

KAUNO TECHNOLOGIJOS UNIVERSITETAS

INFORMATIKOS FAKULTETAS

KOMPIUTERINIŲ TINKLŲ KATEDRA

Wi-Max tinklo duomenų modelio sudarymas ir tyrimas

Informacinių technologijų magistrantūros baigiamasis darbas

IFN-5/1 gr. studentas A.Kostkevičius

Vadovas: doc. R.Plėštys

KAUNAS 2007

Summary

This master's thesis familiarizes with the wireless broadband networking technology – WiMAX. The work includes literature analysis of WiMAX performance principles, research of technological peculiarities and comparison with other wireless technologies. The perspective of this technology is also overviewed.

The model of network data allows providing additional services to the customers, as well as monitoring and analyzing of WiMAX data transmission network. The methodology of creating the model is based on IEEE 802.11e standard. Structure of WiMAX data networks is analyzed and successfully applied to implementation of methodology for model of WiMAX network data.

The specifications for network data model were created and the model implemented according to them. The experimental analysis of the model was performed and results presented herein. The realistic capabilities of WiMAX technology were evaluated using the results of experiment.

TURINYS

1	ANALITINĖ DALIS	7
1.1.	WI-MAX TECHNOLOGIJA	8
1.1.1	<i>Orthogonal Frequency Division Multiplexing (OFDM)</i>	8
1.1.2	<i>Adaptyvinė moduliacija</i>	10
1.1.3	<i>Wi-Max radijo architektūra</i>	10
1.2.	WI-MAX IR KITŲ TECHNOLOGIJŲ PALYGINIMAS	11
1.3.	TINKLO DUOMENŲ STRUKTŪROS	13
1.4.	TINKLO DUOMENŲ MODELIS SKIRTAS WI-MAX TECHNOLOGIJAI	16
1.4.1	<i>Programos šablonas imituojantis Wi-Max įrenginį</i>	16
1.4.2	<i>Duomenų perdavimo spartos ir parsiušto duomenų kiekio apskaičiavimas</i>	17
1.4.3	<i>MS atstumo nuo BS ir buvimo vietos, bei vienu metu dirbančių MS apskaičiavimas</i>	17
2	PROJEKTINĖ DALIS	21
2.1.	REIKALAVIMŲ SPECIFIKACIJA	22
2.1.1	<i>Projekto varovai (Project Drivers)</i>	22
2.1.1.1	Sistemos paskirtis	22
2.1.1.1.1	Projekto kūrimo pagrindas (pagrindimas)	22
2.1.1.1.2	Sistemos tikslai (paskirtis)	23
2.1.1.2	Užsakovai, pirkėjai ir kiti sistema suinteresuoti asmenys	23
2.1.1.3	Vartotojai	23
2.1.2	<i>Projekto apribojimai</i>	23
2.1.2.1	Įpareigojantys apribojimai (Mandated constraints)	23
2.1.2.1.1	Apribojimai sprendimui	23
2.1.2.1.2	Diegimo aplinka	24
2.1.2.1.3	Bendradarbiaujančios sistemos	24
2.1.2.1.4	Komeraciniai specializuoti programų paketai	24
2.1.2.1.5	Numatoma darbo vietos aplinka	24
2.1.2.1.6	Sistemos kūrimo terminai	24
2.1.2.2	Svarbūs faktai ir prielaidos	24
2.1.3	<i>Funkciniai reikalavimai</i>	25
2.1.3.1	Veiklos sfera (The scope of the work)	25
2.1.3.1.1	Veiklos kontekstas (pateikiama konteksto diagrama)	25
2.1.3.1.2	Veiklos padalinimas	25
2.1.3.2	Produkto veiklos sfera (The scope of the product)	26
2.1.3.2.1	Sistemos ribos	26
2.1.3.2.2	Panaudojimo atvejų sąrašas	26
2.1.3.3	Funkciniai reikalavimai ir reikalavimai duomenims	27
2.1.3.3.1	Funkciniai reikalavimai	27
2.1.3.3.2	Reikalavimai duomenims	29
2.1.4	<i>Nefunkciniai reikalavimai</i>	29
2.1.4.1	Reikalavimai sistemos išvaizdai (Look and feel)	29
2.1.4.2	Reikalavimai panaudojamumui (Usability)	29
2.1.4.3	Reikalavimai vykdymo charakteristikoms (Performance)	30
2.1.4.4	Reikalavimai veikimo sąlygoms (Operational)	31
2.1.4.5	Reikalavimai sistemos priežiūrai (Maintainability and portability)	31
2.1.4.6	Reikalavimai saugumui (Security)	31
2.1.4.7	Kultūriniai-politiniai reikalavimai	31
2.1.4.8	Teisiniai reikalavimai	31
2.1.5	<i>Projekto išeiga (Project issues)</i>	31

2.1.5.1	Atviri klausimai (problemos).....	31
2.1.5.2	Egzistuojantys sprendimai (Off-the-Shelf Solutions).....	31
2.1.5.2.1	Pagamintos sistemos, kurios gali būti nupirktos	31
2.1.5.2.2	Pagaminti komponentai, kurie gali būti panaudoti.....	31
2.1.5.2.3	Galimas pakartotinas panaudojimas	31
2.1.5.3	Naujos problemos	31
2.1.5.3.1	Problemos diegimo aplinkai	31
2.1.5.3.2	Įtaka jau instaliuotoms sistemoms	31
2.1.5.3.3	Neigiamas vartotojų nusiteikimas	31
2.1.5.3.4	Kliudantys diegimo aplinkos apribojimai.....	32
2.1.5.3.5	Galimos naujos sistemos sukeltos problemos	32
2.1.5.4	Uždaviniai.....	32
2.1.5.4.1	Sistemos pateikimo žingsniai (etapai).....	32
2.1.5.4.2	Vystymo etapai	32
2.1.5.5	Pritaikymas (Cutover)	32
2.1.5.5.1	Reikalavimai esamų duomenų perkėlimui	32
2.1.5.6	Rizikos	33
2.1.5.6.1	Galimos sistemos kūrimo rizikos	33
2.1.5.6.2	Atsitiktinumų (rizikų) valdymo planas.....	33
2.1.5.7	Vartotojo dokumentacija ir apmokymas.....	33
2.1.5.8	Perspektyviniai reikalavimai (Waiting room)	33
2.1.5.9	Idėjos sprendimams (Ideas for solutions).....	33
2.2.	ARCHITEKTŪROS SPECIFIKACIJA.....	34
2.2.1	<i>Įvadas</i>	34
2.2.1.1	Dokumento paskirtis.....	34
2.2.1.2	Apibrėžimai ir sutrumpinimai	34
2.2.1.3	Apžvalga.....	34
2.2.2	<i>Architektūros pateikimas</i>	34
2.2.3	<i>Architektūros tikslai ir apribojimai</i>	35
2.2.4	<i>Panaudojimo atvejų vaizdas</i>	35
2.2.5	<i>Sistemos statinis vaizdas</i>	35
2.2.5.1	Apžvalga.....	35
2.2.5.2	Paketų detalizavimas	36
2.2.5.2.1	Paketas modelis	36
2.2.5.2.2	Paketas modelis1	36
2.2.5.2.3	Paketas modelis2	36
2.2.5.2.4	Paketas modelis3	37
2.2.6	<i>Sistemos dinaminis vaizdas</i>	37
2.2.6.1	Sąveikų diagramos.....	37
2.2.6.1.1	Bendradarbiavimo diagramos.....	37
2.2.6.1.2	Sekų diagramos	38
2.2.6.2	Veiklos diagramos	39
2.2.7	<i>Išdėstymo (deployment) vaizdas</i>	40
2.2.8	<i>Duomenų vaizdas</i>	40
2.2.9	<i>Kokybė</i>	41
2.3.	DETALIOS ARCHITEKTŪROS SPECIFIKACIJA	41
2.3.1	<i>Įvadas</i>	41
2.3.1.1	Dokumento tikslai	41
2.3.1.2	Dokumento paskirtis.....	41
2.3.1.3	Architektūrinio projektavimo įeiga (nuorodos).....	41
2.3.2	<i>Vartotojo sąsajos komponentas</i>	41
2.3.2.1	Klasifikacija.....	41

2.3.2.2	Apibrėžimas.....	41
2.3.2.3	Atsakomybės	42
2.3.2.4	Apribojimai.....	42
2.3.2.5	Struktūra	42
2.3.2.6	Sąveikavimas	45
2.3.2.7	Resursai	45
2.3.2.8	Skaičiavimai	45
2.3.2.9	Sąsaja	45
2.3.3	<i>DB komponentas</i>	45
2.3.3.1	Klasifikacija.....	45
2.3.3.2	Apibrėžimas.....	45
2.3.3.3	Atsakomybės	45
2.3.3.4	Apribojimai.....	45
2.3.3.5	Struktūra	45
2.3.3.6	Sąveikavimas	47
2.3.3.7	Resursai	47
2.3.3.8	Skaičiavimai	47
2.3.3.9	Sąsaja	47
2.4.	TESTAVIMO MEDŽIAGA.....	47
3	VARTOTOJO DOKUMENTACIJA.....	50
3.1.	SISTEMOS FUNKCINIS APRAŠYMAS.....	50
3.2.	SISTEMOS VADOVAS	50
3.3.	SISTEMOS INSTALIAVIMO DOKUMENTAS.....	51
3.4.	SISTEMOS ADMINISTRATORIAUS VADOVAS.....	52
4	EKSPERIMENTINIS TYRIMAS	52
4.1.	MODELIO GAUTŲ REZULTATŲ PALYGINIMAS SU APSKAIČIUOTAIŠ TEORINIAIS.....	52
4.2.	MODELIO GAUTŲ REZULTATŲ PALYGINIMAS SU DEKLARUOJAMAIŠ WI-MAX ĮRANGOS PARAMETRAIS	53
5	IŠVADOS	54
6	LITERATŪRA	55
7	TERMINŲ IR SANTRUMPŲ ŽODYNAS	57
8	PRIEDAI	59

IVADAS

Šiuo metu daug diskusijų ir įvairių nuomonių kelia nauja plačiajuosčio bevielio ryšio technologija Wi-Max (*Worldwide Interoperability for Microwave Access*). Tai nėra visiškai nauja bevielė technologija, o greičiau išsivysčiusi evoliuciniu keliu iš ankstesnių technologijų. Ji turėtų sukelti revoliuciją ne vien tik bevielių technologijų srityje, bet ir nustumti laidines technologijas į praeitį. Pagrindinis Wi-Max technologijos privalumas - užtikrinti didelę duomenų perdavimo spartą dideliais atstumais, ko iki šiol negalėjo padaryti Wi-Fi technologijos.[1]

Sparčiam Wi-Max technologijos vystymuisi turi įtakos stambių telekomunikacinių kompanijų dėmesys. Norėdami užtikrinti Wi-Max technologijos spartų vystymąsi kuriant ir tobulinant technologiją bei atliekant jos standartizaciją, 2001 metais balandžio mėnesį buvo įkurtas "Wi-Max forum" aljansas. Jį sudaro daugiau kaip 350 pasaulio kompanijų tame skaičiuje tokios garsios kompanijos kaip "Intel", "Motorola", "Nokia", "Siemens", "Samsung" "Ericcon" ir kt. Lietuvoje Wi-Max forumo narys nuo 2004 metų spalio mėnesio yra AB "Lietuvos radijo ir televizijos centras". Jis jau šiuo metu naudoja *pre* – *Wi-Max* bevielės technologijos įrangą. Šią įrangą naudojami įmonės, norinčios apjungti savo filialus, išsidėsčiusius visoje Lietuvoje, bei privatūs asmenys, o ypač tie, kurie išsidėstę kaimo vietovėse. [1,2,3]

Kaip ir kiekvienai naujai atsirandančiai technologijai yra labai svarbu turėti standartą, apibrėžiantį reikalavimus įrangos gamybai ir suderinamumui. Wi-Max forumo vienas iš pagrindinių uždavinių - teikti standarto specifikacijas IEEE standartų komitetui ir įteisinti Wi-Max technologijos standartą. Darbai nuveikti standartų srityje pateikti dokumente "IEEE 802.16 Published Standards and Drafts"[4]. Naujai perskirstyti standartai pateikti dokumente "IEEE 802 LAN/MAN Standards Committee REPORT FOR YEAR 2003 (1 OCT 2002 – 31 DEC 2003)"[5]. Plačiajuosčio bevielio ryšio technologijai skirta IEEE 802.16 standarto grupė. Wi-Max šioje grupėje užima du standartus: IEEE 802.16d ir IEEE 802.16e. Standartai nebuvo sukurti iš karto. Jie pradėjo vystytis nuo standarto IEEE 802.16c 2003 metais ir peraugo į standartą IEEE 802.16a 2003 metų birželio mėnesį. Pastarasis 2004 metų rugsėjo mėnesį tapo standartu IEEE 802.16d arba kitaip dar vadinamu IEEE 802.16-2004 skirtu fiksuotai plačiajuosčiai prieigai. Šiuo metu baigiamas kurti standartas IEEE 802.16e, skirtas fiksuotai ir mobiliai plačiajuosčiai prieigai. [6,27]

Plačiai yra analizuojamas bevielių technologijų vystymasis. Dauguma Wi-Max technologijos kūrėjų sutinka, kad ateitis priklausys mobilioms technologijoms, ir anksčiau ar vėliau jos išstums fiksuoto ryšio technologijas. Viena iš realiai pretenduojančių technologijų tapti ketvirtos kartos (4G) technologija yra Wi-Max. Kelios tokios prognozės paminėtos darbe remiantis šaltiniais [7,8,13,14].

Kol diskutuojama, standartizuojama ir kuriama techninė įrangą Wi-Max standartui, Korėjoje jau gana plačiai naudojama šios technologijos atmaina pavadinimu *Wireless Broadband Internet Service* (WiBro). Korėjoje be WiBro technologijos plačiai yra naudojamos technologijos tokios kaip: CDMA2000 EVDO, DMB, 3G, WLAN. Ateityje planuojama naudoti 4G, UWB, MIMO, Handover technologijas. WiBro lyginant su kitomis technologijomis turi pranašumą tuo, kad gali užtikrinti 3 Mbps duomenų perdavimo spartą vartotojui, judančiam 60 km/h greičių. Maksimalus šios technologijos duomenų perdavimo greitis iki 20 ir net 50 Mbps, bei didelis mobilumas. Lyginant su HSDPA technologija, WiBro pranašumas - didelė sparta ir maža kaina, o trūkumas portatyvumas ir mobilumas. WiBro gali užtikrinti paslaugas tokias kaip: žaidimai, elektroninis paštas, naršymas, MMS.[15]

Plačiajuosčio bevielio ryšio technologija yra kaip alternatyva DSL technologijai vietovėse kur kabelių tinklas nėra išplėtotas. Be to Wi-Max technologiją sėkmingai galima plėtoti ir miestuose, kur gyventojų tankumas yra didelis. Ji leidžia gyventojams užtikrinti didelės spartos duomenų perdavimo galimybes[7].

Atsižvelgiant į Wi-Max technologijos perspektyvas, atsirasi ir pageidavimas naujoms paslaugoms, kurias negalėjo teikti esamos technologijos, tokios kaip Wi-Fi. Iš mobilių stočių (MS) surinkti techniniai duomenys galės būti panaudoti naujų paslaugų kūrimui. Viena iš tokių,

šiuo metu aktualių paslaugų yra terminalo buvimo vietos nustatymas. Šias funkcijos pritaikymas yra labai platus ir naudingas. Egzistuojančios bevielio ryšio technologijos negali plačiai taikyti šios funkcijos dėl technologinių savybių, kurios riboja duomenų ar balso kanalo plotį, bei perduodamų duomenų spartą. Naudojant plačiajuostes technologijas, atsiranda galimybė vietos nustatymui naudoti ne vien tik pilot signalus, bet duomenų perdavimo paketus iš bendro duomenų perdavimo srauto.[26]

Darbe “*Wi-Max tinklo duomenų modelio sudarymas ir tyrimas*” kuriamas tinklo duomenų modelis, kuris leis ne vien tik apskaičiuoti, su kokiais resursais, kiek vartotojų gali naudotis duomenų perdavimo paslaugomis, bet ir leis nustatyti vartotojų terminalų buvimo vietą.

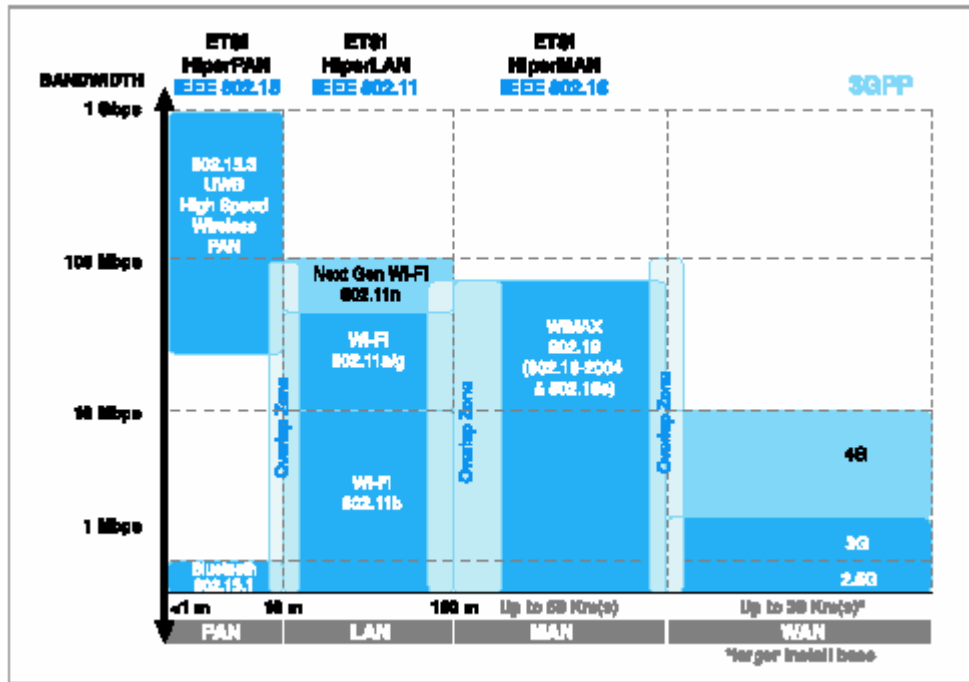
Darbo tikslas. Sukurti Wi-Max tinklo duomenų modelį, tinkantį tirti vartotojų dinamiką.

Uždaviniai:

- 1. Išanalizuoti Wi-Max technologijos galimybes ir palyginti su kitomis technologijomis.*
- 2. Įvertinti Wi-Max technologijos galimybes, atliekant vartotojų vietos nustatymą.*
- 3. Pasiūlyti tinklo duomenų struktūrą ir palyginti ją su kitomis duomenų struktūromis.*
- 4. Sudaryti tinklo duomenų modelio specifikaciją.*
- 5. Atlikti eksperimentinį modelio patikrinimą.*

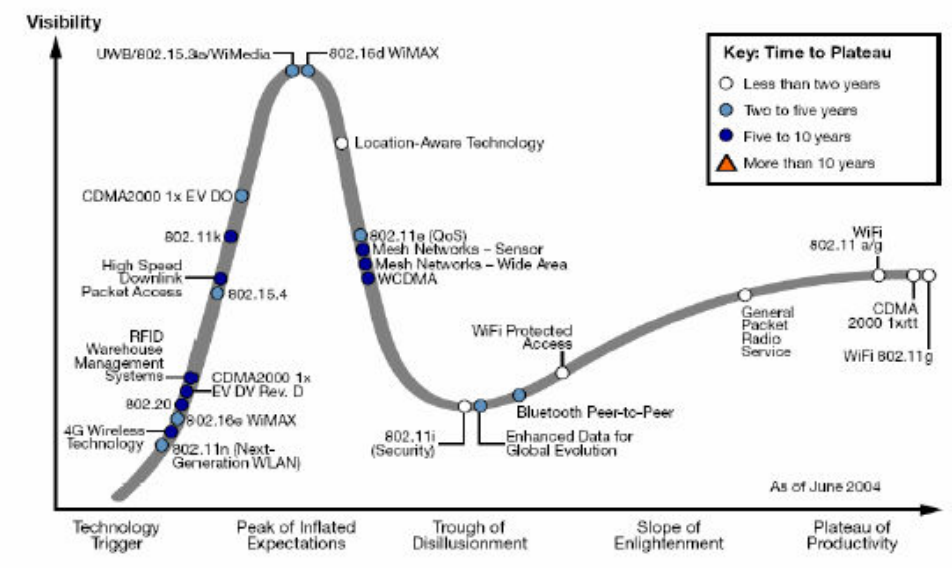
1 ANALITINĖ DALIS

Beveiles technologijas galima suskirstyti atsižvelgiant koku atstumu ir kokia sparta perduodami duomenys. Duomenis perduodant iki 10 metrų aprašo standartas IEEE 802.15 ir technologija vadinama *Personal Area Network* (PAN); nuo 10 metrų iki 100 metrų aprašo standartas IEEE 802.11 ir technologija *Local Area Network* (LAN); nuo 100 metrų iki 50 kilometrų aprašo standartas IEEE 802.16 ir technologija *Metropolitan area Network* (MAN), bei *Wide Area Networks* (WAN) technologijos 3G, 4G, kurios gali perduoti duomenis iki 30 kilometrų (1.1 pav.) [8]



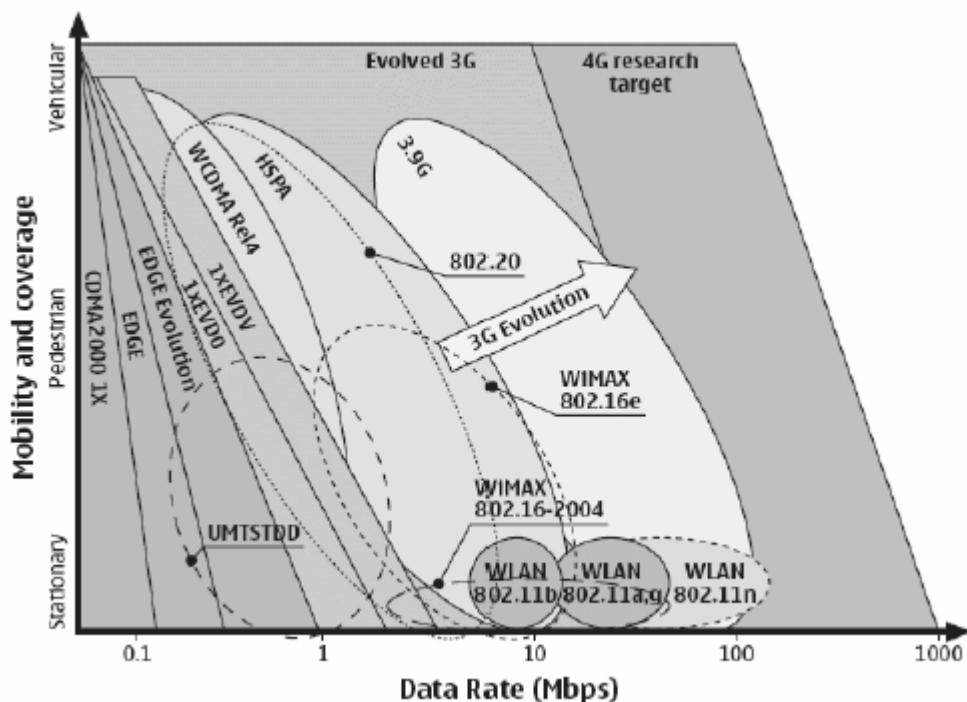
1.1 pav. Bevielių technologijų klasifikacija [8]

Iš 1.1 pav. matyti, kad efektyviausia iš technologijų yra MAN, kitaip dar vadinama Wi-Max. Jos didžiausia duomenų perdavimo sparta perduodama didžiausiu atstumu. Todėl šiai technologijai pranašaujama sėkminga ateitis ir skiriamas didelis dėmesys. Tai patvirtina bevielių technologijų hiper ciklo diagrama 1.2 pav.[7,13]



1.2 pav. Bevielių technologijų hiper ciklas [7,13]

Kompanija "Nokia" bevielių technologijų evoliucijos viziją išsivaizduoja taip, kaip parodyta 1.3 pav. [14]



1.3 pav. Bevielių technologijų evoliucija [14]

Remiantis pateikta technologijų evoliucijos vizija, egzistuojančią trečios kartos technologiją (3G), kurios pagrindą sudaro technologija HSPA, išstums pažangesnė technologija Wi-Max. Ji turėtų perraugti į ketvirtos kartos technologiją (4G). Atsižvelgiant į tokį greitą Wi-Max technologijos augimą, šioje darbo dalyje bus trumpai supažindinama su Wi-Max technologija, palyginama ji su Wi-Fi ir kitomis bevielėmis technologijomis.

1.1. Wi-Max technologija

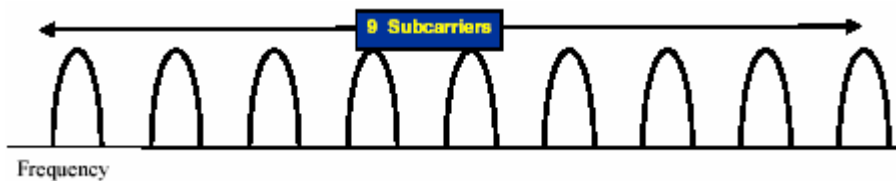
Wi-Max technologiją sudaro: fiksuota plačiajuostė prieiga ir fiksuota, ir mobili plačiajuostė prieiga, kurias aprašo standartai IEEE 802.16d ir IEEE 802.16e atitinkamai [5,6,27]. Pagrindiniai šios technologijos privalumai - dideli perdavimo srautai, perduodami dideliais atstumais, tiesioginio (*Line of site - LOS*) ir netiesioginio (*None line of site - NLOS*) matomumo sąlygomis, naudojant pernešimo dažnį nuo 2 iki 11 GHz. Technoliniai ir techniniai veiksniai, leidžiantys užtikrinti tokias savybes [9]:

- Orthogonal Frequency Division Multiplexing (OFDM) technologija;
- adaptyvinė moduliacija;
- sub-kanalai;
- kryptinės antenos;
- klaidų korekcija;
- spinduliuojamos galios valdymas.

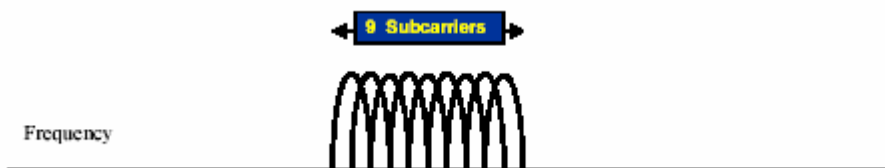
1.1.1 Orthogonal Frequency Division Multiplexing (OFDM)

OFDM – tai daug nešančiųjų vienu metu galinti transliuoti sistema, kuri gali užtikrinti geresnę kokybę. Kitaip tariant, tai sistema, galinti perduoti informaciją bevielėmis technologijomis, kuri naudoja daug ortaganalių nešančiųjų informacijai perduoti erdvėje. OFDM padalina duomenų srautą į daug lygiagrečių bitų srautų. Kiekvienas iš padalintų srautų naudoja atskirą subnešančiąją ir visos nešančiosios transliuojamos vienu metu. OFDM yra naudojama ADSL, IEEE 802.11a/g (Wi-Fi) ir IEEE 802.16 (Wi-Max) technologijose. Ji sukurta FDM technologijos pagrindu, kuri transliuoja daug dažnių vienu metu. Kiekvienas iš transliuojamų

dažnių yra skirtingas ir vadinamas subnešantysis, kuris moduluojamas duomenų signalu. Imtuve priimti signalai filtruojami, naudojant filtrus kiekvienai nešančiajai, ir demoduluojami. Skirtumas tarp FDM (1.4 pav) ir OFDM (1.5 pav) yra tas, kad OFDM nešančiosios persidengia fiksuotoje dažnių juostoje ir jų būna daugiau. Tokiam signalui demoduluoti imtuve reikalinga DFT, o gaminami mikrograndynai su FFT.[10]

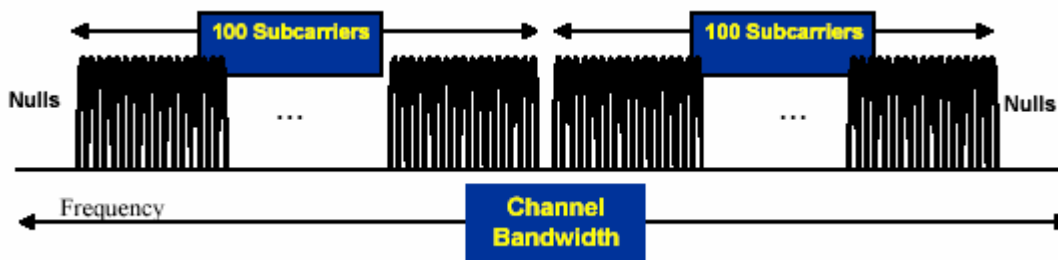


1.4 pav. FDM devynios subnešančios [10]



1.5 pav. OFDM devynios subnešančiosios [10]

256 OFDM sudaro 129 subnešančiasias, 8 pagalbinės subnešančiosios ir 56 subnešančios su nulinėmis reikšmėmis (1.6 pav). Paprastai nešančioji gali atspindėti vienetuko arba nuliuko reikšmę, atitinkančią informacinio bituko reikšmę. Bet kuriuo atveju, tai užtikrina PSK arba QAM moduliaciją, kuri padidina pralaidumą. Naudojant 256 OFDM perduodamas signalas bus padalintas į 129 subnešančiasias ir moduluojamas PSK arba QAM moduliacija.[10]



1.6 pav. 256 OFDM sudarančios subnešančiosios [10]

Orthogonal Frequency Division Multiplexing Access (OFDMA) leidžia kai kurias subnešančiasias naudoti vienam vartotojui. Tokios grupės subnešančiųjų, naudojamų atskiriems vartotojams, vadinami subkanalais. Toks būdas leidžia padidinti pralaidumą, naudojant siaurą dažnių juostą. Tai numatoma standarte IEEE 802.16-2004, kur FFT dydis koreguojamas nuo 2048 iki 128, ir leidžia reguliuoti kanalo dažnių juostą nuo 1,25 iki 20 MHz. Toks metodas leidžia reguliuoti pralaidumą ar dažnių juostą priklausomai nuo to, ką laikysime konstanta.

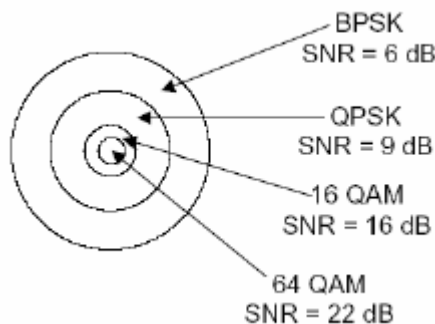
OFDM privalumai:[9]

- multi-nešančiųjų multipleksavimas ir siuntimo technologijos;
- didelis spektro išnaudojimo efektyvumas ir duomenų perdavimo sparta;
- atsparumas interferencijai;
- eliminuoja iškraipymus atsirandančius dėl sklaidimo skirtingais keliais;
- minimizuoja pedingą (FSF);
- eliminuoja vidinę simbolių interferenciją (ISI).

Vienas iš svarbių OFDM privalumų yra tai, kad signalai gali pasiekti imtuvą skirtingais keliais. Todėl ji efektyviai dirba NLOS sąlygomis, ir gali būti naudojama dirbti su MS. Atsižvelgiant į šią savybę, buvo kuriamas IEEE 802.16e standartas, skirtas plačiajuosčiam duomenų perdavimui tarp MS.

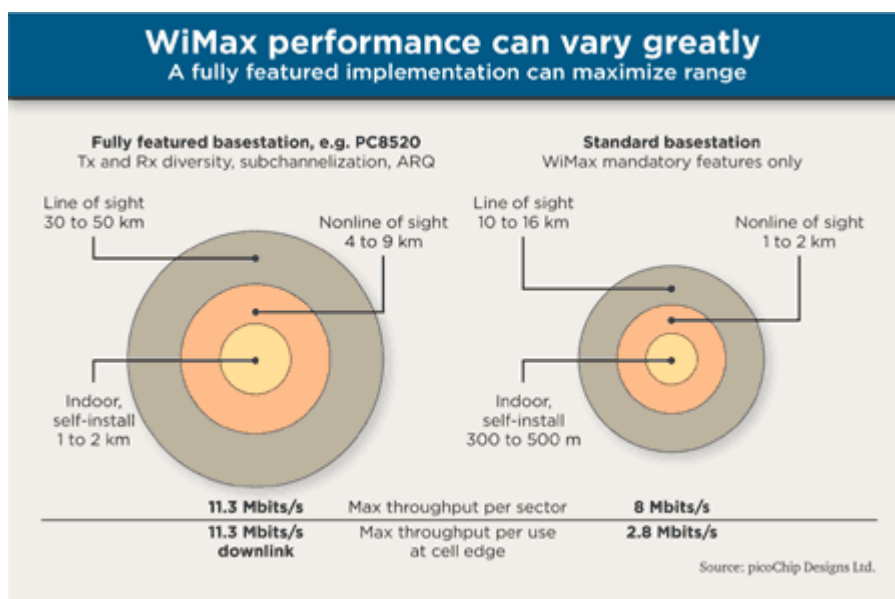
1.1.2 Adaptyvinė moduliacija

Wi-Max technologija gali dirbti tokiomis moduliacijomis: *Binary Phase Shift Keyng* (BPSK), *Quadrature Phase Shift Keyng* (QPSK), *16 Quadrature Amplitude Modulation* (16QAM), *64 Quadrature Amplitude Modulation* (64QAM). Adaptyvinė moduliacija leidžia reguliuoti signalo moduliaciją priklausomai nuo radijo sujungimo kokybės, kurią įtakoja signalo ir triukšmo santykis SNR (*Signal to Noise Ration*). Nuo naudojamos signalo moduliacijos priklauso duomenų perdavimo sparta tarp bazinės stoties ir MS, bei maksimali sektoriaus talpa. Ją galima užtikrinti tik tuo atveju, jeigu visi terminalai dirba aukščiausia moduliacija. Moduliacijai turi įtakos triukšmai ir interferencija, kuriuos nusako SNR, oro sąlygos, bei sąlygos matomumo sąlygos: LOS, NLOS. Moduliacijos priklausomybė nuo SNR pateikta 1.7 pav.[9]



1.7 pav. Wi-Max technologijoje naudojamų moduliacijų priklausomybės nuo SNR [9]

Nuo moduliacijos tipo priklauso, koku atstumu ir kokiomis greitimeikomis gali dirbti MS. Wi-Max technologijoje naudojamos priklausomybės pateiktos 1.8 pav.[11]



1.8 pav. Wi-Max technologijos aprėpties diagrama [11]

Tai ypač yra aktualu šiame darbe nagrinėjamos programos kūrimui, kadangi skaičiavimai susiję su moduliacijos tipu, SNR, bangų sklidimu ir greitimeika.

1.1.3 Wi-Max radijo architektūra

Kaip ir kitose radijo technologijose, taip ir Wi-Max, svarbią vietą užima radijo dalies architektūra. Nuo jos priklauso efektyvus, patikimas ir kokybiškas darbas. Duomenų perdavimo technologijose naudojamos sistemos:[12]

- *Frequency Division Duplex* (FDD);
- *Time Division Duplex* (TDD);
- *Half Frequency Division Duplex* (HFDD);
- *I/Q Based*.

Galimi du perdavimo variantai: *Single In Single Out* (SISO) ir *Multiple In Multiple Out* (MIMO). SISO atveju vienas signalas įeina, o vienas išeina. Tokia sistema nėra efektyvi ir naudojama esant tiesioginiam matomumui LOS. MIMO atveju daug signalų įeina ir daug signalų išeina. Wi-Max technologija naudoja MIMO principą, kuris leidžia sistemai gerai dirbti ir NLOS sąlygomis.

Pre-Wi-Max (802.16d) gali naudoti visas aukščiau išvardytas sistemas, o mobilusis Wi-Max (802.16e) naudoja tik TDD dėl šių priežasčių:[13]

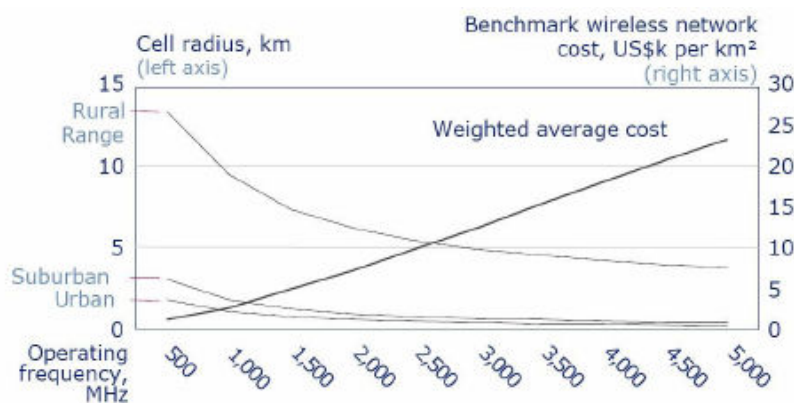
- galima efektyviau ir lanksčiau naudoti greitaveiką. TDD leidžia naudoti asimetrines greitaveikas tarp siuntimo (“uplink”) ir priėmimo (“downlink”). FDD leidžia naudoti tik simetrines greitaveikas;
- FDD reikalauja kanalų poros, o TDD ne, todėl gali lanksčiau naudoti radijo kanalo spektrą;
- TDD siųstuvo architektūra yra pigesnė ir mažiau komplikauta.

1.2. Wi-Max ir kitų technologijų palyginimas

Pagrindiniai parametrai apsprendžiantys bevielį technologijų kokybinius parametrus:

- dažnis;
- dažnių juostos plotis;
- aprėptis (celės radiusas);
- greitaveika;
- vėlinimas;
- kaina.

Dažnio parinkimas yra vienas iš svarbiausių parametru, priklausantis nuo šalies, kurioje bus naudojama technologija, bei kaštus susijusius su įrangos gamyba, bei fizikinių savybių, tokių kaip bangų sklidimas. Paskaičiuota, kad efektyviausias dažnis yra 2,5 GHz. Tai gerai matyti iš grafiko pateikto 1.9 pav.[14]



1.9 pav. Dažnio priklausomybė nuo kaštų [14]

Palyginkime plačiajuosčių technologijų, tokių kaip fiksuotas Wi-Max (pre-Wi-Max), mobilus Wi-Max, 802.20, Flash-OFDM, WCDMA/HSDPA, TD-CDMA pagrindinius parametrus, kurie pateikti 1.10 pav.[14,16]

Technology	Channel bandwidth	Cell radius	Data rates (DL)	RTT
Fixed WiMAX	1.25–20 MHz	1–9 km, 10–50 km	< 75 Mbit/s	< 50 ms
Mobile WiMAX	1.25–10 MHz	2–5 km (typical)	< 30 Mbit/s	< 50 ms
802.20	1.25–?? MHz	MAN scale	> 1 Mbit/s	N/A
Flash-OFDM	1.25 MHz	5–20 km (typical)	1–1.5 Mbit/s	50 ms
WCDMA/HSDPA	5 MHz	< 0.1 km, < 1 km, < 20 km	1.8–14.4 Mbit/s	< 100 ms
TD-CDMA	5 or 10 MHz	2.5–30 km (typical)	1.5–3 Mbit/s	< 50 ms

1.10 pav. Plačiajuosčių technologijų pagrindinių parametru palyginimas [14,16]

Pateikti rezultatai byloja, kad iš plačiajuosčių bevielų technologijų, geriausius parametrus turi Wi-Max technologija.

Wi-Max technologija veikimo principu panaši į Wi-Fi (WLAN) technologiją išskyrus IEEE 802.11 ir IEEE 802.11b standartus, nes juose nėra naudojama OFDM. Lyginti Wi-Max galima su WLAN, kuriuos specifikuoja standartas IEEE 802.11a ir IEEE 802.11g.[8] Palyginimas šių dviejų technologijų pateiktas 1.11 pav., iš kur matyti, kad žymus pranašumas yra Wi-Max technologijos.[17,22]

	WLAN (802.11)	WiMAX (802.16)
Bandwidth	Fixed; 20 MHz/52 subcarriers	Variable; 1 to 28 MHz/256 subcarriers
Guard interval	Fixed at 1/4*symbol time	Variable; ranges from 1/32 to 1/4*symbol time
Spectral efficiency	2.7 Mbits/s/Hz	3.1 to 3.8 Mbits/s/Hz
EVM requirements	-25 dB	-31 dB
Rx noise figure	10 dB maximum	7 dB maximum
Duplexing	TDD	TDD, FDD, HFDD
Spectrum	Unlicensed	Licensed & unlicensed
Tx dynamic range	Tx power fixed	50-dB range

	WiFi 802.11g	WiMAX 802.16-2004*	WiMAX 802.16e	CDMA2000 1x EV-DO	WCDMA / UMTS
Approximate maximum reach	100 meters	8kms	5kms	12kms	12kms
Approximate maximum throughput	54 Mbps	75 Mbps (20 MHz band)	30Mbps (10 MHz band)	2.4 Mbps (higher for EV-DV)	2Mbps (10+ Mbps for HSDPA)
Typical Frequency bands	2.4 GHz	2-11 GHz	2-6 GHz	400,800,900, 1700, 1800, 1900 2100 MHz	1800, 1900, 2100 MHz
Availability	Now	Ratified in June 2004, products in 2005	Expected ratification in Q3 2005, products in 2006	Now	Now
Application	Wireless LAN	Fixed Wireless Broadband (eg-DSL alternative)	Portable Wireless Broadband	Mobile Wireless Broadband	Mobile Wireless Broadband

1.11 pav. Wi-Max ir kitų technologijų palyginimas [17,22]

Išanalizavus bevielės duomenų perdavimo technologijas ir palygimus jas su Wi-Max technologija, galima teigti, kad Wi-Max technologija pretenduoja tapti naujos kartos (4G) technologija.

1.3. Tinklo duomenų struktūros

Šiuo metu plačiausiai naudojama Wi-Fi technologija, kuri leidžia užtikrinti bevielę prieigą vartotojams. Nors ši technologija ir pačiai paplitusi, tačiau ji turi nemažai trūkumų:

- maža perdavimo sparta ir nedidelė aprėptis;
- reikalingas papildomas vartotojo autorizavimas saugumo padidinimui;
- negalima nustatyti vartotojo buvimo vietos, kadangi jo vieta nėra fiksuojama AP;
- fiksuojama tiksliai trukmė, kiek laiko vartotojas buvo prisijungęs prie tinklo;
- greitaveiką apsprendžia AP talpa, kuri kinta nuo vartotojų skaičiaus ir yra labai nepastovi;
- nėra QoS galimybių.

Atsižvelgiant į minėtus trūkumus, teikti lanksčias paslaugas neleidžia Wi-Fi techninės savybės.

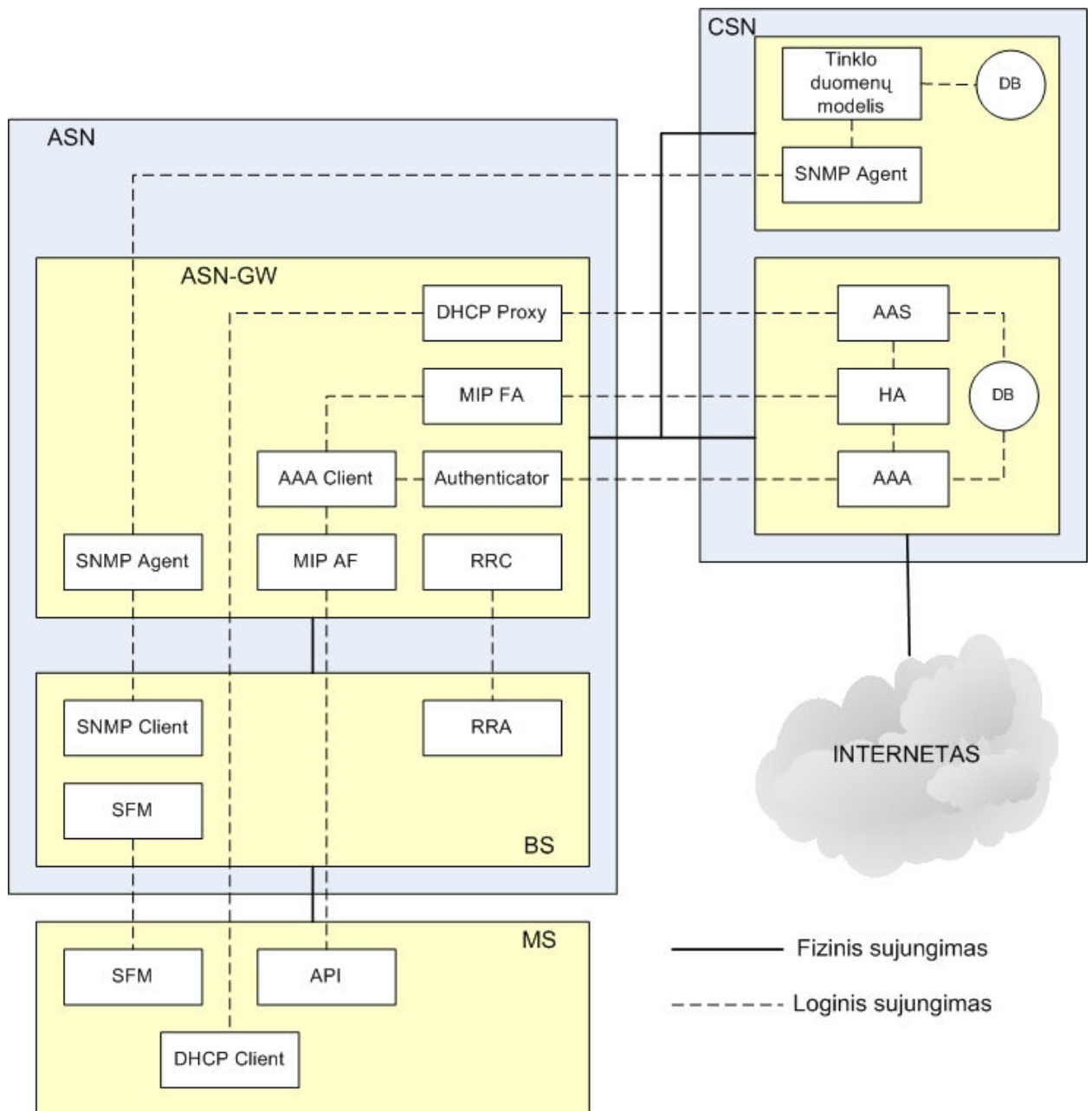
Skirtingai nei Wi-Fi, Wi-Max yra plačiajuostė bevielė duomenų perdavimo technologija, todėl gali užtikrinti didelę duomenų perdavimo spartą pakankamai dideliais atstumais. To pasekoje, galima pateikti vartotojams ne vien tik tradicines paslaugas: tokias kaip duomenų perdavimą už abonentinį mokestį ar apmokestinti už laiką, praleistą prisijungus prie tinklo su kintama greitaveika. Wi-Max technologija apjungia duomenų perdavimo tiekėjų ir mobiliojo ryšio tiekėjų paslaugas, todėl atsiranda galimybė papildomoms paslaugoms, tokioms kaip:

- atsiskaityti vartotojams už paslaugas pagal parsiusią duomenų kiekį;
- atsiskaityti vartotojams pagal laiką, kurį jie praleido tinkle, priklausomai nuo gautos duomenų perdavimo spartos;
- vartotojo buvimo vietos nustatymas;
- įvairios QoS galimybės.

Norint užtikrinti papildomas paslaugas ir mobilumą vartotojams, reikia:

- suprojektuoti tinklą, kuris užtikrintų didelę aprėptį ir duomenų perdavimo spartą;
- vartotojams suteikti saugų prisijungimą;
- užtikrinti prisijungimą iš bet kurios vietos, esančios aprėpties zonoje;
- galimybę laisvai judėti aprėpties zonoje;
- atlikti vartotojų identifikavimą, kai jie jungiasi prie tinklo;
- įdiegti sistemą, kuri leistų kaupti tinklo duomenis, reikalingus apskaitai ir tinklo stebėjimui.

Tinklo topologija (1.12 pav.) suprojektuota remiantis IEEE 802.16e ir Wi-Max forum [29] standarto rekomendacijomis. Ji gali užtikrinti anksčiau išvardytus reikalavimus. Remiantis rekomendacijomis [26,29], galimi trys bazinių stočių projektavimo variantai. Šiuo metu tik vienas iš jų yra specifikuotas, todėl projektuojama pagal šio varianto rekomendacijas.

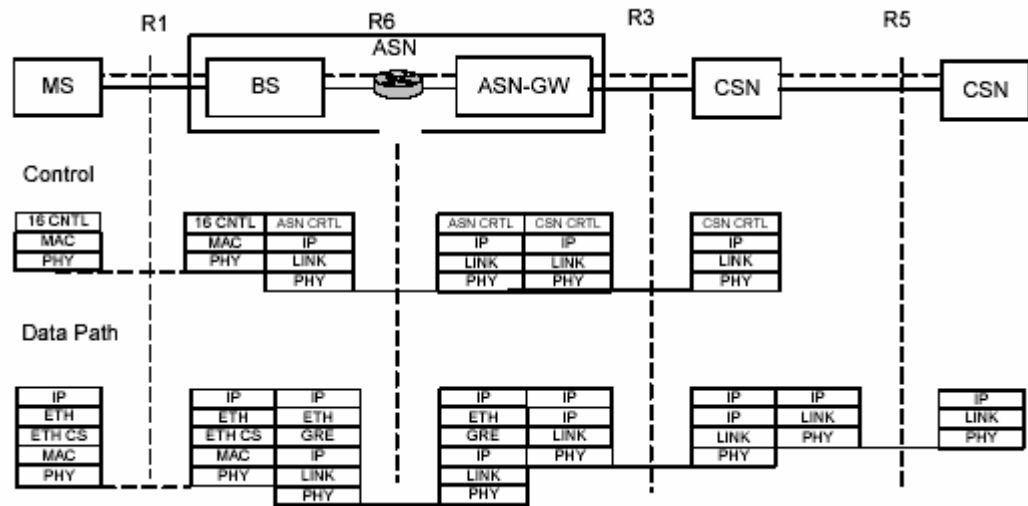


1.12 pav. Wi-Max tinklo segmento topologijos

Nagrinėsime ne visas BS galimybes, o tik pagrindines, susijusias su projektuojamu tinklo duomenų modeliu. Vartotojo terminalui MS jungiantis prie Wi-Max duomenų perdavimo tinklo, turi būti užtikrinta:

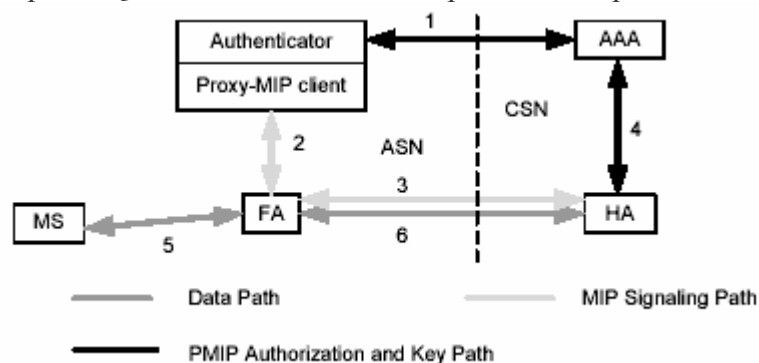
- autentifikavimas;
- IP adreso suteikimas;
- galimybė prisijungti prie duomenų perdavimo tinklo.

Wi-Max topologiją sudaro pagrindinės dalys: vartotojo terminalai (MS); tinklo prieigos taškai (ASN), susidedantys iš bazinių stočių (BS) ir šliuzo (ASN-GW); tinklo tiekėjo serviso tinklas (CSN). Visus šiuos komponentus gali naudoti vienas ar keli tinklo tiekėjai. Sujungimai tarp tinklo tiekėjų atliekami tarp tų tiekėjų CSN blokų. Serveris, kur patalpintas tinklo duomenų modelis, diegiamas CSN sistemoje ir atlieka duomenų surinkimą iš BS apie MS radijo parametrus ir siūstus duomenis. Duomenų apsikeitimas tarp BS ir tinklo duomenų modelio vykdomas per ASN-GW, kuris atlieka BS valdymo ir kitas svarbias funkcijas. Duomenis iš ASN-GW į tinklo duomenų modelį galima parsiusiti naudojant SNMP ar Ethernet protokolus arba rezervuojant vieną kitu. Duomenų apsikeitimo protokolai parodyti 1.13 pav.



1.13 pav. Duomenų mainai naudojant Ethernet protokolą [29]

Veikimo principą paaškinanti diagrama pateikta 1.12 pav. Vartotojo terminalas (MS) jungiasi prie bazinės stoties (BS) fiziniame lygmenyje, naudojant radijo ryšį. BS nuskaito MS MAC adresą ir sujungia jį su ASN-GW, kuris aktyvuoja funkcinę programą. Ji skirta autentifikavimui, po kurio sėkmingo įvykdymo sudaromas sujungimas tarp MS programos sąsajos (API) ir ASN-GW funkcinės programos (AF). Vartotojui atlikus autorizaciją, ASN-GW atlieka autentifikacijos procesą, kurio detalesnė schema pateikta 1.14 pav.



1.14 pav. Vartotojo autentifikacijos proceso diagrama [29]

Autentifikatorius kreipiasi į autentifikacijos, autorizacijos ir vartotojų serverį (AAA), kuris patvirtina, ar leisti prisijungti, ar neleisti. Leidimas gaunamas tada, kai vartotojas yra identifikuojamas duomenų bazėje (DB). Tada tarp nutolusio agento (FA) ir namų agento (HA) vyksta duomenų apsikeitimas MIP protokolu. HA kreipiasi į DHCP serverį (AAS), kad būtų suteiktas IP adresas MS. Gavęs IP adresą, vartotojas per FA ir HA gali patekti į internetą.

Tinklo duomenų modelis, naudodamas SNMP arba Ethernet protokolus, gauna duomenis iš ASN-GW. Jis iš BS surenka: MS MAC adresus, BS ID, radijo parametrus, duomenų skaitiklių duomenis. Duomenys nuskaitomi kas kart per nustatytą laiko intervalą. Informacija apie pasiunčiamus MS duomenų kiekius kaupiama BS skaitikliuose SFM sistemoje.

Tinklo duomenų struktūrų palyginimas, tarp Wi-Fi ir Wi-Max technologijų, pateiktas 1.1 lentelėje.

1.1 lentelė. Tinko duomenų struktūros palyginimas

Tinklo duomenys	Wi-Fi technologijai	Wi-Max technologijai
Vartotojo buvimo tinkle trukmė	fiksuojiama	fiksuojiama
BS, sektoriaus identifikatorius	nėra	yra
Aparatūras identifikatorius (MAC)	yra	yra
Vartotojo identifikavimas sistemoje	yra	yra
MS siųstų duomenų skaitikliai	nėra	yra
Moduliacijos tipas	nėra	yra

BS, sektoriaus maksimalios greಿತaveikos nustatymas	netikslus	tikslus
Vartotojų skaičius	fiksuoјamas	fiksuoјamas
Tinklo duomenų perdavimas iš BS/AP	negalimas	galimas

Tinklo duomenų modelis gali būti naudojamas tiek Wi-Fi, tiek Wi-Max technologijose. Jis atlieka tinklo duomenų surinkimą ir kaupimą. Sukaupiti duomenys gali būti panaudoti apskaitai, kuri reikalinga vartotojų paslaugoms užtikrinti. Wi-Fi sistemai tinklo duomenų modelis nėra toks aktualus kaip Wi-Max, nes pastaroji gali pateikti daugiau tinklo duomenų, kuriuos apdorojus būtų galima užtikrinti papildomų paslaugų suteikimą vartotojams, bei jų apskaitą.

1.4. Tinklo duomenų modelis skirtas Wi-Max technologijai

Tinklo duomenų modelis – skirtas duomenų, apie vartotojų MS surinkimui ir kaupimui, kurių pagalba būtų galima užtikrinti papildomų paslaugų suteikimą ir apskaitą. Tinklo duomenų modelis kartu su duomenų baze (DB) patalpinamas serveryje ir pasiekiamas per duomenų perdavimo tinklą, panaudoјant SNMP ar Ethernet protokolus. Gauti duomenys apdoroјami, t.y. apskaičiuojami reikiami parametrai ir duomenys įrašomi į duomenų bazę. Duomenys iš DB nuskaitymi po nustatyto laiko intervalo ir išvedami lentelės pavidalu. Galima stebėti tinklo vartotojus realiu laiku. Taip pat atlikti duomenų paieška užklausų pagalba iš DB. Todėl galima atlikti įvairias apskaitas ir statistinius tyrimus. Iš BS apie vartotojų terminalus renkami tokie duomenys:

- duomenų nuskaitymo laikas;
- vartotojo terminalo MAC adresas;
- bazinės stoties identifikatorius;
- vartotojo terminalo “uplink” lygis;
- vartotojo terminalo “downlink” lygis;
- vartotojo terminalo siųstas duomenų kiekis “uplink” kryptimi;
- vartotojo terminalo siųstas duomenų kiekis “downlink” kryptimi;
- moduliacijos tipas “uplink” kryptimi;
- moduliacijos tipas “downlink” kryptimi;
- maksimalus atstumas nuo BS iki sektoriaus zonos ribos;
- zonos indeksas vartotojo vietai nustatyti;
- tuo metu prisijungusių terminalų skaičius prie atitinkamos bazės atitinkamo sektoriaus.

Kadangi Wi-Max IEEE 802.16e standarto įrenginių dar realiai nėra, tai duomenys, kuriuos turėtume gauti iš BS, generuojami programinio modelio - šablono pagalba. Atitinkamose ribose ir sąlygose, atsitiktinai generuojamas MS skaičius, su skirtingais MAC adresais, BS identifikatoriais, “uplink” lygiu, “downlink” lygiu, pasiųstų duomenų kiekiu “uplink” ir “downlink” kryptimi. Kiti duomenys apskaičiuojami pagal žemiau pateiktas metodikas.

1.4.1 Programos šablonas įmituojantis Wi-Max įrengini

Tinklo duomenų modelio darbui reikalingi duomenys, kurie turėtų būti gaunami iš Wi-Max įrenginių. Todėl vietoj įrenginių naudojamas šablonas įmituojantis juos. Sudarytas algoritmas, kuris generuoja unikalų MS identifikatorių – MAC adresą. MAC sudarytas iš 12 šešiolyktainių simbolių, kurie generuojami atsitiktine tvarka. Tokia pat tvarka generuojamas ir BS identifikatorius, kurį sudaro du dešimtainiai skaitmenys: pirmasis indikuoja bazinės stoties numerį, o antrasis sektorių. Išvardytų parametrų skaičius generuojamas atsitiktine tvarka. Duomenys generuojami kiekvieną kartą, paspaudus mygtuką „Generuoti“. Po kiekvieno paspaudimo pridedami naujai sugeneruoti duomenys. Viso sugeneruotų duomenų ir naujai sugeneruotų duomenų skaičius indikuojamas lange. Visi duomenys surašomi į MySQL duomenų bazę ir tenai saugomi. Ištrinti duomenis iš DB gali administratorius, prisijungęs prie duomenų bazės.

Atsitiktiniu būdu generuojami “uplink” ir “downlink” krypties lygiai ir parsųstos informacijos kiekis per trukmę tarp duomenų nuskaitymo intervalų. Dėl modelio paprastumo, generuojamas informacijos kiekis per užduotą laiko intervalą, o ne skaitliukų rodmenys nuskaitymo metu, nes tai palengvina šablono kūrimą ir neturi įtakos tinklo duomenų modelio darbui.

1.4.2 Duomenų perdavimo spartos ir parsųsto duomenų kiekio apskaičiavimas

Duomenų perdavimo sparta priklauso nuo tokių faktorių:

- siuntimo krypties (“uplink” ir “downlink”);
- moduliacijos, kuri betarpiškai susijusi su signalo lygiu;
- vienu metu tame pat sektoriuje dirbančių terminalų skaičiaus ir moduliacijos tipo (atstumo nuo bazinės stoties);

Gauti duomenys iš Wi-Max įrenginių šablono yra analizuojami. Pirmiausia įvertinamas signalo lygis, pagal kurį nustatoma, kokia moduliacija dirba MS. Įvertinamas MS skaičius sektoriuje ir apskaičiuojama galima maksimali greitaveika kiekvienam MS. Toks vertinimas atliekamas, tiek “downlink”, tiek ir “uplink” kryptimi. Pagal greitaveiką ir duomenų nuskaitymo intervalo trukmę, nesunkiai apskaičiuojamas galimas parsųstos informacijos kiekis kiekvienam MS. Iš gautų duomenų galima patikrinti, ar teisingai buvo užfiksuota siųstos informacijos keikis įrenginių skaitikliuose.

MS parsųstos informacijos duomenų kiekis fiksuojamas skaitikliuose ir po nustatyto intervalo parsųnčiamas į tinklo duomenų modelį. Šablonas šiuos duomenis generuoja atsižvelgdamas į MS esančių viename sektoriuje skaičių ir galimas naudoti maksimalias greitaveikas.

1.4.3 MS atstumo nuo BS ir buvimo vietos, bei vienu metu dirbančių MS apskaičiavimas

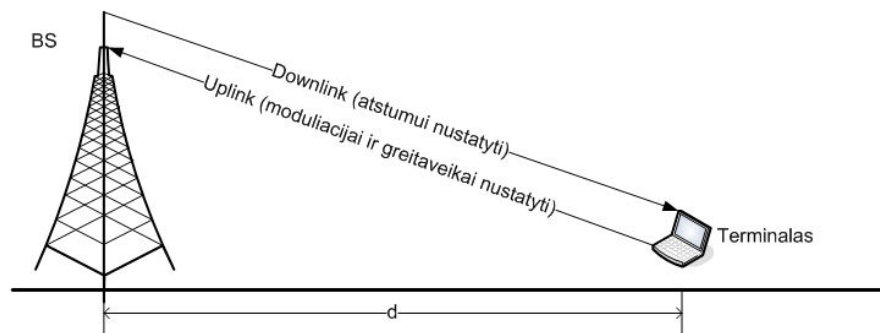
Norit apskaičiuoti MS atstumą ir buvimo vietą, reikia žinoti tokius BS parametrus:

- dažnį (F);
- bazinės stoties sektoriaus spinduliuojamą galią (P_s);
- bazinės stoties antenos stiprinimą (P_a);
- MS spinduliuojamą galią (P_{st});
- MS antenos stiprinimą (P_{at}).

Taip pat reikalingi programos šablono sugeneruoti duomenys:

- MS MAC adresas (MAC);
- bazinės stoties ir jos sektoriaus identifikatorius (bs_id);
- MS “uplink” lygis (U_t);
- MS “downlink” lygis (U_d).

Svarbu įvertinti duomenų perdavimo kryptis aukštyn (“uplink”) ir žemyn (“downlink”). Tarp bazinės stoties ir MS vyksta duomenų apsikeitimas perdavimo aukštyn ir žemyn kryptimis 1.15 pav.



1.15 pav. Duomenų apsikeitimas tarp bazinė stoties ir MS

Tinklo duomenų modelis gauna informaciją apie MS siuntimo ir priėmimo lygius. Remiantis žemyn (“downlink”) lygio duomenimis, apskaičiuojamas atstumas, koku MS yra nutolęs nuo bazinės stoties (d), bei, kokia maksimalia sparta MS gali priimti duomenis, priklausomai nuo bazinės stoties laisvos talpos. Pasirinktas šis signalas todėl, kad bazinės stoties siunčiamas signalas yra stipresnis už MS, ir pasiskirsto visame sektoriuje. Be to, jis atsparesnis trukdžiams, nes yra pakankamai stiprus, dėl ko gaunami tikslesni atstumo skaičiavimo rezultatai. Lygio aukštyn (“uplink”) rezultatai apsprendžia, kokia moduliacija gali dirbti MS esamomis sąlygomis. Nuo moduliacijos priklauso MS išsiunčiamų duomenų perdavimo sparta. Paprastai MS galingumas yra mažesnis už bazinės stoties spinduliuojamą galingumą, todėl vertinant šiuos signalo lygio duomenis, galime tiksliau įvertinti maksimalią terminalo duomenų perdavimo spartą.

Sugeneruota šablono “downlink” lygio reikšmė terminalui U_d [-dBm] bus naudojama skaičiavimuose.

Bendras slopinimas apskaičiuojamas pagal formulę:

$$L = L_p + L_c + L_f \quad (1)$$

kur L_p – slopinimas laisvoje erdvėje [dB], apskaičiuojamas pagal formulę [20]:

$$P_p = 20 \log \left(\frac{4\pi d}{\lambda} \right), \quad (2)$$

čia d – atstumas [m] nuo bazinės stoties iki terminalo; λ - bangos ilgis [m], kuris apskaičiuojamas pagal formulę:

$$\lambda = \frac{C}{F}, \quad (3)$$

kur C – šviesos greitis $3 \cdot 10^8$ [m/s]; F – dažnis [Hz]

kur L_c – koeficientas išvestas Wi-Max technologijai [20];

kur L_f – dažnio įtaka slopinimui, kuri apskaičiuojama pagal formulę [20]:

$$L_f = 6 \log \left(\frac{F[\text{MHz}]}{2000} \right), \quad (4)$$

Apskaičiuojama bazinės stoties spinduliuojama pilnoji signalo galia:

$$P_b = P_s + P_a \quad (5)$$

kur P_s – bazinės stoties siųstuvo galia [dBm]; P_a – sektoriaus antenos stiprinimas [dBi].

Apskaičiuojama terminalo spinduliuojama pilnoji signalo galia:

$$P_t = P_{st} + P_{at} \quad (6)$$

kur P_{st} – terminalo siųstuvo galia [dBm]; P_{at} – terminalo antenos stiprinimas [dBi].

Atstumas nuo bazinės stoties iki terminalo apskaičiuojamas pagal išvestą formulę:

$$d = \frac{\lambda \cdot 10^{\frac{L_p}{20}}}{4\pi}, \quad (7)$$

čia L_p apskaičiuojama pagal išvestą formulę:

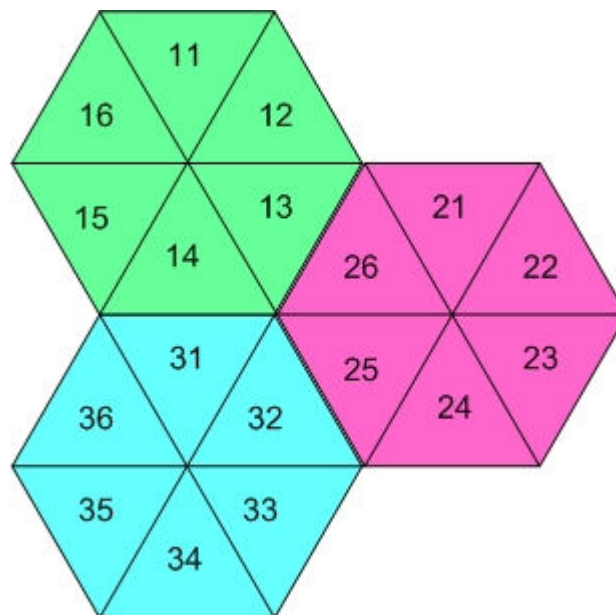
$$L_p = ((P_b + P_{st}) - U_d) - (L_f + L_c) \quad (8)$$

Pagal terminalo “uplink” signalo lygį, atrenkamas moduliacijos tipas ir su ja susijusi maksimali galima duomenų perdavimo greitaveika. Remiantis standartu [27], greitaveikos reikšmės pateiktos 1.2 lentelėje.

1.2 lentelė. Moduliacijos ir greitaveikos priklausomybė, kai naudojama 7 MHz dažnių juosta

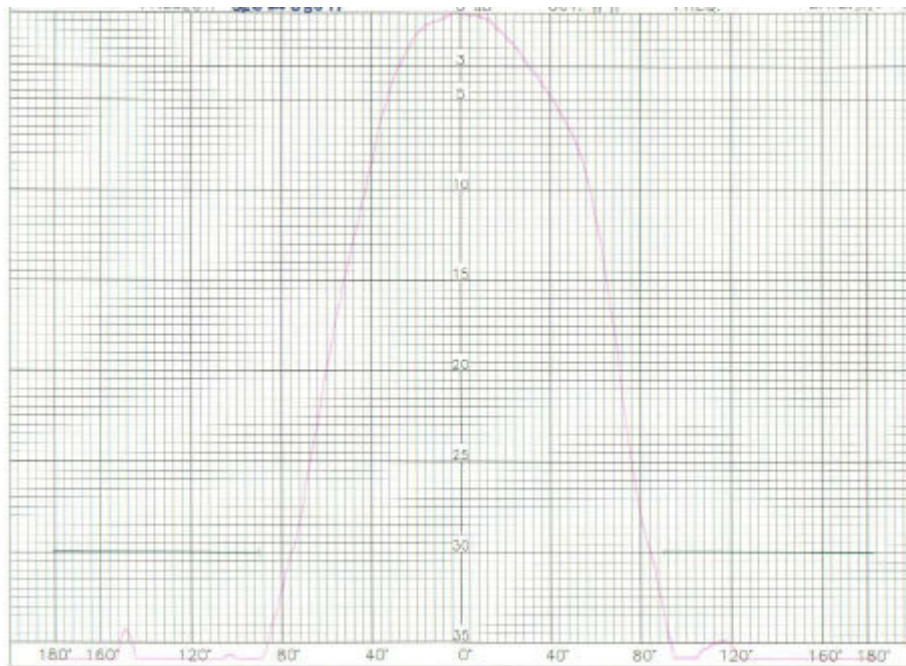
Signalų lygis U_t , dBm	Moduliacija	Greitaveika R_{max} , Mbps	SNR, dB
-85 iki -103	BPSK 1/2	0,5	3
-83 iki -84	QPSK 1/2	1,5	6
-78 iki -82	QPSK 3/4	2	8.5
-76 iki -77	QAM16 1/2	4	11.5
-72 iki -75	QAM16 3/4	6	15
-70 iki -71	QAM64 2/3	7,5	19
-40 iki -69	QAM64 3/4	8	21

Dėl paprastumo modelyje naudojamos trys bazinės stotys. Kiekviena BS sudaryta iš šešių sektorių. Grafiškai pateikti sektoriai bei jų suskirstymas į indeksus (1.16 pav.).



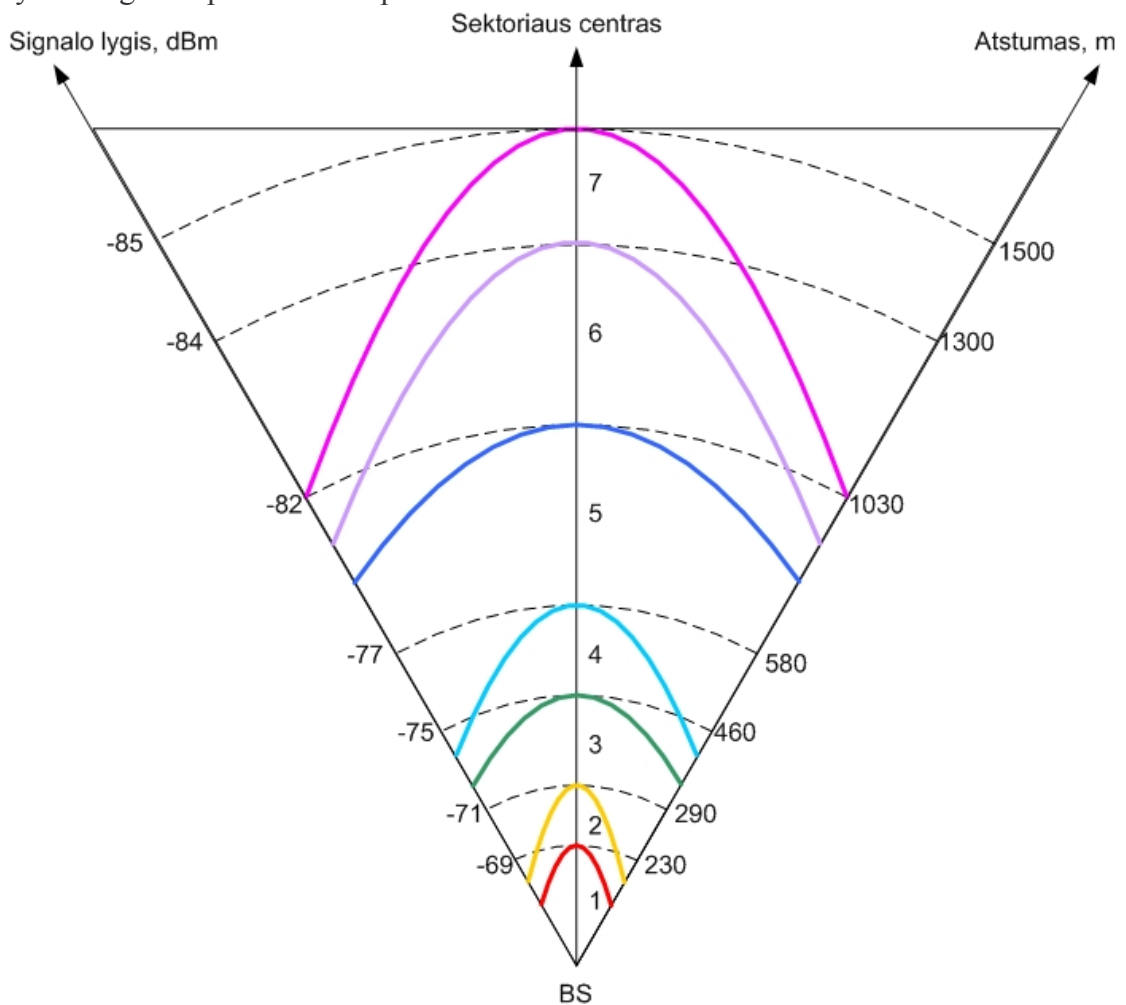
1.16 pav. Sektorių grafinis išdėstymas ir jų indeksai

Terminalo poziciją apsprendžia bs_id ir d reikšmės, pagal kurias nustatoma terminalo buvimo vieta. Taip pat atsižvelgiama į sektorinės antenos lapelio charakteristikas 1.17 pav, kurios įtakoja signalo lygio išsidėstymą sektoriaus plote.



1.17 pav. Bazinės stoties, su 60 laipsnių sektoriumi, antenos diagrama [31]

Reikmė d nusako maksimaliai galimą atstumą, kuriuo gali būti nutolęs MS nuo BS, tačiau galimas ir mažesnis atstumas. Dėl paprastumo padalinamas sektorius į zonas, atsižvelgiant į signalo lygius iš antenos diagramos. Zonos ribas apsprendžia moduliacijos tipas. Sudaryta vietos nustatymo diagrama pateikta 1.18 pav.



1.18 pav. Vietos nustatymo diagrama

Vietos nustatymo diagramoje sritys, atitinkančios atskiras moduliacijas, pažymėtos indeksais ir įvertintos galimos atstumo ribos nuo BS (1.3 lentelė).

1.3 lentelė. Zonų indeksai

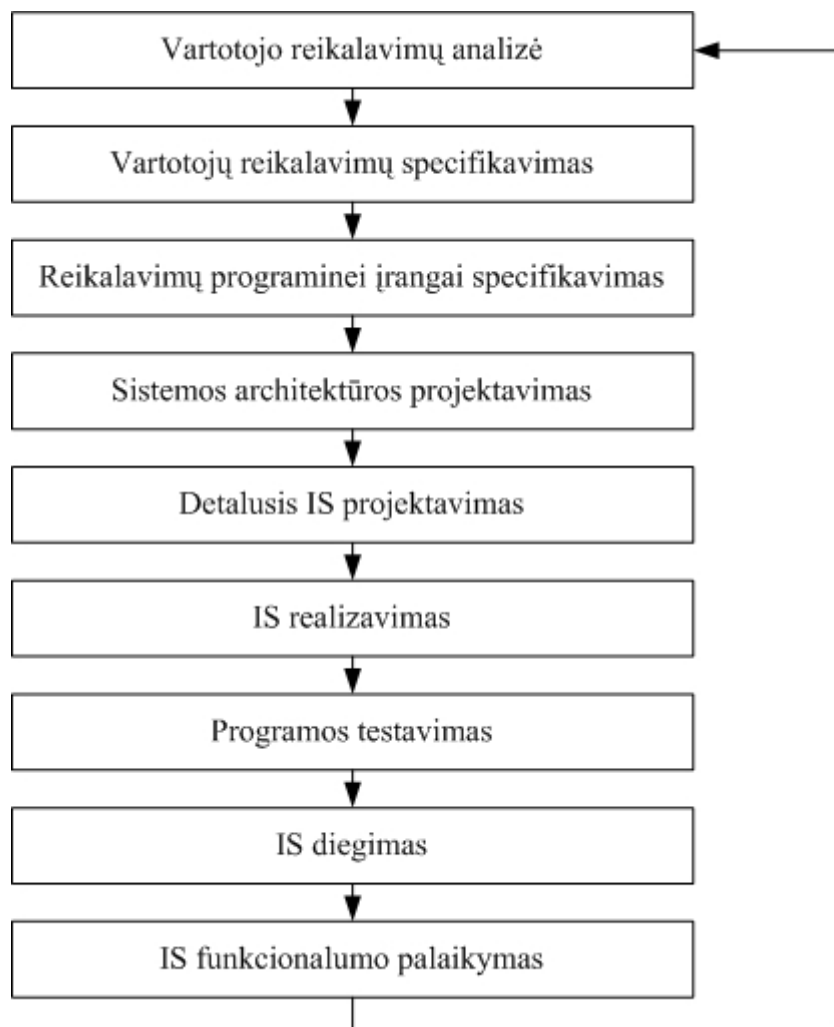
Zonos indeksas	Moduliacijos tipas	Atstumo ribos nuo BS, m
1	QAM64 3/4	Nuo 0 iki 230
2	QAM64 2/3	Nuo 230 iki 290
3	QAM16 3/4	Nuo 290 iki 460
4	QAM16 1/2	Nuo 460 iki 580
5	QPSK 3/4	Nuo 580 iki 1030
6	QPSK 1/2	Nuo 1030 iki 1300
7	BPSK 1/2	Nuo 1300 iki 1500

Tinklo duomenų modelis analizuoja prijungtų MS prie sektoriaus skaičių. Galima realiai stebėti MS pokyčius sektoriuje. Programa nustato, koks yra skaičius MS su tuo pačiu sektoriaus indeksu, ir išveda informaciją apie kiekvieno MS. Tai leidžia stebėti sektoriaus apkrovą realiu laiku.

2 PROJEKTINĖ DALIS

Tinklo duomenų modelio projektavimas atliktas, panaudojus tradicinį (krioklio) gyvavimo ciklo modelį (2.1 pav.). Šis metodas aprašo IS inžinerijos eigą etapas po etapo, t.y., atlikus vieną etapą, pereinama prie kito. Krioklio metodą sudaro tokie etapai: [25]

- vartotojo reikalavimų analizė;
- vartotojų reikalavimų specifikuojimas;
- reikalavimų programinei įrangai specifikuojimas;
- sistemos architektūros projektavimas;
- detalūs IS projektavimas;
- IS realizavimas;
- programos testavimas;
- IS diegimas;
- IS funkcionalumo palaikymas.



2.1 pav. Tradicinis (“krioklio”) gyvavimo ciklo modelis

Vartotojo reikalavimų analizę ir specifikavimą, reikalavimų programinei įrangai specifikavimą aprašo reikalavimų specifikacijos pagal volere.

2.1. Reikalavimų specifikacija

2.1.1 Projekto varovai (Project Drivers)

2.1.1.1 Sistemos paskirtis

Šiuo metu kuriama nauja telekomunikacijų technologija - Wi-Max (Worldwide Interoperability for Microwave Access). Ji užtikrins plačiaujustį duomenų perdavimą ir žada išstumti iš rinkos Wi-Fi technologiją. Šiuo metu Wi-Max technologijos produktai projektuojami ir testuojami. Rinką jie turėtų pasiekti 2007 metų antroje pusėje. Telekomunikacines paslaugas teikianti įmonė planuoja įdiegti naujas technologijas ir teikti vartotojams įvairias paslaugas, kurias galės užtikrinti Wi-Max technologija. Reikalinga programinė įranga, leidžianti kaupti gautus duomenis iš MS ir atlikti veiksmus su jais. Kadangi tokio tipo produktų Wi-Max technologijai dar nėra, todėl reikia sukurti programos prototipą pagal užsakovo reikalavimus.

2.1.1.1.1 Projekto kūrimo pagrindas (pagrindimas)

Atsiradus galimybei plėsti telekomunikacijos veiklą, panaudojant technologiją Wi-Max, užtikrinant geresnes, kokybiškesnes ir perspektyvias paslaugas. Naujos paslaugos reikalauja ir naujų apskaitos metodikų. Metodikoms reikalingi duomenys surinkti iš techninės įrangos būtų kaupiami ir panaudojami apskaitai. Tinklo duomenų modelis turi užtikrinti duomenų surinkimą, saugojimą ir paiešką.

2.1.1.1.2 Sistemos tikslai (paskirtis)

Programos tikslas – atlikti duomenų iš įrangos surinkimą, saugojimą ir paiešką. Tinklo duomenų modelis turi surinkti duomenų apie MS ir atlikti reikiamus apskaičiavimus, kurie leistų įvertinti tokius parametrus:

- MS parsųstų duomenų kiekį abiem kryptimis;
- MS prisijungusių prie BS sektoriaus skaičių;
- MS vietos nustatymas;
- atlikti duomenų paiešką DB.

2.1.1.2 Užsakovai, pirkėjai ir kiti sistema suinteresuoti asmenys

Projekto užsakovas – magistrinio darbo vadovas (Rimantas Plėštys).

Projekto pirkėjas. Projekto pirkėjas šiuo metu yra UAB “Telekomunikacijos”. Programos įdiegimas padės racionaliai pasiruošti naujos technologijos diegimui ir sumažins kaštus projektuojant.

Kiti sistema suinteresuoti asmenys. Kadangi projektas yra magistrinis darbas, juo suinteresuoti ir jo kūrėjai, t.y. vykdytojas – KTU Informatikos fakulteto Programų Inžinerijos katedros magistrantas Arvydas Kostkevičius.

2.1.1.3 Vartotojai

Įrenginiai:

Sprendžiami uždaviniai:

- siunčiami duomenys į tinklo duomenų modelį.

IS administratorius:

Sprendžiami uždaviniai:

- programos ir DB diegimas;
- programos ir DB priežiūra;
- duomenų archyvavimas;
- duomenų paieškos ir ataskaitų formavimas;

Vadybininkai:

Sprendžiami uždaviniai:

- duomenų paieška ir ataskaitų formavimas.

Inžinieriai:

Sprendžiami uždaviniai:

- MS darbingumo stebėjimas;
- duomenų paieška.

2.1.2 Projekto apribojimai

2.1.2.1 Įpareigojantys apribojimai (Mandated constraints)

2.1.2.1.1 Apribojimai sprendimui

Kuriamai programai taikomi apribojimai:

- programa turi būti pasiekama per tinklą (internetą) naršyklės pagalba;
- rezultatai pateikiami lentelės pavidalu;
- duomenys atnaujinami per nustatytą laiko intervalą (10 s);
- duomenų paieška atliekama sql užklausų pagalba, pagal kiekvieną parametą;

2.1.2.1.2 Diegimo aplinka

Kuriama programa ir jai skirta duomenų bazė bus įdiegta įmonės serveryje ir pasiekama iš bet kurio įmonės kompiuterio per įmonės kompiuterinį tinklą. Vartotojų kompiuteriuose papildomos įrangos diegti nereikia, reikalinga tik tai interneto naršyklė.

Minimalūs reikalavimai vartotojų programinei įrangai:

- Windows 9x/2000/XP operacinė sistema;
- Internet Explorer (5.5 arba vėlesnė versija).

Minimalūs reikalavimai serverio techninei įrangai:

- procesorius – 2 GHz Intel Pentium IV;
- spartinančioji atmintis – 1024 MB;
- kietasis diskas – 120 GB;
- tinklo plokštė – Ethernet 10/100;

2.1.2.1.3 Bendradarbiaujančios sistemos

Tinklo duomenų modelis gauna duomenis iš serveryje įdiegto SNMP Agent, kuris parsunčia duomenis iš MIB, esančių įrenginiuose.

2.1.2.1.4 Komerciniai specializuoti programų paketai

Programos darbui pakanka interneto naršyklės ir serveryje įdiegto web serverio, php, mysql, snmp programinių paketų. Specializuoti programiniai paketai nebus naudojami.

2.1.2.1.5 Numatoma darbo vietos aplinka

Vartotojo darbo vieta yra įprastinė darbo su kompiuteriu vieta ir tenkinanti reikalavimus tokiai darbo vietai.

2.1.2.1.6 Sistemos kūrimo terminai

Pagrindiniai projekto etapai ir jų atlikimo terminai:

- projekto paraiškos paruošimas (2006 10 01);
- projekto darbų plano sudarymas (2006 10 01);
- projekto reikalavimų specifikacijos sudarymas (2006 10 15);
- projekto architektūros specifikacijos sudarymas (2006 11 15);
- detalios projekto architektūros specifikacijos sudarymas (2006 12 15);
- sistemos testavimo plano sudarymas (2007 04 01);
- sistemos naudotojo dokumentacijos sudarymas (2007 05 01);
- sistemos įdiegimas (2007 05 15).

2.1.2.2 Svarbūs faktai ir prielaidos

Kadangi Wi-Max technologija rinkoje dar nenaudojama, todėl jos atliekamas funkcijas skaičiuojame remdamiesi teoriniu modeliu. Duomenis, reikalingus tinklo duomenų modeliui, generuoja tam tikslui sukurta programa - šablonas, kuri pakeičia realią įrangą. Praktinis šios technologijos panaudojimas gali įnešti pataisas į skaičiavimus. Todėl atsižvelgus į empirinius duomenis, gautus sistemas eksploatuojant, gali tekti koreguoti programos darbą.

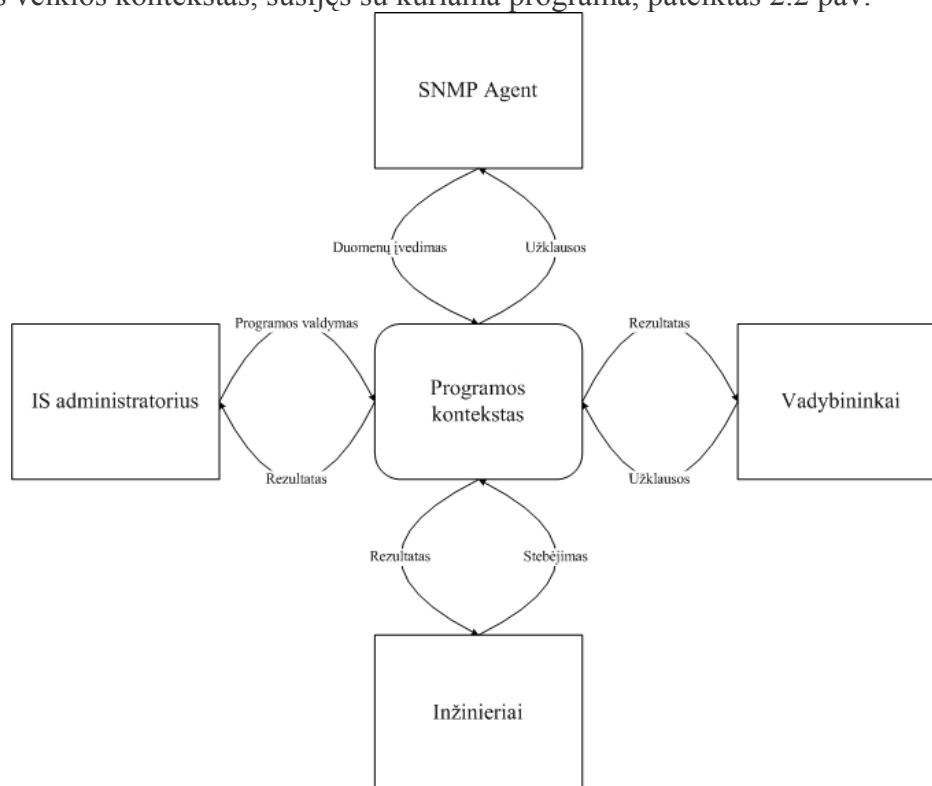
Manoma, kad sėkmingai naudojant programą, atsiras prielaidos ja pasinaudoti ir kitiems Wi-Max technologijos plėtojams, kurie nesunkiai galės ja naudotis interneto pagalba. Atsiradus poreikiui galima apskaičiuoti naujas funkcijas ir praplėsti programos funkcionalumą, sėkmingai pritaikant jį darbe.

2.1.3 Funkciniai reikalavimai

2.1.3.1 Veiklos sfera (The scope of the work)

2.1.3.1.1 Veiklos kontekstas (pateikiama konteksto diagrama)

Įmonės veiklos kontekstas, susijęs su kuriama programa, pateiktas 2.2 pav.



2.2 pav. Įmonės veiklos konteksto diagrama

2.1.3.1.2 Veiklos padalinimas

Veiklos įvykių sąrašas pateiktas 2.1 lentelėje. Jis apima visus veiklos įvykius susijusius su nagrinėjama veikla: SNMP Agent, programos administravimu, MS stebėjimu, ataskaitų rengimu.

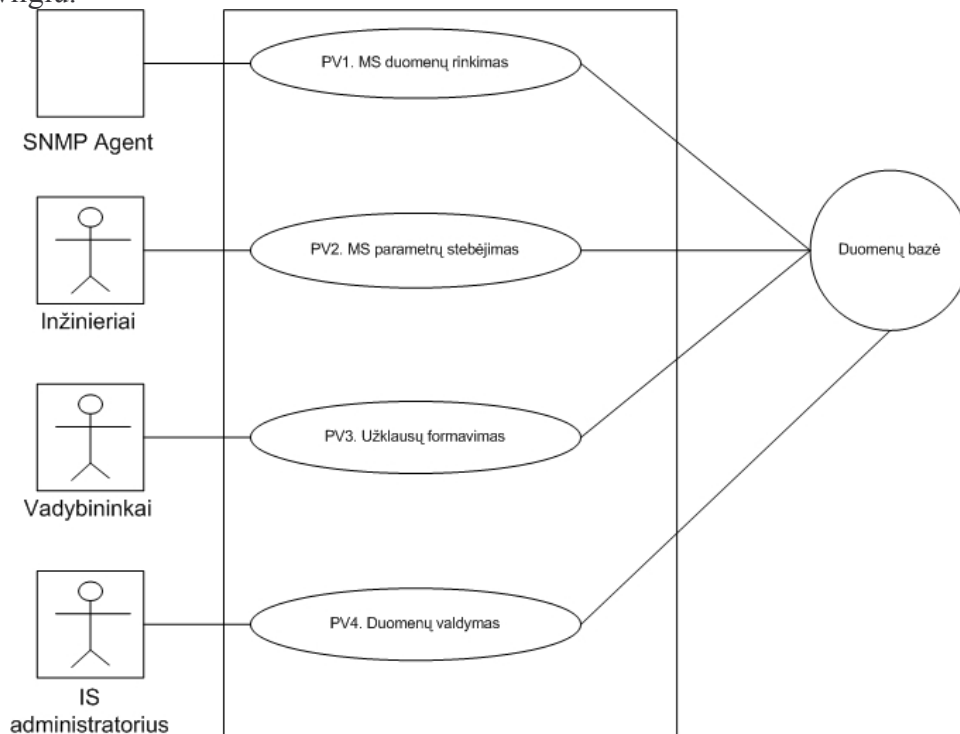
2.1 lentelė. Veiklos įvykių sąrašas

Eil. Nr.	Įvykio pavadinimas	Įeinantys / išeinantys informacijos srautai
1	SNMP Agent gauna komandas skaityti duomenis apie MS	Užklauso nuskaitymui iš MIB
2	SNMP Agent siunčia duomenis apie MS į tinklo duomenų modelį	Duomenų įvedimas į tinklo duomenų modelį
3	IS administratorius valdo DB duomenis	Duomenų archyvavimas, DB valymas
4	IS administratorius diegia tinklo duomenų modelį	Tinklo duomenų modelio diegimas
5	IS administratorius gauna rezultatą apie atliktus veiksmus	Pranešimai
6	Vadybininkai formuoja užklauso	Užklauso
7	Vadybininkai gauna atsakymus į užklauso	Užklauso rezultatai
8	Inžinieriai stebi MS parametrų pokyčius realiuo laike	Pasirenka stebėjimo režimą
9	Inžinieriai gauna duomenis apie MS realiuo laiku	MS duomenys

2.1.3.2 Produkto veiklos sfera (The scope of the product)

2.1.3.2.1 Sistemos ribos

Ribas, tarp sistemos ir vartotojo, nusako panaudojimo atvejų diagrama. Panaudojimo atvejų diagrama sudaroma įvertinant kiekvieną išskirtą veiklos įvykį ir kuriamos sistemos indėlį šio įvykio atžvilgiu.



2.3 pav. Panaudojimo atvejų diagrama

2.1.3.2.2 Panaudojimo atvejų sąrašas

PV1. MS duomenų rinkimas

Vartotojai/Aktoriai: SNMP Agent. Kol nėra įrangos naudojamas šablonas.

Aprašas: Duomenų apie MS rinkimas. Šablonas atlieka atsitiktinį duomenų generavimą, kurie atitinka MS duomenų reikalavimo sąlygas.

Ryšiai su kitais PA: SNMP Agent, duomenų bazė.

Prieš-sąlygos: Laukia, kol bus nuspauštas mygtukas "GENERUOTI".

Sužadavimo sąlyga: Nuspaušiamas mygtukas "GENERUOTI".

Po-sąlyga: Generuojami atsitiktiniai duomenys nustatyto laiko intervalu.

Pagrindinis scenarijus: Generuojamas atsitiktinis MS skaičius su atsitiktinėmis reikšmėmis nustatyto laiko intervalu.

Alternatyvūs scenarijai: Pereiti į vieną iš režimų: "STEBĖTI", "UŽKLAUSOS", "INSTRUKCIJA".

PV2. MS parametrų stebėjimas

Vartotojai/Aktoriai: Inžinieriai.

Aprašas: h

Prieš-sąlygos: Laukia kol bus nuspauštas mygtukas "STEBĖTI".

Sužadavimo sąlyga: Nuspaušiamas mygtukas "STEBĖTI".

Po-sąlyga: Lange lentelės pavidalu pateikiami duomenys apie MS. Automatiškai atnaujinami kad 10 s.

Pagrindinis scenarijus: Nuspaušus mygtuką "STEBĖTI", kas 10 s nuskaitomi duomenys, apskaičiuojami parametrai ir įrašomi į DB bei pateikiami ekrane lentelės pavidalu nustatyto laiko intervalu.

Alternatyvūs scenarijai: Pereiti į vieną iš režimų: “PARAMETRAI”, “UŽKLAUSOS”, “INSTRUKCIJA”.

PV3. Užklausių formavimas

Vartotojai/Aktoriai: Vadybininkai.

Aprašas: Užklausių formavimas. Galima gauti duomenis pagal užklausiai užduotus vieną ar kelis MS parametrus. Rezultatas pateikiamas lentelės pavidalu. Automatiškai apskaičiuojama parsiušto duomenų kiekio suma, nurodytai užklausiai.

Ryšiai su kitais PA: Vadybininkai, duomenų bazė.

Prieš-sąlygos: Nuspaudžiamas mygtukas “UŽKLAUSOS”.

Sužadinimo sąlyga: Užpildomi užklaustos laukeliai tų parametrų, kurių paiešką norime atlikti ir paspaudžiamas mygtukas “IEŠKOTI”.

Po-sąlyga: Pateikiami rezultatai lentelės pavidalu, atitinkantys užklaustos sąlygas.

Pagrindinis scenarijus: Nuspaudus mygtuką “UŽKLAUSOS”, atsidaro langas, kuriame galime įvesti norimus parametrus užklausiai. Užpildžius reikiamus laukelius, paspaudžiamas mygtukas “IEŠKOTI”. Rezultatai pateikiami lentelės pavidalu.

Alternatyvūs scenarijai: Pereiti į vieną iš režimų: “PARAMETRAI”, “STEBĖTI”, “INSTRUKCIJA”.

PV4. Duomenų valdymas

Vartotojai/Aktoriai: IS administratorius.

Aprašas: Programos diegimas serveryje ir duomenų bazės tvarkymas.

Ryšiai su kitais PA: IS administratorius, duomenų bazė.

Prieš-sąlygos: Serverio, kur bus diegiama programa, ir DB paruošimas.

Sužadinimo sąlyga: Diegiama programa ir DB.

Po-sąlyga: Duomenų archyvavimas ir DB tvarkymas.

Pagrindinis scenarijus: Programa ir DB diegiama serveryje, kur prieinama per duomenų perdavimo tinklą. Duomenų, esančių DB, archyvavimas ir senų naikinimas.

Alternatyvūs scenarijai: Programos ir DB rezervavimas.

2.1.3.3 Funkciniai reikalavimai ir reikalavimai duomenims

2.1.3.3.1 Funkciniai reikalavimai

Funkcinių reikalavimų sąrašas:

R1. Programa turi būti pasiekama per internetą.

R2. Programą galima modifikuoti sistemos administratoriui.

R3. Programos duomenų bazę gali modifikuoti sistemos administratorius.

R4. Programoje turi būti naudojami tekstiniai laukai duomenims įvesti.

R5. Programoje turi būti naudojamas duomenų išvedimas lentelės pavidalu.

R6. Programoje turi būti naudojami mygtukai procesams aktyvuoti.

<u>Reikalavimas#:</u>	R1	<u>Reikalavimo tipas:</u>	10	<u>Panaudojimo atvejis#:</u>	PA1
<u>Aprašymas:</u>		Programa turi būti pasiekama per internetą.			
<u>Pagrindimas:</u>		Reikalinga, nes programa gali naudotis visi suinteresuoti asmenys.			
<u>Šaltinis:</u>		Užsakovas.			
<u>Tikimo kriterijus:</u>		Prisijungimas prie programos iš bet kurios darbo vietos.			
<u>Priklausomybės:</u>		Visi su prisijungimu per internetą susiję reikalavimai.		<u>Konfliktai:</u>	Nėra
<u>Papildoma</u>		Vartotojo dokumentacija.			

<u>medžiaga:</u>	
<u>Istorija:</u>	Užregistruotas 2006-09-25

<u>Reikalavimas#:</u>	R2	<u>Reikalavimo tipas:</u>	10	<u>Panaudojimo atvejis#:</u>	PA2
<u>Aprašymas:</u>	Programą galima modifikuoti sistemos administratoriui.				
<u>Pagrindimas:</u>	Reikalinga, nes programą reikia įdiegti serveryje ir suteikti priejimą prie jos per web.				
<u>Šaltinis:</u>	Užsakovas.				
<u>Tikimo kriterijus:</u>	Programos administravimas.				
<u>Priklausomybės:</u>	Nėra		<u>Konfliktai:</u>	Nėra	
<u>Papildoma medžiaga:</u>	Vartotojo dokumentacija.				
<u>Istorija:</u>	Užregistruotas 2006-09-25				

<u>Reikalavimas#:</u>	R3	<u>Reikalavimo tipas:</u>	10	<u>Panaudojimo atvejis#:</u>	PA3
<u>Aprašymas:</u>	Programos duomenų bazę gali modifikuoti sistemos administratorius.				
<u>Pagrindimas:</u>	Išvalyti susikaupusius pasenusius duomenis iš duomenų bazės. Atlikti duomenų archyvavimą.				
<u>Šaltinis:</u>	Užsakovas.				
<u>Tikimo kriterijus:</u>	DB administravimas.				
<u>Priklausomybės:</u>	Nėra		<u>Konfliktai:</u>	Nėra	
<u>Papildoma medžiaga:</u>	Vartotojo dokumentacija.				
<u>Istorija:</u>	Užregistruotas 2006-09-25				

<u>Reikalavimas#:</u>	R4	<u>Reikalavimo tipas:</u>	10	<u>Panaudojimo atvejis#:</u>	PA4
<u>Aprašymas:</u>	Programoje turi būti naudojami tekstiniai laukai duomenims įvesti.				
<u>Pagrindimas:</u>	Duomenų įvedimas į programą.				
<u>Šaltinis:</u>	Užsakovas.				
<u>Tikimo kriterijus:</u>	Programai, atliekant užklausas, reikalingi kriterijai.				
<u>Priklausomybės:</u>	Duomenys turi būti įvedami tinkamu formatu.		<u>Konfliktai:</u>	Netinkamo formato duomenys negali būti apdoroti.	
<u>Papildoma medžiaga:</u>	Vartotojo dokumentacija.				
<u>Istorija:</u>	Užregistruotas 2006-09-25				

<u>Reikalavimas#:</u>	R5	<u>Reikalavimo tipas:</u>	10	<u>Panaudojimo atvejis#:</u>	PA5
<u>Aprašymas:</u>	Programoje turi būti naudojamas duomenų išvedimas lentelės pavidalu.				

<u>Pagrindimas:</u>	Pateikiami vartotojui priimtina ir suprantama forma – lentelė.
<u>Šaltinis:</u>	Užsakovas.
<u>Tikimo kriterijus:</u>	Programai, atliekant rezultato išvedimą, reikalingi pradiniai duomenys.
<u>Priklausomybės:</u>	Neteisingai nuskaitytas parametras. <u>Konfliktai:</u> Nenuskaityti pradiniai duomenys.
<u>Papildoma medžiaga:</u>	Vartotojo dokumentacija.
<u>Istorija:</u>	Užregistruotas 2006-09-25

<u>Reikalavimas#:</u>	R6	<u>Reikalavimo tipas:</u>	10	<u>Panaudojimo atvejis#:</u>	PA6
<u>Aprašymas:</u>	Programoje turi būti naudojami mygtukai procesams aktyvuoti.				
<u>Pagrindimas:</u>	Aktyvuojami programos algoritmai.				
<u>Šaltinis:</u>	Užsakovas.				
<u>Tikimo kriterijus:</u>	Įjungiamas programos vykdymas.				
<u>Priklausomybės:</u>	Priklauso nuo įvestų duomenų teisingumo.		<u>Konfliktai:</u> Neįvesti duomenys negali būti apdoroti. Rezultate nebus duomenų		
<u>Papildoma medžiaga:</u>	Vartotojo dokumentacija.				
<u>Istorija:</u>	Užregistruotas 2006-09-25				

2.1.3.3.2 Reikalavimai duomenims

Duomenys saugomi relectinėje duomenų bazėje, atskirose lentelėse. Vieną lentelę naudoja programa šablonas, kur saugomi sugeneruoti duomenys. Dirbant su realia įranga ji bus nereikalinga. Antrą lentelę naudoja programa nuskaitytiems, apskaičiuotiems duomenims saugoti.

2.1.4 Nefunkciniai reikalavimai

Nusako sistemos savybes, kuriomis ji turi pasižymėti. Tai kokybinės funkciniuose reikalavimuose numatytų funkcijų vykdymo charakteristikos.

2.1.4.1 Reikalavimai sistemos išvaizdai (Look and feel)

Bendri reikalavimai vartotojo sąsajai:

- Programa ir jos funkcijos pasiekiami per interneto naršyklę;
- Programoje naudojami sąsajos elementai – standartiniai naršyklės palaikomi elementai;
- Programos langas susideda iš dviejų dalių: kairėje režimo parinkimo ir dešinėje rezultato ir užklauso laukai;

2.1.4.2 Reikalavimai panaudojamumui (Usability)

Reikalavimų panaudojamumui sąrašas:

R7. Programa turi būti paprasta naudotis;

R8. Programoje turi būti galimybė taisyti padarytas klaidas;

R9. Programos naudotojo sąsajos pavadinimai turi būti lietuviški, o parametrai ir dimensijos anglų kalbomis;

<u>Reikalavimas#:</u>	R7	<u>Reikalavimo tipas:</u>	10	<u>Panaudojimo atvejis#:</u>	PA7
<u>Aprašymas:</u>	Programa turi būti paprasta naudotis.				
<u>Pagrindimas:</u>	Suprantama ir lengvai valdoma vartotojo sąsaja.				
<u>Šaltinis:</u>	Užsakovas.				
<u>Tikimo kriterijus:</u>	Paprastai valdoma sistema nereikalauja papildomo vartotojų pasiruošimo.				
<u>Priklausomybės:</u>	Nėra.		<u>Konfliktai:</u>	Nėra.	
<u>Papildoma medžiaga:</u>	Vartotojo dokumentacija.				
<u>Istorija:</u>	Užregistruotas 2006-09-25				

<u>Reikalavimas#:</u>	R8	<u>Reikalavimo tipas:</u>	10	<u>Panaudojimo atvejis#:</u>	PA8
<u>Aprašymas:</u>	Programoje turi būti galimybė taisyti padarytas klaidas.				
<u>Pagrindimas:</u>	Galima redaguoti įvedamus duomenis, kad jie būtų įvesti teisingai				
<u>Šaltinis:</u>	Užsakovas.				
<u>Tikimo kriterijus:</u>					
<u>Priklausomybės:</u>	Nėra.		<u>Konfliktai:</u>	Nėra.	
<u>Papildoma medžiaga:</u>	Vartotojo dokumentacija.				
<u>Istorija:</u>	Užregistruotas 2006-09-25				

<u>Reikalavimas#:</u>	R9	<u>Reikalavimo tipas:</u>	10	<u>Panaudojimo atvejis#:</u>	PA9
<u>Aprašymas:</u>	Programoje naudojama lietuvių ir anglų kalbos.				
<u>Pagrindimas:</u>	Visi pavadinimai rašomi lietuviškai, o parametrai angliškai.				
<u>Šaltinis:</u>	Užsakovas.				
<u>Tikimo kriterijus:</u>	Įvedamos reikšmės skaitine forma.				
<u>Priklausomybės:</u>	Nėra.		<u>Konfliktai:</u>	Nėra.	
<u>Papildoma medžiaga:</u>	Vartotojo dokumentacija.				
<u>Istorija:</u>	Užregistruotas 2006-09-25				

2.1.4.3 Reikalavimai vykdymo charakteristikoms (Performance)

- Suderinamumas su interneto naršyklėmis;
- Reikšmės su 3 skaitmenimis po kablelio tikslumu;

2.1.4.4 Reikalavimai veikimo sąlygoms (Operational)

Programa veiks bet kuriame kompiuteryje, kuris turi prisijungimą prie interneto ir įdiegtą naršyklę.

2.1.4.5 Reikalavimai sistemos priežiūrai (Maintainability and portability)

Įdiegus programą serveryje, programa dirba nereikalaujama programuotojo ar administratoriaus įsikišimo.

2.1.4.6 Reikalavimai saugumui (Security)

Papildomus veiksmus (neskaitant tuos, kuriuos atlieka programa dirbdama savarankiškai) su duomenų baze gali atlikti tiksliai tinklo administratorius.

2.1.4.7 Kultūriniai-politiniai reikalavimai

Pavadinimai rašomi lietuvių kalba. Parametrai dėl aiškumo ir patogumo rašomi anglų kalba. Dimensijos pateikiamos sutrumpinta sutartine forma.

2.1.4.8 Teisiniai reikalavimai

Teisinių apribojimų, įtakojančių šios sistemos kūrimo ar naudojimo priemones, nėra.

2.1.5 Projekto išėja (Project issues)

2.1.5.1 Atviri klausimai (problemos)

Praktiškai naudojamos įrangos charakteristikos gali skirtis nuo teorinio modelio įdiegto programoje. Ateityje gali tekti koreguoti programos skaičiuojamą tikslumą, įdiegti papildomas funkcijas bei pritaikyti programą realiai įrangai.

2.1.5.2 Egzistuojantys sprendimai (Off-the-Shelf Solutions)

2.1.5.2.1 Pagamintos sistemos, kurios gali būti nupirktos

Programa, parašyta naudojant html ir php programavimo kalbas, naudoja My SQL duomenų bazę. Išvardinti ištekliai yra laisvai platinami ir jų pirkti nereikės.

2.1.5.2.2 Pagaminti komponentai, kurie gali būti panaudoti

Papildomų komponentų naudojama nebus.

2.1.5.2.3 Galimas pakartotinas panaudojimas

Visi elementai bus panaudoti nauji.

2.1.5.3 Naujos problemos

2.1.5.3.1 Problemos diegimo aplinkai

Programa bus įdiegta serveryje su UNIX arba Windows operacine sistema. Vartotojai turi turėti įdiegtą interneto naršyklę ir interneto prieigą.

2.1.5.3.2 Įtaka jau instaliuotoms sistemoms

Padidės serverio išteklių naudojimas. Problema galės būti išspręsta, pagerinus serverio techninius parametrus.

2.1.5.3.3 Neigiamas vartotojų nusiteikimas

Neigiamos vartotojų reakcijos neturėtų būti, kadangi naudojimasis programa yra paprastas. Pristačius programą, bus galima pareikšti pastabas ir pageidavimus į kuriuos bus atsižvelgta.

2.1.5.3.4 Kliudantys diegimo aplinkos apribojimai

Nėra.

2.1.5.3.5 Galimos naujos sistemos sukeltos problemos

Nėra.

2.1.5.4 Uždaviniai

2.1.5.4.1 Sistemos pateikimo žingsniai (etapai)

Naudojamas tradicinis programos kūrimo gyvavimo ciklas:

- Vartotojo reikalavimų analizė;
- Vartotojo reikalavimų specifikavimas;
- Reikalavimų programinei įrangai specifikavimas;
- Programos architektūros projektavimas;
- Detalusis Programos projektavimas;
- Programos realizavimas;
- Programos testavimas;
- Programos eksploatavimas;
- Programos palaikymas.

2.1.5.4.2 Vystymo etapai

1. Paraiška – projekto tikslų bei reikalavimų suderinimas tarp užsakovo, vadovo ir vykdytojų;
2. Reikalavimų specifikacija – projekto pagrindinių apribojimų nustatymas, funkcinių ir nefunkcinių reikalavimų sudarymas, išėigos apskaičiavimas;
3. Architektūros specifikacija – projekto architektūros sudarymas panaudojimo atveju, procesų ir realizacijos aspektais per UML diagramas;
4. Detalios architektūros specifikacija – projekto detalios architektūros projektavimas;
5. Testavimo planas – projekto testavimo darbų eigos sudarymas, testavimo metodų ir kriterijų parinkimas;
6. Naudotojo dokumentacija – išsamus naudojimosi sistema aprašymas;
7. Programinės įrangos realizacija – sistemos programavimas bei pilnas ištestavimas;
8. Sistemos įdiegimas – programinės įrangos instaliavimas ir sistemos parengimas naudojimui.

2.1.5.5 Pritaikymas (Cutover)

2.1.5.5.1 Reikalavimai esamų duomenų perkėlimui

Duomenys saugomi My SQL duomenų bazėje. Reikalui esant yra archyvuojami. Susikaupus dideliame kiekiui duomenų, kurie nebus reikalingi, duomenų bazės laukai išvalomi administratoriaus.

2.1.5.6 Rizikos

2.1.5.6.1 Galimos sistemos kūrimo rizikos

Rizikos faktorius	Tikimybinis įvertinimas*
Reikalavimų specifikacijos pasikeitimai realizavimo fazėje	10
Programos struktūriniai pasikeitimai	10
Vartotojo reikalavimų pasikeitimas	9
Pasikeitimai projekto plane – sutrumpinti darbų atlikimo terminai	8
Projekto vadovo ar vykdytojų pasikeitimas	8
Architektūros klaidų aptikimas realizavimo fazėje	8
Žema kokybė	7
Testavimo fazėje aptiktas didelis klaidų kiekis	6
Netikslus kainos įvertinimas	1

* – įvertinimo skalė: 10 – rizika tikrai sukels problemas, 1 – rizika nesukels problemų.

2.1.5.6.2 Atsitiktinumų (rizikų) valdymo planas

Rizikos faktorius	Problemos sprendimas
Reikalavimų specifikacijos pasikeitimai realizavimo fazėje	Pasikeitus reikalavimams visas projektas kuriamas iš naujo
Programos struktūriniai pasikeitimai	Sukurti atskira modulį prie programos papildomoms funkcijoms skaičiuoti
Vartotojo reikalavimų pasikeitimas	Atlikti vartotojo poreikių tyrimą ir papildyti specifikaciją
Projekto vadovo ar vykdytojų pasikeitimas	Naujų asmenų supažindinimas su projektu
Žema kokybė	Ieškoti kvalifikuotesnių specialistų
Architektūros klaidų aptikimas realizavimo fazėje	Kuo skubiau perprojektuoti
Testavimo fazėje aptiktas didelis klaidų kiekis	Ištaisyti visas klaidas pasikvietus kvalifikuotesnius asmenis

2.1.5.7 Vartotojo dokumentacija ir apmokymas

Programinės įrangos vartotojams sukurta vartotojo dokumentacija. Už jos paruošimą atsakingas projekto vykdytojas.

Dokumentacijoje pateiktas sistemos funkcinis aprašas, sistemos vadovas, sistemos įdiegimo dokumentas, sistemos administratoriaus vadovas. Dokumentacija pateikta elektronine forma pdf formate ir spausdintine forma.

2.1.5.8 Perspektyviniai reikalavimai (Waiting room)

Sėkmingai atlikus šį projektą, numatoma jį patobulinti išplečiant jo funkcijas.

2.1.5.9 Idėjos sprendimams (Ideas for solutions)

Ateityje gali būti programa patobulinta funkcijomis, leidžiančiomis eksportuoti rezultatus patogia forma, kad būtų galima juos įkelti į reikiamus dokumentus ar projektus.

2.2. Architektūros specifikacija

2.2.1 Įvadas

2.2.1.1 Dokumento paskirtis

Dokumento paskirtis - pateikti išsamų kuriamos informacinės sistemos vaizdą. Šio dokumento tikslas - pateikti architektūrinius sprendimus gautus projektuojant sistemą. Dokumentas skirtas palengvinti bendravimą tarp programos architekto ir kitų komandos narių, kuriant informacinę sistemą. Šis dokumentas turi padėti geriau suvokti ir realizuoti informacinę sistemą, rašant programą programiniu kodu.

2.2.1.2 Apibrėžimai ir sutrumpinimai

UML	- Unifikuota modeliavimo kalba (Unified Modeling Language)
RUP	- Rational Unifikuotas Procesas (Rational Unified Process)
HTML	- Hiper teksto kalba (Hyper Text Markup Language)
PHP	- Hiper teksto preprocesorius (Hypertext Preprocessor)
UNIX	- Operacinė sistema
MySQL	- Duomenų bazės valdymo kalba
TCP/IP	- Tinklo protokolas, duomenų perdavimui.
HTTP	- Tinklo protokolas web duomenų perdavimui.
WI-Max	- Technologija (Worldwide Interoperability for Microwave Access)

2.2.1.3 Apžvalga

Dokumentas aprašo tinklo duomenų modelio, skirto Wi-Max technologijai programinės įrangos architektūrą. Sistemos nefunkciniai reikalavimai ir paribojimai pateikiami skyriuje „Architektūros tikslai ir apribojimai“. Sistemos panaudojimo atvejai aprašomi skyriuje „Panaudojimo atvejų vaizdas“. Sistemos statinė struktūra pateikta skyriuje „Sistemos statinis vaizdas“. Sistemos sąveikos atvaizdavimas pateiktas skyriuje „Sistemos dinaminis vaizdas“. Sistemos išdėstymas bei techninė įranga, kurioje bus realizuota sistema, pateikiama skyriuje „Išdėstymo vaizdas“. Skyriuje „Duomenų vaizdas“ pateikiama sistemos duomenų bazės struktūra. Skyriuje „Kokybė“ aprašoma, kaip architektūra įtakoja sistemos išplečiamumą, pernešamumą ir patikimumą.

2.2.2 Architektūros pateikimas

Projektuojamos sistemos architektūra pateikiama tokiais aspektais: panaudojimo atvejų vaizdu, procesų vaizdu, išdėstymo vaizdu. Vaizdai pateikiami kaip Rational Rose Modeliai ir juose naudojama unifikuota modeliavimo kalba (UML). Sistemos architektūra pateikiama remiantis RUP rekomendacijomis ir naudoja tokias specifikacijos diagramas:

- panaudojimų atvejų vaizdas:
 - panaudojimų atvejų diagrama;
- statinis procesų vaizdas:
 - paketų diagramos;
 - klasių diagramos;
- dinaminis procesų vaizdas:
 - sąveikų diagramos:
 - sekų diagramos;

- bendradarbiavimo diagramos;
 - būsenų diagramos;
 - veiklos diagrama
- išdėstymo vaizdas:
 - komponentų diagrama;

2.2.3 Architektūros tikslai ir apribojimai

Sistemos architektūrai keliami apribojimai:

- programinė įranga gali būti įdiegta tiek UNIX (Linux), tiek ir MS Windows serveriuose;
- sistema pasiekama per ethernet tinklą naudojant interneto naršyklę;
- sistema kuriama HTML ir PHP programavimo kalbomis ir naudoja MySQL duomenų bazę duomenims laikyti;
- programa leidžia įvesti duomenis naudojant vartotojo sąsają į duomenų bazę;
- programa atlieka skaičiavimus ir tarpinius duomenis bei rezultatus įrašo duomenų bazėje. Rezultatus išveda į vartotojo sąsają;
- sistemos administratorius gali valdyti duomenų bazę ir eksportuoti, archyvuoti ar ištrinti duomenis;
- sistemos testavimo rezultatai palyginami su teoriniais skaičiavimo rezultatais;
- galimybė praplėsti sistemą, įdiegus papildomas funkcijas.

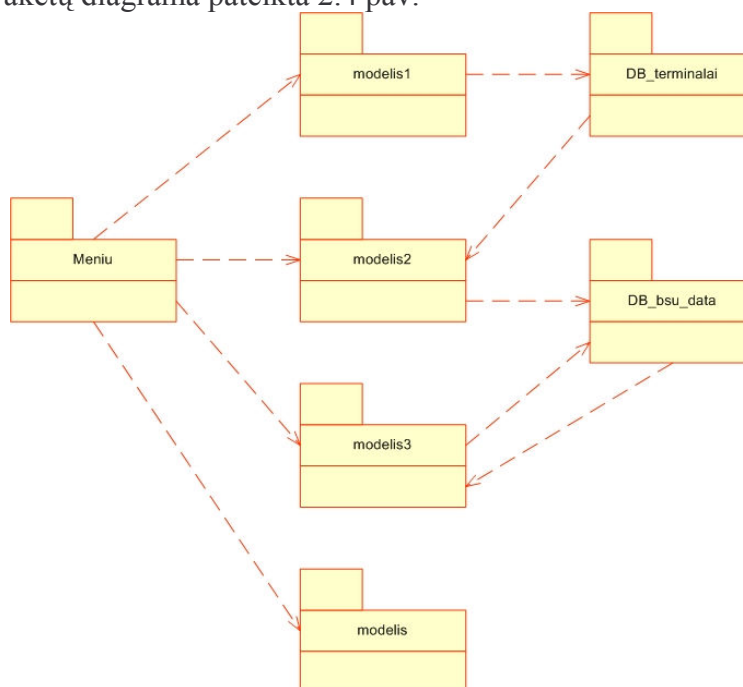
2.2.4 Panaudojimo atvejų vaizdas

Detalus panaudojimų atvejų aprašymas pateiktas reikalavimų specifikacijoje. Sistemos panaudojimo atvejų vaizdas buvo pateiktas panaudojimo atvejų diagramoje (2.3 pav.).

2.2.5 Sistemos statinis vaizdas

2.2.5.1 Apžvalga

Sistema susideda iš paketų: modelis, modelis1, modelis2, modelis3, kurie naudojami atskiruose failuose. Paketų diagrama pateikta 2.4 pav.



2.4 pav. Sistemos paketų diagrama

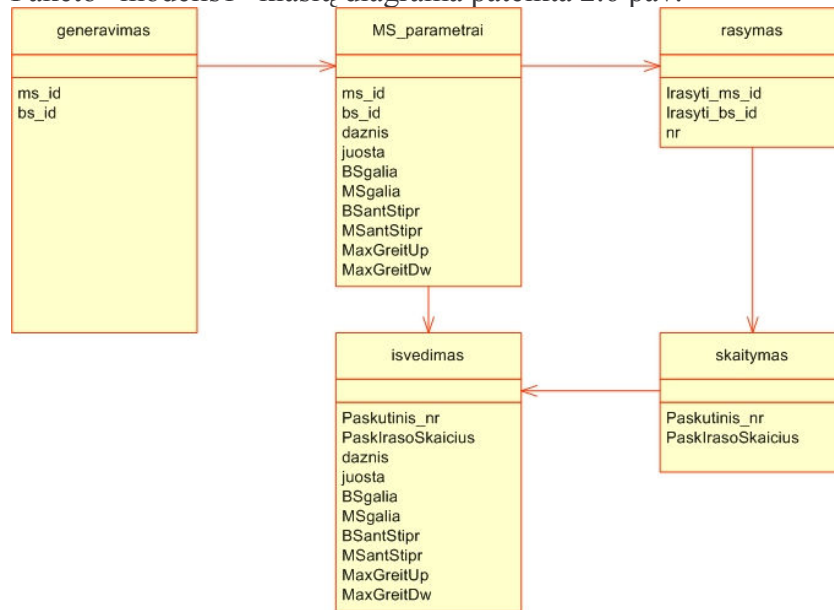
2.2.5.2 Paketų detalizavimas

2.2.5.2.1 Paketas modelis

Paketas “modelis” susideda iš vienos klasės “instrukcija”, kurioje pateikta instrukcija, kaip naudotis programa.

2.2.5.2.2 Paketas modelis1

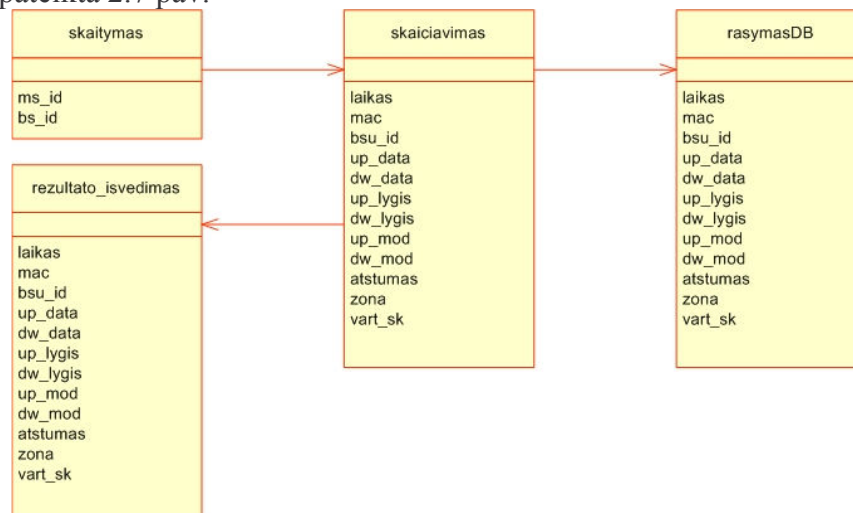
Paketas “modelis1” susideda klasių: “generavimas”, “MS parametrai”, “rašymas”, “skaitymas”, “išvedimas”. Vartotojas gali matyti pradinis BS ir MS duomenis, kurie nustatyti statiška, bet reikalui esant nesunkiai gali būti patobulinta programa, kad būtų galima įvesti juos vartotojui. Vartotojas gali paleisti programą šabloną, kuri sugeneruos atsitiktines: MS skaičių ir jų parametrų dydžių reikšmes. Rezultatas - naujai sugeneruotų MS skaičius ir viso MS skaičius, išvedamas lange. Paketo “modelis1” klasių diagrama pateikta 2.6 pav.



2.6 pav. Paketo “modelis1” klasių diagrama

2.2.5.2.3 Paketas modelis2

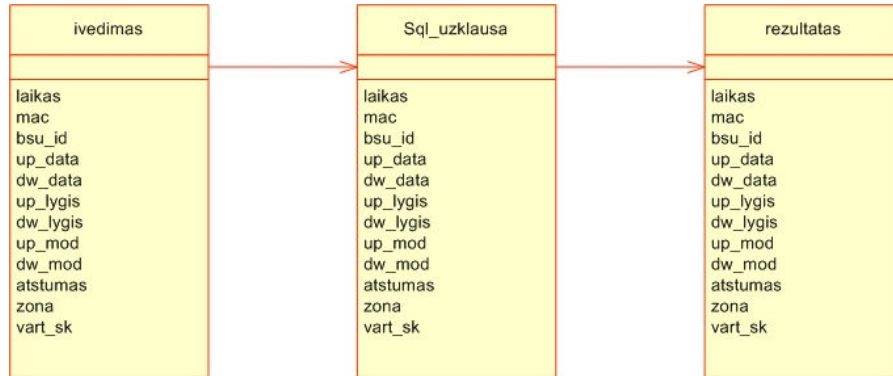
Paketas “modelis2” susideda klasių: “skaitymas”, “skaiciavimas”, “rašymasDB”, “rezultato_išvedimas”. Kas 10 sekundžių skaitomi duomenys iš MS ir BS ir atliekamas reikiamų parametrų skaičiavimas, jų rašymas į DB ir išvedimas lentelės pavidalu. Paketo “modelis2” klasių diagrama pateikta 2.7 pav.



2.7 pav. Paketo “modelis2” klasių diagrama

2.2.5.2.4 Paketas modelis3

Paketas “modelis3” susideda klasių: įvedimas, sql_užklausa ir rezultatas. Vartotojas gali įvesti ieškomo parametro reikšmę į laukelį, esantį prie parametro pavadinimo, ir paspausti mygtuką ieškoti. Galima atlikti duomenų paiešką pagal kelių parametrų, įvestų į laukelius, reikšmes. Rezultatai pateikiami lentelės pavidalu lange. Paketo “modelis3” klasių diagrama pateikta 2.8 pav.



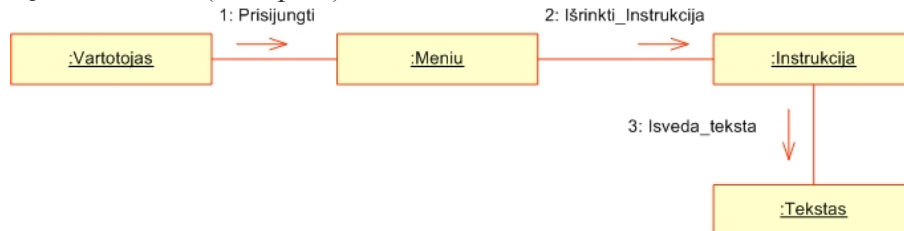
2.8 pav. Paketo “modelis3” klasių diagrama

2.2.6 Sistemos dinaminis vaizdas

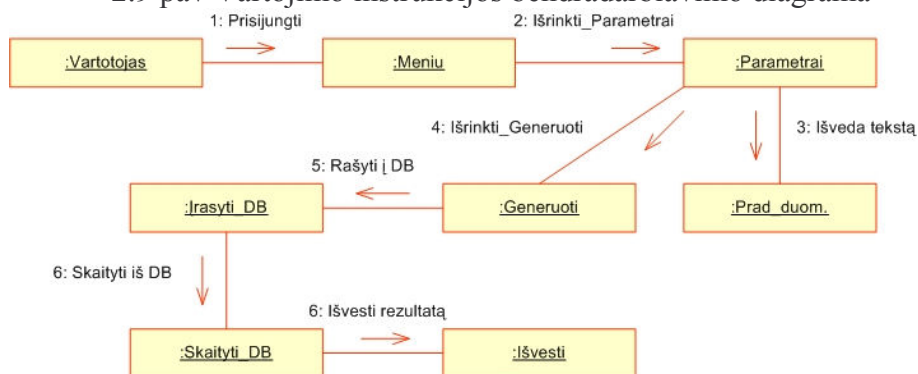
2.2.6.1 Sąveikų diagramos

2.2.6.1.1 Bendradarbiavimo diagramos

Sistemoje galimi keturi bendradarbiavimo atvejai tarp vartotojo ir sistemos: vartojimo instrukcija (2.9 pav.); MS parametrų generavimas (2.10 pav.); MS parametrų stebėjimas (2.11 pav.); užklausų formavimas (2.12 pav.).



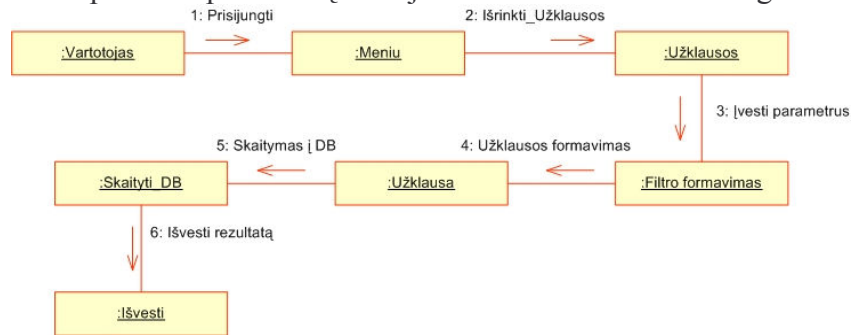
2.9 pav Vartojimo instrukcijos bendradarbiavimo diagrama



2.10 pav. MS parametrų generavimo bendradarbiavimo diagrama



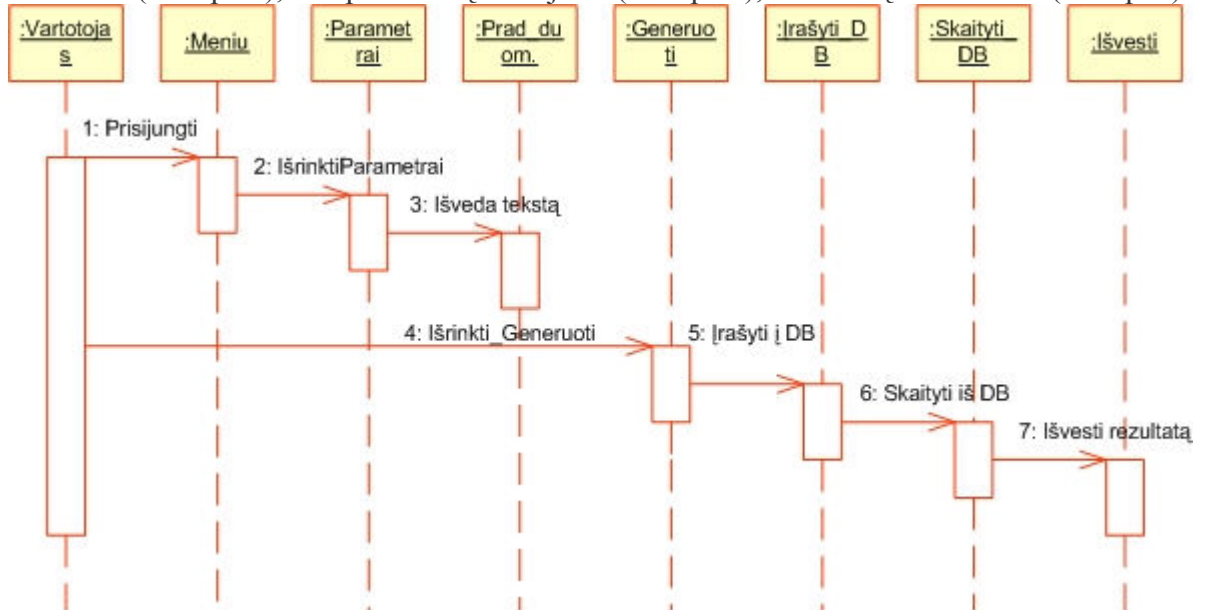
2.11 pav. MS parametrų stebėjimo bendradarbiavimo diagrama



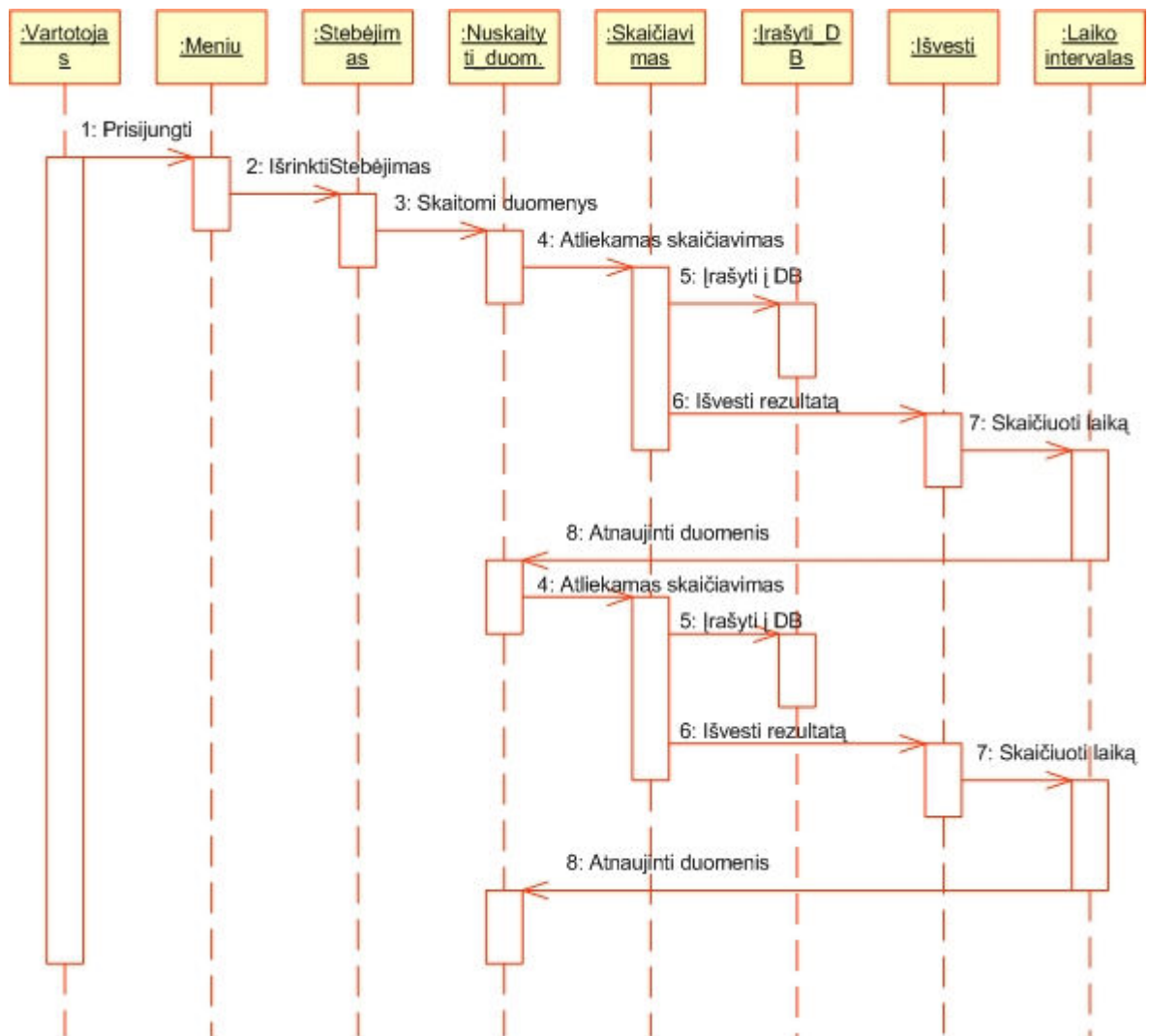
2.12 pav. Užklausų formavimo bendradarbiavimo diagrama

2.2.6.1.2 Sekų diagramos

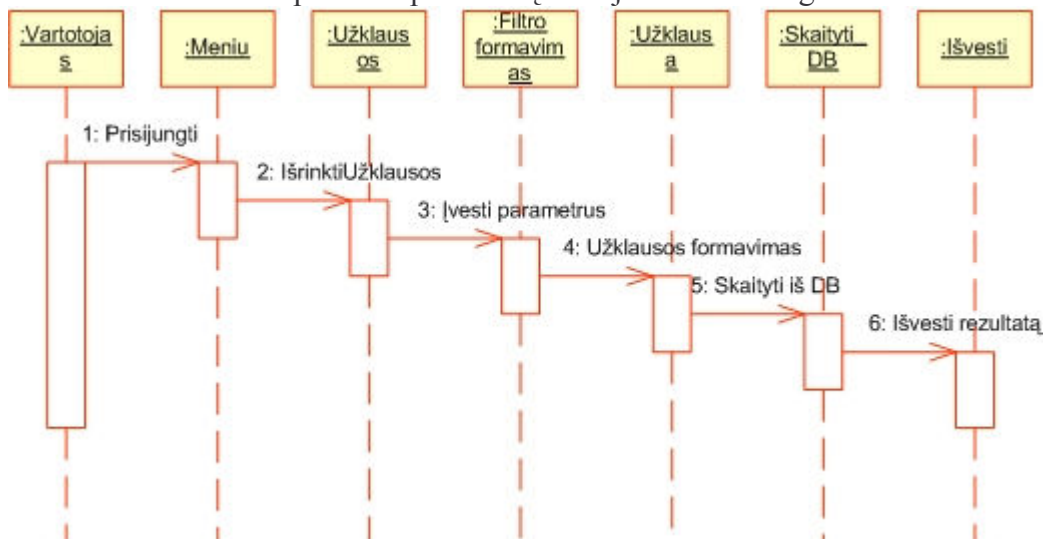
Veiksmų sekas tarp vartotojo ir sistemos aprašo šios sekų diagramos: MS parametrų generavimo (2.13 pav.), MS parametrų stebėjimo (2.14 pav.), Užklausų formavimo (2.15 pav).



2.13 pav. MS parametrų generavimo sekos diagrama



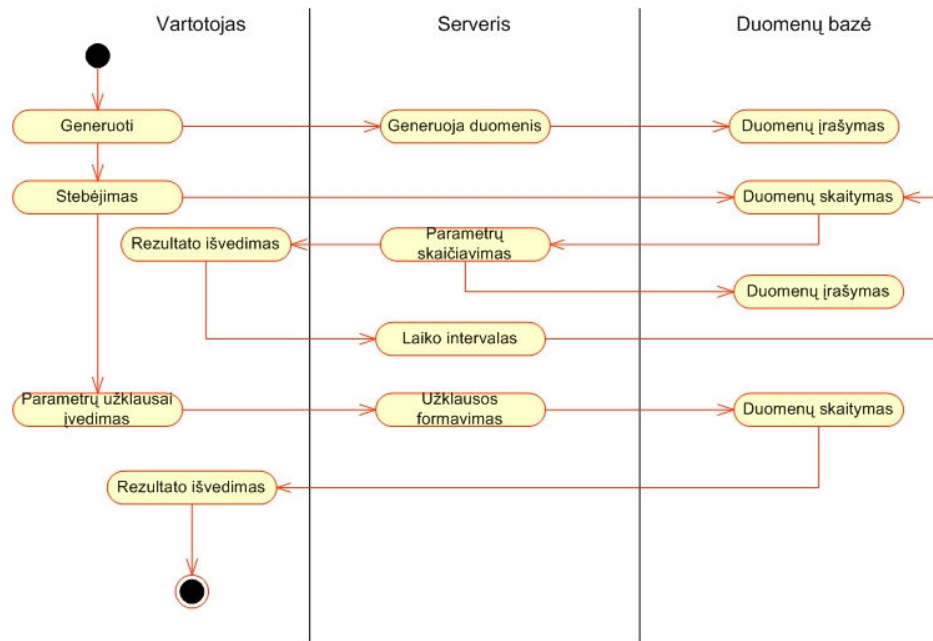
2.14 pav. MS parametrų stebėjimo sekos diagrama



2.15 pav. Užklauso formavimo sekos diagrama

2.2.6.2 Veiklos diagramos

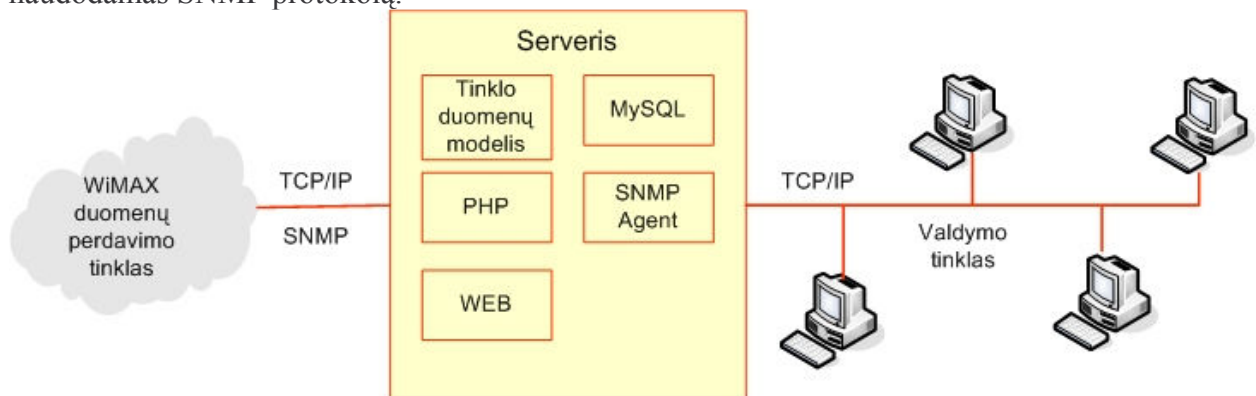
Sistemos veikimo algoritmas pateiktas veiklos diagramoje (2.16 pav.).



2.16 pav. Sistemos veiklos diagrama

2.2.7 Išdėstymo (deployment) vaizdas

Komponentų diagramoje (2.17 pav.) pateiktas techninės įrangos išdėstymas. Lokalaus tinklo vartotojų kompiuteriai sujungti su serveriu per Ethernet tinklą, kurio darbą kontroliuoja TCP/IP protokolas. Serveryje naudojama UNIX programinė įranga, kuri palaiko html ir php, taip pat įdiegta MySQL duomenų bazė ir tinklo duomenų modelis. Su BS ir MS serveris jungiasi naudodamas SNMP protokolą.



2.17 pav. Komponentų diagrama

2.2.8 Duomenų vaizdas

Duomenų bazė sudaryta iš dviejų lentelių. Viena iš jų "terminalai" skirta sugeneruotiems duomenims laikyti (2.18 pav.), o kita "bsu_data" skaičiavimo duomenims ir rezultatams laikyti (2.19 pav.).

nr	Int(100)	Not null	Autoincrement
ms_id	Varchar(50)	Not null	
bs_id	Int(8)	Not null	

2.18 pav. DB lentelės "terminalai" struktūra

indeksas	Int(255)	Not null	
laikas	Timestamp	Not null	Current time
mac	Vartchar(12)	Not null	
bsu_id	Int(8)	Not null	

up_data	Float	Not null	
dw_data	Float	Not null	
up_lygis	Int(8)	Not null	
dw_lygis	Int(8)	Not null	
up_mod	Varchar(12)	Not null	
dw_mod	Varchar(12)	Not null	
atstumas	Int(8)	Not null	
zona	Int(8)	Not null	
vart_sk	Int(8)	Not null	

2.19 pav. DB lentelės “bsu_data” struktūra

2.2.9 Kokybė

Informacinė sistema ir MySQL duomenų bazė gali būti įdiegta viename serveryje. Tokiu atveju būtų padidintas sistemos patikimumas ir sumažinamas įrangos skaičius. Be to tokią sistemą lengviau valdyti. Serveryje naudojama UNIX operacinė sistema, kurioje įdiegti httpd, ftpd, php, mysql paketai.

2.3. Detalios architektūros specifikacija

2.3.1 Įvadas

2.3.1.1 Dokumento tikslai

Dokumentas skirtas sistemos detalios architektūros aprašymui. Dokumente pateikiamas kiekvieno komponento, įvardinto architektūros specifikacijoje, detalus aprašymas.

2.3.1.2 Dokumento paskirtis

Detalios architektūros specifikacija skirta architektūros dokumente įvardintų komponentų aprašymui. Dokumente aprašomas kiekvienas komponentas, jo tikslas, apribojimai, struktūra, sąveika, resursai ir sąajos. Vadovaujantis detalio architektūros specifikacija, bus kuriama sistema.

2.3.1.3 Architektūrinio projektavimo įeiga (nuorodos)

Architektūrinį sprendimą įtakoja šie dokumentai:

1. Projekto reikalavimų specifikacija. 2006-09-25, A.Kostkevičius
2. Programinės įrangos architektūra. 2006-11-13, A.Kostkevičius

2.3.2 Vartotojo sąajos komponentas

2.3.2.1 Klasifikacija

Paketas

2.3.2.2 Apibrėžimas

Vartotojo sąaja informacinės sistemos moduli yra atsakingas už sąają su sistemos vartotoju. Jį sudaro sąajos klasės: “modelis”, “modelis1”, “modelis2”, “modelis3”.

Vartotojo sąajos komponentas – tai įvedimo formų, meniu ir rezultatų klasės, kurių pagalba sistemos naudotojas pasirenka norimus veiksmus, įveda duomenis į sistemą ar atlieka kitus veiksmus su sistema.

2.3.2.3 Atsakomybės

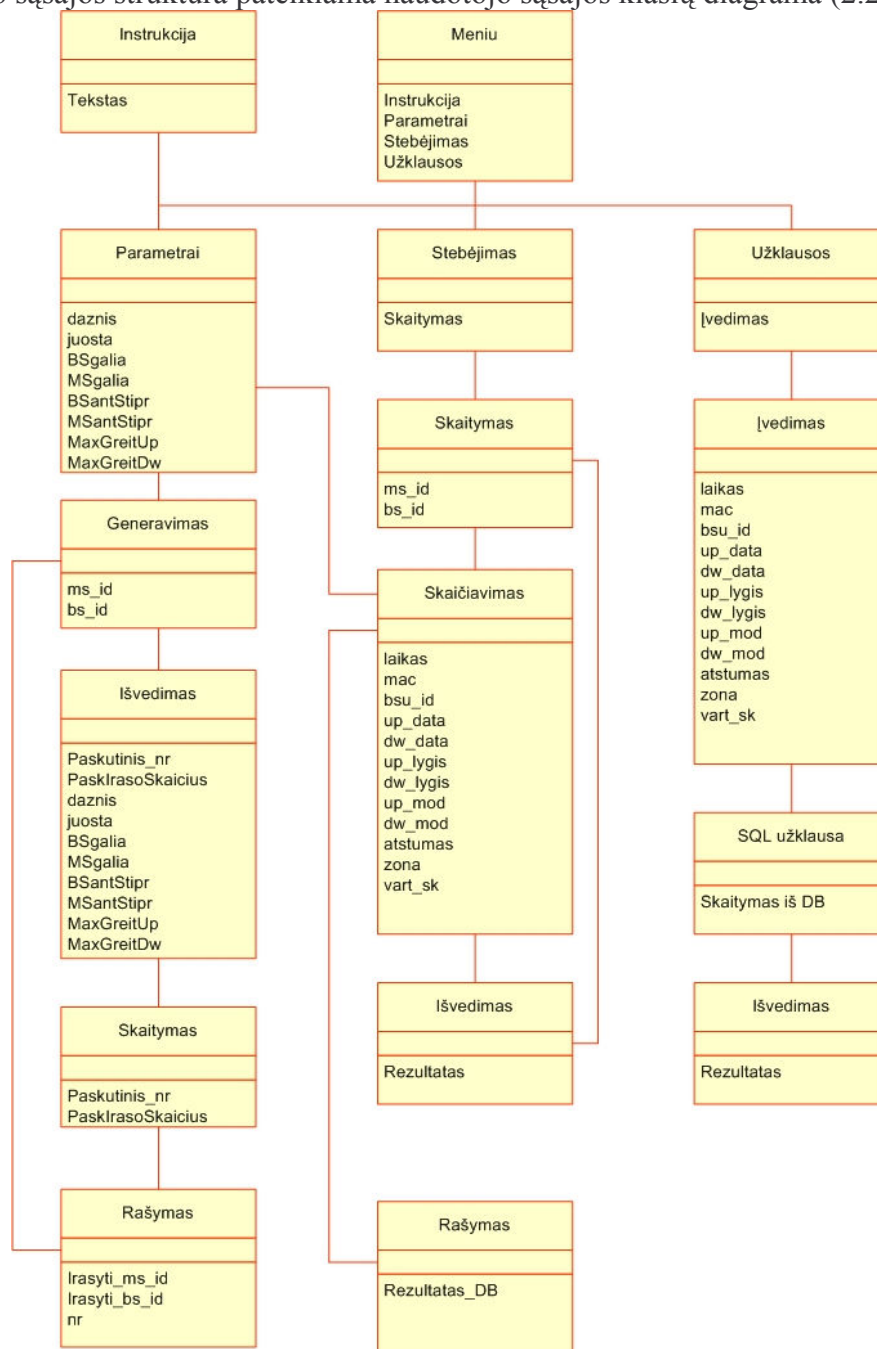
Vartotojo sąsajos komponentas skirtas užtikrinti, kad sistemos naudotojas galėtų lengvai pasirinkti norimus veiksmus su sistema, įvesti reikiamus duomenis bei gauti reikiamus duomenis skaitiniu ir grafiniu pavidalu.

2.3.2.4 Apribojimai

- Turi būti generuojami atsitiktiniai pradiniai duomenys.
- Turi būti įrašomi duomenys į duomenų bazę.
- Turi būti skaitomi duomenys iš duomenų bazės.
- Turi būti atliekami skaičiavimai.
- Turi būti išvedami rezultatai.

2.3.2.5 Struktūra

Vartotojo sąsajos struktūra pateikiama naudotojo sąsajos klasių diagrama (2.20 pav.).



2.20 pav. Vartotojų sąsajos klasių diagrama

Pavadinimas	Menu.
Klasifikacija	Forma.
Aprašymas	Forma skirta funkcijoms pasirinkti.
Sąsaja	Forma sistemos vartotojui rodoma interneto naršyklėje. Sąsaja su modelis.php, modelis1.php, modelis2.php ir modelis3.php.
Resursai	Failai patalpinti serveryje.
Sąveikavimas	Paspaudus atitinkamus mygtukus išskviečiama atitinkama klasė.

Pavadinimas	Instrukcija.
Klasifikacija	Klasė.
Aprašymas	Forma skirta vartotojo pagalbai dirbant su programa.
Sąsaja	Forma sistemos vartotojui parodoma interneto naršyklėje.
Resursai	Failas modelis.php saugomas serveryje.
Sąveikavimas	Išskviečiama klasė paspaudus mygtuką "Instrukcija".

Pavadinimas	Parametrai.
Klasifikacija	Klasė.
Aprašymas	Pradiniai duomenys skaičiavimui.
Sąsaja	Su Skaičiavimo klase.
Resursai	Failas modelis1.php saugomas serveryje.
Sąveikavimas	Išskviečiama klasė paspaudus mygtuką "Parametrai".

Pavadinimas	Generavimas.
Klasifikacija	Klasė.
Aprašymas	MS skaičiaus ir jų parametru generavimas.
Sąsaja	Su klase parametrai, rašymas ir išvedimas.
Resursai	Failas modelis1.php saugomas serveryje.
Sąveikavimas	Išskviečiama klasė paspaudus mygtuką "Generuoti".

Pavadinimas	Išvedimas.
Klasifikacija	Forma.
Aprašymas	Išvedami pradiniai duomenys.
Sąsaja	Forma sistemos vartotojui rodoma interneto naršyklėje.
Resursai	Failas modelis1.php saugomas serveryje.
Sąveikavimas	Išskviečiama atidarius parametru puslapį.

Pavadinimas	Rašymas.
Klasifikacija	Klasė.
Aprašymas	Duomenys rašomi į DB.
Sąsaja	Su duomenų bazės lentele "terminalai".
Resursai	Failas modelis1.php saugomas serveryje.
Sąveikavimas	Išskviečiama klasė paspaudus mygtuką "Generuoti".

Pavadinimas	Skaitymas.
Klasifikacija	Klasė.
Aprašymas	Duomenys skaitymas iš DB.
Sąsaja	Su duomenų bazės lentele "terminalai" ir išvedimo klase.
Resursai	Failas modelis1.php saugomas serveryje.
Sąveikavimas	Išskviečiama klasė paspaudus mygtuką "Generuoti".

Pavadinimas	Stebėjimas.
Klasifikacija	Forma.
Aprašymas	Rezultatai išvedami lentelės pavidalu.
Sąsaja	Forma sistemos vartotojui rodoma interneto naršyklėje.
Resursai	Failas modelis2.php saugomas serveryje.
Sąveikavimas	Iškviečiama klasė paspaudus mygtuką "Stebėjimas".

Pavadinimas	Skaitymas.
Klasifikacija	Klasė.
Aprašymas	Skaitomi duomenys iš DB lentelės terminalai.
Sąsaja	Duomenų bazė ir klasė skaičiavimas.
Resursai	Failas modelis2.php saugomas serveryje.
Sąveikavimas	Iškviečiama klasė kas 10 sekundžių.

Pavadinimas	Skaičiavimas.
Klasifikacija	Klasė.
Aprašymas	Apskaičiuojami visi reikalingi parametrai.
Sąsaja	Klase skaitymas ir išvedimas, bei rašymas į DB.
Resursai	Failas modelis2.php saugomas serveryje.
Sąveikavimas	Iškviečiama klasė kas 10 sekundžių.

Pavadinimas	Rašymas.
Klasifikacija	Klasė.
Aprašymas	Rezultatai rašomi į DB lentelę "bsu_data".
Sąsaja	Klase skaičiavimas.
Resursai	Failas modelis2.php saugomas serveryje.
Sąveikavimas	Iškviečiama klasė kas 10 sekundžių.

Pavadinimas	Išvedimas.
Klasifikacija	Forma.
Aprašymas	Rezultatų išvedimas lentelės pavidalu.
Sąsaja	Forma sistemos vartotojui rodoma interneto naršyklėje.
Resursai	Failas modelis2.php saugomas serveryje.
Sąveikavimas	Iškviečiama klasė kas 10 sekundžių.

Pavadinimas	Užklauso.
Klasifikacija	Forma.
Aprašymas	Forma duomenų paieškai DB atlikti.
Sąsaja	Forma sistemos vartotojui rodoma interneto naršyklėje.
Resursai	Failas modelis3.php saugomas serveryje.
Sąveikavimas	Iškviečiama klasė paspaudus mygtuką "Užklauso".

Pavadinimas	Įvedimas.
Klasifikacija	Forma.
Aprašymas	Įrašomi parametrai pagal kuriuos formuojama paieška.
Sąsaja	Forma sistemos vartotojui rodoma interneto naršyklėje.
Resursai	Failas modelis3.php saugomas serveryje.
Sąveikavimas	Iškviečiama klasė paspaudus mygtuką "Užklauso".

Pavadinimas	Sql užklausa.
--------------------	---------------

Klasifikacija	Klasė
Aprašymas	Atliekama duomenų paieška DB, pagal užduotus kriterijus.
Sąsaja	Vartotojų ir DB.
Resursai	Failas modelis3.php saugomas serveryje.
Sąveikavimas	Iškviečiama klasė paspaudus mygtuką "Ieškoti".

Pavadinimas	Išvedimas.
Klasifikacija	Forma
Aprašymas	Paieškos rezultato išvedimas lentelės pavidalu.
Sąsaja	Forma sistemos vartotojui rodoma interneto naršyklėje.
Resursai	Failas modelis3.php saugomas serveryje.
Sąveikavimas	Iškviečiama klasė paspaudus mygtuką "Ieškoti".

2.3.2.6 Sąveikavimas

Vartotojo sąsajos komponentas sąveikauja su DB komponentu. Abu komponentai yra serveryje.

2.3.2.7 Resursai

Vartotojo sąsajos komponentas saugomas serveryje puslapių html ir php failų formate. Serveris turi palaikyti php programavimo kalbą.

2.3.2.8 Skaičiavimai

Atliekami įvairių parametrų ir funkcijų skaičiavimai.

2.3.2.9 Sąsaja

Vartotojo sąsajoje įvesti duomenys veiklos taisyklių klasėms perduodami HTTP POST metodu.

2.3.3 DB komponentas

2.3.3.1 Klasifikacija

Duomenų bazė.

2.3.3.2 Apibrėžimas

DB komponentas skirtas visų sistemoje naudojamų duomenų saugojimui ir tvarkymui.

2.3.3.3 Atsakomybės

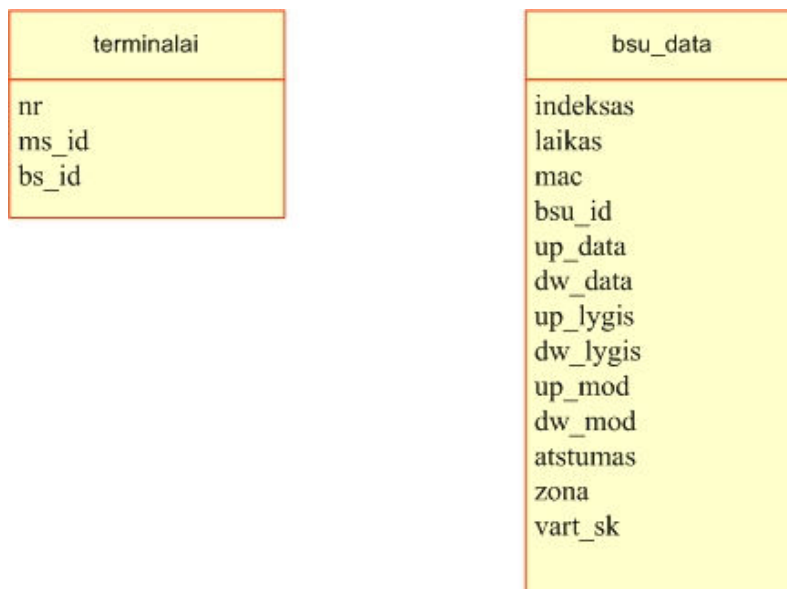
DB komponento pagrindinė funkcija – duomenų saugojimas. Duomenys saugomi lentelėse.

2.3.3.4 Apribojimai

DB komponentas turi būti saugomas MS SQL serveryje.

2.3.3.5 Struktūra

DB komponento struktūra pateikiama DB schemoje (2.21 pav.).



2.21 pav. DB schema

Pavadinimas	terminalai
Klasifikacija	Lentelė
Aprašymas	Generuojamų duomenų lentelė
Struktūra	nr (int) ms_id(varchar) bs_id(int)
Apribojimai	Saugomi duomenys turi atitikti struktūros apribojimus.
Sąsaja	Php kalboje panaudotos SQL užklausos
Resursai	SQL DB Lentelė
Skaičiavimai	-

Pavadinimas	bsu_data
Klasifikacija	Lentelė
Aprašymas	Rezultatų duomenų lentelė
Struktūra	indeksas (int) laikas(timestamp) mac(varchar) bsu_id(int) up_data(float) dw_data(float) up_lygis(int) dw_lygis(int) up_mod(varchar) dw_mod(varchar) atstumas(int) zona(int) vart_sk(int)
Apribojimai	Saugomi duomenys turi atitikti struktūros apribojimus.
Sąsaja	Php kalboje panaudotos SQL užklausos
Resursai	SQL DB Lentelė
Skaičiavimai	-

2.3.3.6 Sąveikavimas

DB komponentas sąveikauja su vartotojų sąsajos komponentais

2.3.3.7 Resursai

DB saugoma MS SQL serveryje.

2.3.3.8 Skaičiavimai

DB komponente skaičiavimai neatliekami.

2.3.3.9 Sąsaja

Tarp vartotojų sąsajos komponento ir DB komponento duomenų mainai vyksta naudojant SQL komandas, kurios naudojamos php programavimo kalboje.

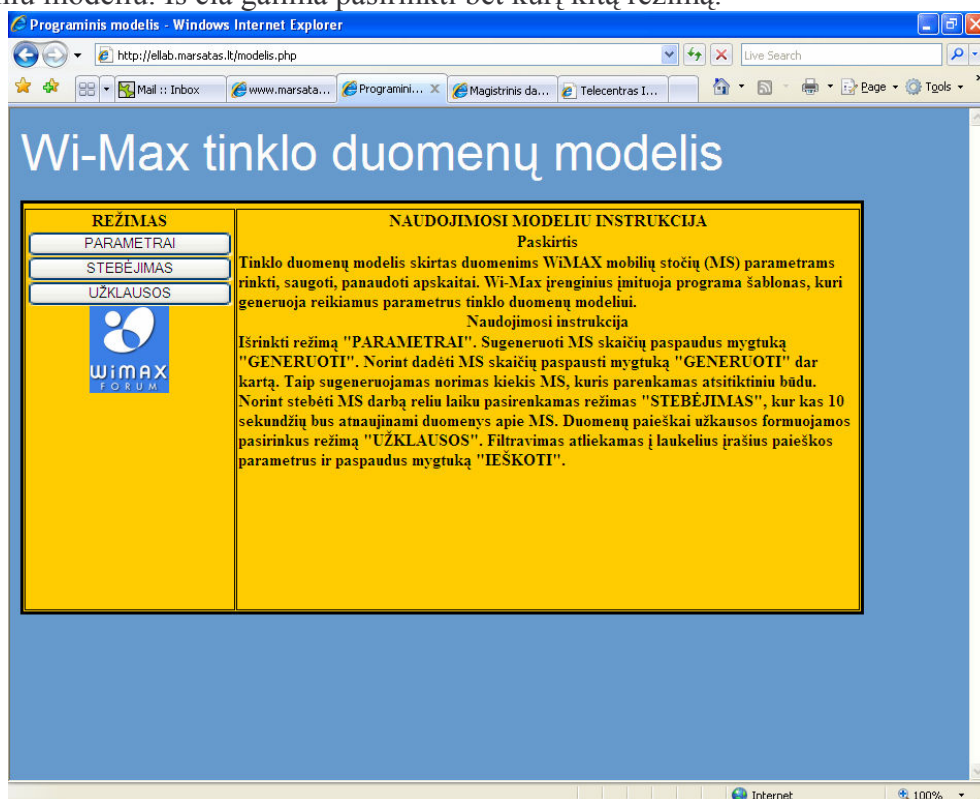
2.4. Testavimo medžiaga

Testavimo tikslas – nustatyti, ar programinis modelis atitinka jo kūrimui sudarytą specifikaciją. Testavimas susideda iš dviejų dalių: kaip programa atitinka jai keliamus sąsajos reikalavimus ir ar teisingai atlieka jai skirtas funkcijas. Šioje dalyje nagrinėjama pirmoji dalis, o antroji aprašyta dalyje “Eksperimentinis tyrimas”.

Testavimas buvo atliktas pagal tokį planą:

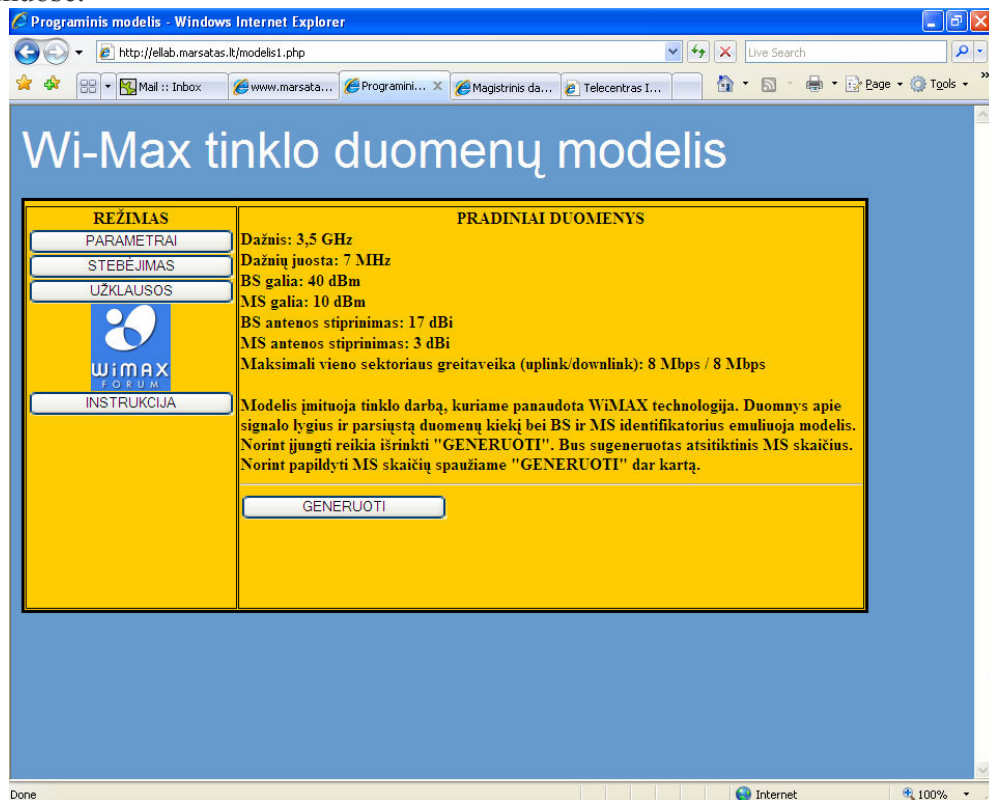
- Prisijungimas per Interneto naršyklę;
- Režimo “INSTRUKCIJA” tikrinimas;
- Režimo “PARAMETRAI” tikrinimas;
- Režimo “STEBĖJIMAS” tikrinimas;
- Režimo “UŽKLAUSOS” tikrinimas.

Atlikus prisijungimą prie tinklo duomenų modelio, patenkame į “INSTRUKCIJA” režimą ir gaunamas sąsajos vaizdas, koks pateiktas 2.22 pav. Čia nurodyta instrukcija, kaip naudotis programiniu modeliu. Iš čia galima pasirinkti bet kurią kitą režimą.



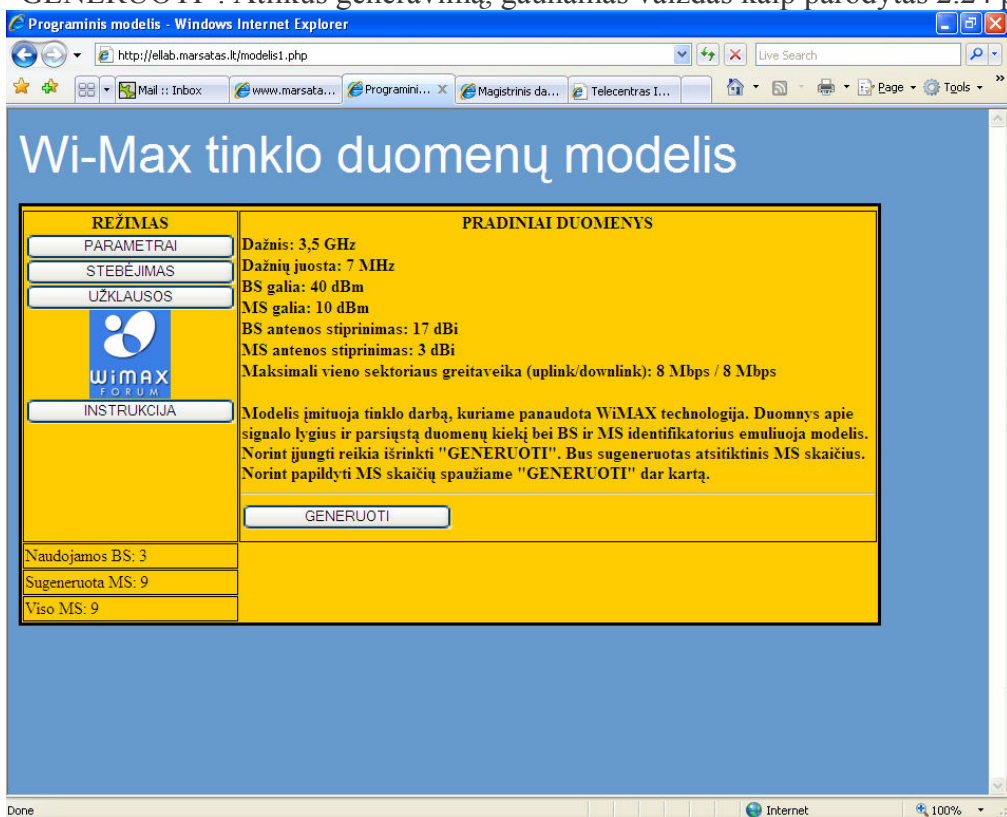
2.22 pav. sąsaja “INSTRUKCIJA”

Pasirinkus režimą "PARAMETRAI", atsiveria langas kaip parodyta 2.23 pav. Čia pateikiami pradiniai Wi-Max įrangos parametrai, kurie bus reikalingi tolimesniuose skaičiavimuose.



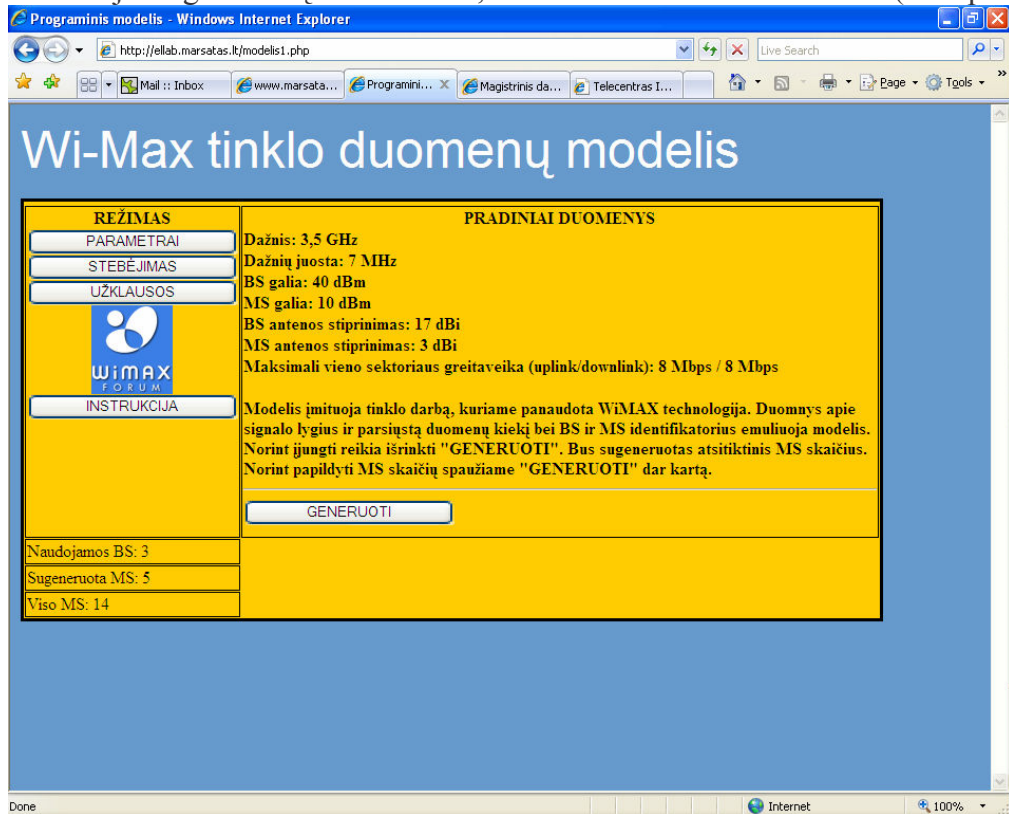
2.23 pav. Sąsaja "PARAMETRAI"

Vietoje realios įrangos, kuri turėtų siųsti duomenis, panaudota programa šablonas, kuri leidžia generuoti atsitiktinį skaičių MS su atsitiktiniais parametrais. Tam tikslui reikia paspausti mygtuką "GENERUOTI". Atlikus generavimą, gaunamas vaizdas kaip parodytas 2.24 pav.



2.24 pav. Sugeneruoti parametrai

Paspaudus mygtuką “GENERUOTI” dar kartą, sugeneruojami papildomi parametrai ir indikuojamas naujai sugeneruotų MS skaičius, bei bendras MS skaičius tinkle (2.25 pav.).



2.25 pav. Papildomai sugeneruota MS

Išrenkamas režimas “STEBĖJIMAS” (2.26 pav.). Galime stebėti sugeneruotų MS parametrus, kurie atnaujinami kas 10 sekundžių, ir pasipildo lentelė naujais duomenimis. Taip galima stebėti tinklo pokyčius kas 10 sekundžių.



2.26 pav. Šąsaja “STEBĖJIMAS”

Režime “UŽKLAUSOS” galima atlikti duomenų, pagal pasirinktus parametrus, paiešką DB. Tam tikslui filtro laukelyje įvedame parametro reikšmę ir paspaudžiame mygtuką “IEŠKOTI”. Rezultatai iliustruoti 2.27 pav.

REŽIMAS		UŽKLAUSŲ FORMAVIMAS											
PARAMETRAI		LAIKAS	MAC	BS_ID	Uplink data (M/B)	Downlink data (M/B)	Uplink lygis (dBm)	Downlink lygis (dBm)	Uplink moduliacija	Downlink moduliacija	Atstumas (m)	Zona	Vsk se
STEBEJIMAS			0b6a2cb973da										
UŽKLAUSOS					1.5	4.5							
WIMAX		2007-04-24 09:27:12	0b6a2cb973da	12	0.5	2.375	-71	-74	QAM64 2/3	QAM16 3/4	408	3	4
INSTRUKCIJA		2007-04-24 09:27:22	0b6a2cb973da	12	0.625	0.25	-82	-80	QPSK 3/4	QPSK 3/4	815	5	4
		2007-04-24 09:27:33	0b6a2cb973da	12	0.375	1.875	-71	-62	QAM64 2/3	QAM64 3/4	103	1	4

2.27 pav. Paieškos rezultatai

Testai parodė, kad programinis modelis atitinka jam keliamus specifikacijos reikalavimus.

3 VARTOTOJO DOKUMENTACIJA

Šioje dalyje pateikiama dokumentacija vartotojui, dirbančiam su tinklo duomenų modeliu. Dokumentacija susideda iš tokių dalių:

- Sistemos funkcinis aprašymas;
- Sistemos vadovas;
- Sistemos instaliavimo dokumentas;
- Sistemos administratoriaus vadovas;

3.1. Sistemos funkcinis aprašymas

Tinklo duomenų modelis yra skirtas duomenims iš MS rinkimui ir kaupimui. Modelis yra skirtas Wi-Max technologijos įrenginiams. Kadangi tai yra sistemos prototipas, tai duomenis, kurie turėtų būti gaunami iš MS, generuoja pats modelis. Jis kaupia ir leidžia analizuoti tokius duomenis: duomenų nuskaitymo laiką; bazinės stoties identifikatorių; MS identifikacinį numerį (mac); “uplink” ir “downlink” krypties radijo signalo lygius, moduliacijas ir parsiusų duomenų kiekį; atstumą nuo bazinės stoties; MS vietos nustatymas; vartotojų vienu metu dirbančių viename sektoriuje skaičių. Tinklo duomenų modelis leidžia stebėti MS parametrus realiu laiku (duomenys atnaujinami kas 10 sekundžių). Taip pat galima operuoti sukauptais duomenimis duomenų bazėje. Tam naudojama duomenų paieška panaudojant filtrus.

3.2. Sistemos vadovas

Tinklo duomenų modelis gali atlikti funkcijas arba dirbti tokiuose režimuose:

- Instrukcija;

- Parametrai ir generavimas;
- Stebėjimas;
- Užklausa.

Instrukcijoje pateikta Tinko duomenų modelio paskirtis ir trumpas aprašymas, kaip naudotis programiniu modeliu.

“Parametrai” režime pateikiami BS ir MS pradiniai duomenys, t.y. duomenys reikalingi skaičiavimams, kurie parinkti tokie, kokie paprastai praktikoje naudojami. Pradiniai parametrai yra tokie: nešantysis dažnis, duomenų perdavimui naudojama dažnių juosta, BS spinduliuojama maksimali galia, MS spinduliuojama maksimali galia, BS antenos stiprinimas, MS antenos stiprinimas ir maksimali sektoriaus greitaveika.

Kadangi tai yra modelis - prototipas, tai jo darbas pagrįstas be realios įrangos. Parametrai, kurie turėtų būti nuskaitomi iš įrangos, generuojami pačio modelio. Tam tikslui yra numatytas mygtukas “GENERUOTI”, kurį nuspaudus sugeneruojamas atsitiktinis skaičius MS ir atsitiktiniai jų parametrai naudojami skaičiavimuose. Paprastumo dėlei BS skaičius sumažintas iki trijų. Papildomai sugeneruoti reikšmės galima pakartotinai paspaudus mygtuką “GENERUOTI”. Naujai sugeneruotų ir iš viso sugeneruotų MS skaičius išvedamas lange kairėje pusėje apačioje.

Režime “Stebėjimas” galima stebėti MS parametrų pokytį ir apskaičiuotus rezultatus, kurie padeda spręsti apie MS, BS ir visą Wi-MAX duomenų perdavimo tinklo situaciją. Kas 10 sekundžių atnaujinami duomenys apie MS. Kiekvienas MS turi unikalų mac adresą, pagal kurį galima stebėti MS radijo parametrus, siunčiamą informacijos kiekį, greitaveiką, prie kurios BS ir kurio sektoriaus jis prisijungęs, bei kokioje zonoje jis randasi. Galima stebėti ir sektoriaus apkrovas, nes prie kiekvieno MS indikuojamas skaičius tame sektoriuje dirbančių MS. Analizuojant šiuos rezultatus, galima įvertinti duomenų perdavimo tinklo darbą.

“Užklausa” režime galima lanksčiai valdyti surinktus iš MS duomenis ir apskaičiuotus rezultatus. Paiešką galima atlikti pagal bet kurį parametą. Tam tikslui reikia įrašyti į laukelį filtruojamo parametro reikšmę prie jam skirto stulpelio pavadinimo. Filtravimą galima atlikti ir pagal kelias reikšmes. Tokiu atveju užpildomi tie filtro laukai, pagal kuriuos parametrus reikia formuoti užklausa, tačiau visas tas reikšmes turi turėti įrašo eilutė. Netiksliai įvestas bent vienas iš filtro parametrų, suformuos tuščią rezultatą. Todėl nežinant tikslų visų parametrų reikiamų, pagal kuriuos bus atliekama duomenų paieška, reikia filtruoti paeiliui pradedant nuo vieno parametro ir didinti jų skaičių iki reikiamo, kad užklausa rezultatas būtų optimalus. Užpildžius filtro laukus, užklausa aktyvuojama paspaudus mygtuką “IEŠKOTI”. Rezultatai išvedami lentelės pavidalu. Nepriklausomai, kokia užklausa bus formuojama, automatiškai bus apskaičiuojamas parsiųstas duomenų kiekis iš užklausa rezultate gautų reikšmių.

3.3. Sistemos instaliavimo dokumentas

Šis dokumentas skirtas sistemos administratoriams. Tinklo duomenų modelis numatytas darbui tinkle. Jis turi būti instaliuojamas serveryje, kuris prieinamas per duomenų perdavimo tinklą. Serveris gali turėti įdiegtą tiek Windows, tiek ir Unix operacines sistemas. Pagrindiniai reikalavimai serveriui, kad jis turėtų aktyvuotus šiuos servisus: web, php, MySQL duomenų bazę. Norint modelį naudoti su realia įranga, reikia, kad serveris palaikytų SNMP Agent servisą, per kurį gautų duomenis iš įrenginių MIB. Darbui su realia įranga reikalingas Tinklo duomenų modelio patobulinimas, nes jis šiuo metu atlieka modelio – prototipo vaidmenį. Tinklo duomenų modelis susideda iš keturių failų: modelis.php, modelis1.php, modelis2.php, modelis3.php ir direktorija Wi-Max. Aktyvavimui galima naudoti index.html failą, kuris turėtų nuorodą į failą modelis.php. Aktyvuoti programą galima ir aktyvavus failą modelis.php. Visi failai ir direktorija turi būti vienoje direktorijoje.

Tinklo duomenų modelis naudojami MySQL duomenų beze. Duomenų bazės failai įkeliami į MySQL skirtą direktoriją. Kitas būdas, galima sukurti duomenų bazę ir lenteles pagal nurodytas specifikacijas, o DB prisijungimo duomenis panaudoti tokius, kokie naudojami programos

išeities tekste. Sistemos administratorius valdo DB darydamas jos atsargines kopijas, jas archyvuodamas ir šalindamas jau suarchyvuotus duomenis iš DB. DB administravimas atliekamas tokia tvarka, kokią pasirenka ją prižiūrintis sistemos administratorius.

3.4. Sistemos administratoriaus vadovas

Teisingai įdiegus sistemą serveryje, paprastai veikia iš karto. Nekorektiškus programos veiksmus gali iššaukti ne vietoje įdiegti failai t.y. programa neranda kelio pereidama iš vieno režimo į kitą. Todėl visi failai turi būti toje pačioje direktorijoje. Negali pasiekti duomenų bazės. Priežastis gali būti išjungtas MySQL serveris, blogas duomenų bazės pavadinimas, blogas prisijungimo slaptažodis. Esant tokio pobūdžio problemai, reikia patikrinti anksčiau išvardintą galimų priežasčių seką tokia eilės tvarka, kaip išdėstyta. Nevykdo php komandų. Tokio veikimo priežastis gali būti neįdiegtas php servisas serveryje. Problema pašalinama įdiegus php demoną. Nepasiekiamą programą per tinklą http protokolu. Priežastis gali būti neaktyvuotas Web servisas serveryje arba duomenų perdavimo tinkle iškilusios problemos. Pašalinti problemą galima aktyvavus Web servisą ir patikrinus duomenų perdavimo tinklo nustatymus.

4 EKSPERIMENTINIS TYRIMAS

Tinklo duomenų modelio eksperimentinio tyrimo metu atlikti tokie tyrimai:

- Modelio gautų rezultatų palyginimas su apskaičiuotais teoriniais parametrais;
- Modelio gautų rezultatų palyginimas su deklaruojamais Wi-Max įrangos parametrais;

4.1. Modelio gautų rezultatų palyginimas su apskaičiuotais teoriniais

Tinklo duomenų modelio kūrimas yra pagrįstas teoriniais parametru skaičiavimais skirtais Wi-Max technologijai. Pagal turimus signalo lygius apskaičiuojamas atstumas nuo BS iki MS. Nuo signalo lygio priklauso, kokia moduliacija dirba MS, bei nuo jos priklauso maksimali galima MS duomenų perdavimo sparta, kurią gali riboti maksimali BS sektoriaus sparta. Teoriškai apskaičiuotų ir praktiškai gautų rezultatų palyginimas pateiktas 4.1 lentelėje. Čia paimtos atsitiktinės signalo lygio reikšmės, prie kurių gauti tinklo duomenų modelio ir teoriškai apskaičiuoti rezultatai. Greitaveika pateikta Mbps apskaičiuota iš pateikto parsiusšto duomenų kiekio per 10 sekundžių. Moduliacija ir prie jos galima maksimali greitaveika parenkama atsižvelgiant 1.2 lentelėje pateiktais duomenimis, kurie atitinka standarte [27] nustatytus reikalavimus. Teoriniai skaičiavimai atlikti remiantis 1.4.3 dalyje pateikta skaičiavimo metodika. Tinklo duomenų modelio rezultatai gauti skaičiuojant programiniu modeliu.

4.1 lentelė. Rezultatų palyginimas

Lygis dw	Teorinis skaičiavimas			Tinklo duomenų modelio gauti rezultatai		
	Moduliacija dw	Atstumas	Greitaveikos ribos	Moduliacija dw	Atstumas	Greitaveika
-86	BPSK 1/2	1630,755	Iki 0,5 Mbps	BPSK 1/2	1625	0,125
-84	QPSK 1/2	1295,354	Iki 1,5 Mbps	QPSK 1/2	1291	0,5
-82	QPSK 3/4	1028,937	Iki 2 Mbps	QPSK 3/4	1025	0,625
-76	QAM16 1/2	515,690	Iki 4 Mbps	QAM16 1/2	514	4
-72	QAM16 3/4	325,378	Iki 6 Mbps	QAM16 3/4	324	5,5
-71	QAM64 2/3	289,994	Iki 7,5 Mbps	QAM64 2/3	289	1,375
-65	QAM64 3/4	145,341	Iki 8 Mbps	QAM64 3/4	145	3,25

Remiantis gautais rezultatais galime teigti, kad Tinklo duomenų modelis atlieka skaičiavimus teisingai. Atstumo paklaida iki 5 metrų. Paklaida didėja MS tolstant nuo BS.

4.2. Modelio gautų rezultatų palyginimas su deklaruojamais Wi-Max įrangos parametrais

Teorinėje dalyje nagrinėti Wi-Max technologijos teoriniai modeliai nuteikia labai optimistiškai t.y. didelių spartų perdavimas dideliais atstumais. Apskaičiuotus atstumus, kuriuo gali dirbti MS su galimomis greitaveikomis, prie atitinkamo signalo lygio paaiškėjo, kad teoriškai pateikti duomenys yra geresni, nei skaičiavimo rezultatai. Palyginimui pateikti apskaičiuoti atstumo ir greitaveikos rezultatai prie ribinių moduliacijos reikšmių. Taip pat pateikti kai kurie deklaruojami parametrai.

4.2 lentelė. Parametru palyginimas

Signalo lygis	Apskaičiuotas		Teorinis	
	Atstumas nuo BS	Max. greitaveika	Atstumas nuo BS	Max. greitaveika
-85	1453,412 m	0,5 Mbps	5000 m	30 Mbps
-84	1295,354 m	1,5 Mbps		
-83	1154,486 m	1,5 Mbps		
-82	1028,937 m	2 Mbps		
-78	649,215 m	2 Mbps		
-77	578,614 m	4 Mbps		
-76	515,690 m	4 Mbps		
-75	459,609 m	6 Mbps		
-72	325,378 m	6 Mbps		
-71	289,994 m	7,5 Mbps		
-70	258,457 m	7,5 Mbps		
-69	230,350 m	8 Mbps		

Kai kurios kompanijos, giliau nagrinėjančios Wi-Max technologiją, pateikia ne tokius optimistinius rezultatus [30]. Jie yra artimesni gautiems skaičiavimo rezultatams 4.1 pav.

Network architectures

♦ Radio network dimensioning:

Technology	Freq. band (MHz)	Channel bandwidth	Throughput per channel	Cell range*(km) (Dense/Urban/Suburb./Rural)
GSM	900/1800	200kHz	6.4 calls	0.73 / 2.51 / 3.21 / 6.36
GPRS	900/1800	200kHz	70.4kbps	0.73 / 2.51 / 3.21 / 6.36
EDGE	900/1800	200kHz	256kbps	0.73 / 2.51 / 3.21 / 6.36
WCDMA	1900/2100	5MHz (2 channels per sector)	96 calls / 800kbps	0.57 / 0.89 / 2.11 / 6.36
HSDPA	1900/2100	5MHz (2 channels per sector)	4Mbps	0.57 / 0.89 / 2.11 / 6.36 (not implemented)
Mobile WiMAX	3400	10MHz	10Mbps	0.40 / 0.60 / 1.10 (not impl.) / 3.00 (not impl.)

3rd International CICT Conference
Lyngby, Denmark, 30 Nov – 1 Dec 2006 / J.Harno, Nokia Research Center



4.1 pav. Atskirų technologijų atstumo ir greitaveikų palyginimas [30]

Nepaisant to, kad dauguma šaltinių deklaruoja maksimalią greitaveiką apie 30 Mbps, o maksimalus celės radiusas iki 5 km, apskaičiuotus gauname maksimalią greitaveiką apie 8 Mbps ir maksimalų celės radiusą iki 1,6 km. Skaičiavimo rezultatus patvirtina ir Nokia kompanijos atliktas tyrimas, kur teigiama, kad maksimali sparta siekia 10 Mbps, o maksimalus celės radiusas nuo 0,4 iki 3 km priklausomai nuo vietovės.

5 IŠVADOS

1. Wi-Max technologija teikia tinklo duomenis, kurių kaupimui ir apdorojimui galima panaudoti tinklo duomenų modelį, leisiantį įdiegti naujas paslaugas vartotojams.
2. Išanalizavus bevieles duomenų perdavimo technologijas ir palyginus jas su Wi-Max technologija, galima teigti, kad Wi-Max technologija pretenduoja tapti naujos kartos (4G) technologija.
3. Wi-Max technologija be įprastų paslaugų, kurias teikia duomenų perdavimo tiekėjai, gali pasiūlyti ir lankstesnes papildomas paslaugas: atsiskaityti vartotojams už paslaugas pagal parsiųstą duomenų kiekį; atsiskaityti vartotojams pagal laiką, kurį jie praleido tinkle priklausomai nuo naudojamos duomenų perdavimo spartos; nustatyti vartotojo buvimo vietą.
4. Suprojektuotas tinklo duomenų modelis leidžia kaupti ir apdoroti duomenis, gautus iš Wi-Max MS, kurie gali būti naudojami anksčiau paminėtoms papildomoms paslaugoms užtikrinti.
5. Įvertinus gautus tinklo duomenų modelio skaičiavimo rezultatus, paaiškėjo, kad jie nėra tokie optimistiniai, kaip deklaruojama daugumoje literatūros šaltinių. Tačiau jie pakankamai artimi rezultatams, kuriuos pateikia kompanijos, dirbančios Wi-Max technologijos kūrimo srityje.
6. Tinklo duomenų modelio trūkumas – nepakankamai tikslus MS buvimo vietos nustatymas. Tam tikslui reikia tobulinti metodiką, kuri leistų tiksliau nustatyti MS buvimo vietą.

6 LITERATŪRA

1. “Bevielis „WiMax“ ryšys Lietuvoje – galbūt jau šiomet” 2006-01-04
<http://www.elektronika.lt> [žiūrėta 2006-09-25]
2. “WiMAX”
<http://en.wikipedia.org/wiki/Wimax> [žiūrėta 2006-09-25]
3. G.Aleknavičius. Telecentro pre-WiMAX – pasaulinio lygio ryšys.
http://www.lrtc.lt/naujoves/WiMAX_pasaulinio.html [žiūrėta 2006-09-25]
4. IEEE 802.16 Published Standards and Drafts
<http://www.ieee802.org> [žiūrėta 2006-09-25]
5. IEEE 802 LAN/MAN Standards Committee REPORT FOR YEAR 2003 (1 OCT 2002 – 31 DEC 2003)
<http://standards.computer.org/sabminutes/2004Wint/LMSC%20802%20Annual%20Report%202003.pdf> [žiūrėta 2006-09-25]
6. The IEEE 802.16 WirelessMAN Standard for Broadband Wireless Metropolitan Area Networks
<http://WirelessMAN.org> [žiūrėta 2006-09-25]
7. Deepak Pareek. “The business of WiMAX”. – England: John Wiley & Sons, Ltd, 2006.- 330 p. - ISBN-13 978-0-470-02691-5 (HB).
8. Understanding Wi-Fi and WiMAX as Metro-Access Solution
<http://developer.intel.com> [žiūrėta 2006-09-25]
9. Mohamed Hasna, Ali Dabbous, Adel Ymmout, Imad Atwi. “Propagation Model Development and Radio Planning for Future WiMAX Systems Deployment in Beirut”: Final Year Project, American University of Beirut, 2006.-69 p.
http://webfea-lb.fea.aub.edu.lb/ece/docs/fyp/2006/44_Report.pdf [2006-09-25]
10. Orthogonal Frequency Division Multiplexing
<http://developer.intel.com> [žiūrėta 2006-09-25]
11. Patrick Fuller .WiMax opens wide range of design option. *picoChip Designs Ltd. (Bath, England)*
12. RF system and circuit challenges for WiMAX
<http://developer.intel.com/technology/itj/index.html> [žiūrėta 2006-09-25]
13. Sanita Omerovic. WiMAX overview: University of Ljubljana, Slovenia.
14. Samiseppo Aarnikoivu, Juha Winter. “Mobile broadband Wireless access”: Helsinki University of Technology.
15. Wireless broadband in Korea.: for GIGA Technology program, November 15, 2005
16. Understanding WiMAX and 3G for Portable/Mobile Broadband Wireless.
<http://developer.intel.com> [žiūrėta 2006-09-25]
17. Comms Design. WiMAX advantages bring about new challenges.
<http://www.commdesign.com> [žiūrėta 2006-09-25]
18. Z. Yang, D.Grace, P.D.Mitchell. “Dowlink performance of WiMAX broadband from high altitude platform and terrestrial deployments sharing a common 3,5 GHz band”: University of York, United Kingdom
<http://www.eurasip.org/content/Eusipco/IST05/papers/354.pdf> [žiūrėta 2006-09-25]
19. IEEE 802.16 Brodband wireless access working Group.
<http://ieee802.org/16> [žiūrėta 2006-09-25]
20. Dean Kitchener. Multi-hop System Evaluation Methodology.
<http://ieee802.org/16/ipr/patents/notices> [žiūrėta 2006-09-25]
21. A.Luntovskyy, D.Guter, A.Schill, Ulrich Winkler. “Desing particularities wireless networks”: Dresden University of Technology, Germany.
http://www.rn.inf.tu-dresden.de/scripts_lsrn/veroeffent_print/crimico_2005_1.pdf [žiūrėta 2006-09-25]

22. A.Luntovskyy, D.Guter, A.Schill, Ulrich Winkler. “Models and methods for wlan / wimax – network design”: Dresden University of Technology, Germany.
http://www.rn.inf.tu-dresden.de/scripts_lsrn/veroeffent_print/crimico_2006_1.pdf
[žiūrėta 2006-09-25]
23. Empirical path loss model for outdoor 802.11b wireless links.
http://www.iitk.ac.in/mladgp/Thesis_Presentation_Draft.pdf [žiūrėta 2006-09-25]
24. Appendices
<http://www.library.unsw.edu.au/~thesis/adt-NUN/uploads/approved/adt-NUN20030414.142250/public/05appendices.pdf> [žiūrėta 2006-09-25]
25. Sekliuckis V., Gudas S., Garšva G. Informacijos sistemos ir duomenų bazės. Vadovėlis.- Kaunas, Technologija, 2003. 338p.
26. Tomakuzu Kambayashi, Motohiro Tanno, Iwao Sasase. Mobile terminal positioning using data symbols to mitigate the influence of in noise in multi carrier modulation: Keyo University, Yokahama, Japan.
<http://research.ac.upc.edu/EW2004/papers/79.pdf> [žiūrėta 2006-12-18]
27. IEEE 802.11e-2005. Part 16: Air interface for fixed and mobile broadband wireless access systems.
28. Network architecture for WiMAX networks.
http://www.apricot.net/apricot2005/slides/C5-1_3.pdf [žiūrėta 2006-12-18]
29. WiMAX forum. WiMAX End to End Network Systems Architecture.
<http://www.wimaxforum.org/technology/documents/> [žiūrėta 2007-03-01]
30. Business Scenario Analysis for Alternative B3G Technologies
http://conf06.cict.dtu.dk/Conf06_slides/Jarmo.ppt [2007-03-19]
31. RadioWave incorporation products
http://www.radiowavesinc.com/pdf/60%B0_3.4-3.6_GHz_Sector_Antennas.pdf
[2007-04-10]

7 TERMINŲ IR SANTRUMPŲ ŽODYNAS

AAA	Authentication, Authorization and Accounting
AAS	Address Allocation Server
ADSL	Asymmetric Digital Subscriber Line
AP	Access Point
API	Application Program Interface
ASN	Access Service Network
ASN-GW	Access Service Network Gateway
BPSK	Binary Phase Shift Keying
BS	Base Station
CDMA	Code Division Multiple Access
CSN	Connectivity Service Network
DB	Duomenų bazė
DFT	Discrete Fouries Transform
DHCP	Dynamic Host Configuration Protocol
DSL	Digital Subscriber Line
FDD	Frequency division duplex
FDM	Frequency Division Multiplexing
FFT	Fast Fouries Transform
FSF	Frequency Selective Fading
GPRS	General Packet Radio Service
GSM	Global System for Mobile communication
HA	Home Agent
HFDD	Half Frequency division duplex
HSDPA	High Speed Downlink Packet Access
HSPA	High Speed Packet Access
IEEE	Institute of Electrical and Electronics Engineers
IS	Informacinės sistemos
ISI	Inter Symbol Interference
LAN	Local Area Network
LOS	Line of site
MAN	Metropolitan area Network
MIMO	Multiple In Multiple Out
MIP-AF	Mobile IP Application Function
MIP-FA	Mobile IP Foreign Agent
MMS	Multimedia Messaging Service
MS	Mobile Station
NLOS	None line of site
OFDM	Orthogonal Frequency Division Multiplexing
OFDMA	Orthogonal Frequency Division Multiplexing Access
PAN	Personal Area Network
PHP	Hypertext Preprocessor
PSK	Phase Shift Keying
RRA	Radio Resource Agent
RRC	Radio Resource Controller
QAM	Quadrature Amplitude Modulation
QPSK	Quadrature Phase Shift Keying
SFM	Service Flow Management

SISO	Single In Single Out
SNMP	Simple Network Management Protocol
SNR	Signal to Noise Ration
TDD	Time division duplex
TD-CDMA	Time division Code Division Multiple Access
WAN	Wide Area Networks
WCDMA	Wideband Code-Division Multiple Access
WEB	WEB Service
WiBro	Wireless Broadband Internet Service
Wi-Fi	Wireless Fidelity
WiMAX	Worldwide Interoperability for Microwave Access
WLAN	Wireless Local Area Network

8 PRIEDAI

1. Priedas. Programos tekstas.

Failas modelis.php

```
<?include ("status.php");
status();
?>
<html>
<head>
<title>Programinis modelis</title>
<meta http-equiv="Content-Type" content="text/html"; charset=windows-1257">
</head>
<body bgcolor="#6699CC">
<p><align="left"><font face="Arial"><font size="100"><font color="ffffff">Wi-Max tinklo duomenų modelis</p>
</font></font></font>
<table bgcolor="#ffcc00" width="800" height="400" border="3" cellpadding="1" cellspacing="1" bordercolor="#000000">
<tr>
<td style="vertical-align: top" width="200">
<table bgcolor="#ffcc00" width="200" border="0" cellpadding="0" cellspacing="0">
<tr>
<td align="center" colspan="0" height="20"><b><font face="Time New Roman" color="000000"
size="3">REŽIMAS</font></b></td>
<tr>
<td width="200" colspan="0" height="20">
<form action="modelis1.php" method="post">
<align="center"><input type="submit" name="parametrai" value="PARAMETRAI" style="width:200"></td></form>
<tr>
<td width="200" colspan="0" height="20">
<form action="modelis2.php" method="post">
<align="center"><input type="submit" name="stebejimas" value="STEBĖJIMAS" style="width:200"></td></form>
<tr>
<td width="200" colspan="0" height="20">
<form action="modelis3.php" method="post">
<align="center"><input type="submit" name="uzklausus" value="UŽKLAUSOS" style="width:200"></td></form>
<tr>
<td align="center">
</td>
</tr>
</table>

<td style="vertical-align: top" width="600">
<table bgcolor="#ffcc00" width="600" border="0" cellpadding="0" cellspacing="0">
<tr>
<td align="center" colspan="0" height="20"><b><font face="Time New Roman" color="000000" size="3">NAUDOJIMOSI
MODELIU INSTRUKCIJA</font></b></td>
<tr>
<td align="center" colspan="0" height="20"><b><font face="Time New Roman" color="000000"
size="3">Paskirtis</font></b></td>
<tr>
<td align="left" colspan="0" height="20"><b><font face="Time New Roman" color="000000" size="3"> Tinklo duomenų modelis
skirtas duomenims WiMAX mobiliųjų stočių (MS) parametrus rinkti, saugoti, panaudoti apskaitai. Wi-Max įrenginius įmityuoja programa
šablonas, kuri generuoja reikiamus parametrus tinklo duomenų modeliui.</font></b></td>
<tr>
<td align="center" colspan="0" height="20"><b><font face="Time New Roman" color="000000" size="3">Naudojimosi
instrukcija</font></b></td>
<tr>
<td align="left" colspan="0" height="20"><b><font face="Time New Roman" color="000000" size="3">Išrinkti režimą
"PARAMETRAI". Sugeneruoti MS skaičių paspaudus mygtuką "GENERUOTI". Norint dėti MS skaičių paspausti mygtuką "GENERUOTI"
dar kartą. Taip sugeneruojamas norimas kiekis MS, kuris parenkamas atsitiktiniu būdu. Norint stebėti MS darbą reliu laiku pasirenkamas režimas
"STEBĖJIMAS", kur kas 10 sekundžių bus atnaujinami duomenys apie MS. Duomenų paieškai užkausus formuojamos pasirinkus režimą
"UŽKLAUSOS". Filtravimas atliekamas į laukelius įrašius paieškos parametrus ir paspaudus mygtuką "IEŠKOTI".</font></b></td>
</tr>
</table>
</td>
</tr>
</table>
</body>

```

Failas modelis1.php

```
<html>
<head>
<title>Programinis modelis</title>
<meta http-equiv="Content-Type" content="text/html"; charset=windows-1257">
</head>
<body bgcolor="#6699CC">
<p><align="left"><font face="Arial"><font size="100"><font color="ffffff">Wi-Max tinklo duomenų modelis</p>
</font></font></font>
<table bgcolor="#ffcc00" width="800" height="400" border="3" cellpadding="1" cellspacing="1" bordercolor="#000000">
<tr>
```

```
<tr>
  <td style="vertical-align: top" width="200">
    <table bgcolor="#ffcc00" width="200" border="0" cellspacing="0" cellpadding="0">
      <td align="center" colspan="0" height="20"><b><font face="Time New Roman" color="000000"
size="3">REŽIMAS</font></b></td>
      <tr>
        <td width="200" colspan="0" height="20">
          <form action="modelis1.php" method="post">
            <align="center"><input type="submit" name="parametrai" value="PARAMETRAI" style="width:200"></td></form>
          <tr>
            <td width="200" colspan="0" height="20">
              <form action="modelis2.php" method="post">
                <align="center"><input type="submit" name="stebejimas" value="STEBĖJIMAS" style="width:200"></td></form>
              <tr>
                <td width="200" colspan="0" height="20">
                  <form action="modelis3.php" method="post">
                    <align="center"><input type="submit" name="uzklausa" value="UŽKLAUSOS" style="width:200"></td></form>
                  <tr>
                    <td align="center">
                      </td>
                    <tr>
                      <td width="200" colspan="0" height="20">
                        <form action="modelis.php" method="post">
                          <align="center"><input type="submit" name="instrukcija" value="INSTRUKCIJA" style="width:200"></td></form>
                        </td>
                      </table>
                    <td style="vertical-align: top" width="600">
                      <table bgcolor="#ffcc00" width="600" border="0" cellspacing="0" cellpadding="0">
                        <td align="center" colspan="0" height="20" ><b><font face="Time New Roman" color="000000" size="3">PRADINIAI
DUOMENYS</font></b></td>
                        <tr>
                          <td align="left" colspan="0" height="20" ><b><font face="Time New Roman" color="000000" size="3">Dažnis: 3,5
GHz</font></b></td>
                          <tr>
                            <td align="left" colspan="0" height="20" ><b><font face="Time New Roman" color="000000" size="3">Dažnių juosta: 7
MHz</font></b></td>
                            <tr>
                              <td align="left" colspan="0" height="20"><b><font face="Time New Roman" color="000000" size="3">BS galia: 40
dBm</font></b></td>
                              <tr>
                                <td align="left" colspan="0" height="20"><b><font face="Time New Roman" color="000000" size="3">MS galia: 10
dBm</font></b></td>
                                <tr>
                                  <td align="left" colspan="0" height="20"><b><font face="Time New Roman" color="000000" size="3">BS antenos stiprinimas: 17
dBi</font></b></td>
                                  <tr>
                                    <td align="left" colspan="0" height="20"><b><font face="Time New Roman" color="000000" size="3">MS antenos stiprinimas: 3
dBi</font></b></td>
                                    <tr>
                                      <td align="left" colspan="0" height="20"><b><font face="Time New Roman" color="000000" size="3">Maksimali vieno sektoriaus
greitaveika (uplink/downlink): 8 Mbps / 8 Mbps</font></b></td>
                                      <tr>
                                        <td align="left" colspan="0" height="20"><b><font face="Time New Roman" color="000000" size="3"></font></b></td>
                                        <tr>
                                          <td align="left" colspan="0" height="20"><b><font face="Time New Roman" color="000000" size="3">Modelis įmityuoja tinklo
darbą, kuriame panaudota WiMAX technologija. Duomyns apie signalo lygius ir parsijstą duomenų kiekį bei BS ir MS identifikatorius
emuliuoja modelis. Norint įjungti reikia išrinkti "GENERUOTI". Bus sugeneruotas atsitiktinis MS skaičius. Norint papildyti MS skaičių
spaužiam "GENERUOTI" dar kartą.</font></b></td>
                                          <tr>
                                            <td width="600" colspan="0" height="20">
                                              <form action="" method="post">
                                                <hr>
                                                <tr>
                                                  <td>
                                                    <align="left"><input type="submit" name="generuoti" value="GENERUOTI" style="width:200"></td></form>
                                                  </td>
                                                </tr>
                                              </table>
                                            <tr>
                                              <td align="left" colspan="0" height="20"><b><font face="Time New Roman" color="000000" size="3">MAC ir BS_ID generavimas
          if(isset($_POST['generuoti']) && $_POST['generuoti']=="GENERUOTI")
          {
mysql_connect("localhost","*****","*****");
mysql_select_db("prefx");
//MAC adreso formavimas
function generavimas()
{
  function mac($ilgis)
  {
```



```
$symbol="0123456789abcdef";
for($i=0;$i<$ilgis;$i++)
{
    $skiltis .= $symbol{rand(0,15)};
}
return $skiltis;
}
$skaičius=rand(5,10);
for($j=0;$j<$skaičius;$j++)
{
    $m[$j]=mac(12);
}

for($j=0;$j<$skaičius;$j++)
{
    $s=rand(1,6);
    $e=rand(1,3);
    $bs_id= $e. $s;
    $sql="INSERT INTO terminalai (ms_id, bs_id) VALUES ('$m[$j]', '$bs_id')";
    mysql_query($sql);
}
$sql_viso = mysql_query("SELECT count(*) as 'viso' FROM terminalai") or die ( mysql_error());
$sql_masyvas = mysql_fetch_array($sql_viso);
$viso=$sql_masyvas['viso'];

echo "    <tr><td>Naudojamos BS: 3</td>
        <tr><td>Sugeneruota MS: $skaičius</td>
        <tr><td>Viso MS: $viso</td></tr>";
}
generavimas();
}
?>
</td>
</tr>
</table>
</body>
```

Failas modelis2.php

```
<html>
<head>
<title>Programinis modelis</title>
<meta http-equiv="Content-Type" content="text/html"; charset="windows-1257">
<meta http-equiv="Refresh" content="10" URL="http://ellab.marsatas.lt/modelis2.php">
</head>
<body bgcolor="#6699CC">
<p><align="left"><font face="Arial"><font size="100"><font color="ffffff">Wi-Max tinklo duomenų modelis</p>
</font></font></font>
<table bgcolor="#ffcc00" width="800" height="400" border="3" cellspacing="1" cellpadding="1" bordercolor="#000000">
<tr>
<td style="vertical-align: top" width="200">
<table bgcolor="#ffcc00" width="200" border="0" cellspacing="0" cellpadding="0">
<tr>
<td align="center" colspan="0" height="20"><b><font face="Time New Roman" color="000000"
size="3">REŽIMAS</font></b></td>
<tr>
<td width="200" colspan="0" height="20">
<form action="modelis1.php" method="post">
<align="center"><input type="submit" name="parametrai" value="PARAMETRAI" style="width:200"></td></form>
<tr>
<td width="200" colspan="0" height="20">
<form action="modelis2.php" method="post">
<align="center"><input type="submit" name="stebejimas" value="STEBĖJIMAS" style="width:200"></td></form>
<tr>
<td width="200" colspan="0" height="20">
<form action="modelis3.php" method="post">
<align="center"><input type="submit" name="uzklauso" value="UŽKLAUSOS" style="width:200"></td></form>
<tr>
<td align="center">
</td>
<tr>
<td width="200" colspan="0" height="20">
<form action="modelis.php" method="post">
<align="center"><input type="submit" name="instrukcija" value="INSTRUKCIJA" style="width:200"></td></form>
</td>
</table>
<td style="vertical-align: top" width="600">
<table bgcolor="#ffcc00" width="600" border="0" cellspacing="0" cellpadding="0">
```



```

    }
    }
    }
}

//Parsiusti duomenys
$Sup_rate=$Sup_sekt_rate/$svart_sk;
if ($Sup_rate > $Sup_max) {
    $Sup_cpe_rate=$Sup_max;
} else {
    $Sup_cpe_rate=$Sup_rate;
}
$Sup_data_max=($Sup_cpe_rate*10);
$Sup_data_gen=rand(0,$Sup_data_max);
$Sup_data=$Sup_data_gen/8;
$Ddw_rate=$dw_sekt_rate/$svart_sk;
if ($Ddw_rate > $Ddw_max) {
    $Ddw_cpe_rate=$Ddw_max;
} else {
    $Ddw_cpe_rate=$Ddw_rate;
}
$Ddw_data_max=($Ddw_cpe_rate*10);
$Ddw_data_gen=rand(0,$Ddw_data_max);
$Ddw_data=$Ddw_data_gen/8;

//Duomenų rasymas į SQL
$Sql_data="INSERT INTO bsu_data
    (mac, bsu_id, up_data, dw_data, up_lygis, dw_lygis, up_mod, dw_mod, atstumas, zona, koord_x, koord_y, vart_sk)
VALUES ('$mac', '$bsu_id', '$Sup_data', '$Ddw_data', '$Sup_level', '$Ddw_level', '$Sup_mod', '$Ddw_mod', '$d', '$zona', '$x', '$y', '$svart_sk')";
mysql_query($Sql_data) or die ("Bloga uzklausa".mysql_error());
}
mysql_free_result($result);
$Sql_data = mysql_query("SELECT * FROM bsu_data", $con);
$num_rows = mysql_num_rows($Sql_data);

//Lenteles antraste
echo "<table border='1' bgcolor='#6699CC' bordercolor='#ffcc00'>
    <tr><td><font color=#ffffff>LAIKAS</font></td>
    <td><font color=#ffffff>MAC</font></td>
    <td><font color=#ffffff>BS_ID</font></td>
    <td><font color=#ffffff>Uplink data (MB)</font></td>
    <td><font color=#ffffff>Downlink data (MB)</font></td>
    <td><font color=#ffffff>Uplink lygis (dBm)</font></td>
    <td><font color=#ffffff>Downlink lygis (dBm)</font></td>
    <td><font color=#ffffff>Uplink moluliacija</font></td>
    <td><font color=#ffffff>Downlink moluliacija</font></td>
    <td><font color=#ffffff>Atstumas (m)</font></td>
    <td><font color=#ffffff>Zona</font></td>
<!--
    <td><font color=#ffffff>Koordinatė X</font></td>
    <td><font color=#ffffff>Koordinatė Y</font></td>
-->
    <td><font color=#ffffff>Vartotojų sk. sektoriuje</font></td>";
while ($row_n = mysql_fetch_row($Sql_data)) { //ISVEDIMO CIKLO PRADZIA
    $time_n=$row_n[1];
    $mac_n=$row_n[2];
    $bsu_id_n=$row_n[3];
    $Sup_data_n=$row_n[4];
    $Ddw_data_n=$row_n[5];
    $Sup_level_n=$row_n[6];

```

```
$dw_level_n=$row_n[7];
$sup_mod_n=$row_n[8];
$dw_mod_n=$row_n[9];
$d_n=$row_n[10];
$z_n=$row_n[11];
$x_n=$row_n[12];
$y_n=$row_n[13];
$wart_sk=$row_n[14];

echo "
        <tr><td><font color=#ffffff>$time_n</font></td>
        <td><font color=#ffffff>$mac_n</font></td>
        <td><font color=#ffffff>$bs_id_n</font></td>
        <td><font color=#ffffff>$sup_data_n</font></td>
        <td><font color=#ffffff>$dw_data_n</font></td>
        <td><font color=#ffffff>$sup_level_n</font></td>
        <td><font color=#ffffff>$dw_level_n</font></td>
        <td><font color=#ffffff>$sup_mod_n</font></td>
        <td><font color=#ffffff>$dw_mod_n</font></td>
        <td><font color=#ffffff>$d_n</font></td>
        <td><font color=#ffffff>$z_n</font></td>
<!--
        <td><font color=#ffffff>$x_n</font></td>
        <td><font color=#ffffff>$y_n</font></td>
-->
        <td><font color=#ffffff>$wart_sk</font></td>
</tr>;
}
echo "</table>";
?>
</td>
</td>
</table>
</td>
</tr>
</table>
</body>
Failas modelis3.php
<?include ("status.php");
status();
?>
<html>
<head>
<title>Programinis modelis</title>
<meta http-equiv="Content-Type" content="text/html"; charset=windows-1257">
</head>
<body bgcolor="#6699CC">
<p><align="left"><font face="Arial"><font size="100"><font color="ffffff">Wi-Max tinklo duomenų modelis</p>
</font></font></font>
<table bgcolor="#ffcc00" width="800" height="400" border="3" cellspacing="1" cellpadding="1" bordercolor="#000000">
<tr>
<td style="vertical-align: top" width="200">
<table bgcolor="#ffcc00" width="200" border="0" cellspacing="0" cellpadding="0">
<tr>
<td align="center" colspan="0" height="20"><b><font face="Time New Roman" color="000000"
size="3">REŽIMAS</font></b></td>
<tr>
<td width="200" colspan="0" height="20">
<form action="modelis1.php" method="post">
<align="center"><input type="submit" name="parametrai" value="PARAMETRAI" style="width:200"></td></form>
<tr>
<td width="200" colspan="0" height="20">
<form action="modelis2.php" method="post">
<align="center"><input type="submit" name="stebejimas" value="STEBĖJIMAS" style="width:200"></td></form>
<tr>
<td width="200" colspan="0" height="20">
<form action="modelis3.php" method="post">
<align="center"><input type="submit" name="uzklausus" value="UŽKLAUSOS" style="width:200"></td></form>
<tr>
<td align="center">
</td>
<tr>
<td width="200" colspan="0" height="20">
<form action="modelis.php" method="post">
<align="center"><input type="submit" name="instrukcija" value="INSTRUKCIJA" style="width:200"></td></form>
</td>
</table>

```

```
<td style="vertical-align: top" width="600">
<table bgcolor="#ffcc00" width="600" border="0" cellspacing="0" cellpadding="0">
<td align="center" colspan="0" height="20" ><b><font face="Time New Roman" color="000000" size="3">UŽKLAUSŲ
FORMAVIMAS</font></b></td>

<table border="1" bgcolor="#6699CC" bordercolor="#ffcc00">
<tr><td><font color=#ffffff>LAIKAS</font></td>
<td><font color=#ffffff>MAC</font></td>
<td><font color=#ffffff>BS_ID</font></td>
<td><font color=#ffffff>Uplink data (MB)</font></td>
<td><font color=#ffffff>Downlink data (MB)</font></td>
<td><font color=#ffffff>Uplink lygis (dBm)</font></td>
<td><font color=#ffffff>Downlink lygis(dBm)</font></td>
<td><font color=#ffffff>Uplink moluliacija</font></td>
<td><font color=#ffffff>Downlink moluliacija</font></td>
<td><font color=#ffffff>Atstumas (m)</font></td>
<td><font color=#ffffff>Zona</font></td>

<!--
<td><font color=#ffffff>Koordinatė X</font></td>
<td><font color=#ffffff>Koordinatė Y</font></td>
-->

<td><font color=#ffffff>Vartotojų sk. sektoriuje</font></td>
<form action="" method="post">
<tr><td><input type="text" name="laikas" size="20" value="<?echo $_POST['laikas'];?>"></td>
<td><input type="text" name="msmac" size="12" value="<?echo $_POST['msmac'];?>"></td>
<td><input type="text" name="bsid" size="8" value="<?echo $_POST['bsid'];?>"></td>
<td><input type="text" name="updata" size="8" value="<?echo $_POST['updata'];?>"></td>
<td><input type="text" name="dwdata" size="8" value="<?echo $_POST['dwdata'];?>"></td>
<td><input type="text" name="uplygis" size="8" value="<?echo $_POST['uplygis'];?>"></td>
<td><input type="text" name="dwlygis" size="8" value="<?echo $_POST['dwlygis'];?>"></td>
<td><input type="text" name="upmodul" size="10" value="<?echo $_POST['upmodul'];?>"></td>
<td><input type="text" name="dwmodul" size="10" value="<?echo $_POST['dwmodul'];?>"></td>
<td><input type="text" name="atstumas" size="8" value="<?echo $_POST['atstumas'];?>"></td>
<td><input type="text" name="zona" size="8" value="<?echo $_POST['zona'];?>"></td>

<!--
<td><input type="text" name="xkoord" size="8" value="<?echo $_POST['xkoord'];?>"></td>
<td><input type="text" name="ykoord" size="8" value="<?echo $_POST['ykoord'];?>"></td>
-->

<td><input type="text" name="msskaicius" size="8" value="<?echo $_POST['msskaicius'];?>"></td>
<tr><td><input type="submit" name="mygtukas" value="IEŠKOTI"></td>

</form>
<?
//Prisijungimas prie MySQL
$con = mysql_connect("localhost", "*****", "*****");
if (!$con) {
die('Server connection problem: ' . mysql_error());
}
if (!mysql_select_db('prefix', $con)) {
die('Database connection problem: ' . mysql_error());
}
//Uzklausos filtro formavimas
if (isset($_POST['mygtukas']) && $_POST['mygtukas']!="IEŠKOTI"){
unset($_POST['mygtukas']);
$f1=$_POST['laikas'];
$f2=$_POST['msmac'];
$f3=$_POST['bsid'];
$f4=$_POST['updata'];
$f5=$_POST['dwdata'];
$f6=$_POST['uplygis'];
$f7=$_POST['dwlygis'];
$f8=$_POST['upmodul'];
$f9=$_POST['dwmodul'];
$f10=$_POST['atstumas'];
$f14=$_POST['zona'];
$f11=$_POST['xkoord'];
$f12=$_POST['ykoord'];
$f13=$_POST['msskaicius'];
if ($f1 != "") {
$salyga1=" laikas='$f1' "; $sand=" and ";
}
if ($f2 != "") {
$salyga2=$sand." mac='$f2' "; $sand=" and ";
}
if ($f3 != "") {
$salyga3=$sand." bsu_id='$f3' "; $sand=" and ";
}
if ($f4 != "") {
$salyga4=$sand." up_data='$f4' "; $sand=" and ";
}
```



```
}
if ($f5 != "") {
    $salyga5=$and." dw_data='$f5' "; $and=" and ";
}
if ($f6 != "") {
    $salyga6=$and." up_lygis='$f6' "; $and=" and ";
}
if ($f7 != "") {
    $salyga7=$and." dw_lygis='$f7' "; $and=" and ";
}
if ($f8 != "") {
    $salyga8=$and." up_mod='$f8' "; $and=" and ";
}
if ($f9 != "") {
    $salyga9=$and." dw_mod='$f9' "; $and=" and ";
}
if ($f10 != "") {
    $salyga10=$and." atstumas='$f10' "; $and=" and ";
}
if ($f14 != "") {
    $salyga14=$and." zona='$f14' "; $and=" and ";
}
if ($f11 != "") {
    $salyga11=$and." koord_x='$f11' "; $and=" and ";
}
if ($f12 != "") {
    $salyga12=$and." koord_y='$f12' "; $and=" and ";
}
if ($f13 != "") {
    $salyga13=$and." vart_sk='$f13' "; $and=" and ";
}
}
$Sql_uzklausa = mysql_query("SELECT * FROM bsu_data where $salyga1 $salyga2 $salyga3 $salyga4 $salyga5 $salyga6 $salyga7 $salyga8
$salyga9 $salyga10 $salyga14 $salyga11 $salyga12 $salyga13", $con);

$Sql_uplink = mysql_query("SELECT sum(up_data) as sumaup FROM bsu_data where $salyga1 $salyga2 $salyga3 $salyga4 $salyga5 $salyga6
$salyga7 $salyga8 $salyga9 $salyga10 $salyga14 $salyga11 $salyga12 $salyga13", $con) or die ("Klaida".mysql_error());
$Sql_suma1 = mysql_fetch_array($Sql_uplink);

$Sql_downlink = mysql_query("SELECT sum(dw_data) as sumadw FROM bsu_data where $salyga1 $salyga2 $salyga3 $salyga4 $salyga5
$salyga6 $salyga7 $salyga8 $salyga9 $salyga10 $salyga14 $salyga11 $salyga12 $salyga13", $con) or die ("Klaida".mysql_error());
$Sql_suma2 = mysql_fetch_array($Sql_downlink);

}
echo " <td><td><td><font color=#ffffff>".$Sql_suma1['sumaup']. "</font></td></td></td>
<td><font color=#ffffff>".$Sql_suma2['sumadw']. "</font></td>";

while ($row_n = mysql_fetch_row($Sql_uzklausa)) { //UZKLAUSOS ISVEDIMO CIKLO PRADZIA
    $time_n=$row_n[1];
    $mac_n=$row_n[2];
    $bs_id_n=$row_n[3];
    $up_data_n=$row_n[4];
    $dw_data_n=$row_n[5];
    $up_level_n=$row_n[6];
    $dw_level_n=$row_n[7];
    $up_mod_n=$row_n[8];
    $dw_mod_n=$row_n[9];
    $d_n=$row_n[10];
    $z_n=$row_n[11];
    $x_n=$row_n[12];
    $y_n=$row_n[13];
    $vart_sk=$row_n[14];

echo "
    <tr><td><font color=#ffffff>$time_n</font></td>
    <td><font color=#ffffff>$mac_n</font></td>
    <td><font color=#ffffff>$bs_id_n</font></td>
    <td><font color=#ffffff>$up_data_n</font></td>
    <td><font color=#ffffff>$dw_data_n</font></td>
    <td><font color=#ffffff>$up_level_n</font></td>
    <td><font color=#ffffff>$dw_level_n</font></td>
    <td><font color=#ffffff>$up_mod_n</font></td>
    <td><font color=#ffffff>$dw_mod_n</font></td>
    <td><font color=#ffffff>$d_n</font></td>
    <td><font color=#ffffff>$z_n</font></td>
<!--
    <td><font color=#ffffff>$x_n</font></td>
```

```
-->          <td><font color=#ffffff>$y_n</font></td>
}
echo "</table>";
?>          </td>
            </table>
</td>
</tr>
</table>
</body>
```

//UZKLAUSOS ISVEDIMO CIKLO PABAIGA