270279051
[28-Apr-2004 06:00:07] Retrieved data for sc_cisco (19): 0,0
[28-Apr-2004 06:00:07] Retrieved data for sc_cisco (20): 3277691148,2821123000
[28-Apr-2004 06:00:07] Retrieved data for sc_cisco (21): 4116774020,1185525029
[28-Apr-2004 06:00:07] Retrieved data for sc_cisco (22): 2822698301,2511628010
[28-Apr-2004 06:00:07] Retrieved data for sc_cisco (23): 3291846368,2236518347
[28-Apr-2004 06:00:07] Retrieved data for sc_cisco (24): 1638037948,1765592078
[28-Apr-2004 06:00:07] Retrieved data for sc_cisco (25): 2504204274,676653176
[28-Apr-2004 06:00:07] Retrieved data for sc_cisco (26): 34737485,556629407
[28-Apr-2004 06:00:07] Retrieved data for sc_cisco (27): 2462197600,975629925
[28-Apr-2004 06:00:07] Retrieved data for sc_cisco (28): 641540921,1199997294
[28-Apr-2004 06:00:07] Retrieved data for sc_cisco (29): 4241088174,1355519191
[28-Apr-2004 06:00:07] Retrieved data for sc_cisco (30): 1122981996,197031428
[28-Apr-2004 06:00:07] Retrieved data for sc_cisco (31): 1232813350,1757975240
[28-Apr-2004 06:00:07] Retrieved data for sc_cisco (32): 1550462810,276864187
[28-Apr-2004 06:00:07] Retrieved data for sc_cisco (33): 3413444330,494155409
[28-Apr-2004 06:00:07] Retrieved data for sc_cisco (34): 1250354005,1425975723
[28-Apr-2004 06:00:07] Retrieved data for sc_cisco (35): 4260657604,3824679765
[28-Apr-2004 06:00:07] Retrieved data for sc_cisco (36): 4042949771,1872480324
[28-Apr-2004 06:00:07] Retrieved data for sc_cisco (37): 4155645029,1435266943
[28-Apr-2004 06:00:07] Retrieved data for sc_cisco (38): 1119135750,96830732
[28-Apr-2004 06:00:07] Retrieved data for sc_cisco (39): 2080148978,2854230142
[28-Apr-2004 06:00:07] Retrieved data for sc_cisco (40): 3839108377,104966641
[28-Apr-2004 06:00:07] Retrieved data for sc_cisco (41): 233827902,2147509179
[28-Apr-2004 06:00:07] Retrieved data for sc_cisco (42): 300580712,2264793609
[28-Apr-2004 06:00:07] Retrieved data for sc_cisco (43): 783609,3560161354
[28-Apr-2004 06:00:07] Retrieved data for sc_cisco (44): 2406184674,2990149627
[28-Apr-2004 06:00:07] Retrieved data for sc_cisco (45): 74180599,3218062659
[28-Apr-2004 06:00:07] Retrieved data for sc_cisco (46): 0,0
[28-Apr-2004 06:00:08] Retrieved data for sc_cisco (47): 0,0
[28-Apr-2004 06:00:08] Retrieved data for sc_cisco (48): 0,0
[28-Apr-2004 06:00:08] Retrieved data for plytines_cisco (1): 3969658903,3695940635
[28-Apr-2004 06:00:08] Retrieved data for plytines_cisco (2): 700120957,4160486059
[28-Apr-2004 06:00:08] Retrieved data for plytines_cisco (3): 1085693025,653136634
[28-Apr-2004 06:00:08] Retrieved data for plytines_cisco (4): 81265078,1868195765
[28-Apr-2004 06:00:08] Retrieved data for plytines_cisco (5): 2927598241,97427490
[28-Apr-2004 06:00:08] Retrieved data for plytines_cisco (6): 22367391,269689544
[28-Apr-2004 06:00:08] Retrieved data for plytines_cisco (7): 1115026910,2942437175
[28-Apr-2004 06:00:08] Retrieved data for plytines_cisco (8): 0,261994962
[28-Apr-2004 06:00:08] Retrieved data for plytines_cisco (9): 545050497,3302473092
[28-Apr-2004 06:00:08] Retrieved data for plytines_cisco (10): 489853,23682525
[28-Apr-2004 06:00:08] Retrieved data for plytines_cisco (11): 0,380
[28-Apr-2004 06:00:08] Retrieved data for plytines_cisco (12): 30816229,1227817283
[28-Apr-2004 06:00:08] Retrieved data for plytines_cisco (13): 0,0
[28-Apr-2004 06:00:08] Retrieved data for plytines_cisco (14): 14205,89220

[28-Apr-2004 06:00:08] Retrieved data for plytines_cisco (15): 51543,177474
[28-Apr-2004 06:00:08] Retrieved data for plytines_cisco (16): 0,0
[28-Apr-2004 06:00:08] Retrieved data for plytines_cisco (17): 0,0
[28-Apr-2004 06:00:08] Retrieved data for plytines_cisco (18): 1600163236,617287586
[28-Apr-2004 06:00:08] Retrieved data for plytines_cisco (19): 32099796,250635163
[28-Apr-2004 06:00:08] Retrieved data for plytines_cisco (20): 40708,273388
[28-Apr-2004 06:00:08] Retrieved data for plytines_cisco (21): 1119,5930
[28-Apr-2004 06:00:08] Retrieved data for plytines_cisco (22): 378969,11784007
[28-Apr-2004 06:00:08] Retrieved data for plytines_cisco (23): 2069,2766
[28-Apr-2004 06:00:08] Retrieved data for plytines_cisco (24): 2615281617,2844004519
[28-Apr-2004 06:00:08] Retrieved data for plytines_cisco (25): 0,2385524581
[28-Apr-2004 06:00:08] Retrieved data for plytines_cisco (26): 819639092,2905216127
[28-Apr-2004 06:00:08] Retrieved data for plytines_cisco (27): 0,0
[28-Apr-2004 06:00:08] Retrieved data for kamciatkos_cisco (1): 4102219277,208391496
[28-Apr-2004 06:00:08] Retrieved data for kamciatkos_cisco (2): 3206194011,854593654
[28-Apr-2004 06:00:08] Retrieved data for kamciatkos_cisco (3): 64,64
[28-Apr-2004 06:00:09] Retrieved data for kamciatkos_cisco (4): 3205248403,674472379
[28-Apr-2004 06:00:09] Retrieved data for kamciatkos_cisco (5): 64,64
[28-Apr-2004 06:00:09] Retrieved data for kamciatkos_cisco (6): 2392832572,1869842465
[28-Apr-2004 06:00:09] Retrieved data for kamciatkos_cisco (7): 64,64
[28-Apr-2004 06:00:09] Retrieved data for kamciatkos_cisco (8): 3801359094,4105129003
[28-Apr-2004 06:00:09] Retrieved data for kamciatkos_cisco (9): 64,64
[28-Apr-2004 06:00:09] Retrieved data for kamciatkos_cisco (10): 4887289,99999702
[28-Apr-2004 06:00:09] Retrieved data for kamciatkos_cisco (11): 34686680,1771599782
[28-Apr-2004 06:00:09] Retrieved data for kamciatkos_cisco (12): 64,64
[28-Apr-2004 06:00:09] Retrieved data for kamciatkos_cisco (13): 64,64
[28-Apr-2004 06:00:09] Retrieved data for kamciatkos_cisco (14): 64,64
[28-Apr-2004 06:00:09] Retrieved data for kamciatkos_cisco (15): 4116601579,3914940203
[28-Apr-2004 06:00:09] Retrieved data for kamciatkos_cisco (16): 2120370335,671446604
[28-Apr-2004 06:00:09] Retrieved data for kamciatkos_cisco (17): 64,64
[28-Apr-2004 06:00:09] Retrieved data for kamciatkos_cisco (18): 64,64
[28-Apr-2004 06:00:09] Retrieved data for kamciatkos_cisco (19): 64,64
[28-Apr-2004 06:00:09] Retrieved data for kamciatkos_cisco (20): 64,64
[28-Apr-2004 06:00:09] Retrieved data for kamciatkos_cisco (21): 64,64
[28-Apr-2004 06:00:09] Retrieved data for kamciatkos_cisco (22): 64,64
[28-Apr-2004 06:00:09] Retrieved data for kamciatkos_cisco (23): 64,64
[28-Apr-2004 06:00:09] Retrieved data for kamciatkos_cisco (24): 160982139,699487606
[28-Apr-2004 06:00:09] Retrieved data for naugarduko_cisco (1): 1532666988,232679779
[28-Apr-2004 06:00:09] Retrieved data for naugarduko_cisco (2): 2539354470,779052214
[28-Apr-2004 06:00:09] Retrieved data for naugarduko_cisco (3): 289609580,1708738307
[28-Apr-2004 06:00:09] Retrieved data for naugarduko_cisco (4): 3678412399,3973230009
[28-Apr-2004 06:00:09] Retrieved data for naugarduko_cisco (5): 476245501,2231455741
[28-Apr-2004 06:00:09] Retrieved data for naugarduko_cisco (6): 989948745,2971441536
[28-Apr-2004 06:00:09] Retrieved data for naugarduko_cisco (7): 1552231621,2711328203
[28-Apr-2004 06:00:09] Retrieved data for naugarduko_cisco (8): 460911868,1975766609
[28-Apr-2004 06:00:09] Retrieved data for naugarduko_cisco (9): 1419602907,3684107332
[28-Apr-2004 06:00:09] Retrieved data for naugarduko_cisco (10): 3037144741,3678383253
[28-Apr-2004 06:00:09] Retrieved data for naugarduko_cisco (11): 3088218186,664515883
[28-Apr-2004 06:00:09] Retrieved data for naugarduko_cisco (12): 115578983,4191996627
[28-Apr-2004 06:00:09] Retrieved data for naugarduko_cisco (13): 2980446939,1331110607
[28-Apr-2004 06:00:09] Retrieved data for naugarduko_cisco (14): 5737191,16140343
[28-Apr-2004 06:00:09] Retrieved data for naugarduko_cisco (15): 2995552607,3065349484
[28-Apr-2004 06:00:09] Retrieved data for naugarduko_cisco (16): 384015396,2311117389
[28-Apr-2004 06:00:09] Retrieved data for naugarduko_cisco (17): 463330274,2365050840
[28-Apr-2004 06:00:09] Retrieved data for naugarduko_cisco (18): 64,2164076932
[28-Apr-2004 06:00:09] Retrieved data for naugarduko_cisco (19): 903053814,3288484883
[28-Apr-2004 06:00:09] Retrieved data for naugarduko_cisco (20): 3295469771,1015831594
[28-Apr-2004 06:00:09] Retrieved data for naugarduko_cisco (21): 459075051,933646534

[28-Apr-2004 06:00:09] Retrieved data for naugarduko_cisco (22): 506331586,970818257

[28-Apr-2004 06:00:09] Retrieved data for naugarduko_cisco (23): 29194207,2165658283

[28-Apr-2004 06:00:09] Retrieved data for naugarduko_cisco (24): 1557766238,1277877883

[28-Apr-2004 06:00:09] Retrieved data for cr_cisco (1): 2676458446,1068844909

[28-Apr-2004 06:00:09] Retrieved data for cr_cisco (2): 4004789666,1742386536

[28-Apr-2004 06:00:09] Retrieved data for cr_cisco (3): 31004464,314413359

[28-Apr-2004 06:00:09] Retrieved data for cr_cisco (4): 64,64

[28-Apr-2004 06:00:09] Retrieved data for cr_cisco (5): 709066322,956384587

[28-Apr-2004 06:00:09] Retrieved data for cr_cisco (6): 1027050235,2201836261

[28-Apr-2004 06:00:09] Retrieved data for cr_cisco (7): 741541274,1937830616

[28-Apr-2004 06:00:09] Retrieved data for cr_cisco (8): 2945674249,3641073884

[28-Apr-2004 06:00:09] Retrieved data for cr_cisco (9): 257880581,1999722295

[28-Apr-2004 06:00:09] Retrieved data for cr_cisco (10): 64,64

[28-Apr-2004 06:00:10] Retrieved data for cr_cisco (11): 2797211374,3482075539

[28-Apr-2004 06:00:10] Retrieved data for cr_cisco (12): 5905836,428147490

[28-Apr-2004 06:00:10] Retrieved data for cr_cisco (13): 676898801,3699085353

[28-Apr-2004 06:00:10] Retrieved data for cr_cisco (14): 64,64

[28-Apr-2004 06:00:10] Retrieved data for cr_cisco (15): 64,64

[28-Apr-2004 06:00:10] Retrieved data for cr_cisco (16): 64,64

[28-Apr-2004 06:00:10] Retrieved data for cr_cisco (17): 64,64

[28-Apr-2004 06:00:10] Retrieved data for cr_cisco (18): 7412101,576155763

[28-Apr-2004 06:00:10] Retrieved data for cr_cisco (19): 54635009,701852009

[28-Apr-2004 06:00:10] Retrieved data for cr_cisco (20): 9585,163090894

[28-Apr-2004 06:00:10] Retrieved data for cr_cisco (21): 9111852,306203472

[28-Apr-2004 06:00:10] Retrieved data for cr_cisco (22): 64,64

[28-Apr-2004 06:00:10] Retrieved data for cr_cisco (23): 64,64

[28-Apr-2004 06:00:10] Retrieved data for cr_cisco (24): 2771309,2657462189

[28-Apr-2004 06:00:10] Retrieved data for sauletekio_cisco (1): 2639176392,2347984926

[28-Apr-2004 06:00:10] Retrieved data for sauletekio_cisco (2): 3650975784,461639575

[28-Apr-2004 06:00:10] Retrieved data for sauletekio_cisco (3): 130387066,2512590510

[28-Apr-2004 06:00:10] Retrieved data for sauletekio_cisco (4): 1672150793,3103090787

[28-Apr-2004 06:00:10] Retrieved data for sauletekio_cisco (5): 4188719137,3178784804

[28-Apr-2004 06:00:10] Retrieved data for sauletekio_cisco (6): 1534972666,2557393205

[28-Apr-2004 06:00:10] Retrieved data for sauletekio_cisco (7): 2268766264,877175184

[28-Apr-2004 06:00:10] Retrieved data for sauletekio_cisco (8): 2880081646,1294167818

[28-Apr-2004 06:00:10] Retrieved data for sauletekio_cisco (9): 1924880614,1835471251

[28-Apr-2004 06:00:10] Retrieved data for sauletekio_cisco (10): 3303416258,386081658

[28-Apr-2004 06:00:10] Retrieved data for sauletekio_cisco (11): 2467291710,1791401296

[28-Apr-2004 06:00:10] Retrieved data for sauletekio_cisco (12): 4059328842,846634164

[28-Apr-2004 06:00:10] Retrieved data for sauletekio_cisco (13): 11941522,373803362

[28-Apr-2004 06:00:10] Retrieved data for sauletekio_cisco (14): 468867751,1341018969

[28-Apr-2004 06:00:10] Retrieved data for sauletekio_cisco (15): 1338623739,2288118129

[28-Apr-2004 06:00:10] Retrieved data for sauletekio_cisco (16): 195300427,3221946860

[28-Apr-2004 06:00:10] Retrieved data for sauletekio_cisco (17): 64,64

[28-Apr-2004 06:00:10] Retrieved data for sauletekio_cisco (18): 133816871,1205843247

[28-Apr-2004 06:00:10] Retrieved data for sauletekio_cisco (19): 468135642,2427593049

[28-Apr-2004 06:00:10] Retrieved data for sauletekio_cisco (20): 2901093436,950765896

[28-Apr-2004 06:00:10] Retrieved data for sauletekio_cisco (21): 4237109579,159212366

[28-Apr-2004 06:00:10] Retrieved data for sauletekio_cisco (22): 2692989522,813239281

[28-Apr-2004 06:00:10] Retrieved data for sauletekio_cisco (23): 794351830,2157086288

[28-Apr-2004 06:00:10] Retrieved data for sauletekio_cisco (24): 602201761,3254125893

[28-Apr-2004 06:00:10] Retrieved data for 2r_cisco (1): 2586406413,2951535692

[28-Apr-2004 06:00:10] Retrieved data for 2r_cisco (2): 64,64

[28-Apr-2004 06:00:10] Retrieved data for 2r_cisco (3): 2062675707,2240895704

[28-Apr-2004 06:00:10] Retrieved data for 2r_cisco (4): 2996597301,65656943

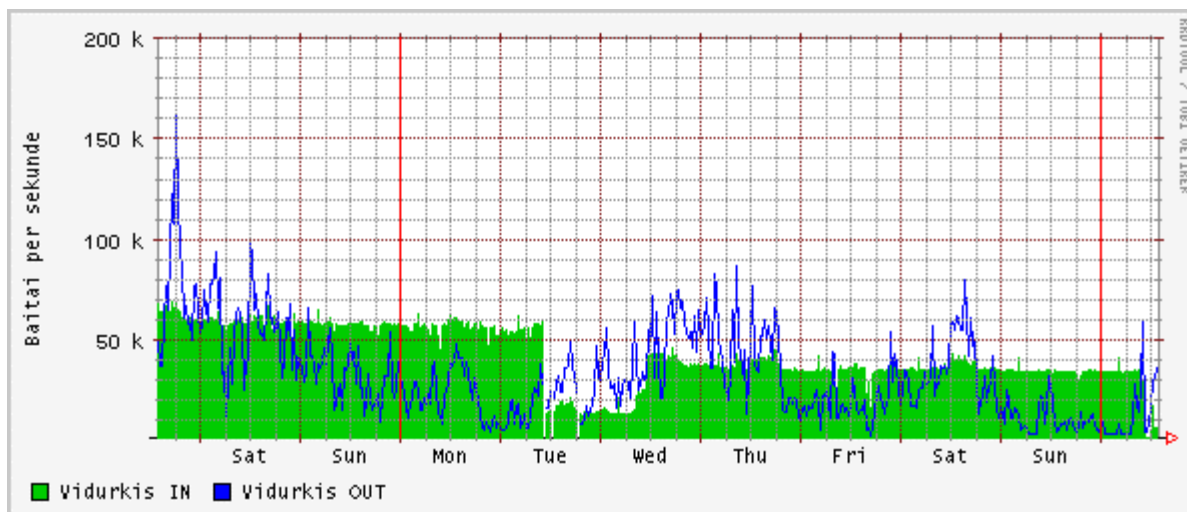
[28-Apr-2004 06:00:10] Retrieved data for 2r_cisco (5): 64,64

[28-Apr-2004 06:00:10] Retrieved data for 2r_cisco (6): 3441316494,1592063551

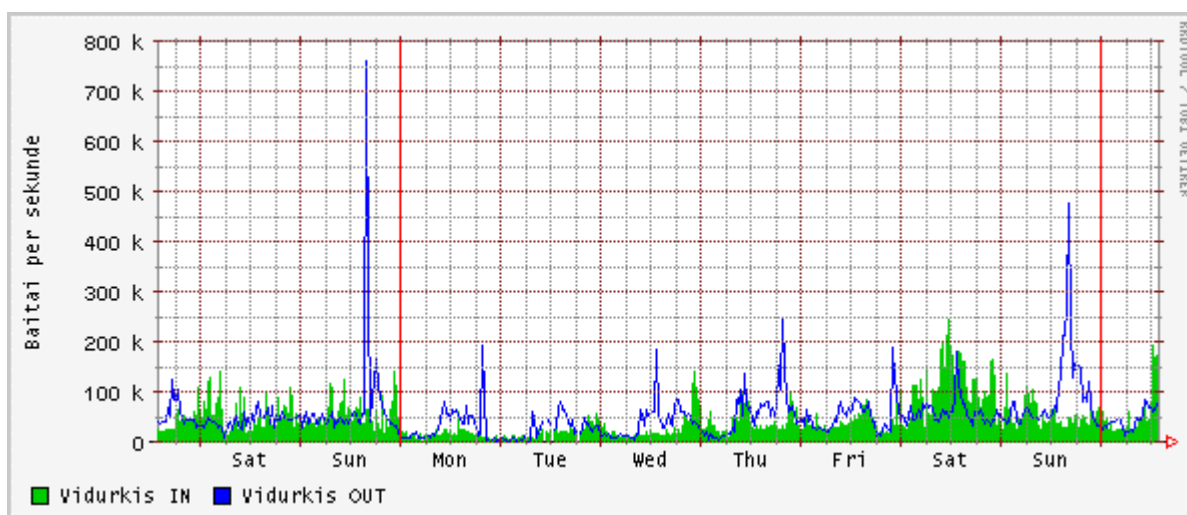
[28-Apr-2004 06:00:10] Retrieved data for 2r_cisco (7): 1433159705,2872647182

[28-Apr-2004 06:00:10] Retrieved data for 2r_cisco (8): 64,64
[28-Apr-2004 06:00:10] Retrieved data for 2r_cisco (9): 2671662077,3686809671
[28-Apr-2004 06:00:10] Retrieved data for 2r_cisco (10): 1223623981,722321852
[28-Apr-2004 06:00:10] Retrieved data for 2r_cisco (11): 64,64
[28-Apr-2004 06:00:10] Retrieved data for 2r_cisco (12): 64,64
[28-Apr-2004 06:00:10] Retrieved data for 2r_cisco (13): 64,64
[28-Apr-2004 06:00:10] Retrieved data for 2r_cisco (14): 64,64
[28-Apr-2004 06:00:10] Retrieved data for 2r_cisco (15): 64,64
[28-Apr-2004 06:00:10] Retrieved data for 2r_cisco (16): 64,64
[28-Apr-2004 06:00:10] Retrieved data for 2r_cisco (17): 64,64
[28-Apr-2004 06:00:10] Retrieved data for 2r_cisco (18): 64,64
[28-Apr-2004 06:00:10] Retrieved data for 2r_cisco (19): 64,64
[28-Apr-2004 06:00:10] Retrieved data for 2r_cisco (20): 64,64
[28-Apr-2004 06:00:10] Retrieved data for 2r_cisco (21): 64,64
[28-Apr-2004 06:00:10] Retrieved data for 2r_cisco (22): 64,64
[28-Apr-2004 06:00:10] Retrieved data for 2r_cisco (23): 64,64
[28-Apr-2004 06:00:10] Retrieved data for 2r_cisco (24): 3324629904,2818688319
[28-Apr-2004 06:00:10] Retrieved data for vtu-gw.vtu.lt (:): 3,11,9664168,99626856
[28-Apr-2004 06:00:11] Retrieved data for sc-tel.vtu.lt (:): 12,12,1013888,2880376
[28-Apr-2004 06:00:11] Retrieved data for bas-tel.vtu.lt (:): 10,10,774416,3119772
[28-Apr-2004 06:00:12] Retrieved data for sc (3): 657655769,3312340298
[28-Apr-2004 06:00:12] Retrieved data for fmf (5): 3397740169,722844923
[28-Apr-2004 06:00:12] Retrieved data for lk (6): 1848056664,4079603313
[28-Apr-2004 06:00:12] Retrieved data for bibliotekos (7): 3427013821,1319927371
[28-Apr-2004 06:00:12] Retrieved data for 2_rumu (9): 4014287031,123123391
[28-Apr-2004 06:00:12] Retrieved data for cr_rumu (10): 1496062330,3920671516
[28-Apr-2004 06:00:12] Retrieved data for 5_rumu (11): 1291599410,1664545339
[28-Apr-2004 06:00:12] Retrieved data for 6_rumu (12): 1644746075,1449156306
[28-Apr-2004 06:00:12] Retrieved data for 1_rumu (30): 540184537,2412733721
[28-Apr-2004 06:00:12] Retrieved data for 3_rumu (32): 718642087,2483368959
[28-Apr-2004 06:00:12] Retrieved data for 7_rumu (33): 625962202,427573868
[28-Apr-2004 06:00:12] Retrieved data for studentu (8): 628428530,4268086687
[28-Apr-2004 06:00:12] Retrieved data for 1bar (2): 3206201370,854650336,0,0,32679926,48385207
[28-Apr-2004 06:00:12] Retrieved data for 6bar (4): 3205324056,674488898,0,0,8473619,7469685
[28-Apr-2004 06:00:12] Retrieved data for 2bar (6): 2392832764,1869845917,0,0,3068885,2751839
[28-Apr-2004 06:00:12] Retrieved data for 5bar (8): 3801368247,4105320582,0,0,47940961,75063934
[28-Apr-2004 06:00:12] Retrieved data for 4bar (23): 794352005,2157086626,0,0,892746813,650642343
[28-Apr-2004 06:00:12] Processed 264 targets in 8 seconds.

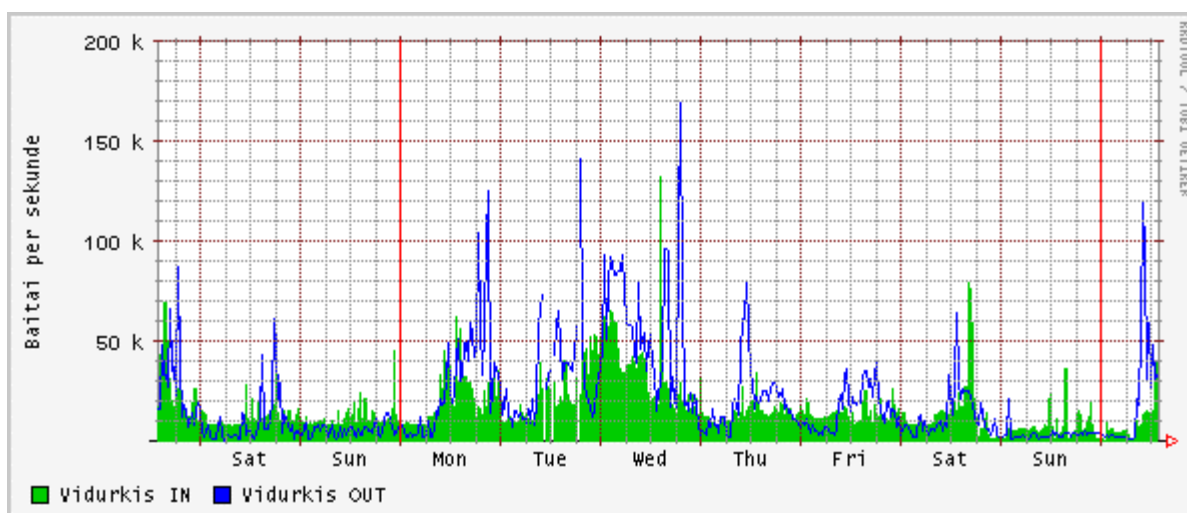
VISŲ VGTU MAGISTRALINIŲ LINIJŲ UŽIMTUMO SAVAITINIAI GRAFIKAI



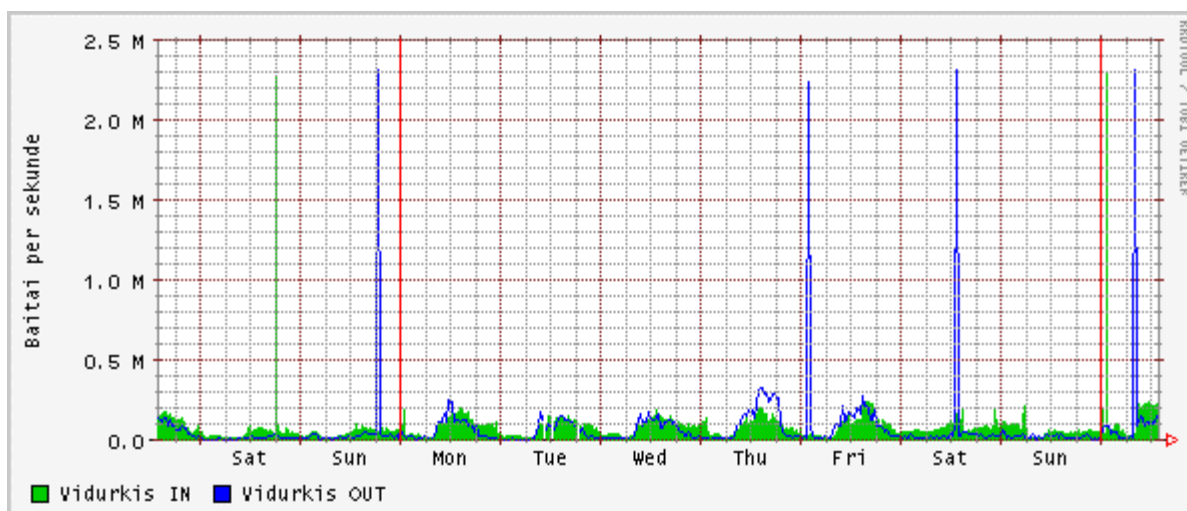
1 pav. Linijos į Adomo Mickevičiaus biblioteką savaitinis užimtumas



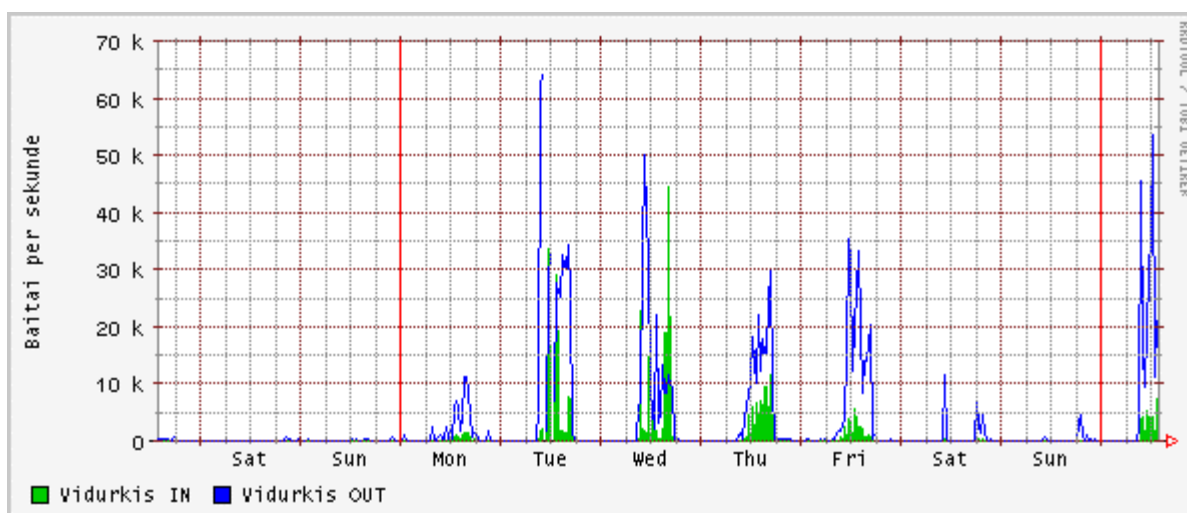
2 pav. Linijos į Geologijos institutą savaitinis užimtumas



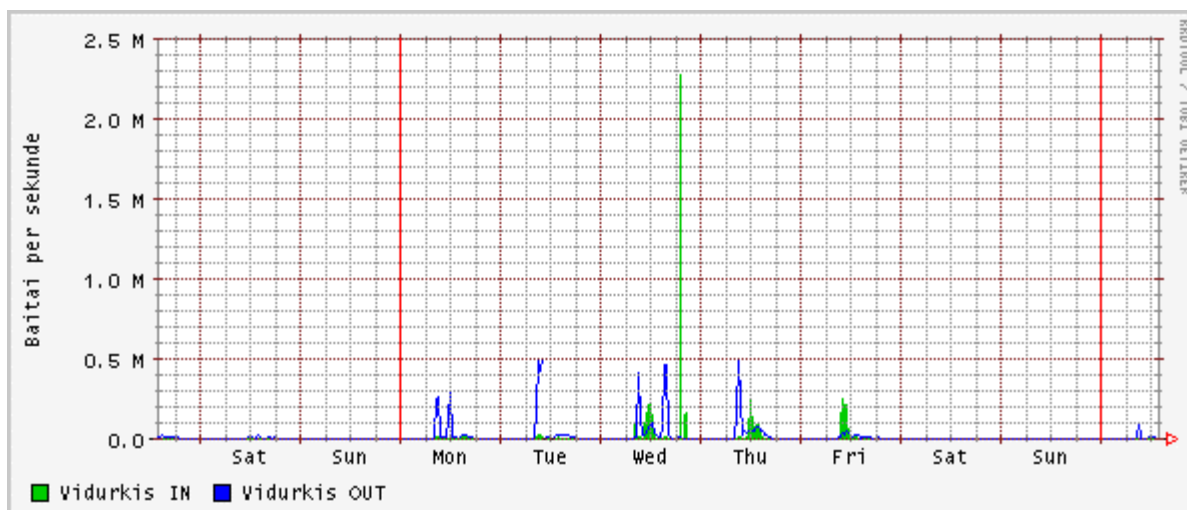
3 pav. Linijos į Tarptautinę verslo mokyklą savaitinis užimtumas



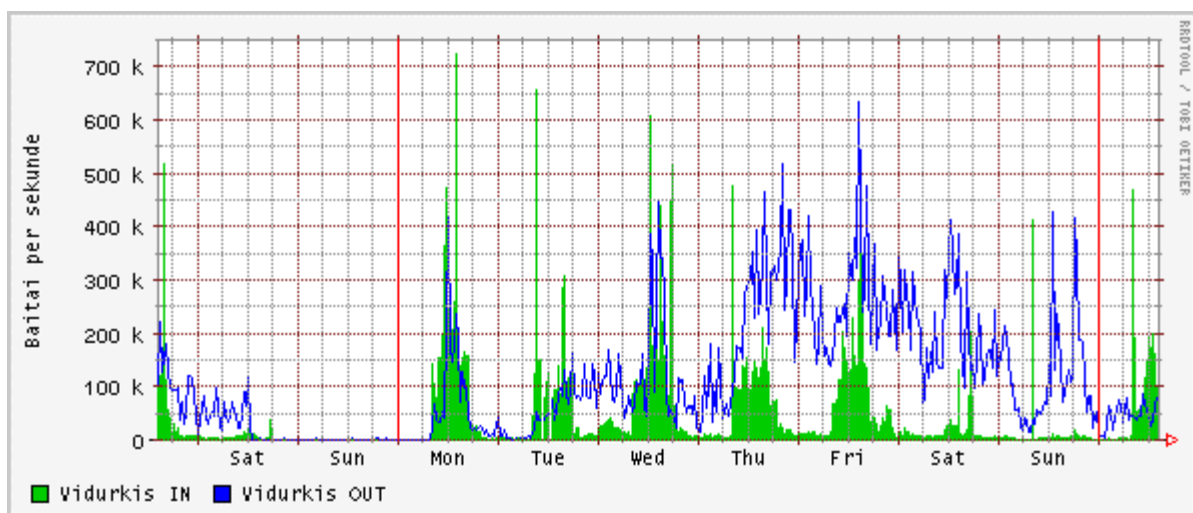
4 pav. Linijos į švietimo informacinių technologijų centrą savaitinis užimtumas



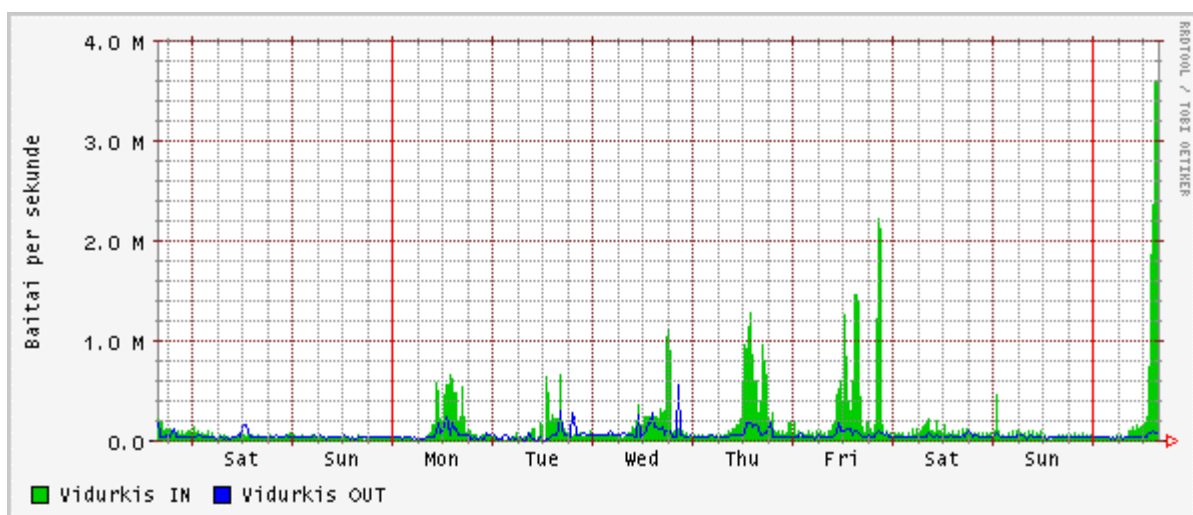
5 pav. Linijos į žmonių su negalia sąjungą savaitinis užimtumas



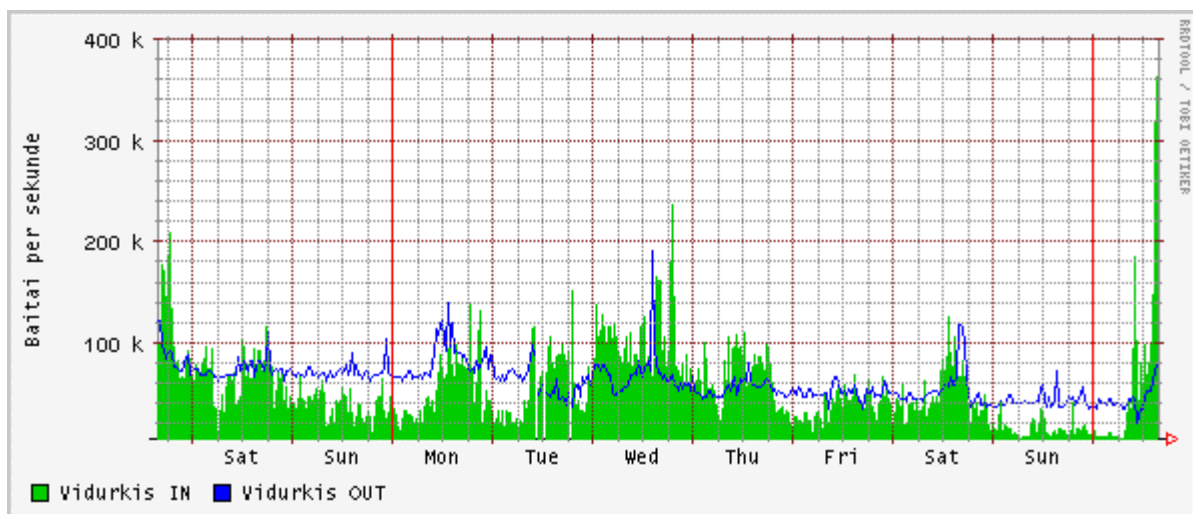
6 pav. Linijos į P. Vileišio aukštesniąją transporto mokyklą savaitinis užimtumas



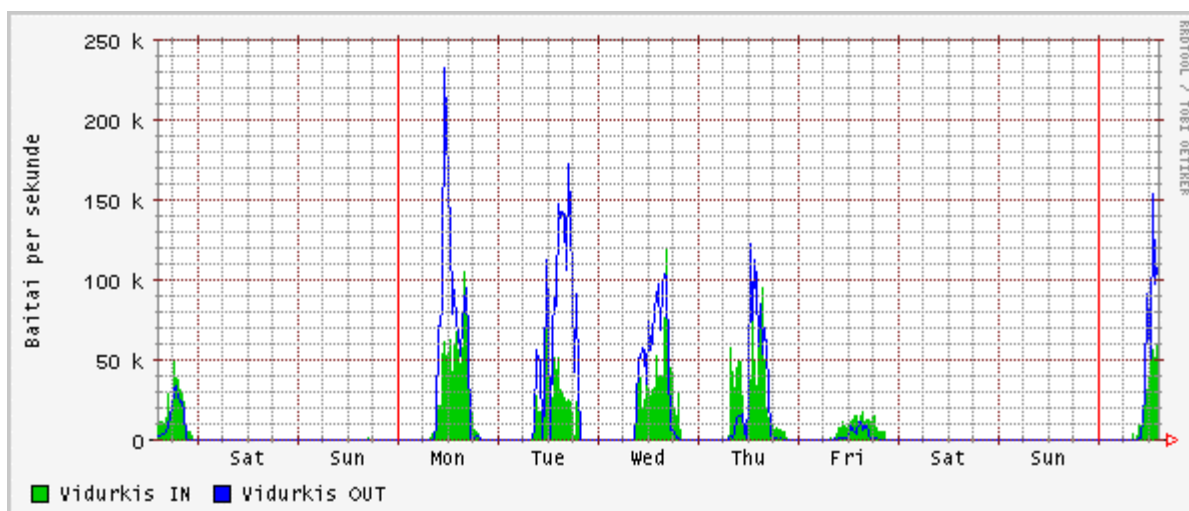
7 pav. Linijos į VGTU centrinius rūmus savaitinis užimtumas



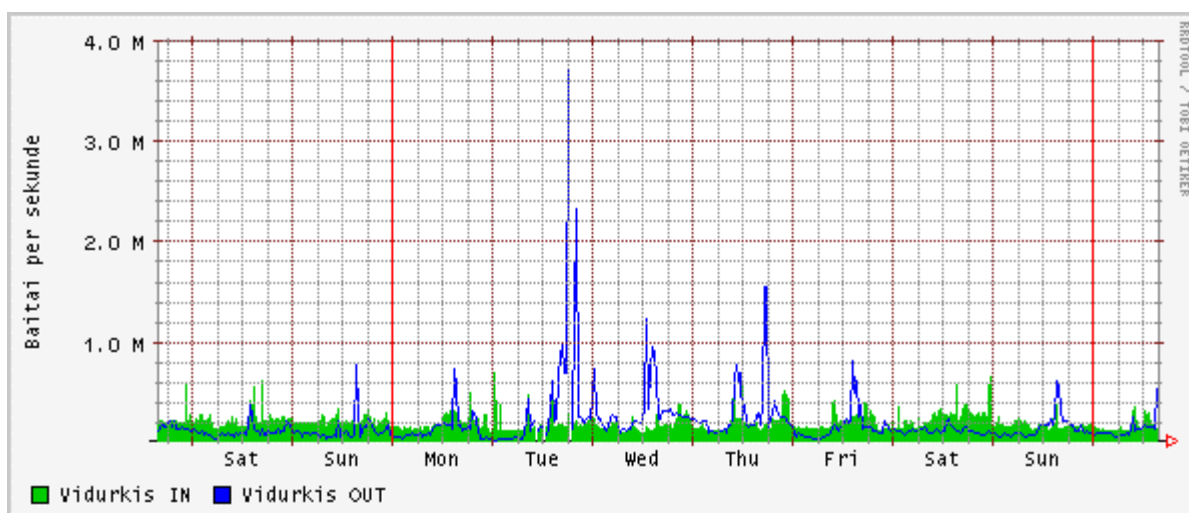
8 pav. Linijos į VGTU antrus rūmus savaitinis užimtumas



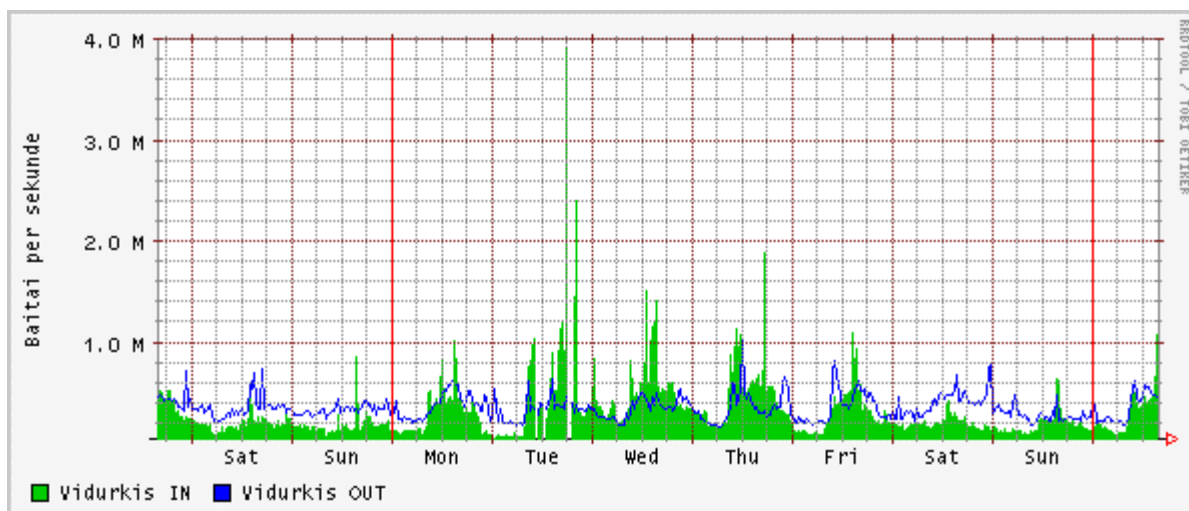
9 pav. Linijos į VGTU trečius rūmus savaitinis užimtumas



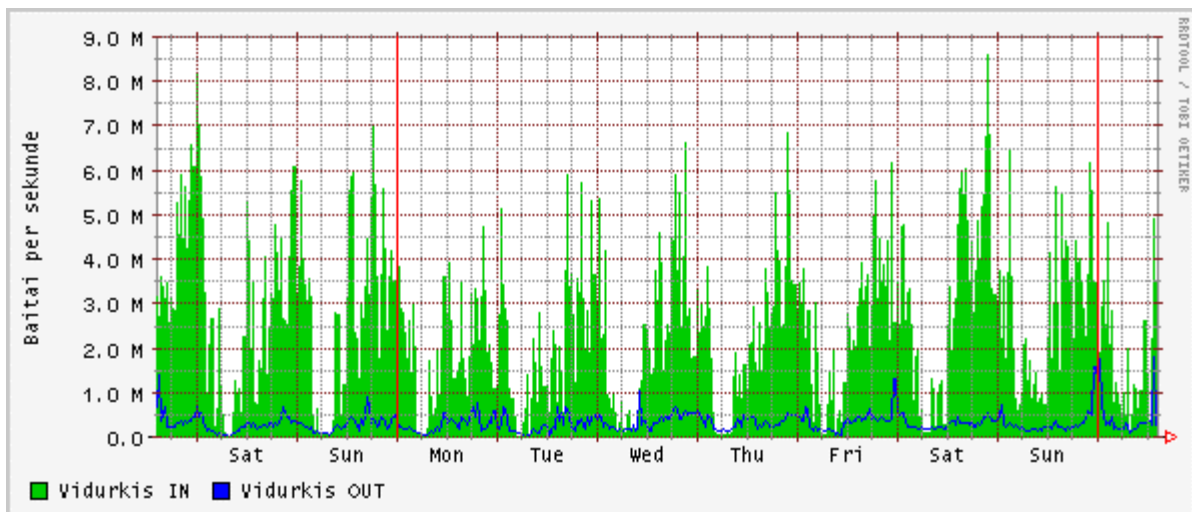
10 pav. Linijos į Transporto Inžinerijos fakultetą savaitinis užimtumas



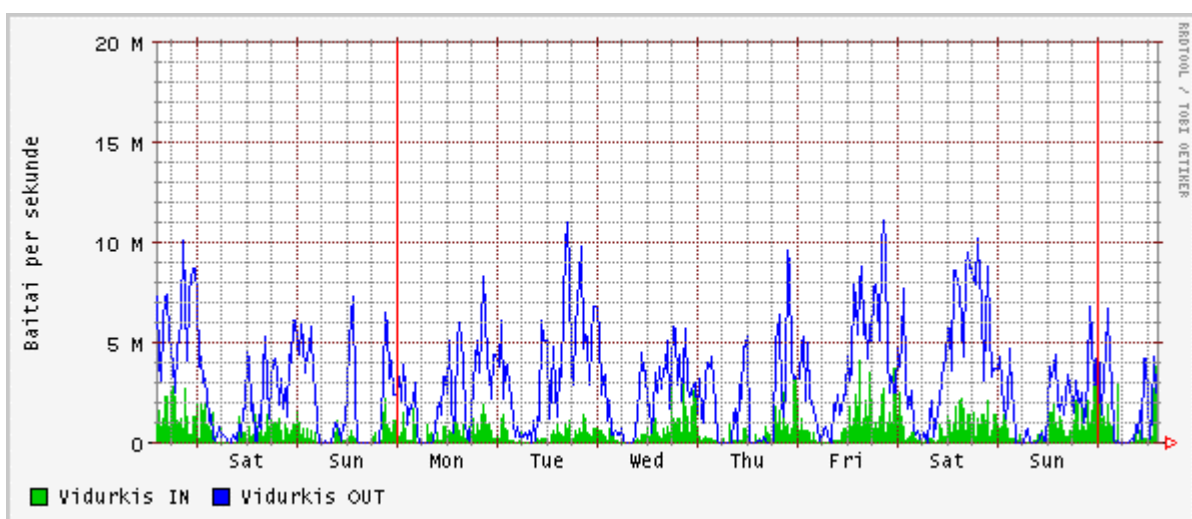
11 pav. Linijos į Elektronikos fakultetą savaitinis užimtumas



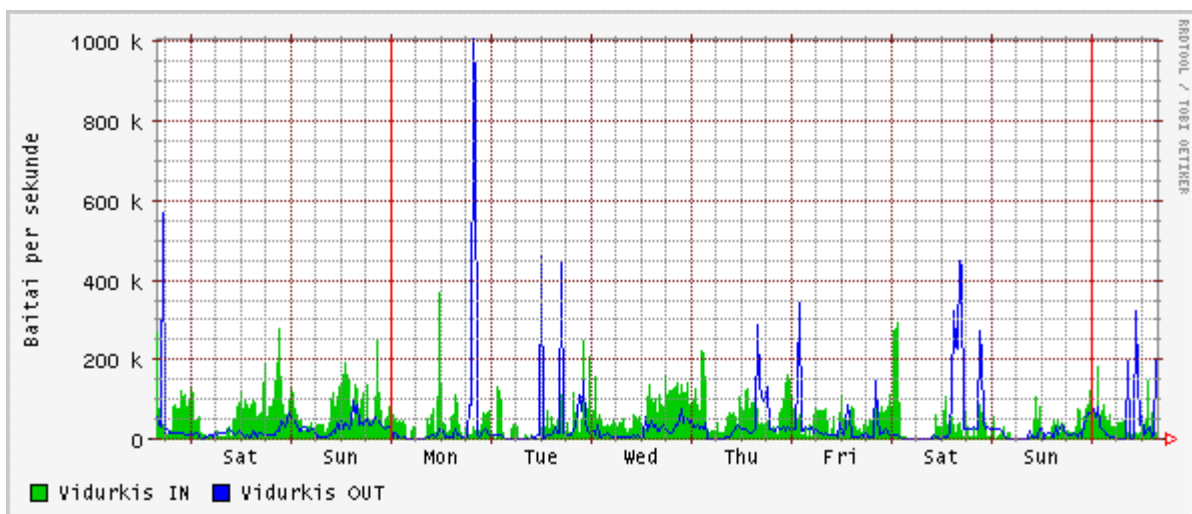
11 pav. Linijos į Mechanikos fakultetą savaitinis užimtumas



12 pav. Linijos į „Kamčiatkos“ studentų miestelį savaitinis užimtumas

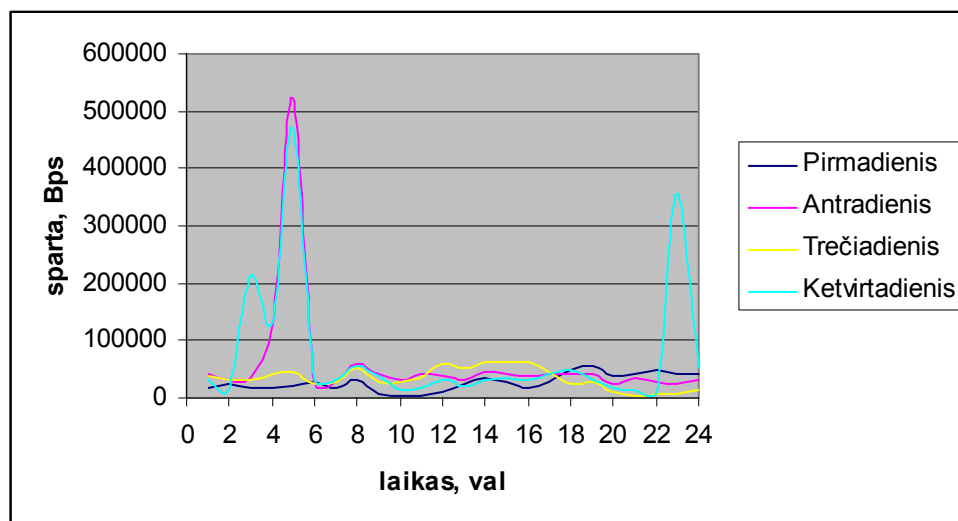


13 pav. Linijos į „Niujorko“ studentų miestelį savaitinis užimtumas

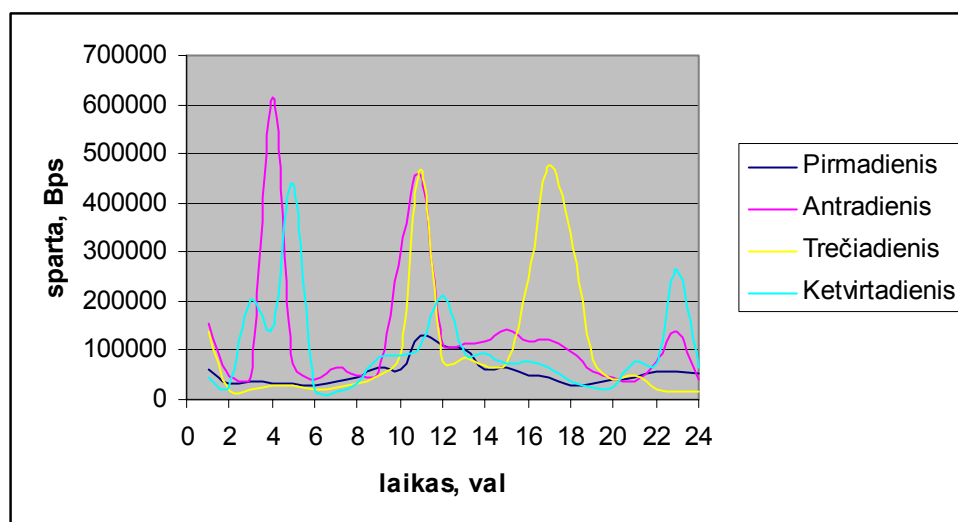


13 pav. Linijos į darbuotojų namus savaitinis užimtumas

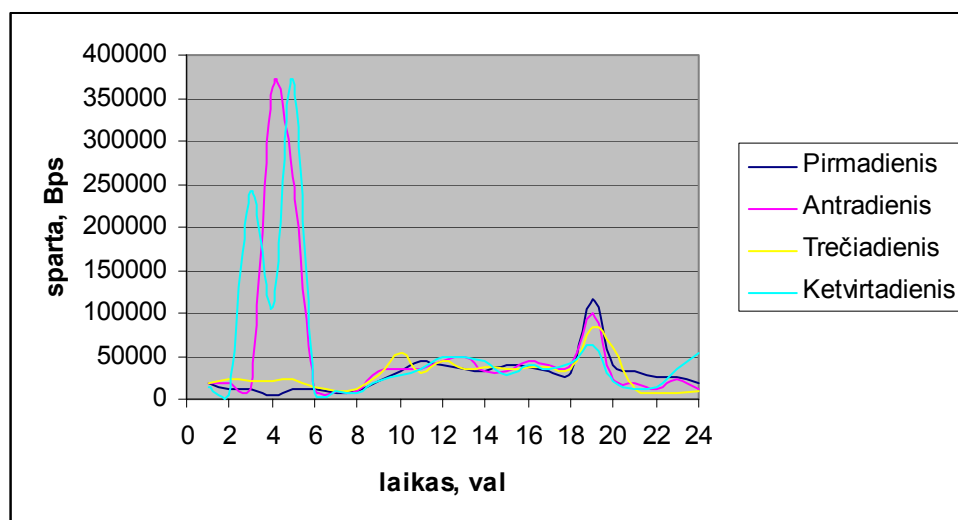
VISŲ VGTU MAGISTRALINIŲ LINIJŲ UŽIMTUMO TIPINIAI SAVAITĖS DIENŲ GRAFIKAI



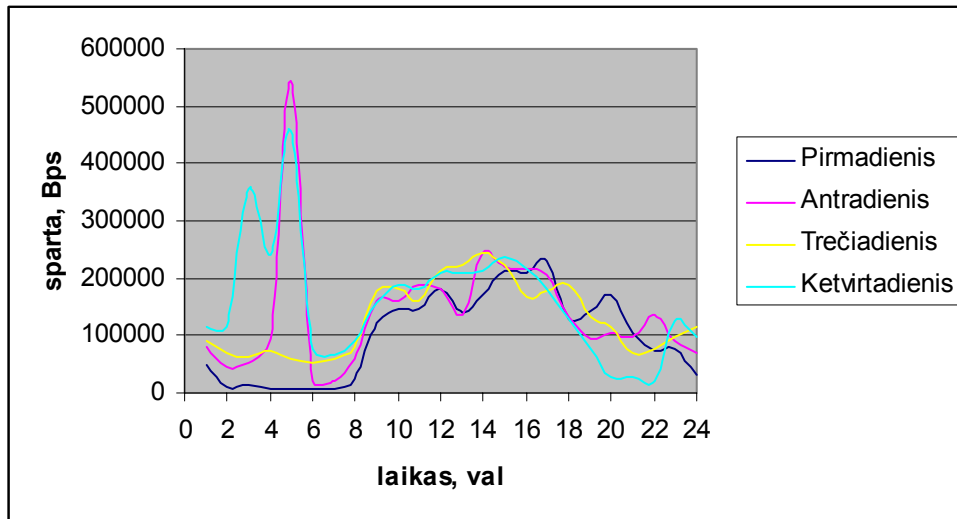
1 pav. Linijos į Adomo Mickevičiaus biblioteką tipinis savaitės dienų užimtumas



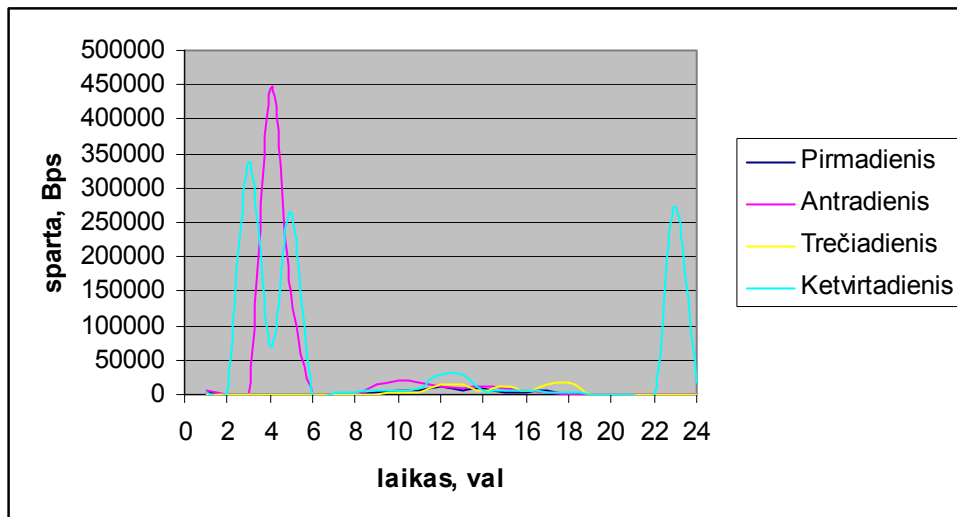
2 pav. Linijos į Geologijos institutą tipinis savaitės dienų užimtumas



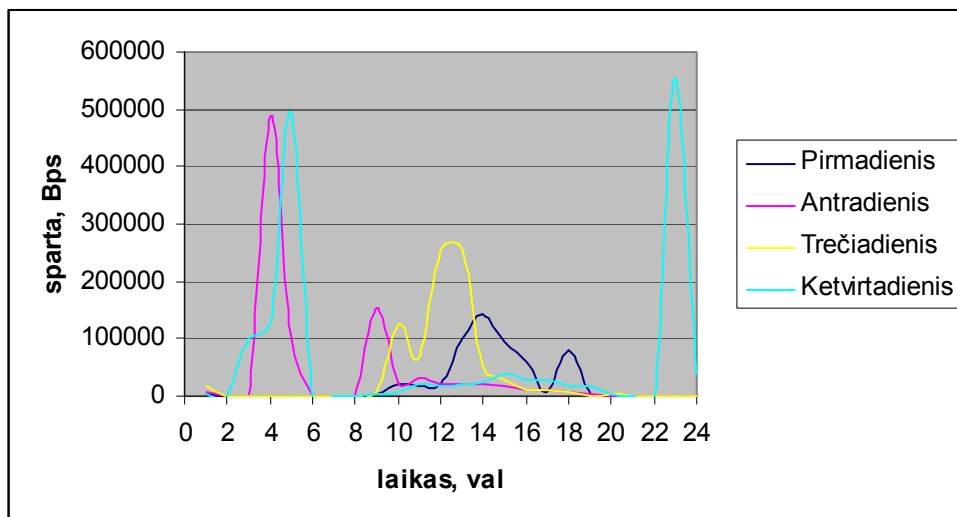
3 pav. Linijos į Tarptautinę verslo mokyklą tipinis savaitės dienų užimtumas



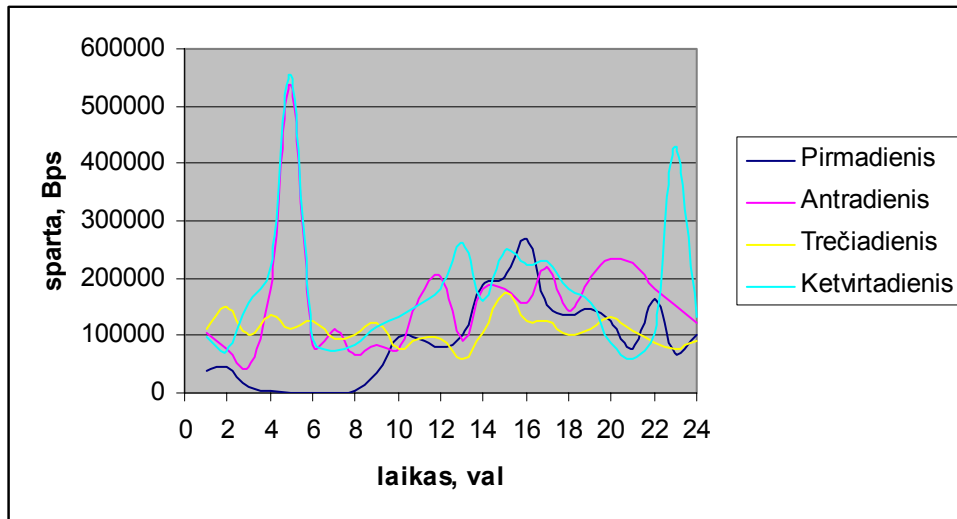
4 pav. Linijos į švietimo informacinių technologijų centrą tipinis savaitės dienų užimtumas



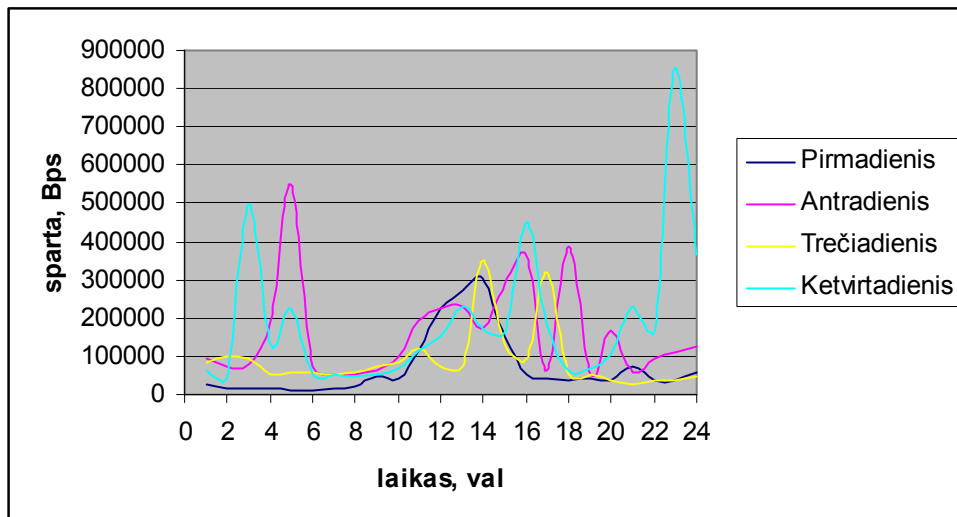
5 pav. Linijos į žmonių su negalia sąjungą tipinis savaitės dienų užimtumas



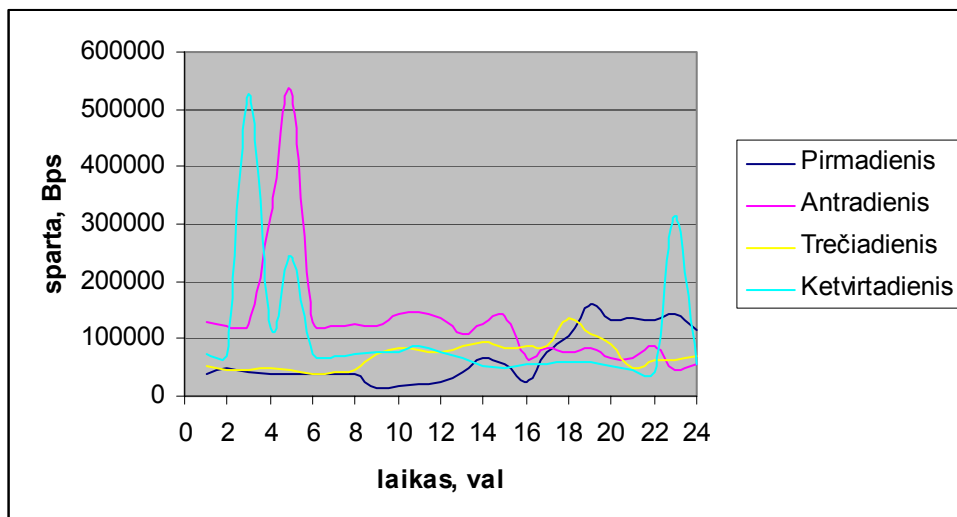
6 pav. Linijos į P. Vileišio aukštesniąją transporto mokyklą tipinis savaitės dienų užimtumas



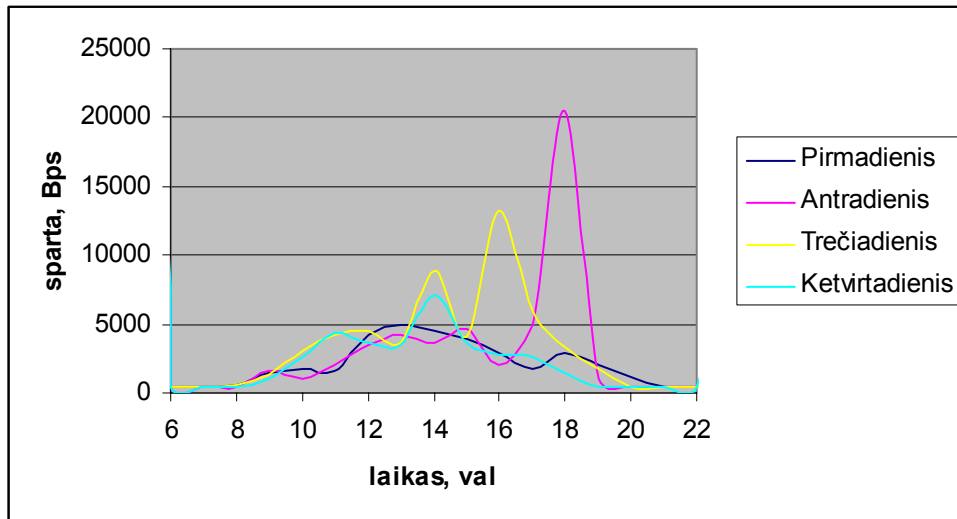
7 pav. Linijos į VGTT centrinius rūmus savaitinis užimtumas



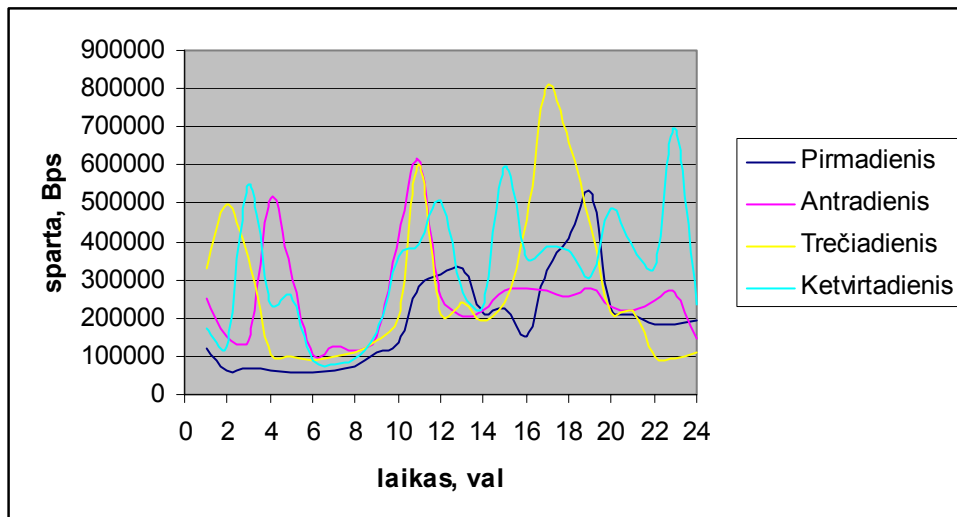
8 pav. Linijos į VGTT antrus rūmus tipinis savaitės dienų užimtumas



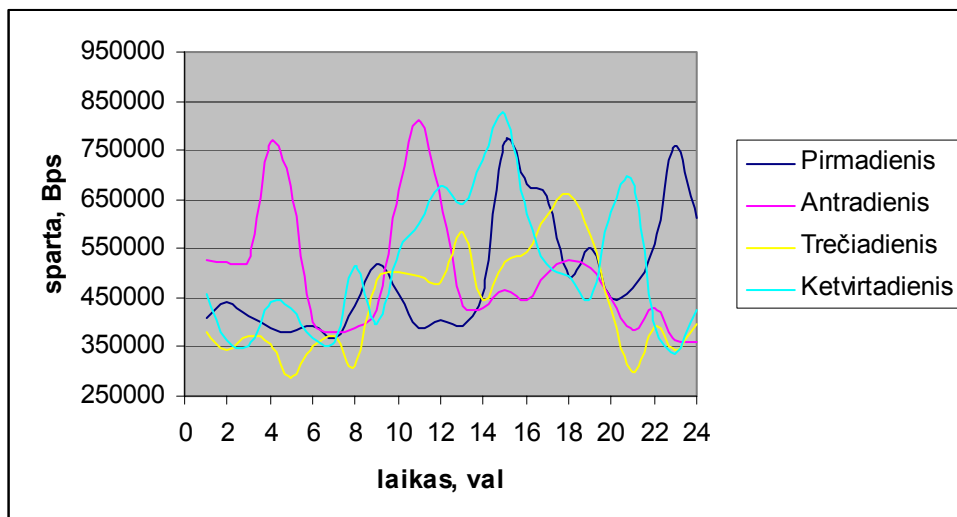
9 pav. Linijos į VGTT trečius rūmus tipinis savaitės dienų užimtumas



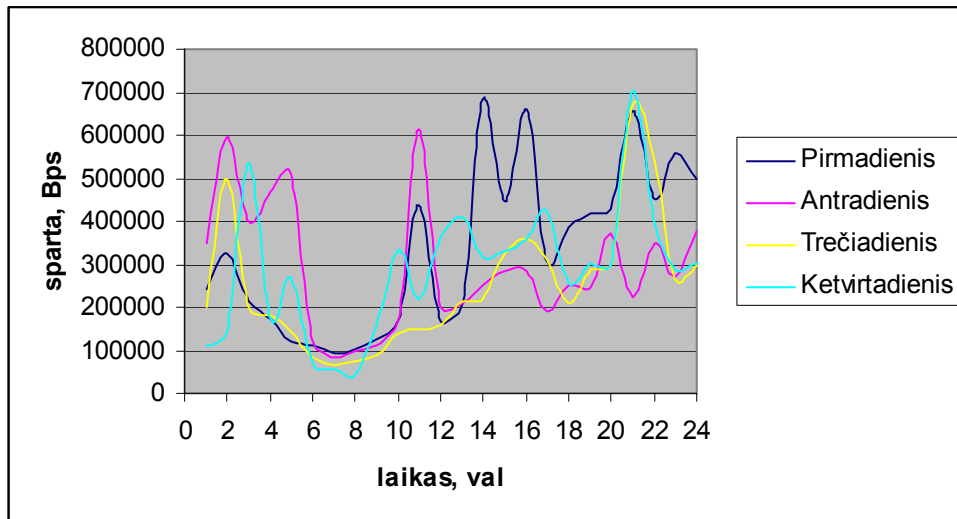
10 pav. Linijos į Transporto Inžinerijos fakultetą tipinis savaitės dienų užimtumas



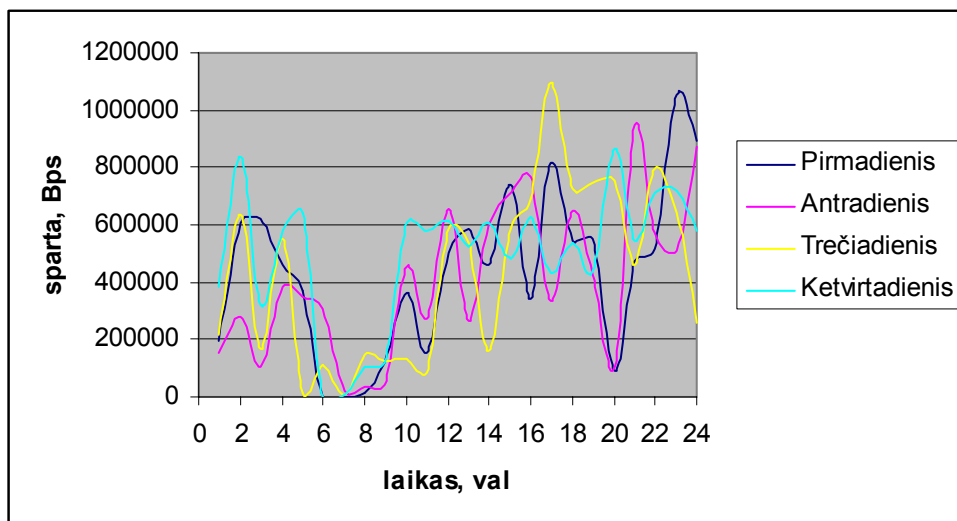
11 pav. Linijos į Elektronikos fakultetą tipinis savaitės dienų užimtumas



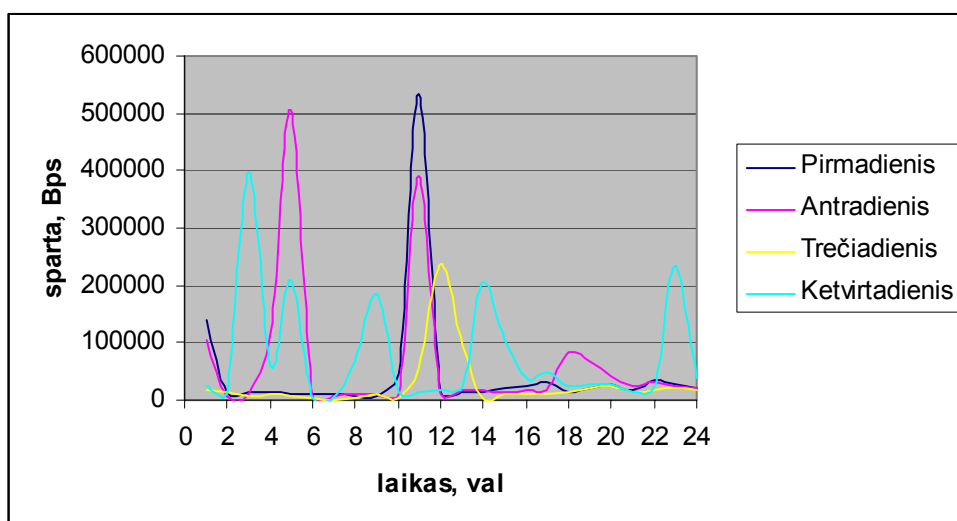
11 pav. Linijos į Mechanikos fakultetą tipinis savaitės dienų užimtumas



12 pav. Linijos į „Kamčiatkos“ studentų miestelį tipinis savaitės dienų užimtumas



13 pav. Linijos į „Niujorko“ studentų miestelį tipinis savaitės dienų užimtumas



13 pav. Linijos į darbuotojų namus tipinis savaitės dienų užimtumas