

KAUNO TECHNOLOGIJOS UNIVERSITETAS
INFORMATIKOS FAKULTETAS
KOMPIUTERIŲ TINKLŲ KATEDRA

Neringa Rigertaitė

**GSM/3G tinklo celių aprėpčių modelio įvertinimo
programinė įranga**

Magistro darbas

Darbo vadovas

Prof. dr. Rimantas Plėštys

Kaunas, 2009

KAUNO TECHNOLOGIJOS UNIVERSITETAS
INFORMATIKOS FAKULTETAS
KOMPIUTERIŲ TINKLŲ KATEDRA

Neringa Rigertaitė

**GSM/3G tinklo celių aprėpčių modelio įvertinimo
programinė įranga**

Magistro darbas

Vadovas

Prof. dr. Rimantas Plėštys
2009-05

Recenzentas

Doc. dr. Eimutis Karčiauskas

2009-05

Atliko

IFM-3/2 gr. stud.
Neringa Rigertaitė
2009-05-19

Kaunas, 2009

TURINYS

1.	ĮVADAS	7
2.	GSM/3G TINKLO CELIŲ APRĖPČIŲ MODELIO ĮVERTINIMO PROGRAMINĖS ĮRANGOS KŪRIMO POREIKIO ANALIZĖ	9
2.1.	Vietos nustatymas panaudojant Cell-ID metodą	9
2.2.	Darbo tikslas ir uždaviniai	10
2.3.	Esamų sprendimų analizė	10
2.3.1.	Cellular Expert sistema	11
2.3.2.	Objektų vietos nustatymo technologinių paklaidų įvertinimo sistema	12
2.3.3.	MSC Cell Tool v2 sistema	13
2.4.	Apibendrinimas	14
3.	GSM/3G TINKLO CELIŲ APRĖPČIŲ MODELIO ĮVERTINIMO METODIKA IR JOS TAIKYMAS	16
3.1.	GSM/3G tinklo celių aprėpčių modelio įvertinimo metodika	16
3.2.	Veiklos kontekstas	19
3.3.	GSM/3G tinklo celių aprėpčių modelio įvertinimo programinės įrangos realizavimo priemonių parinkimas	23
3.4.	Apibendrinimas	23
4.	GSM/3G TINKLO CELIŲ APRĖPČIŲ MODELIO ĮVERTINIMO SISTEMA	24
4.1.	Sistemos paskirtis	24
4.2.	Apribojimai sprendimui	24
4.3.	Projektavimo metu iškilusios problemos	25
4.4.	Diegimo aplinka	25
4.5.	Bendradarbiaujančios sistemos	25
4.6.	Panaudojimo atvejai	26
4.6.1.	Panaudojimo atvejis „Parametrų parinkimas“	27
4.6.2.	Panaudojimo atvejis „GSM pozicionavimo duomenų surinkimas“	28
4.6.3.	Panaudojimo atvejis „GPS pozicionavimo duomenų surinkimas“	29
4.6.4.	Panaudojimo atvejis „Koordinačių konvertavimas“	29
4.6.5.	Panaudojimo atvejis „Skaičiavimai“	30
4.6.6.	Panaudojimo atvejis „Rezultatų grupavimas ir pateikimas lentelėje“	31
4.6.7.	Panaudojimo atvejis „Rezultatų žemėlapis“	32
4.6.8.	Panaudojimo atvejis „Detali informacija“	33
4.7.	Funkciniai reikalavimai	35

4.8.	Nefunkciniai reikalavimai.....	36
4.9.	Sistemos architektūra.....	37
4.9.1.	Paketas „dataObject“	37
4.9.2.	Paketas „DBManager“	39
4.9.3.	Paketas „coords“	39
4.9.4.	Paketas „cellsMonitoring“	40
4.9.5.	Paketas „bean“	41
4.9.6.	Paketas „prepareMap“	42
4.9.7.	Paketas „GUI“.....	44
4.10.	Sistemos būsenų diagrama.....	45
4.11.	Sistemos išdėstymo vaizdas.....	45
5.	KOKYBĖS TYRIMAS.....	46
5.1.	Programinės įrangos kokybės vertinimo charakteristikos	46
5.2.	Sistemos kokybės tyrimas.....	48
5.3.	Apibendrinimas.....	51
6.	GSM/3G TINKLO CELIŲ APRĖPČIŲ MODELIO ĮVERTINIMO SISTEMOS EKSPERIMENTINIS TYRIMAS	52
6.1.	Tikslas	52
6.2.	Tyrimo metodika.....	52
6.3.	Nepatekusių į GSM/3G tinklo celės aprėptį GPS pozicijų skaičius	53
6.4.	Didžiausias atstumas nuo klaidingai nustatytos GSM/3G tinklo celės.....	54
6.5.	Ekspperimentinio tyrimo rezultatų apibendrinimas.....	56
7.	DARBO REZULTATAI IR IŠVADOS	57
8.	LITERATŪRA	58
9.	TERMINŲ IR SANTRUMPŲ ŽODYNAS	60
10.	PRIEDAI.....	63

PAVEIKSLĖLIŲ SĄRAŠAS

1 pav. Celės aprėpties teritorija.....	9
2 pav. Cellular Expert programos langai	11
3 pav. MSC Cell Tool v2 programos langas.....	14
4 pav. Veiklos konteksto diagrama.....	21
5 pav. Panaudojimo atvejų diagrama.....	26
6 pav. PA „Parametrų parinkimas“ veiklos diagrama	27
7 pav. PA „GSM pozicionavimo duomenų surinkimas“ veiklos diagrama.....	28
8 pav. PA „GPS pozicionavimo duomenų surinkimas“ veiklos diagrama.....	29
9 pav. PA „Koordinačių konvertavimas“ veiklos diagrama.....	30
10 pav. PA „Skaičiavimai“ veiklos diagrama.....	31
11 pav. PA „Rezultatų grupavimas ir pateikimas lentelėje“ veiklos diagrama	32
12 pav. PA „Rezultatų žemėlapis“ veiklos diagrama	33
13 pav. PA „Detali informacija“ veiklos diagrama	34
14 pav. Sistemos išskaidymas į paketus	37
15 pav. Paketo „dataObject“ klasių diagrama	38
16 pav. Paketo „DBManager“ klasių diagrama	39
17 pav. Paketo „coords“ klasių diagrama	40
18 pav. Paketo „cellsMonitoring“ klasių diagrama	41
19 pav. Paketo „bean“ klasių diagrama	42
20 pav. Paketo „prepareMap“ klasių diagrama	43
21 pav. GUI diagrama iš faces-config.xml.....	44
22 pav. Sistemos būsenų diagrama.....	45
23 pav. Sistemos išdėstymo diagrama	45
24 pav. Kokybės vertinimo modelis	46
25 pav. Nepatekusių į GSM/3G tinklo celės aprėptį GPS pozicijų skaičiaus pasiskirstymas ..	53
26 pav. Didžiausio atstumo nuo klaidingai nustatytos GSM/3G tinklo celės pasiskirstymas ..	55

LENTELIŲ SAŖAŠAS

1 lentelė. Veiklos padalinimas	22
2 lentelė. Bendradarbiaujančios sistemos	25
3 lentelė. ISO 9126 modelio charakteristikos ir subcharakteristikos.....	47
4 lentelė. Sistemos kokybės vertinimas pagal ISO 9126 standartą.....	49

SUMMARY

The work investigates inaccuracies of objects positions' location based on Cell-ID method. The work covers analysis of present solutions, presents the developed methodology of evaluation of cells' coverages' model in GSM/3G network, software which was designed and implemented according to the methodology, experimental research and research of the quality of the developed software. The analysis of present solutions of location based on Cell-ID method showed that calculating models of cells' coverages in GSM/3G network are inaccurate. Therefore operators are concerned to get an evaluation of location inaccuracies. The developed methodology is based on the verification of cells' coverages using the data of GPS system. The quality of the developed software of evaluation of cells' coverages' model in GSM/3G network based on methodology of evaluation of cells' coverages' model is estimated as high. The developed software was tried in real conditions and distributions of location inaccuracies are received. The results of the experimental research showed that some operators provide approximately 20 percents more accurate location inaccuracy with regard to cells' coverages in GSM/3G network. The software of evaluation of cells' coverages' model in GSM/3G network is installed in the customer's company.

SANTRAUKA

Šis dokumentas susideda iš penkių pagrindinių dalių:

Pirmojoje dalyje suformuluojamas tikslas ir uždaviniai, pateikiama esamų sprendimų apžvalga ir atskleidžiamas GSM/3G tinklo celių aprėpčių modelio įvertinimo metodikos kūrimo poreikis.

Antrojoje dalyje aprašoma sukurta GSM/3G tinklo celių aprėpčių modelio įvertinimo metodika, jos principai ir veikimo būdas, pateikiamos programinės įrangos, projektuotos GSM/3G tinklo celių aprėpčių modelio įvertinimo metodikos pagrindu, kūrimui naudotos technologijos, pagrindžiami priimti ir įgyvendinti sprendimai.

Trečiojoje dalyje pateikiami GSM/3G tinklo celių aprėpčių modelio įvertinimo metodikos pagrindu suprojektuotos ir realizuotos programinės įrangos esminiai dokumentacijos aspektai.

Ketvirtojoje dalyje apibrėžiamos programinės įrangos kokybės vertinimo charakteristikos, pateikiamas GSM/3G tinklo celių aprėpčių modelio įvertinimo sistemos kokybės tyrimas ir jo rezultatai.

Penktojoje dalyje aprašomas sukurta ir įdiegta programinės įrangos – GSM/3G tinklo celių aprėpčių modelio įvertinimo sistemos – eksperimentinis tyrimas, pateikiami svarbiausi jo rezultatai.

Dokumente pateikiamos išvados, naudotos literatūros sąrašas, priedai, magistrantūros studijų metu realizuotos programinės įrangos aprobavimo aktas (A priedas), santrauka anglų kalba.

1. ĮVADAS

Pastarąjį dešimtmetį investicijos į bevielių ir mobilių telekomunikacijų infrastruktūrą buvo viena iš pagrindinių investicijų sričių ir pasaulyje, ir Lietuvoje. Lietuvoje investicijos į GSM (*angl. Global System for Mobile communications*) tinklų infrastruktūros plėtojimą yra viena iš pagrindinių užsienio investicijų sričių. Vadovaujantis Statistikos departamento prie Lietuvos Respublikos Vyriausybės duomenimis, tiesioginės užsienio investicijos į paštą ir telekomunikacijas 2006 m. sudarė 2926,1 mln. Lt, 2007 m. – 2795,0 mln. Lt, 2008 m. – 3760,9 mln. Lt [1]. Lietuvoje mobiliojo (judriojo) telefono ryšio paslaugų vartojimas vis didėja: 2006 m. judriojo telefono ryšio abonentų skaičius sudarė 4353,4 tūkst., 2007 m. – 4718,2 tūkst., 2008 m. – 4921,1 tūkst. [2]. Lietuva, lyginant su kitomis Europos šalimis, pirmauja pagal mobiliojo (judriojo) ryšio abonentų skaičių, tenkantį tūkstančiui gyventojų [3].

Intensyvus mobiliojo ryšio tinklų plėtojimas lemia nuolatinį jų kitimą. Nors pastaraisiais metais dviejų GSM operatorių: *Bitė Lietuva* ir *Omnitel* tinklai dengia beveik visą Lietuvos teritoriją, o trečio operatoriaus *Tele2* tinklas sparčiai vystomas, prognozuojama, kad investicijos į mobilių telekomunikacijų tinklų plėtrą ateinantį dešimtmetį dar didės. Manoma, kad investicijų augimą įtakoja vis didėjantis mobilus ryšio vartojimas ir naujos mobilus ryšio technologijos – 3G (UMTS) diegimas. Remiantis Lietuvos Respublikos Ryšių reguliavimo tarnybos duomenimis, Lietuvoje UMTS bazinių stočių skaičius per 2008 m., lyginant su 2007 m., išaugo 39,6 procentais (B priedas) [4, 5].

Remiantis kompanijos Berg Insight 2008 metais atlikta vietos nustatymo paslaugų (LBS) rinkos, standartų, didžiausių operatorių analize, aiškiai matomas vietos nustatymo paslaugų poreikio didėjimas ir šios rinkos aktyvėjimas [6, 7]. ABI tyrimų agentūra prognozuoja, kad 2013 m. pasaulyje vietos nustatymo paslaugos teikėjai uždirbs 13,3 milijardų dolerių [8].

Kompanijos Berg Insight 2008 m. apklausoje buvo domimasi, į kokias vietos nustatymo platformas ar technologijas operatoriai planuoja investuoti. Šiek tiek daugiau kaip 60 procentų respondentų planuoja investuoti į tokias vietos nustatymo platformas, kaip Cell-ID (*angl. Cell Identification*) ar E-CID (*angl. Enhanced Cell-ID*), maždaug pusė respondentų planuoja investuoti į A-GPS (*angl. Assisted Global Positioning System*) serverį [6]. Maždaug 60 proc. respondentų tiki, kad artimoje ateityje dviejų ar daugiau technologijų derinimas bus svarbiausia pozicionavimo technologija, tik maždaug 20 proc. respondentų tiki, kad artimoje ateityje pozicionavimas bus paremtas A-GPS/Galileo technologija [6].

Ieškant informacijos apie šiuo metu paplitusius pozicionavimo metodus, buvo rasta

įvairių technologijų: Cell-ID, Cell-ID+TA (*angl. Cell Identification + Timing Advance*), E-OTD (*angl. Enhanced Observed Time Difference*), AOA (*angl. Angle of Arrival*), GPS, A-GPS ir kt. Pastebėta, kad vietos nustatymui plačiausiai naudojamas Cell-ID metodas, nors, lyginant su GPS, jo tikslumas yra žemas. Remiantis literatūros šaltinių analize, galima teigti, kad GPS technologijos minusai yra didelė kaina, specialios įrangos reikalingumas [9, 10], didelių energijos sąnaudų reikalingumas [9] ir žemas tikslumas pastatų viduje [11, 12, 13].

Atsižvelgiant į Cell-ID metodo paplitimą teikiant vietos nustatymo paslaugas, svarbu kurti sprendimus, gerinančius vietos nustatymo, paremto Cell-ID, tikslumą. Mobiliojo ryšio bazinių stočių tinklas nuolat kinta: jame atsiranda naujos antenos, senos antenos yra perkeliamos arba panaikinamos, ko pasekoje, informacija gali būti laiku neatnaujinama. Klaidinga informacija gali tapti kritiniu veiksniu vietos nustatymo paslaugų naudojimui, todėl svarbu nuolat stebėti pokyčius tinkle ir tikslinti antenų aprėpties teritorijas.

Šiame programų sistemų inžinerijos magistriniame darbe pateikiama sukurta GSM/3G tinklo celių aprėpties modelio įvertinimo programinė įranga, atlikta jos tinkamumo analizė ir metodika, aprašomi programinės įrangos dokumentacijos esminiai aspektai, jos kokybės ir eksperimentinis tyrimas bei pateikiami tyrimų rezultatai.

Sukurta programinė įranga leidžia įvertinti GSM/3G tinklo celių aprėpties skaičiavimo modelį. Gauti rezultatai panaudoti GSM/3G tinklo celių aprėpties modelio tobulinimui, o tuo pačiu ir vietos nustatymo paslaugų, paremtų Cell-ID metodu, gerinimui.

Sukurta GSM/3G tinklo celių aprėpties modelio įvertinimo programinė įranga skirta IT ir telekomunikacijų sektoriaus specialistams, dirbantiems vietos nustatymo paslaugų per GSM/3G tinklą srityje. Sistema taip pat gali būti sėkmingai naudojama kaip mokymo ir mokslinio-tiriamąjo darbo priemonė.

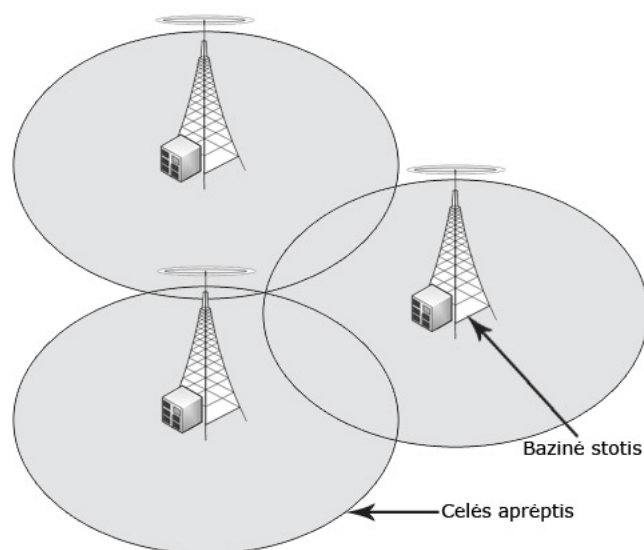
2. GSM/3G TINKLO CELIŲ APRĖPČIŲ MODELIO ĮVERTINIMO PROGRAMINĖS ĮRANGOS KŪRIMO POREIKIO ANALIZĖ

Šioje dalyje pateikiamas tikslas ir uždaviniai, suformuluoti pagal užsakovo pateiktus pagrindinius reikalavimus, aprašomas tinklo galinio įrenginio vietos nustatymas, paremtas Cell-ID metodu, pateikiama esamų sprendimų apžvalga ir priimto sprendimo kurti GSM/3G tinklo celių aprėpčių modelio įvertinimo metodiką pagrindimas.

2.1. Vietos nustatymas panaudojant Cell-ID metodą

Lietuvos mobiliojo ryšio tinkluose yra didelis bazinių stočių tankis. Didžiausi šalies mobiliojo ryšio operatoriai: *Tele2*, *Omnitel* ir *Bitė Lietuva* 2008 m. pabaigoje kartu turėjo 3418 bazines stotis (B priedas), per metus stočių skaičius išaugo 19,9 procentų (567 stotimis) [4]. Didelis bazinių stočių tankis leidžia teikti kokybiškesnes vietos nustatymo, paremto Cell-ID metodu, paslaugas.

Bazinės stoties aprėpties teritorija vadinama cele (1 pav.). Celių dydis priklauso nuo bazinių stočių, įrengtų duotoje zonoje, tankumo [14], bazinės stoties signalo stiprumo ir supančios aplinkos sudėties (teritorijos užstatymo tankio, augalijos, pastatų, reljefo elementų ir pan.) [15]. Kiekvienai bazinei stotiai priskirtas unikalus identifikacijos numeris, vadinamas Cell-ID.



1 pav. Celės aprėpties teritorija

Vietos nustatymas, paremtas Cell-ID metodu, yra technologija, kurioje mobiliojo įrenginio pozicija įvertinama pagal celės, kurios aprėptyje yra įrenginys, ID [13, 14]. Vietos nustatymas, paremtas Cell-ID metodu, pasižymi tuo, kad mobiliojo ryšio tinklo operatorius žino kiekvienos bazinės stoties koordinatės ir bazinei stotčiai priskiriamos celės aprėpties teritoriją. Objekto buvimo vieta pateikiama kaip bazinės stoties koordinatės arba celės aprėpties teritorijos plotas pagal tai, prie kurios bazinės stoties prijungtas tinklo galinis įrenginys. [15] Vietos nustatymo, paremto Cell-ID metodu, privalumas tas, kad jis tinka visiems telefonams ir visoms bazinėms stotims [16, 17].

2.2. Darbo tikslas ir uždaviniai

Darbo tikslas: ištirti objektų pozicijų nustatymo Cell-ID metodu paklaidas.

Darbo uždaviniai:

- ⇒ atlikti esamų sprendimų analizę;
- ⇒ sudaryti GSM/3G tinklo celių aprėpties modelio įvertinimo metodiką;
- ⇒ sukurti GSM/3G tinklo celių aprėpties modelio įvertinimo programinę įrangą;
- ⇒ atlikti sukurtos GSM/3G tinklo celių aprėpties modelio įvertinimo programinės įrangos kokybės tyrimą;
- ⇒ panaudojant sukurtą programinę įrangą, atlikti GSM/3G tinklo celių aprėpties modelio įvertinimo eksperimentinį tyrimą.

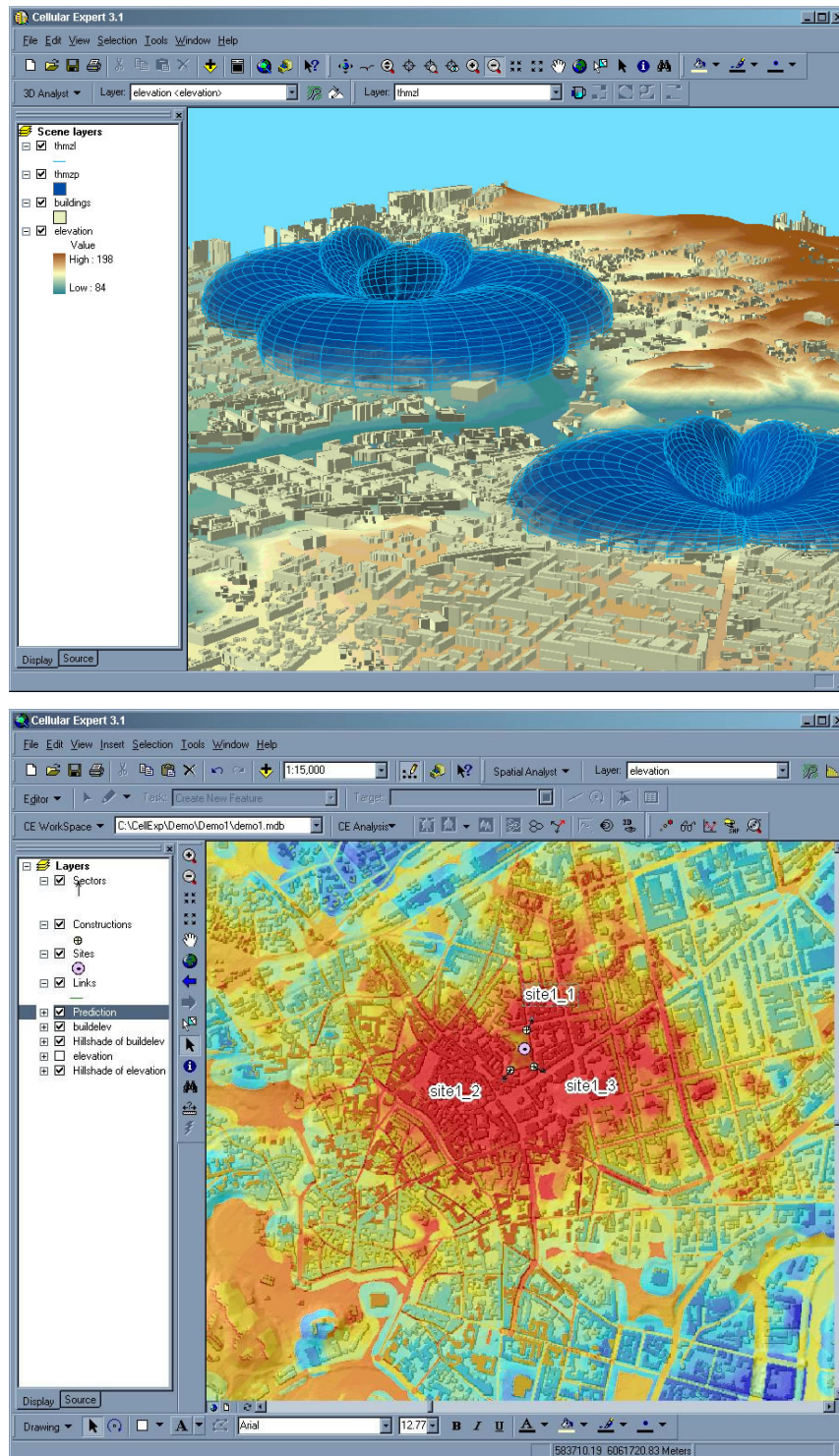
2.3. Esamų sprendimų analizė

Vietos nustatymo tikslumui didelę įtaką turi celės dydžio parinkimas. Galima buvimo vieta paprastai vaizduojama apskritimu. Kadangi mobiliojo ryšio tinkle nuolat vyksta pokyčiai, svarbu turėti tikslią informaciją, kitu atveju, informacija apie celę, kurioje gali būti tam tikras objektas, gali būti klaidingai susieta su tam tikra geografine vieta.

Literatūros šaltiniuose pateikti sprendimai, skirti vietos nustatymo paklaidų bei korinio ryšio tinklų bazinių stočių aprėpties teritorijų skaičiavimui ir signalo stiprumo prognozavimui.

2.3.1. Cellular Expert sistema

Cellular Expert (CE) – tai bevielių telekomunikacinių tinklų radijo dažnių planavimo ir valdymo programinė įranga, naudojanti vieną iš pažangiausių geografinių informacinių sistemų platformų – ESRI ArcGIS (2 pav.). [18]



2 pav. Cellular Expert programos langai

CE produktą 1995 m. sukūrė bendrovė UAB „HNIT-BALTIC“. Produktas sukurtas atsižvelgiant į Europos Telekomunikacijų Standartų Instituto (ETSI) standartus, Tarptautinės Telekomunikacijų Sąjungos (ITU) rekomendacijas ir Europos bendradarbiavimo mokslo ir techninių tyrimų srityje tarpvalstybinės organizacijos (COST) reikalavimus bei rekomendacijas. CE produktas pasaulinėje rinkoje pradėtas pardavinėti 2000 m., nuo 2004 m. produktas per pasaulinį distributorių tinklą platinamas daugiau nei 20 pasaulio valstybių, pastaraisiais metais produktą naudoja beveik 40 bendrovių, tokių kaip Bitė GSM, Motorola Communications, OG Vodafone, AB „Lietuvos Energija“, Siemens SA, Veridian Systems Division ir kt. CE produktas 2003 m. InfoBalt parodoje pelnė specialią nominaciją geriausio ITT produkto rinkimuose. [18]

Cellular Expert programa skirta [18]:

- ⇒ bevielio ryšio operatoriams (GSM, DCS, PCS, NMT, LMDS);
- ⇒ bendrovėms, turinčioms savus žinybinius tinklus (pvz.: įvairios žinybinės tarnybos);
- ⇒ bendrovėms, planuojančioms duomenų perdavimo tinklus ar WLL;
- ⇒ krašto apsaugos tarnyboms;
- ⇒ bendrovėms, teikiančioms konsultacines paslaugas bevielių telekomunikacinių tinklų planavimo ir valdymo srityje;
- ⇒ bevielių telekomunikacinių tinklų analizės ir ataskaitų kompiuterizuoto įrankio naudotojams.

Cellular Expert programa pritaikyta šioms technologijoms [18]:

- ⇒ mobiliųjų tinklų (NMT, GSM, iDEN, AMPS, DCS, TETRA);
- ⇒ plačiajuosčių telekomunikacinių tinklų (WLL, LMDS, MMDS) (Point to Multipoint);
- ⇒ trečiosios kartos tinklų (UMTS, GPRS, EDGE);
- ⇒ mikrobangų tinklų (Point to Point).

2.3.2. Objektų vietos nustatymo technologinių paklaidų įvertinimo sistema

UAB „Mobiliųjų sprendimų centras“ sukurtose MSC MPS R5 LBS ir MSC MPS 112 vietos nustatymo platformose įdiegta objektų vietos nustatymo technologinių paklaidų įvertinimo sistema. Telekomunikacinės kompanijos *Bitė Lietuva*, *Bitė Latvija* ir *Omnitel* MSC

MPS R5 LBS vietos nustatymo platformą naudoja komercinių vietos nustatymo paslaugų teikimui, MSC MPS 112 – nekomercinių vietos nustatymo paslaugų teikimui (informacijos apie skambinančiojo bendruoju pagalbos numeriu 112 teikimui). [19]

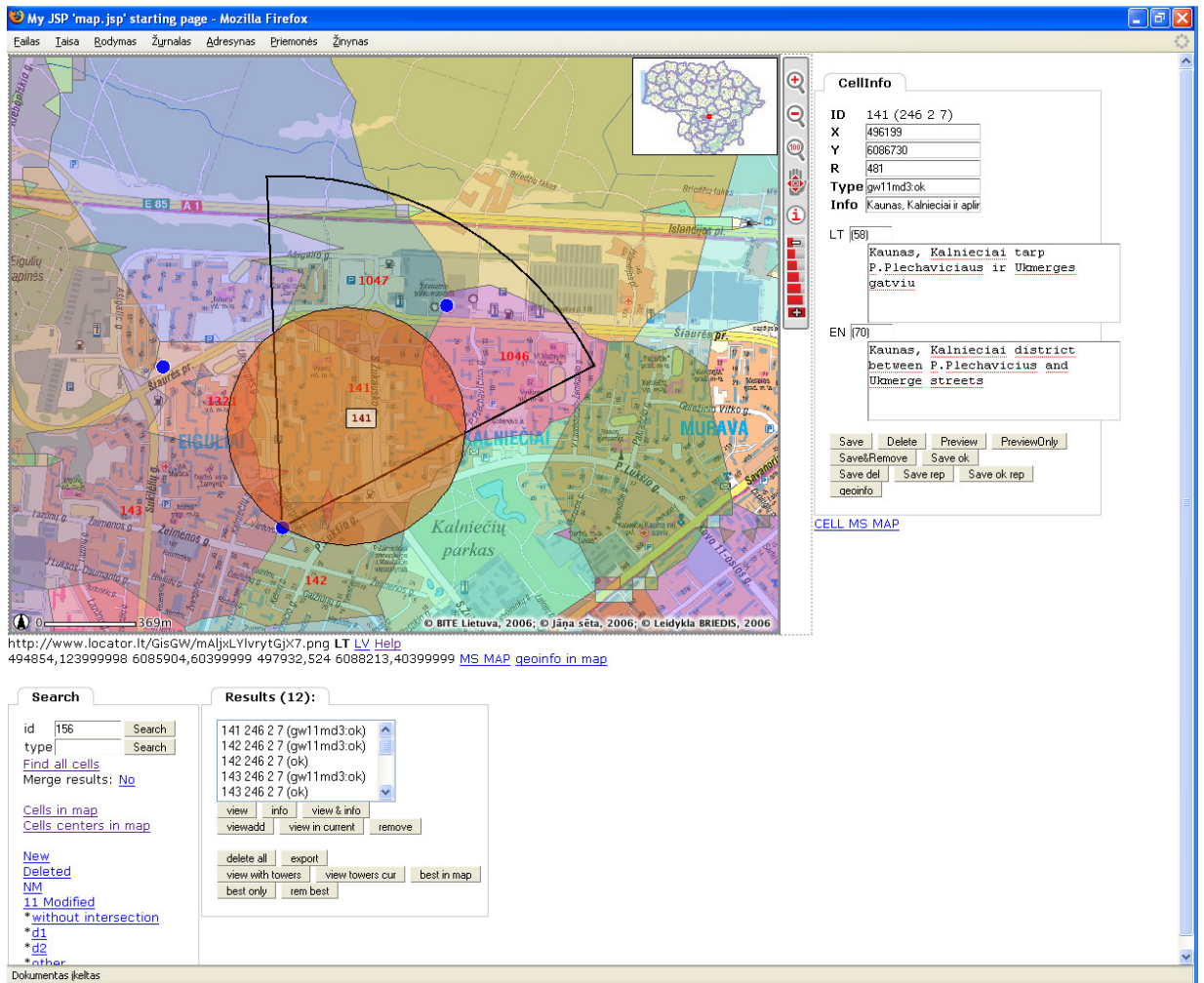
Kauno Technologijos Universiteto ir UAB „Bitė Lietuva“ bendradarbiavimas 2007 m. vykdant bendrą projektą bevielio ryšio tinklų srityje, paskatino objektų vietos nustatymo technologinių paklaidų įvertinimo sistemos sukūrimą. Objektų vietos nustatymo technologinių paklaidų įvertinimo sistema leidžia pagal turimus celių aprėpčių duomenis įvertinti pasirinktos vietovės, kuri suskirstyta į kvadratus, technologines objektų vietos nustatymo paklaidas ir atvaizduoti žemėlapyje (taip pat pateikia ir skaitines reikšmes). [19]

Objektų vietos nustatymo technologinių paklaidų įvertinimo sistema tiesiogiai ima celių aprėpčių duomenis iš *Bitės Lietuva* ir *Omnitel* tinklo duomenų bazių, paskaičiuoja vietos nustatymo technologines paklaidas, suformuoja duomenis apie technologines paklaidas ir juos įrašo į MPS duomenų bazę. Suformuoti duomenys apie vietos nustatymo technologines paklaidas tiesiogiai naudojami objektų nustatytos vietos atvaizdavimui. [19]

2.3.3. MSC Cell Tool v2 sistema

Sistema skirta automatizuotai nustatinėti korinio ryšio tinklų (GSM, 3G, Wi-Fi, WiMAX) antenų aprėpties teritorijas įvertinant spinduliuojamų signalų, meteorologinių sąlygų ir topografinių žemėlapių duomenis. Sistema periodiškai ir automatiškai apskaičiuoja operatorių GSM/3G tinklų bazinių stočių aprėpčių zonas. [19]

Sistema gali būti tiesiogiai įdiegiama arba pasiekama per internetinę sąsają. Internetinės sąsajos lango pavyzdys pateiktas 3 pav.:



3 pav. MSC Cell Tool v2 programos langas

MSC Cell Tool v2 sistemoje realizuotos šios funkcijos [19]:

- ⇒ Celių paieška pagal ID.
- ⇒ Informacijos apie celes peržiūra, redagavimas, celių kūrimas, ištrynimasis.

2.4. Apibendrinimas

Sistemos, skirtos vietos nustatymo paklaidų, bazinių stočių aprėpčių zonų skaičiavimui, signalo stiprumo prognozavimui, turi reikšmės vietos nustatymo rezultatų tikslumui. Tačiau, atliekant esamų sprendimų paiešką ir analizę, nerasta sistemų, analogiškų GSM/3G tinklo celių aprėpčių modelio įvertinimo sistemai, kuri padėtų tobulinti GSM/3G tinklo celių aprėpčių modelį, analizuodama realių matavimų – vietos nustatymo per GSM/3G tinklą – duomenis.

Kadangi šiame darbe tiriama sritis yra komercinė, sudėtinga išsamiai susipažinti su esamais sprendimais. Dėl to, užsakovo pageidavimu, buvo nuspręsta pirmiausia sukurti GSM/3G tinklo celių aprėpčių modelio įvertinimo metodiką, kurią vėliau būtų galima pritaikyti programinės įrangos, skirtos GSM/3G tinklo celių aprėpčių modelio tobulinimui ir vietos nustatymo Cell-ID metodu gerinimui, projektavimui ir realizavimui.

3. GSM/3G TINKLO CELIŲ APRĖPČIŲ MODELIO ĮVERTINIMO METODIKA IR JOS TAIKYMAS

Šioje dalyje pateikiama sukurta GSM/3G tinklo celių aprėpčių modelio įvertinimo metodika, jos principai ir veikimo būdas, pateikiamos programinės įrangos, projektuotos GSM/3G tinklo celių aprėpčių modelio įvertinimo metodikos pagrindu, kūrimui naudotos technologijos, pagrindžiami priimti ir įgyvendinti sprendimai.

3.1. GSM/3G tinklo celių aprėpčių modelio įvertinimo metodika

GSM/3G tinklo celių aprėpčių modelio įvertinimui nuspręsta naudoti vietos nustatymo, paremto Cell-ID metodu, duomenis ir globalios pozicionavimo sistemos (GPS) duomenis.

Iš vietos nustatymo sistemos, paremtos Cell-ID metodu, kartu su celės identifikaciniu numeriu gaunama ir kita, GSM/3G tinklo celių aprėpčių tikrinimui naudojama, informacija, tokia kaip: celės centro koordinatės, celės spindulys, vietos nustatymo laikas. Iš vietos nustatymo sistemos, paremtos GPS technologija, yra gaunama ši celių aprėpčių tikrinimui svarbi informacija: pozicijos koordinatės, pozicijos gavimo laikas, judėjimo greitis pozicijos gavimo metu.

Tam, kad būtų galima tikrinti GSM/3G tinklo celės aprėptis, reikia turėti tuo pačiu metu toje pačioje vietoje esančio objekto¹ buvimo vietą GSM/3G tinkle (toliau – GSM pozicija) ir GPS poziciją.

Norint tikrinti GSM/3G tinklo celės aprėptį, reikalinga vienai GSM pozicijai laiko momentu t_{GSM} turėti keletą GPS pozicijų laiko momentais $\{t_{GPS-N}, \dots, t_{GPS-1}, t_{GPS}, \dots, t_{GPS+N}\}$. Kadangi praktiškai neįmanoma turėti tuo pačiu laiko momentu to paties objekto ir GSM, ir GPS pozicijos, iš GPS pozicijų aibės išrenkama GSM pozicijai (toliau – pos_{GSM}) artimiausia laike GPS pozicija (toliau – pos_{GPS}). Pozicija pos_{GSM} tikrinama su pos_{GPS} , t.y. jei celės aprėptis apskaičiuota teisingai, pos_{GPS} turėtų patekti į pos_{GSM} teritoriją, atitinkančią celės aprėpties teritoriją.

¹ Objektas šiame darbe suprantamas kaip laisvai judantis objektas, turintis TrimTrac įrenginį (įrenginys aprašomas 3.2. skyriuje).

$$\sqrt{(x_{GSM} - x_{GPS})^2 + (y_{GSM} - y_{GPS})^2} \leq r_{GSM} , \quad (1)$$

čia: x_{GSM}, y_{GSM} – yra GSM/3G tinklo celės (kuri yra apskritimo formos) centro koordinatės; r_{GSM} – GSM/3G tinklo celės spindulys; x_{GPS}, y_{GPS} – GPS pozicijos koordinatės.

Jeigu sąlyga (1) tenkinama, laikoma, kad GPS pozicija pateko į nustatytos GSM/3G tinklo celės aprėpties teritoriją, ir tikrinimas su šia GSM pozicija (pos_{GSM}) baigtas. Jeigu sąlyga (1) netenkinama, iš GPS pozicijų aibės imama prieš tai buvusi GPS pozicija, t.y. pos_{GPS-1} . Turint dvi GPS pozicijas skirtingais laiko momentais, galima sužinoti, ar buvo tolstama nuo celės, ar artėjama prie jos:

$$d_{GPS-1} = \sqrt{(x_{GSM} - x_{GPS-1})^2 + (y_{GSM} - y_{GPS-1})^2} , \quad (2)$$

$$d_{GPS} = \sqrt{(x_{GSM} - x_{GPS})^2 + (y_{GSM} - y_{GPS})^2} , \quad (3)$$

čia: d_{GPS-1} – pozicijos pos_{GPS-1} nuotolis nuo celės centro; x_{GPS-1}, y_{GPS-1} – pozicijos pos_{GPS-1} koordinatės. Analogiškai (2) formulei, (3) formulėje d_{GPS} – pozicijos pos_{GPS} nuotolis nuo celės centro; x_{GPS}, y_{GPS} – pozicijos pos_{GPS} koordinatės.

$$d_{GPS-1} < d_{GPS} , \quad (4)$$

Jeigu d_{GPS} yra mažiau nei d_{GPS-1} , reiškia, kad artėjama celės centro link, tačiau, kaip apskaičiuota (1) formulėje, pos_{GPS} pozicija nepatenka į celės aprėpties teritoriją. Traktuojama, kad celės aprėpties teritorija netiksli ir tikrinimas su šia GSM pozicija (pos_{GSM}) baigtas.

Jeigu d_{GPS} yra daugiau nei d_{GPS-1} , reiškia, kad buvo tolstama nuo celės centro, todėl yra galimybė, kad per laiko skirtumą tarp pos_{GSM} ir pos_{GPS} , objektas galėjo pasitraukti iš GSM/3G tinklo celės aprėpties teritorijos.

Kadangi žinomas pozicijos pos_{GSM} nustatymo laikas t_{GSM} , o taip pat ir pozicijos pos_{GPS} gavimo laikas t_{GPS} bei pozicijos pos_{GPS-1} gavimo laikas t_{GPS-1} , galima apskaičiuoti, ar pos_{GSM} pozicijos gavimo metu objektas buvo GSM/3G tinklo celės aprėpties teritorijoje.

Pirmiausiai apskaičiuojamas laikų skirtumas tarp pozicijų pos_{GSM} ir pos_{GPS-1} gavimo momentų:

$$t = |t_{GSM} - t_{GPS-1}| , \quad (5)$$

čia: t – laiko skirtumas tarp pos_{GSM} ir pos_{GPS-1} ; t_{GSM} yra pos_{GSM} gavimo laikas; t_{GPS-1} yra pozicijos pos_{GPS-1} gavimo laikas.

Kadangi kartu su GPS pozicijos koordinatėmis ir pozicionavimo laiku GPS imtuve taip pat gaunamas ir objekto judėjimo greitis, iš dviejų artimiausių GPS pozicijų, t.y. pos_{GPS} ir pos_{GPS-1} , apskaičiuojamas vidutinis judėjimo greitis:

$$v_{vidutinis} = \frac{v_{GPS-1} + v_{GPS}}{2} , \quad (6)$$

čia: $v_{vidutinis}$ – vidutinis judėjimo greitis; v_{GPS-1} – pozicijoje pos_{GPS-1} nustatytas judėjimo greitis; v_{GPS} – pozicijoje pos_{GPS} nustatytas judėjimo greitis.

Žinant vidutinį judėjimo greitį ir laiką, skiriantį pos_{GSM} nuo pos_{GPS-1} , apskaičiuojama, kokį atstumą objektas galėjo nukeliauti per laiką, skiriantį pos_{GSM} ir pos_{GPS-1} .

$$s = v_{vidutinis} * t , \quad (7)$$

čia: s – nukeliamas atstumas; $v_{vidutinis}$ – vidutinis judėjimo greitis, apskaičiuotas (6) formulėje; t – laiko skirtumas tarp pos_{GSM} ir pos_{GPS-1} , apskaičiuotas (5) formulėje.

Taigi, žinant objekto buvimo vietą celėje pos_{GPS-1} nustatymo metu, ir žinant, kiek objektas nukeliavo iki pos_{GSM} pozicionavimo momento, apskaičiuojama objekto buvimo vieta celėje pos_{GSM} nustatymo metu:

$$d_{nukeliavo} = d_{GPS-1} + s , \quad (8)$$

čia: $d_{nukeliavo}$ – objekto buvimo vieta celėje pos_{GSM} nustatymo metu; d_{GPS-1} – pozicijos pos_{GPS-1} nuotolis nuo celės centro, apskaičiuotas (2) formulėje; s – nukeliamas atstumas, gautas (7) formulėje.

$$d_{nukeliavo} < (r_{GSM} + K) , \quad (9)$$

čia: r_{GSM} – celės spindulys; K – konstanta, įvedama įvertinus didžiausią GPS pozicionavimo paklaidą.

Jeigu $d_{nukeliavo}$ yra mažesnis už $r_{GSM} + K$, vadinasi, pozicijos pos_{GSM} gavimo metu objektas buvo celės aprėpties teritorijoje, todėl tikrinimas su šia GSM pozicija (pos_{GSM}) baigtas.

Jeigu $d_{nukeliavo}$ yra didesnis už $r_{GSM} + K$, vadinasi pozicijos pos_{GSM} gavimo metu objektas buvo už celės ribos. Aptikus celės aprėpties neatitikimą, skaičiuojamas pozicijos pos_{GPS} nuotolis nuo celės ribos:

$$s_{nuotolis} = d_{GPS} - r_{GSM} , \quad (10)$$

čia: $s_{nuotolis}$ yra pozicijos pos_{GPS} nuotolis nuo celės ribos; d_{GPS} – pozicijos pos_{GPS} nuotolis nuo celės centro, apskaičiuotas (3) formulėje; r_{GSM} – celės spindulys.

Nuotolis procentais nuo celės ribos skaičiuojamas taip:

$$s_{\%nuotolis} = \frac{s_{nuotolis} * 100\%}{r_{GSM}} , \quad (11)$$

čia: $s_{\%nuotolis}$ – pozicijos pos_{GPS} nuotolis nuo celės ribos procentais; $s_{nuotolis}$ – pozicijos pos_{GPS} nuotolis nuo celės ribos, apskaičiuotas (10) formulėje; r_{GSM} – celės spindulys.

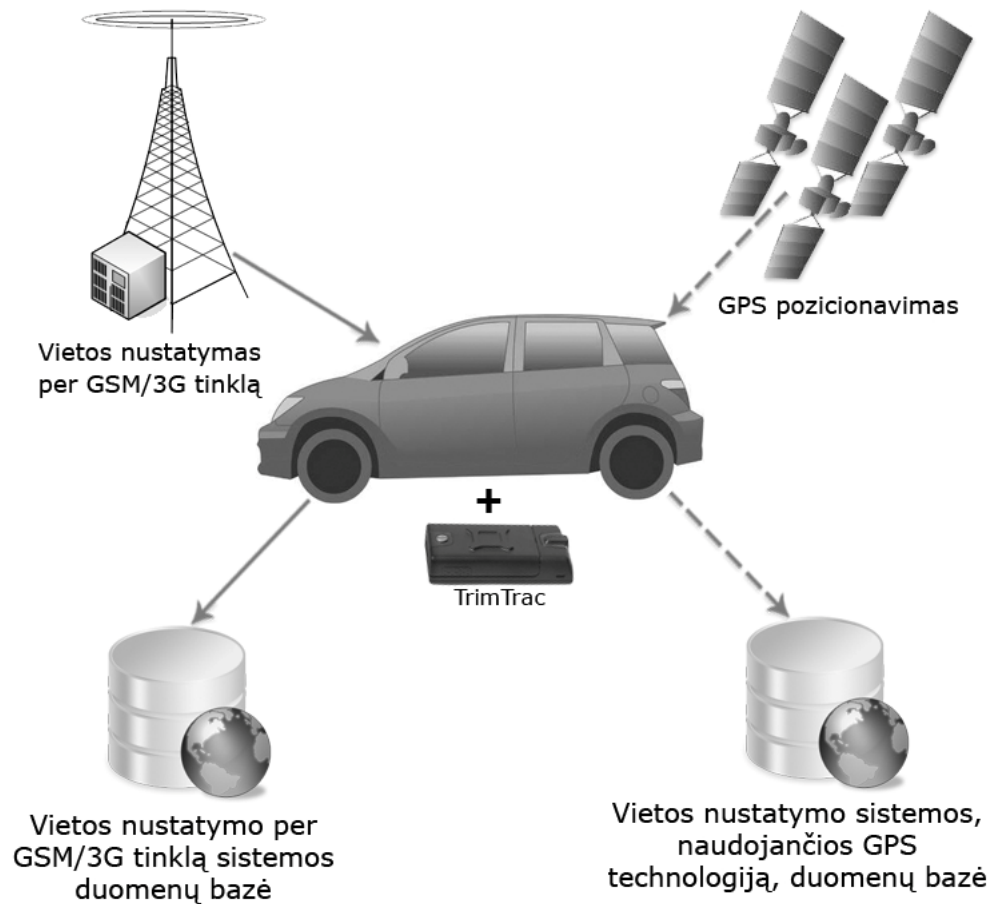
Tikrinimas su šia GSM pozicija (pos_{GSM}) baigtas, scenarijus kartojamas su sekančia GSM pozicija.

Toliau pagal šią GSM/3G tinklo celių aprėpties modelio įvertinimo metodiką kuriama programinė įranga.

3.2. Veiklos kontekstas

Kad būtų galima vertinti GSM/3G tinklo celių aprėptis, reikalinga turėti tuo pačiu metu toje pačioje vietoje esančio objekto tiek GSM, tiek ir GPS poziciją. Šiam tikslui pasiekti naudojami „Trimble“ įmonės TrimTrac įrenginiai, iš kurių gaunamos tiek GPS, tiek ir GSM pozicijos. TrimTrac įrenginiai yra įmontuoti į automobilius, kurie važinėja po visą Lietuvą.

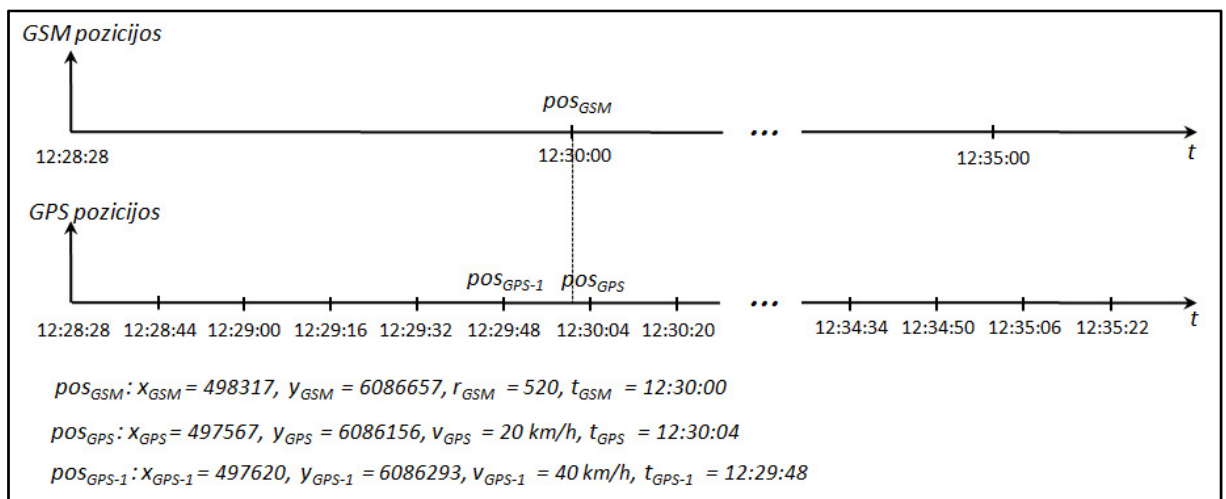
GSM ir GPS pozicijų gavimo ir įrašymo į duomenų bazes schema pateikta 4 pav.



4 pav. GSM ir GPS pozicijų gavimo ir įrašymo į duomenų bazes schema

Vietos nustatymo per GSM/3G tinklą sistema ir sistema, naudojanti GPS technologiją, nepriklausomai viena nuo kitos, periodiškai nustato objekto buvimo vietą ir kaupia įrašus savo duomenų bazėse. Vietos nustatymo per GSM/3G tinklą sistema objekto buvimo vietą nustatinėja darbo dienomis 8-17 val. kas 5 minutes. Vietos nustatymo sistema, naudojanti GPS technologiją, kaupia įrašus apie objekto buvimo vietą darbo dienomis 8-17 val. kas 16 sekundžių. Taigi, to paties objekto vienai GSM pozicijai tenka aibė GPS pozicijų.

GSM ir GPS pozicijų pasiskirstymo laike pavyzdys pateikiamas 5 pav.



5 pav. GSM ir GPS pozicijų pasiskirstymo laike pavyzdys

Aukščiau pateiktame pavyzdyje GSM pozicijai pos_{GSM} artimiausia laike GPS pozicija yra pos_{GPS} .

GSM/3G tinklo celių aprėpčių modelio įvertinimo sistemos veiklos konteksto diagrama, parodanti sistemos veikimo metu vykstančius duomenų mainus, pateikiama 6 pav.



6 pav. Veiklos konteksto diagrama

GSM/3G tinklo celių aprėpčių modelio įvertinimo sistema duomenis ima iš vietos nustatymo per GSM/3G tinklą sistemos ir vietos nustatymo sistemos, naudojančios GPS technologiją, duomenų bazių. GSM/3G tinklo celių aprašymai imami iš mobiliojo ryšio operatoriaus duomenų bazės. Pasirinktos celės rezultatų atvaizdavimui sistema naudoja ArcIMS technologijos žemėlapių servisą.

Pagal sistemos veiklos kontekstą (6 pav.), 1 lentelėje išskiriami veiklos įvykiai ir įeinantys/išeinantys informacijos srautai.

1 lentelė. Veiklos padalinimas

Eil. Nr.	Įvykio pavadinimas	Įeinantys / išeinantys informacijos srautai
1.	Analizuojamo laikotarpio pradžios ir pabaigos datų nustatymas	Analizuojamas laikotarpis (įeinantis)
2.	Rezultatų grupavimo parametrų pasirinkimas	Grupavimo parametrai (įeinantis)
3.	Pasirinkto laikotarpio GSM pozicionavimo duomenų surinkimas iš vietos nustatymo per GSM/3G tinklą sistemos duomenų bazės	GSM pozicijų duomenys (įeinantis)
4.	GPS pozicionavimo duomenų surinkimas iš vietos nustatymo, naudojant GPS technologiją, sistemos duomenų bazės pagal jau surinktus GSM pozicionavimo duomenis	GPS pozicijų duomenys (įeinantis)
5.	GSM/3G tinklo celių aprašų iš mobiliojo ryšio operatoriaus duomenų bazės gavimas	Celių aprašai (įeinantis)
6.	Rezultatų lentelės, sugrupuotos pagal grupavimo parametrus, pateikimas vartotojui	Rezultatų lentelė (išeinantis)
7.	Pasirinktos GSM/3G tinklo kelės rezultatų žemėlapių sugeneravimas	Žemėlapis (įeinantis)
8.	Pasirinktos GSM/3G tinklo kelės rezultatų žemėlapių su nagrinėta cele, patekusiomis ir nepatekusiomis į kelės aprėptį GPS pozicijomis pateikimas vartotojui	Rezultatų žemėlapis (išeinantis)
9.	Pasirinktos rezultatų grupės arba visų grupių atliktos analizės detalios informacijos pateikimas vartotojui	Detalūs rezultatai (išeinantis)

3.3. GSM/3G tinklo celių aprėpčių modelio įvertinimo programinės įrangos realizavimo priemonių parinkimas

Siekiant, kad sistema pagal turimus realius vietos nustatymų duomenis leistų įvertinti GSM/3G tinklo celių aprėptis pagal pasirinktus parametrus ir parodytų realius nepatekimų į celių aprėptis duomenis, sistemos projektavime buvo naudojami dviejų vietos nustatymo sistemų duomenys. Sistema duomenis ima iš vietos nustatymo per GSM/3G tinklą sistemos ir vietos nustatymo naudojant GPS technologiją sistemos duomenų bazių. GSM/3G tinklo celių aprašymai imami iš mobiliojo ryšio operatoriaus duomenų bazės. Suprojektuota sistema naudoja ArcIMS technologijos žemėlapių servisą. Tam, kad būtų galima vertinti GSM/3G tinklo celių aprėptis, reikalinga turėti tuo pačiu metu toje pačioje vietoje esančio objekto tiek GSM, tiek ir GPS poziciją. Šiam tikslui pasiekti naudojami „Trimble“ įmonės TrimTrac įrenginiai, kurie gali teikti tiek GPS, tiek ir GSM pozicijas. TrimTrac įrenginiai yra įmontuoti į automobilius, kurie važinėja po visą Lietuvą.

Sistemos kūrimui pasirinkta Java programavimo kalba. Tokį pasirinkimą sąlygojo Java savybės, tokios kaip: objektinio programavimo principų palaikymas; plataus kūrimo, palaikymo priemonių bei komponentų pasirinkimas; lengvai pritaikomos atvirojo kodo koncepcijos ir nepriklausomumas nuo platformos. [20]

Sistemos kūrimui naudojama JSP (*angl. JavaServer Pages*) technologija, kadangi ji leidžia dinamiškai generuoti HTML, XML ir kito tipo puslapius, suteikia galimybę Java kodą ir kitą dinaminį turinį įterpti į statinį puslapį. [21]

Sistemoje naudojamos WGS 84 ir LKS-92 koordinačių sistemos. Pasaulinė koordinačių sistema WGS 84 naudojama todėl, kad GPS imtuvas siunčia objekto buvimo vietos koordinates WGS 84 sistemoje [22]. Baltijos koordinačių sistema LKS-92 naudojama todėl, kad ji naudojama vietos nustatymo, paremto Cell-ID metodu, sistemoje bei ArcIMS žemėlapių servise, kuris užsakovo reikalavimu naudojamas sukurtoje sistemoje.

3.4. Apibendrinimas

Sukurta GSM/3G tinklo celių aprėpčių modelio įvertinimo metodika skirta GSM/3G tinklo celių aprėpčių teritorijų įvertinimui. GSM/3G tinklo celių aprėpčių modelio įvertinimui panaudoti vietos nustatymo, paremto Cell-ID metodu, duomenys ir globalios pozicionavimo sistemos (GPS) duomenys.

4. GSM/3G TINKLO CELIŲ APRĖPČIŲ MODELIO ĮVERTINIMO SISTEMA

Šioje dalyje pateikiami GSM/3G tinklo celių aprėpčių modelio įvertinimo metodikos pagrindu suprojektuotos ir realizuotos programinės įrangos esminiai dokumentacijos aspektai.

4.1. Sistemos paskirtis

GSM/3G tinklo celių aprėpčių modelio įvertinimo sistema skirta įvertinti mobiliojo ryšio operatorių teikiamus GSM/3G tinklo celių aprėpčių duomenis, tikrinant juos su realių vietos nustatymų duomenimis.

Sistema vartotojui leidžia analizuoti tam tikro laikotarpio vietos nustatymo per GSM/3G tinklą duomenis, įvertinant mobiliojo ryšio operatorių teikiamus GSM/3G tinklo celių aprėpčių duomenis, suskirstyti gautus rezultatus į grupes pagal pasirinktus matavimo vienetus, matyti pasirinktos celės rezultatų žemėlapi, matyti detalią atliktos analizės informaciją.

Sukurta sistema skirta tobulinti GSM/3G vietos nustatymo paslaugas, kurios remiasi Cell-ID metodu.

4.2. Apribojimai sprendimui

Projektuojant GSM/3G tinklo celių aprėpčių modelio įvertinimo sistemą, buvo numatyti apribojimai sistemos kūrimo eigai ar charakteristikoms:

- ⇒ sistema turi naudoti esamo GSM/3G tinklo celių aprėpčių duomenis kartu su vietos nustatymo per GSM/3G tinklą ir GPS sistemų duomenimis;
- ⇒ sistema negali keisti naudojamų GSM/3G tinklo ar vietos nustatymo per GSM/3G tinklą ir GPS sistemų duomenų;
- ⇒ sistema turi turėti galimybę būti praplečiama ar adaptuojama ateityje;
- ⇒ sistema turi būti naudojama jungiantis prie jos viešu internetiniu tinklu.

4.3. Projektavimo metu iškilusios problemos

Sistemos projektavimo metu iškilusios pagrindinės problemos:

- ⇒ Turėti to paties objekto toje pačioje vietoje ir tuo pačiu metu GSM ir GPS pozicijas. Ši problema buvo išspręsta pasirinkus „Trimble“ įmonės TrimTrac įrenginius, kurie gali teikti tiek GPS, tiek ir GSM pozicijas. Trimtrac įrenginiai buvo įmontuoti į 5 automobilius, važinėjančius po visą Lietuvą.
- ⇒ Skirtingos koordinatinių sistemų. Kadangi GSM pozicijų koordinatės gaunamos LKS-92 koordinatinių sistemoje, o taipogi ši koordinatinių sistema naudojama ir ArcIMS žemėlapių servise, buvo nuspręsta GPS pozicijų koordinates iš WGS 84 koordinatinių sistemos paversti į LKS-92 koordinatinių sistemą.

4.4. Diegimo aplinka

GSM/3G tinklo celių aprėpčių modelio įvertinimo programinė įranga įdiegta pritaikant ją prie užsakovo organizacijoje egzistuojančios techninės ir programinės įrangos infrastruktūros. Sistemoje naudojamas įmonėje turimas ArcIMS technologijos žemėlapių servisas. Sistema įdiegta į serverį, kuriame įdiegta *Linux* operacinė sistema, *Apache HTTP* ir *Jakarta Tomcat* programų serveriai, ir *PostgreSQL*, *MySQL* ir *Oracle* duomenų bazės.

Vartotojui sistema pasiekama naudojant interneto naršyklę, todėl nereikia jokių specialių diegimo priemonių vartotojo kompiuteryje.

4.5. Bendradarbiaujančios sistemos

GSM/3G tinklo celių aprėpčių modelio įvertinimo sistema bendradarbiauja su 2 lentelėje pateiktomis sistemomis.

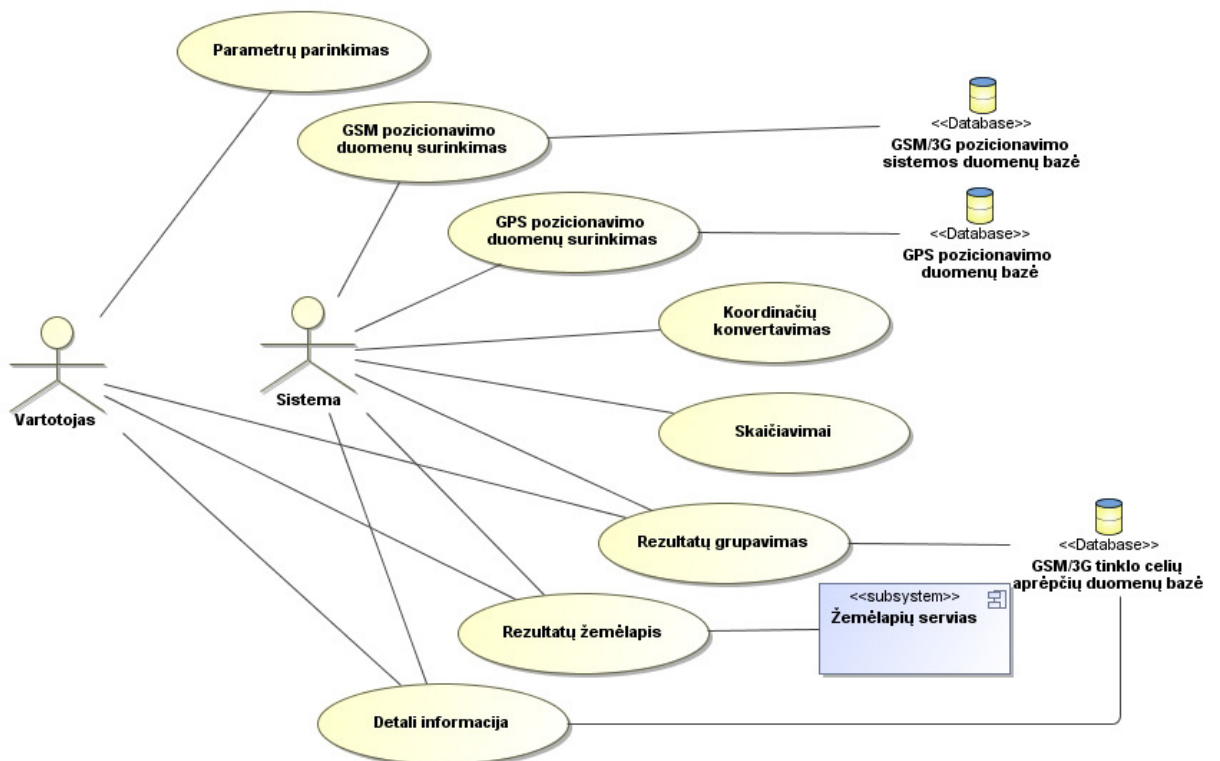
2 lentelė. Bendradarbiaujančios sistemos

Sistemos pavadinimas	Tikslas	Bendradarbiavimo rezultatas
Vietos nustatymo per GSM/3G tinklą sistema	Gauti GSM pozicionavimo duomenis	GSM/3G tinklo celių aprėpčių modelio įvertinimas naudojant GSM pozicionavimo duomenis

Vietos nustatymo, naudojant GPS technologiją, sistema	Gauti GPS pozicionavimo duomenis	GSM/3G tinklo celių aprėptims įvertinti reikalingų GPS pozicionavimo duomenų gavimas
ArcIMS technologijos žemėlapių servisas	Atvaizduoti žemėlapyje analizės rezultatus – GSM/3G tinklo celę kartu su GPS pozicijomis	Patekusių ir nepatekusių į GSM/3G tinklo celės aprėptį GPS pozicijų atvaizdavimas žemėlapyje

4.6. Panaudojimo atvejai

GSM/3G tinklo celių aprėptį modelio įvertinimo sistema realizuoja panaudojimų atvejus, pateiktus 7 pav.:



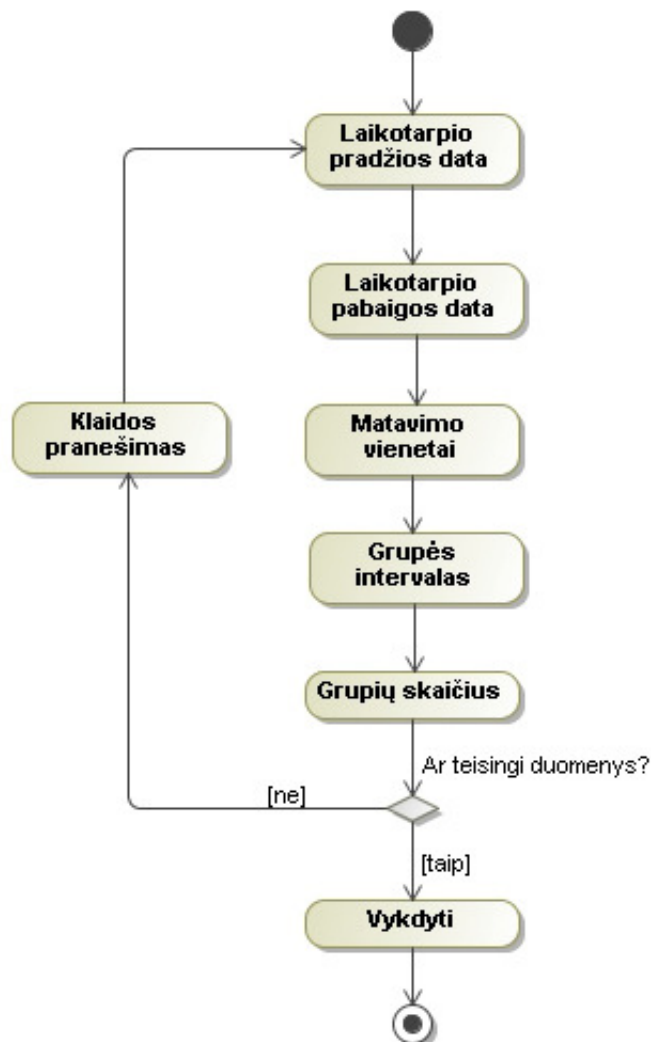
7 pav. Panaudojimo atvejų diagrama

Žemiau trumpai aprašomas kiekvienas panaudojimo atvejis (PA) ir jį iliustruojanti veiklos diagrama.

4.6.1. Panaudojimo atvejis „Parametrų parinkimas“

GSM/3G tinklo celių aprėpties įvertinimas vykdomas nagrinėjant vartotojo pasirinkto laikotarpio vietos nustatymų per GSM/3G tinklą (toliau – GSM pozicionavimo) duomenis. Taip pat vartotojas turi pasirinkti, pagal kokius kriterijus bus grupuojami analizės rezultatai: pagal kokius matavimo vienetus (nepatekimų į celę skaičius, metrai, procentai) bus grupuojama, į kiek grupių bus suskirstyti rezultatai ir koks grupės intervalas. Analizavimas pradedamas paspaudus mygtuką „Vykdėti“.

Panaudojimo atvejį „Parametrų parinkimas“ iliustruojanti veiklos diagrama pateikiama 8 pav.

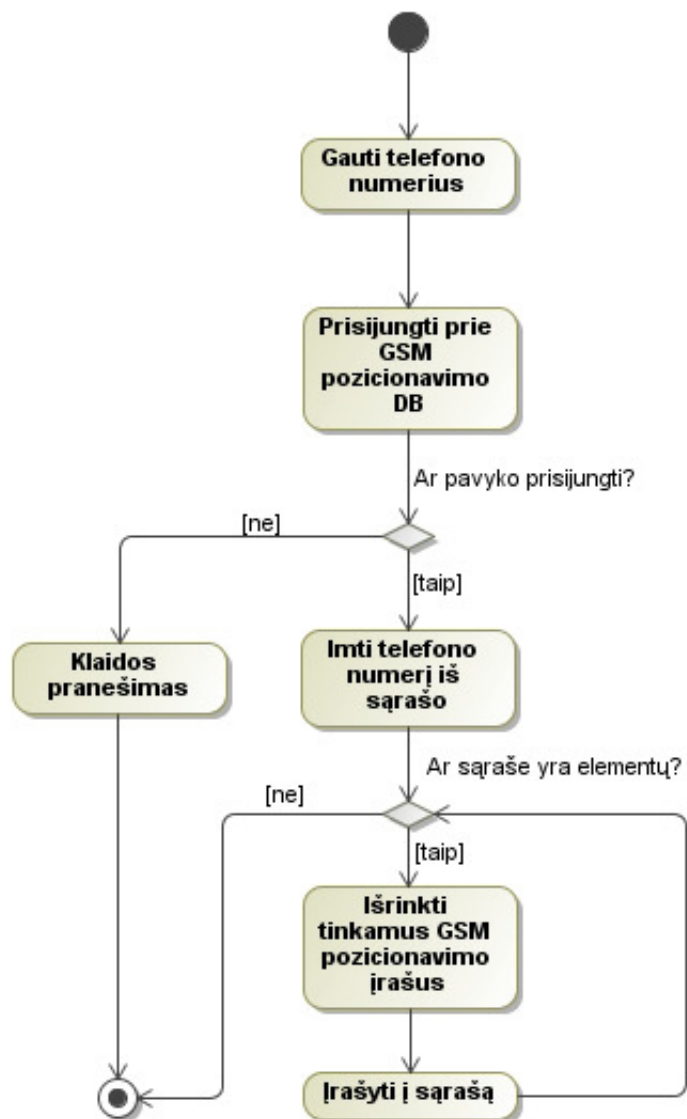


8 pav. PA „Parametrų parinkimas“ veiklos diagrama

4.6.2. Panaudojimo atvejis „GSM pozicionavimo duomenų surinkimas“

Pagal vartotojo pasirinktą laikotarpį surenkami visų TrimTrac įrenginių, įmontuotų į automobilius, kurie važinėja po visą Lietuvą, GSM pozicionavimo duomenys. Šie duomenys bus tikrinami su tų pačių įrenginių GPS pozicionavimo duomenimis.

Panaudojimo atvejį „GSM pozicionavimo duomenų surinkimas“ iliustruojanti veiklos diagrama pateikiama 9 pav.

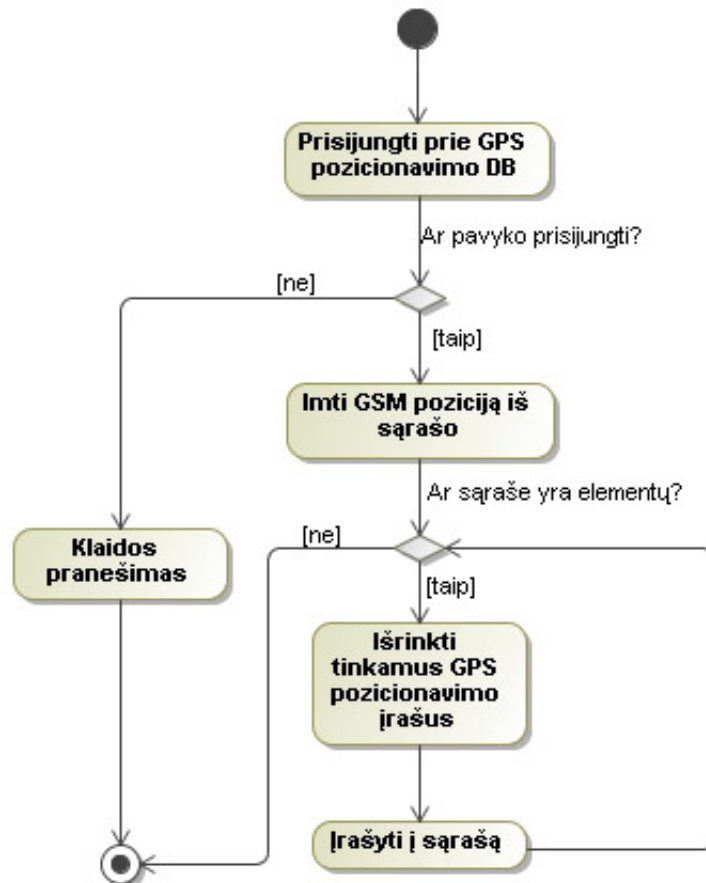


9 pav. PA „GSM pozicionavimo duomenų surinkimas“ veiklos diagrama

4.6.3. Panaudojimo atvejis „GPS pozicionavimo duomenų surinkimas“

Pagal jau surinktus GSM pozicionavimo duomenis surenkami GPS pozicionavimo duomenys.

Panaudojimo atvejį „GPS pozicionavimo duomenų surinkimas“ iliustruojanti veiklos diagrama pateikiama 10 pav.



10 pav. PA „GPS pozicionavimo duomenų surinkimas“ veiklos diagrama

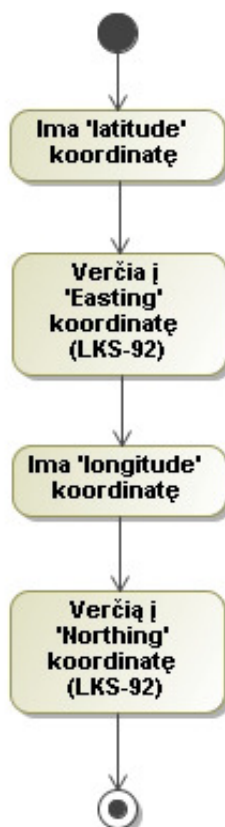
4.6.4. Panaudojimo atvejis „Koordinačių konvertavimas“

GPS pozicionavimo duomenų koordinatės konvertuojamos iš pasaulinės geografinės koordinačių sistemos (WGS 84) į Baltijos šalių koordinačių sistemą (LKS-92), kadangi:

- ⇒ pozicionavimo duomenų, gautų iš vietos nustatymo per GSM/3G tinklą sistemos, koordinatės yra LKS-92 koordinačių sistemoje;

⇒ LKS-92 koordinačių sistema naudojama ArcIMS žemėlapių servise, kuris naudojamas GSM/3G tinklo celių rezultatų atvaizdavimui.

Panaudojimo atvejį „*Koordinačių konvertavimas*“ iliustruojanti veiklos diagrama pateikiama 11 pav.

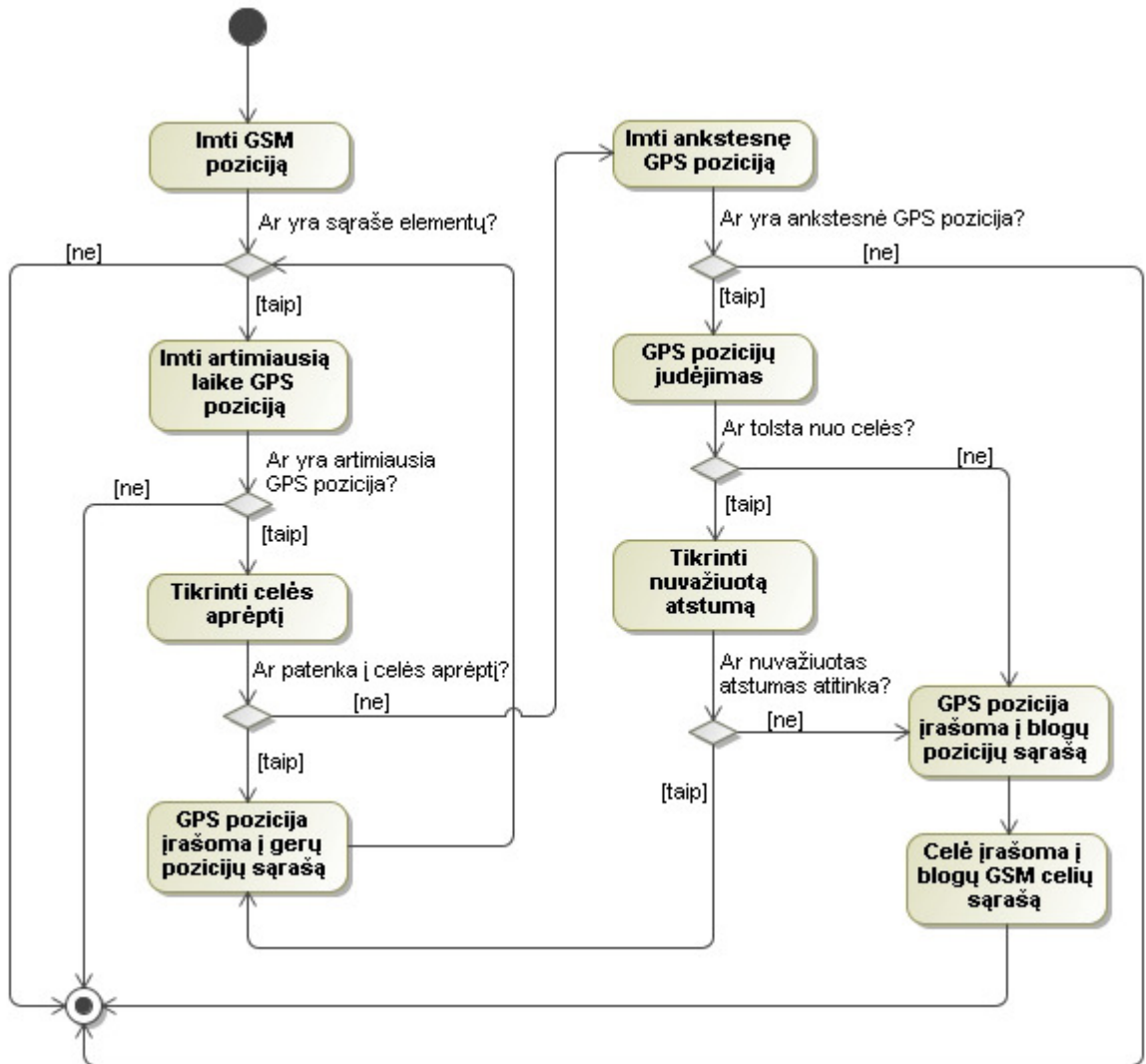


11 pav. PA „*Koordinačių konvertavimas*“ veiklos diagrama

4.6.5. Panaudojimo atvejis „*Skaičiavimai*“

GSM pozicija, kuri atitinka tam tikrą GSM/3G tinklo celę, tikrinama pagal jai turimas priklausyti GPS pozicijas (pagal pozicionavimo laiką ir įrenginį). Skaičiuojamas atstumas nuo GSM/3G tinklo celės ribos iki nepatekusios į celę GPS pozicijos metrais ar procentais. Išrenkamas didžiausias atstumas metrais arba procentais, priklausomai nuo vartotojo pasirinkimo *parametų pasirinkimo* modulyje (PA „*Parametų parinkimas*“).

Panaudojimo atvejį „*Skaičiavimai*“ iliustruojanti veiklos diagrama pateikiama 12 pav.

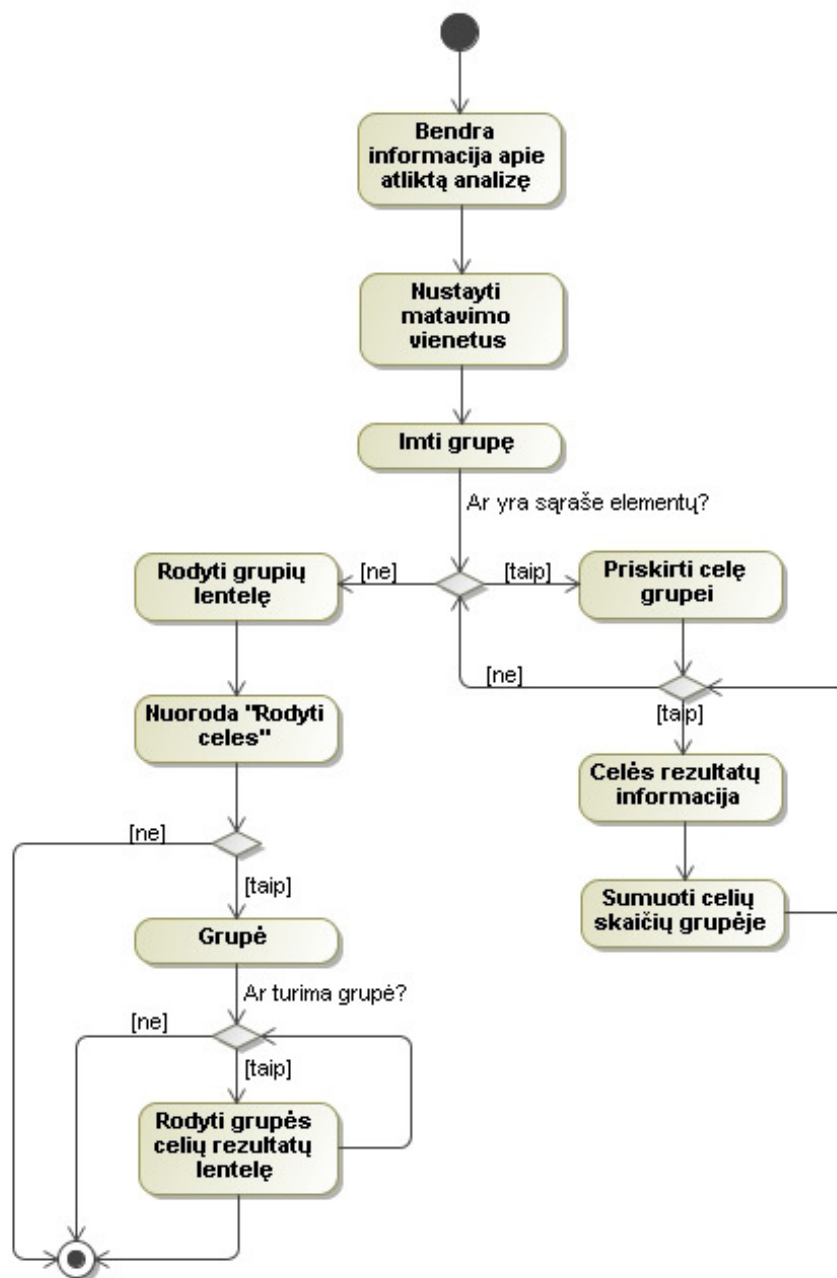


12 pav. PA „Skaičiavimai“ veiklos diagrama

4.6.6. Panaudojimo atvejis „Rezultatų grupavimas ir pateikimas lentelėje“

Iš *skaičiavimo* modulio (PA „Skaičiavimai“) gauti rezultatai sugrupuojami pagal vartotojo pasirinktus grupavimo parametrus (PA „Parametų parinkimas“) ir pateikiami vartotojui lentelėje. Lentelėje taip pat pateikiamas patekusių ir nepatekusių į GSM/3G tinklo kelės aprėptį GPS pozicijų skaičius, didžiausias atstumas tarp GSM/3G tinklo kelės ir toliausiai nuo jos nutolusios GPS pozicijos metrais arba procentais.

Panaudojimo atvejį „Rezultatų grupavimas ir pateikimas lentelėje“ iliustruojanti veiklos diagrama pateikiama 13 pav.



13 pav. PA „Rezultatų grupavimas ir pateikimas lentelėje“ veiklos diagrama

4.6.7. Panaudojimo atvejis „Rezultatų žemėlapis“

Vartotojui pateikiamas pasirinktos GSM/3G tinklo celės rezultatų žemėlapis. Vaizduojama GSM/3G tinklo celės aprėptis, GPS pozicijos, kurios pateko į celės aprėptį (vaizduojamos žaliu skrituliuku) ir pozicijos, kurios nepateko į celės aprėptį (vaizduojamos raudonu skrituliuku). Vaizdą žemėlapyje galima artinti, tolinti ar perstumti į norimą vietą.

Panaudojimo atvejį „Rezultatų žemėlapis“ iliustruojanti veiklos diagrama pateikiama 14 pav.



14 pav. PA „Rezultatų žemėlapis“ veiklos diagrama

4.6.8. Panaudojimo atvejis „Detali informacija“

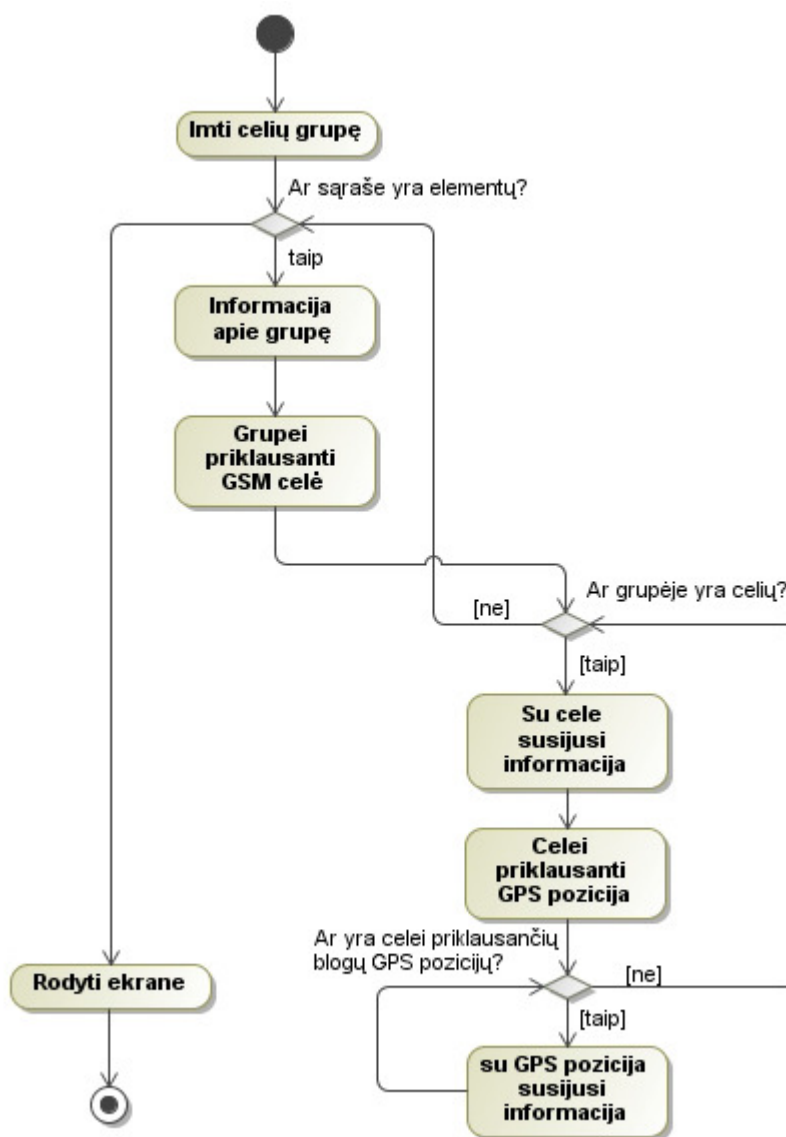
Vartotojui pateikiama pasirinktos rezultatų grupės (vartotojas pasirenka, kiek grupių pageidauja matyti ir koks grupės intervalas) arba visų grupių detali tekstinė informacija, t.y. pateikiama tokia informacija apie GSM/3G tinklo celę, kurioje buvo aptikta bent viena nepatekusi į celės aprėptį, bet turėjusi patekti, GPS pozicija:

- ⇒ celės ID;
- ⇒ celės centro koordinatės (x, y) LKS-92 koordinacių sistemoje;
- ⇒ celės spindulys (r) metrais;
- ⇒ atitikimų su GPS pozicijomis celėje skaičius per pasirinktą laikotarpį;
- ⇒ neatitikimų su GPS pozicijomis celėje skaičius per pasirinktą laikotarpį.

Pateikiama išsamesnė informacija apie neatitikimus:

- iš kokio įrenginio pozicionuota;
- kada vyko pozicionavimas;
- paskaičiuoti neatitikimų atstumai metrais;
- paskaičiuoti neatitikimų atstumai procentais.

Panaudojimo atvejį „*Detali informacija*“ iliustruojanti veiklos diagrama pateikiama 15 pav.



15 pav. PA „*Detali informacija*“ veiklos diagrama

4.7. Funkciniai reikalavimai

GSM/3G tinklo celių aprėpčių modelio įvertinimo sistemos reikalavimai buvo renkami naudojantis *Volere* šablonu [23, 24].

Funkciniai reikalavimai išplaukia iš panaudojimo atvejų, pateiktų 4.6. *Panaudojimo atvejai* skyriuje.

Toliau pateikiamas funkcinų reikalavimų GSM/3G tinklo celių aprėpčių modelio įvertinimo sistemai sąrašas:

1. Vartotojui turi būti leidžiama pasirinkti laikotarpio intervalą, kuriame bus atliekamas GSM/3G tinklo celių aprėpčių tikrinimas.
2. Vartotojui turi būti leidžiama pasirinkti rezultatų grupavimo parametrus: matavimo vienetus, grupavimo intervalą ir grupių skaičių.
3. Sistema turi surinkti visus GSM pozicionavimo įrašus visiems nustatytiems įrenginiams pagal vartotojo nurodytą laikotarpį.
4. Sistema turi surinkti visus reikiamus GPS pozicijų įrašus pagal surinktus GSM pozicijų įrašus.
5. GPS pozicijų koordinatės turi būti LKS-92 koordinatinių sistemoje.
6. GSM pozicijai turi būti rasta artimiausia laike GPS pozicija.
7. GSM pozicijai renkant artimiausią laike GPS poziciją, skirtumas tarp pozicionavimo laiko turi būti mažesnis nei 1 minutė.
8. Sistema turi tikrinti, ar artimiausia laike GPS pozicija patenka į GSM/3G tinklo celės aprėptį.
9. Sistema turi išrinkti ankstesnę nei rasta artimiausia laike GPS pozicija, jeigu artimiausia laike GPS pozicija nepateko į tikrinamą GSM/3G tinklo celę.
10. Turėdama GSM pozicijai dvi GPS pozicijas (artimiausią laike ir ankstesnę), sistema turi nustatyti judėjimo kryptį, t.y. judama link celės ar tolstama nuo jos.
11. Sistema turi tikrinti, ar ankstesnė GPS pozicija patenka į GSM/3G tinklo celės aprėptį, jei artimiausia laike GPS pozicija nepateko į celės aprėptį.
12. Sistema turi tikrinti, ar GSM pozicionavimo metu objektas buvo GSM/3G tinklo celės teritorijoje, jeigu ankstesnė GPS pozicija pateko į celės aprėptį.
13. Sistema turi sumuoti tikslias ir netikslias aprėptis turinčias GSM/3G tinklo celes.
14. Sistema turi sumuoti GPS pozicijas, kurios pateko į nagrinėtos GSM/3G tinklo celės aprėptį ir pozicijas, kurios nepateko į nagrinėtos celės aprėptį.

15. Sistema turi suskirstyti rezultatus į grupes pagal vartotojo nurodytus grupavimo parametrus ir pateikti rezultatus lentelėje.
16. Paskutinei grupei priskiriami visi likę rezultatai.
17. Vartotojas turi turėti galimybę matyti tik norimos grupės GSM/3G tinklo celių rezultatus.
18. Sistema turi pateikti vartotojui pasirinktos GSM/3G tinklo celės rezultatų žemėlapi su patekusiomis į celės aprėptį GPS pozicijomis ir nepatekusiomis, jas atskiriant spalva.
19. Vartotojas turi turėti galimybę pamatyti išsamesnę atliktos analizės visų arba pasirinktos grupės informaciją (kiekvienos nepatekusios į GSM/3G tinklo celės aprėptį GPS pozicijos pozicionavimo laiką, telefono numerį, pagal kurį buvo pozicionuojama, atstumą metrais nuo celės aprėpties teritorijos ir kt.)
20. Detali informacija pateikiama tekstiniame lauke (*textarea*).

Detalus funkcinų reikalavimų aprašas pateikiamas prieduose (C priedas).

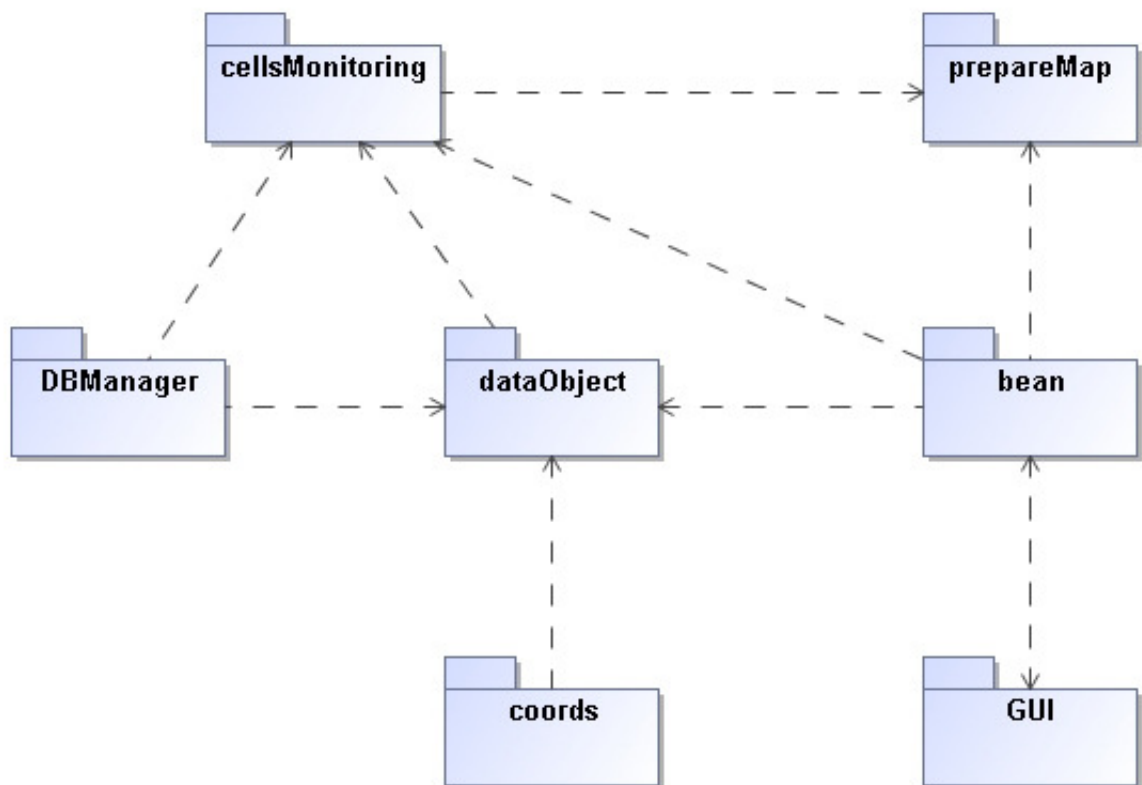
4.8. Nefunkciniai reikalavimai

Šiame skyriuje pateikiamas pagrindinių nefunkcinių reikalavimų sąrašas:

- ⇒ Neperkrauta ir informatyvi vartotojo sąsaja.
- ⇒ Sistema turi būti nesudėtinga naudotis ir ji turi padėti vartotojui nedaryti klaidų.
- ⇒ Sistema turi būti išplečiama.
- ⇒ Sistema turi bendrauti su mobiliojo ryšio operatoriaus duomenų baze tam, kad gautų GSM/3G tinklo celių aprašus, taip pat su vietos nustatymų per GSM/3G tinklą ir GPS sistemų duomenų bazėmis.
- ⇒ Sistema turi veikti bet kurioje interneto naršyklėje.
- ⇒ Sistema ar sistemos vartotojai negali keisti mobiliojo ryšio operatoriaus teikiamų GSM/3G tinklo celių aprašymų.
- ⇒ Sistema ar sistemos vartotojai negali keisti vietos nustatymo per GSM/3G tinklą sistemos ir sistemos, naudojančios GPS technologiją, duomenų.
- ⇒ Sistema turi atitikti Lietuvos ir Europos Sąjungos įstatymus, poįstatyminius ir kitus teisės aktus.

4.9. Sistemos architektūra

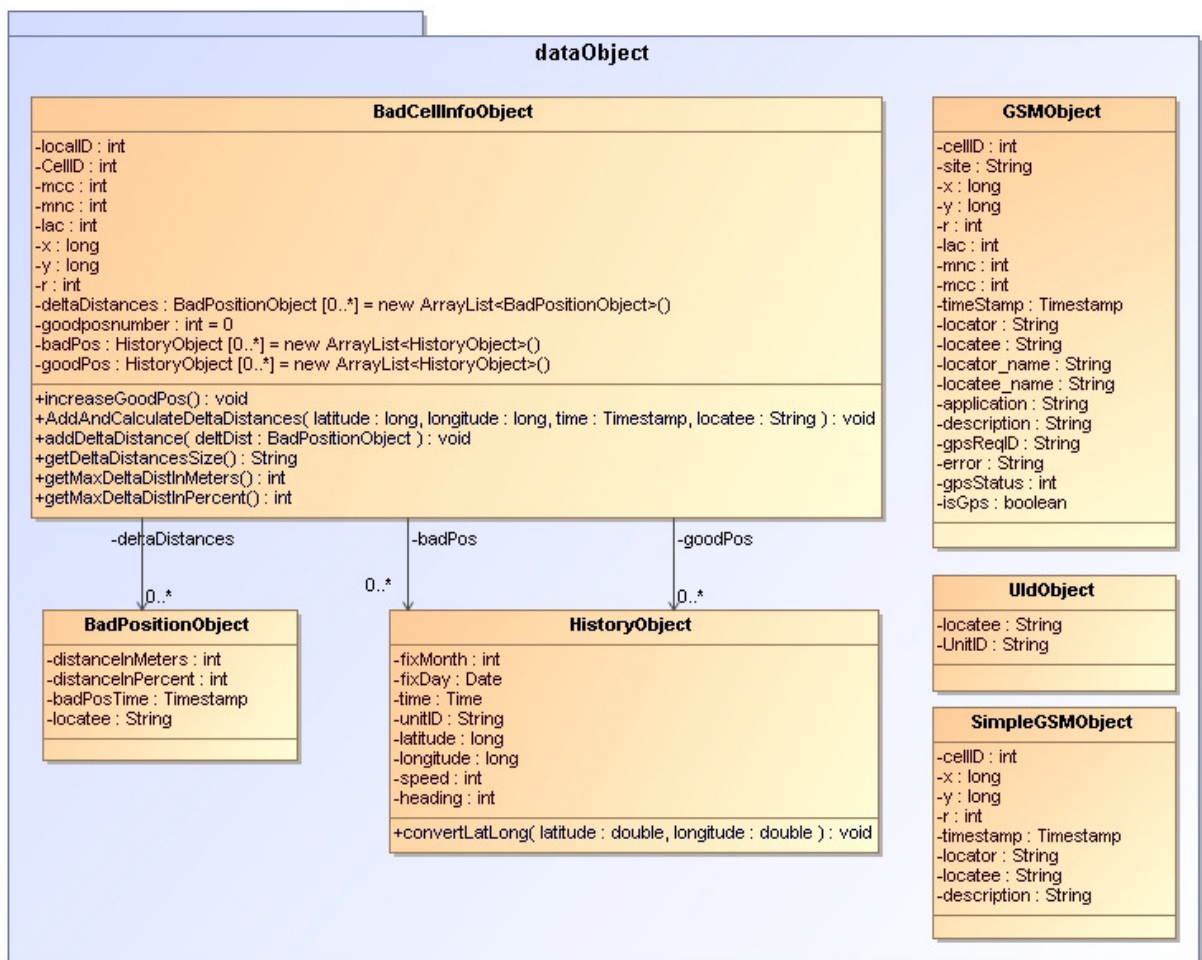
GSM/3G tinklo celių aprėpčių modelio įvertinimo sistema išskaidoma į paketus, kurie vėliau detalizuojami klasių diagramomis. Sistemos išskaidymas į paketus pateiktas 16 paveiksle.



16 pav. Sistemos išskaidymas į paketus

4.9.1. Paketas „dataObject“

Paketas „*dataObject*“ skirtas sistemos objektams aprašyti.



17 pav. Paketo „dataObject“ klasių diagrama

UidObject klasė skirta įrenginio, kuris suriša telefono numerį su įrenginio identifikacijos numeriu, objektui aprašyti.

SimpleGSMObject klasė skirta GSM pozicijos, gautos iš GSM/3G vietos nustatymo sistemos duomenų bazės, objektui aprašyti.

HistoryObject klasė skirta GPS pozicijos, gautos iš GPS vietos nustatymo sistemos duomenų bazės, objektui aprašyti. Klasė taip pat atsakinga už koordinatų konvertavimą iš WGS 84 koordinatų sistemos į LKS-92 koordinatų sistemą.

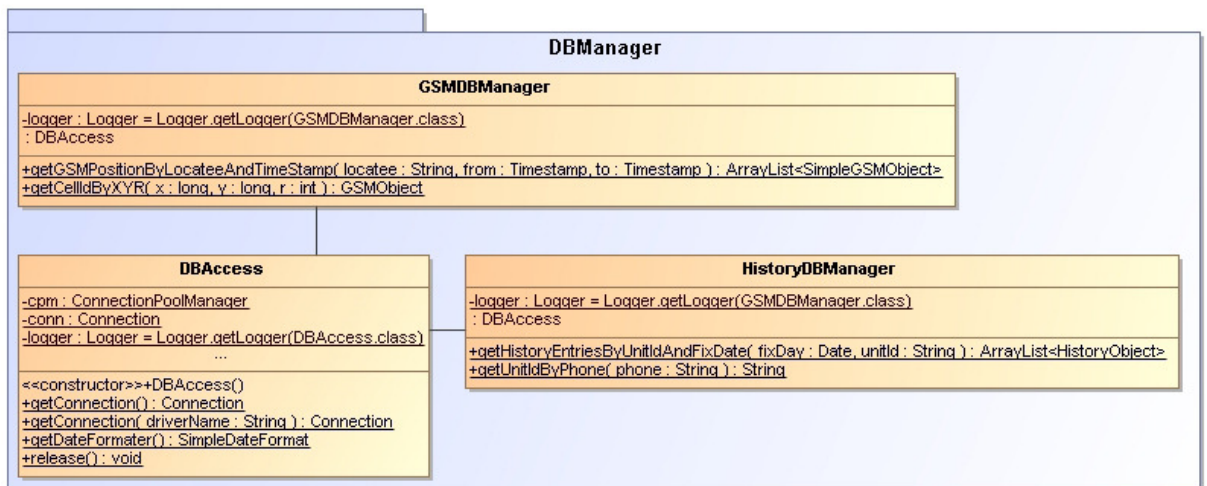
GSMObject klasė skirta aprašyti GSM poziciją, jau surištą su GSM/3G tinklo cele, kurios aprašymas gautas iš mobiliojo ryšio operatoriaus GSM/3G tinklo celių aprašų duomenų bazės.

BadCellInfoObject klasė skirta blogų GSM pozicijų objektui aprašyti. Klasė taip pat atsakinga už atstumų skaičiavimus ir atliktų tikrinimų rezultatų kaupimą.

BadPositionObject klasė skirta blogos GPS pozicijos objektui aprašyti.

4.9.2. Paketas „DBManager“

Paketas „DBManager“ skirtas prisijungimui prie nutolusių vietos nustatymo per GSM/3G tinklą sistemos, GPS pozicionavimo bei GSM/3G tinklo celių aprašymų duomenų bazių ir duomenų surinkimui iš jų.



18 pav. Paketo „DBManager“ klasių diagrama

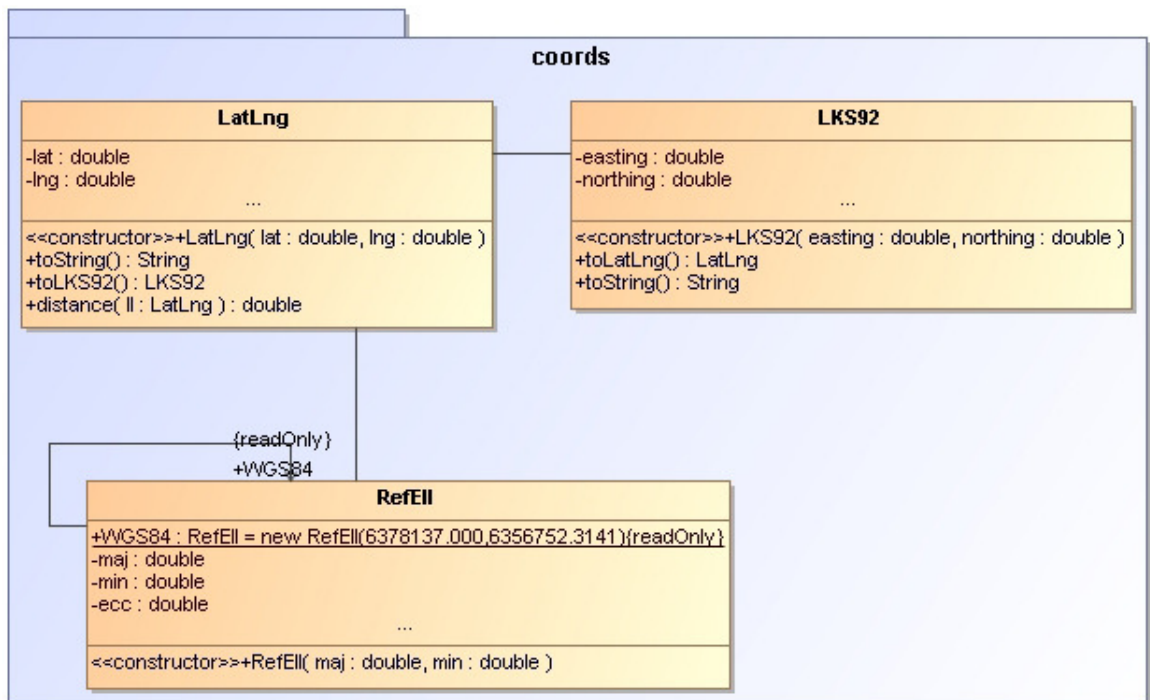
DBAccess klasė skirta sukurti prisijungimą su duomenų baze.

GSMDBManager klasė skirta surinkti duomenis iš GSM/3G vietos nustatymo sistemos ir GSM/3G tinklo operatoriaus duomenų bazių.

HistoryDBManager klasė skirta surinkti duomenis iš GPS pozicionavimo sistemos.

4.9.3. Paketas „coords“

Paketas „coords“ skirtas koordinačių sistemų objektams aprašyti ir realizuoti koordinačių konvertavimo iš vienos koordinačių sistemos į kitą algoritmą.



19 pav. Paketo „coords“ klasių diagrama

RefEll klasė skirta WGS 84 elipsoido objektui aprašyti.

LKS92 klasė aprašo LKS-92 koordinatinių sistemos objektą.

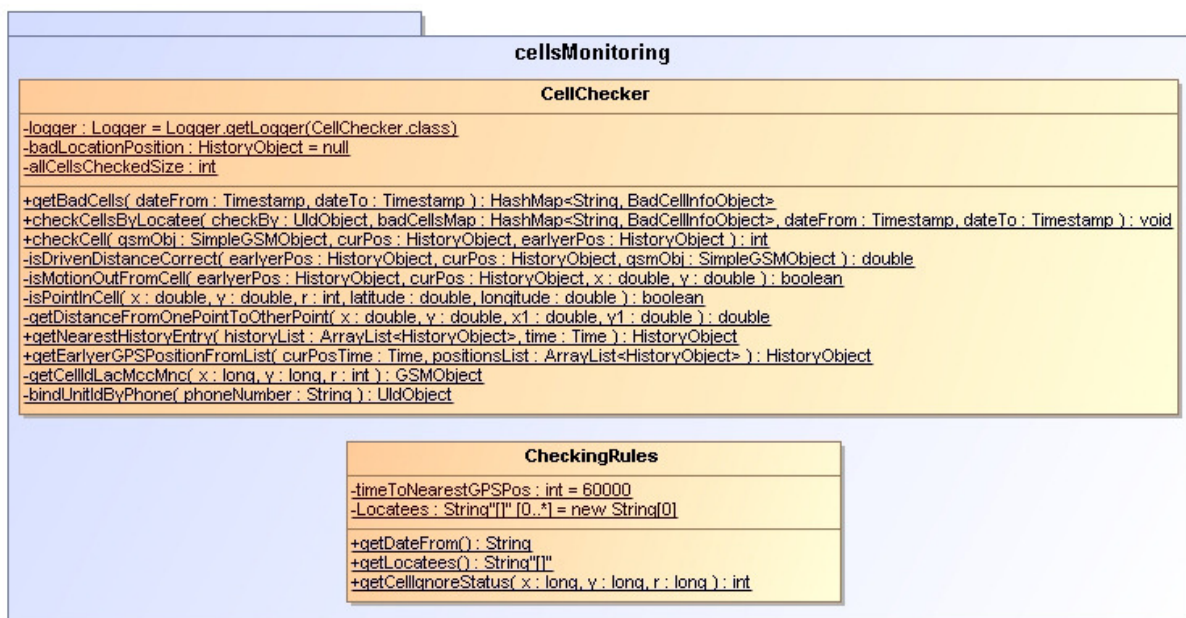
LatLng klasė aprašo WGS 84 koordinatinių sistemos objektą.

4.9.4. Paketas „cellsMonitoring“

Paketas „*cellsMonitoring*“ skirtas visiems skaičiavimams atlikti:

- ⇒ tikrinti GSM/3G tinklo celių aprėptis;
- ⇒ nustatyti objekto judėjimo kryptį;
- ⇒ apskaičiuoti objekto buvimo vietą GSM/3G tinklo celės atžvilgiu GSM pozicionavimo metu;
- ⇒ skaičiuoti atstumus nuo GSM/3G tinklo celės ribos iki nepatekusios į celės aprėptį GPS pozicijos metrais;
- ⇒ skaičiuoti atstumus nuo GSM/3G tinklo celės ribos iki nepatekusios į celės aprėptį GPS pozicijos procentais.

- ⇒ išrinkti didžiausią atstumą nuo GSM/3G tinklo celės ribos iki nepatekusios į celės aprėptį GPS pozicijos metrais;
- ⇒ išrinkti didžiausią atstumą nuo GSM/3G tinklo celės ribos iki nepatekusios į celės aprėptį GPS pozicijos procentais.



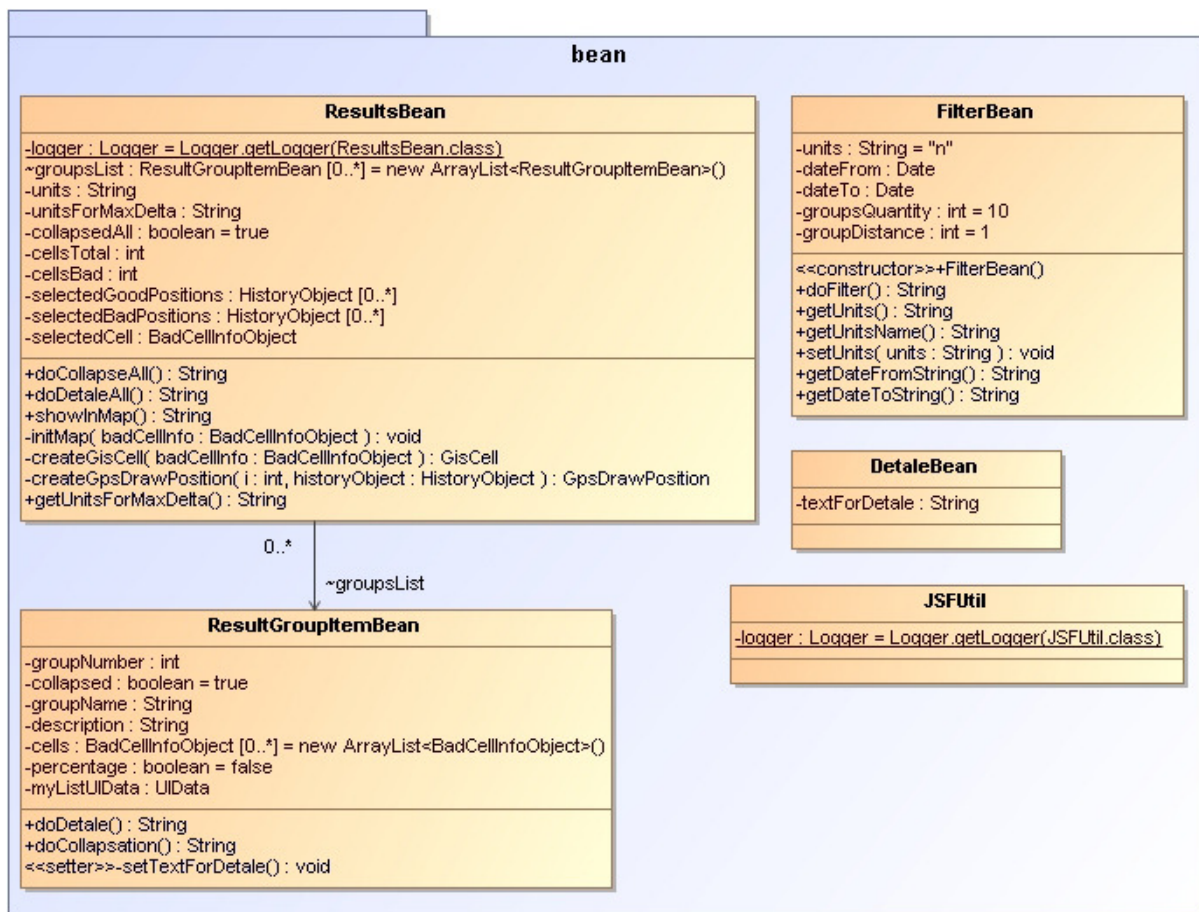
20 pav. Paketo „cellsMonitoring“ klasių diagrama

CellChecker klasė skirta tikrinti GSM/3G tinklo celių aprėptis. Tai pati svarbiausia sistemos klasė, nes ji atlieka visą GSM/3G tinklo celių aprėpties modelio įvertinimo algoritmą, visus skaičiavimus.

CheckingRules klasė skirta GSM/3G tinklo celių aprėpties tikrinimo taisyklių aprašymui.

4.9.5. Paketas „bean“

Paketas „bean“ skirtas parametrų iš vartotojo sąsajos gavimui ir apdorojimui, veiksmų inicijavimui ir rezultatų paruošimo atvaizdavimui.



21 pav. Paketo „bean“ klasių diagrama

ResultGroupItemBean klasė atsakinga už rezultatų pateikimo vartotojo sąsajoje objekto struktūrą ir už GSM/3G tinklo celių rezultatų lentelių išskleidimą/suskleidimą.

ResultBean klasė atsakinga už GSM/3G tinklo celės, patekusių ir nepatekusių į celės aprėptį GPS pozicijų braižymą ir susiejimą su žemėlapiu.

FilterBean klasė skirta paruošti naudojimui iš vartotojo sąsajos gautus parametrus: laikotarpio pradžios ir pabaigos datas, matavimo vienetus, pagal kuriuos grupuojami rezultatai, grupių skaičių ir grupės intervalą. Ši klasė taip pat formuoja rezultatų lentelę.

DetaleBean klasė skirta detalios informacijos objektui aprašyti.

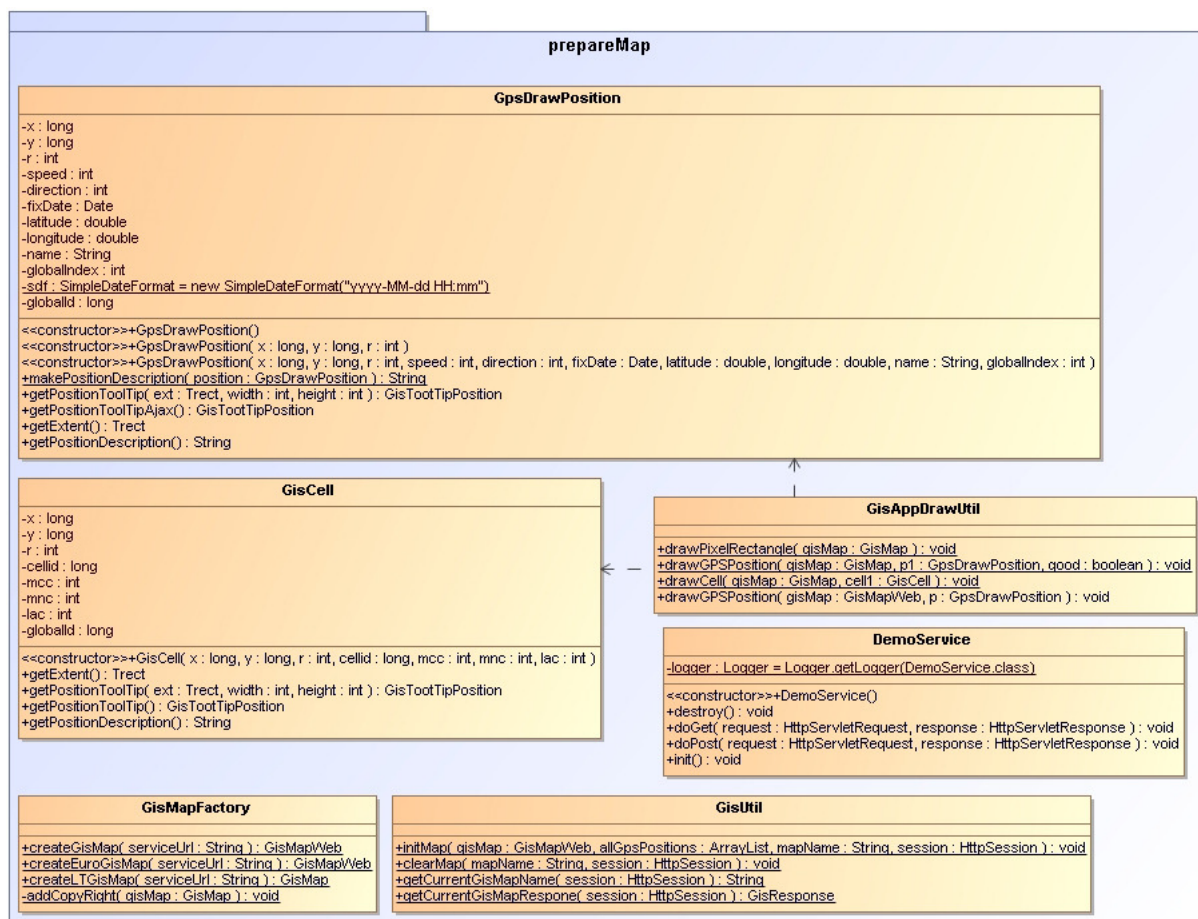
JSFUtil – Java servletas sesijai.

4.9.6. Paketas „prepareMap“

Paketas „*prepareMap*“ skirtas:

⇒ susisiekti su žemėlapiu servisu;

- ⇒ susieti žemėlapi su GSM/3G tinklo cele bei jai priklausančiomis GPS pozicijomis;
- ⇒ vaizduoti GSM/3G tinklo celę, patekusias ir nepatekusias į celės aprėptį GPS pozicijas.



22 pav. Paketo „prepareMap“ klasių diagrama

GisCell klasė skirta žemėlapio GSM/3G tinklo celės objektui aprašyti. Klasė atsakinga už reikiamos informacijos apie celę paruošimą demonstravimui.

GpsDrawPosition klasė skirta žemėlapio GPS objektui aprašyti. Klasė atsakinga už reikiamos informacijos apie GPS poziciją paruošimą demonstravimui.

GisMapFactory klasė skirta reikiamo žemėlapio fragmento gavimui.

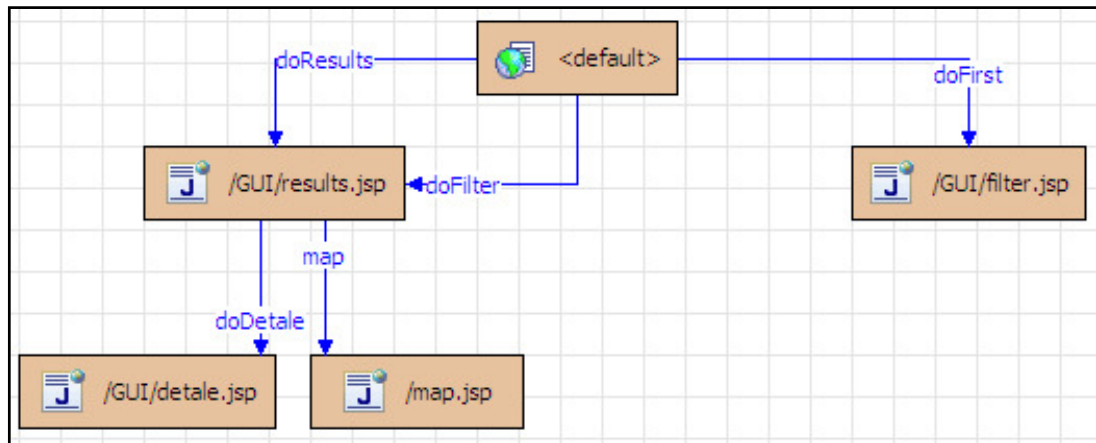
GisAppDrawUtil klasė skirta paruošti GSM/3G tinklo celę ir GPS pozicijas vaizdavimui žemėlapyje.

GisUtil klasė skirta vaizduoti žemėlapi sistemėje.

DemoService – Java servletas žemėlapiui.

4.9.7. Paketas „GUI“

Paketas „GUI“ skirtas sistemos vartotojo sąsajos realizavimui. Vartotojo sąsaja įgyvendinta JSP technologija.



23 pav. GUI diagrama iš faces-config.xml

filter.jsp puslapyje vartotojui reikia pasirinkti laikotarpio pradžios ir pabaigos datas, taip pat pasirinkti rezultatų grupavimo parametrus: matavimo vienetus, grupės intervalą ir grupių skaičių. Paspaudus mygtuką „Vykdyti“, pradedamas GSM/3G tinklo celių aprėpčių tikrinimas ir grupavimas.

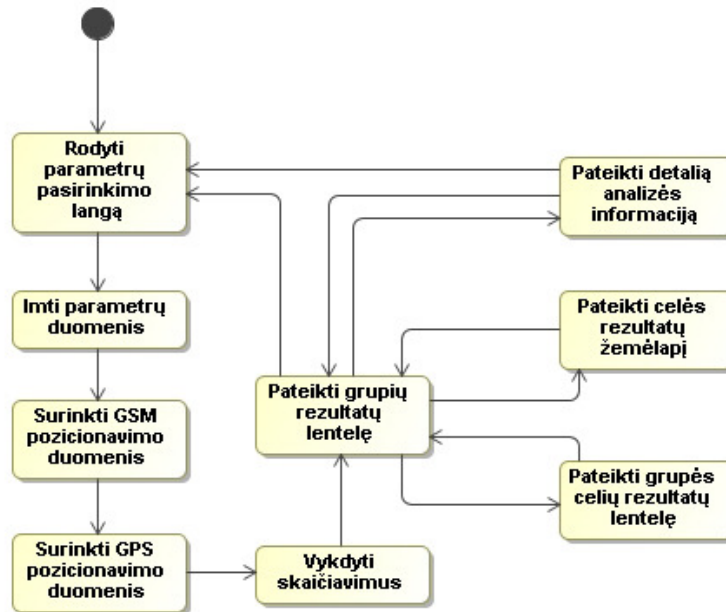
results.jsp puslapyje vartotojui pateikiama rezultatų lentelė, suskirstyta į grupes pagal pasirinktus grupavimo parametrus. Galima išskleisti vienos arba visų grupių GSM/3G tinklo celių rezultatų lentelę, kur, paspaudus nuorodą ant celės identifikacijos numerio, pereinama į *map.jsp*. Taip pat galima pasirinkti matyti vienos arba visų grupių detalią analizės informaciją, spaudžiant nuorodą „Rodyti detaliau“ arba „Rodyti viską detaliai“. Kai paspaudžiama viena iš šių nuorodų, yra pereinama į *detale.jsp* puslapį.

map.jsp puslapyje vartotojui parodomas pasirinktos GSM/3G tinklo celės rezultatų žemėlapis. Žemėlapyje pateikiama celė, vaizduojama raudonu pusiau permatomu skrituliu, pateikiamos patekusios į celės aprėptį GPS pozicijos, kurios žemėlapyje vaizduojamos žaliais skrituliukais, ir nepatekusios į celės aprėptį GPS pozicijos, kurios žemėlapyje vaizduojamos raudonais skrituliukais.

detale.jsp puslapyje pateikiama vienos arba visų grupių (priklausomai nuo paspaustos nuorodos *results.jsp* puslapyje) detali atliktos analizės informacija.

4.10. Sistemos būsenų diagrama

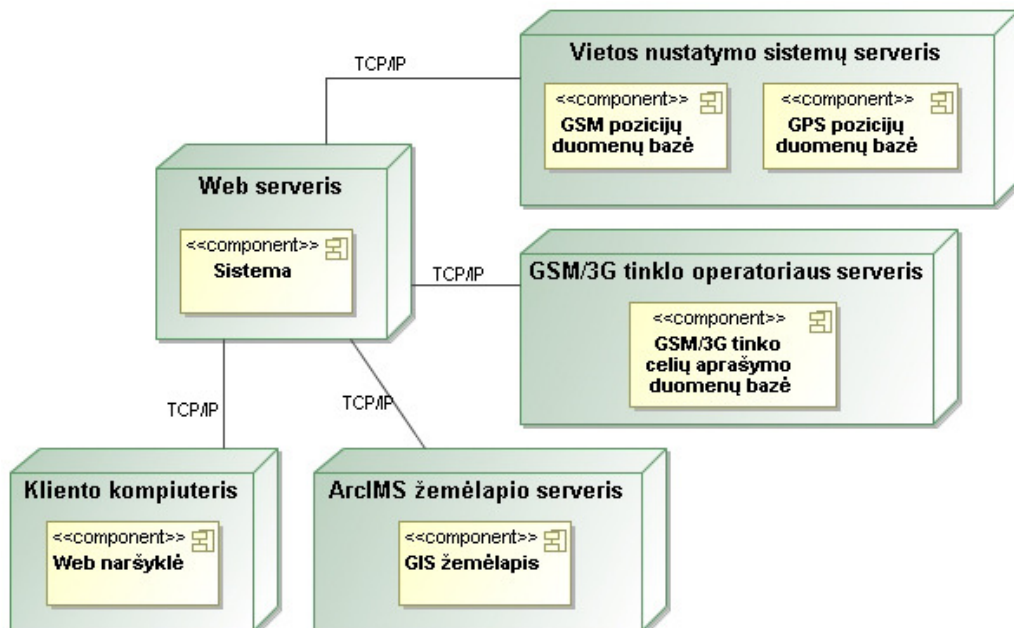
Žemiau pateikiama GSM/3G tinklo celių aprėpčių modelio įvertinimo sistemos būsenų diagrama.



24 pav. Sistemos būsenų diagrama

4.11. Sistemos išdėstymo vaizdas

Sistemos išdėstymas fizinėje architektūroje pateiktas 25 paveiksle. Privalomas kompiuterių sujungimas kompiuteriniu tinklu, palaikančiu TCP/IP protokolą.



25 pav. Sistemos išdėstymo diagrama

5. KOKYBĖS TYRIMAS

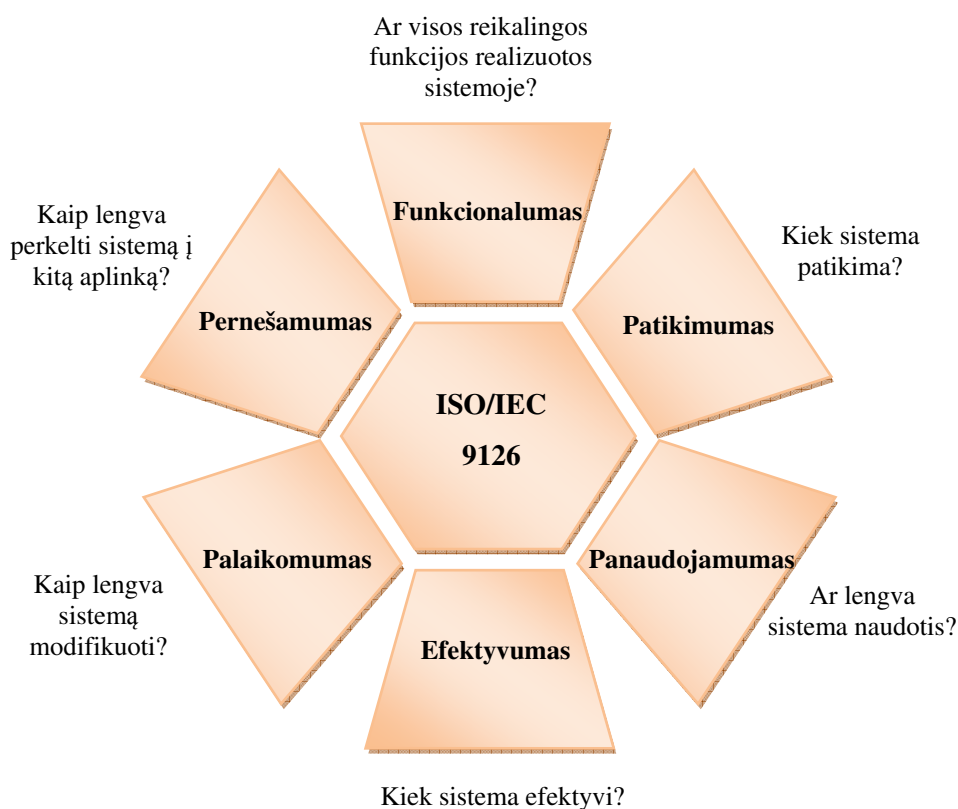
Šioje dalyje apibrėžiamos programinės įrangos kokybės vertinimo charakteristikos, pateikiamas GSM/3G tinklo celių aprėpčių modelio įvertinimo sistemos kokybės tyrimas ir jo rezultatai.

5.1. Programinės įrangos kokybės vertinimo charakteristikos

GSM/3G tinklo celių aprėpčių modelio įvertinimo sistemos kokybės vertinimas buvo atliekamas pagal ISO 9126 standarto charakteristikas. [25]

Pagrindinės šio standarto charakteristikos (26 pav.):

- ⇒ Funkcionalumas – atspindi programos atitikimą specifikacijai ir vartotojų poreikių tenkinimą.
- ⇒ Patikimumas – parodo sistemos naudojimo patikimumą.
- ⇒ Panaudojamumas – nusako sistemos naudojimo lengvumą.
- ⇒ Efektyvumas – apibrėžia kompiuterinius resursus, reikalingus sistemai.
- ⇒ Palaikomumas – nusako pastangas, reikalingas nustatyti ir ištaisyti klaidas ar modifikuoti sistemą.
- ⇒ Pernešamumas – nusako pastangas, reikalingas sistemą perkelti į kitą aplinką.



26 pav. Kokybės vertinimo modelis

Kiekviena aukščiau aprašyta charakteristika skaidoma į subcharakteristikas, pateiktas 3 lentelėje [25, 26].

3 lentelė. ISO 9126 modelio charakteristikos ir subcharakteristikos

Charakteristika	Subcharakteristika	Paaškinimas
Funktionalumas	Tinkamumas	Programos funkcijų, atliekančių reikiamas užduotis, pilnumas bei atitikimas reikalavimams
	Tikslumas	Programos veikimas pateikiant teisingus arba sutartus rezultatus
	Bendradarbiavimas	Programos bendradarbiavimo su kitomis sistemomis galimybės
	Atitikimas	Programos atitikimas įvairiems standartams: PĮ kūrimo standartams, įstatymams ir pan.
	Apsauga	Programos galimybės uždrausti neautorizuotą priėjimą prie programos arba programos duomenų
Patikimumas	Brandumas	Nesėkmingų programos veikimo atvejų dėl gedimų dažnis
	Pakantumas klaidoms	Programos galimybės palaikyti nustatytą funkcionavimo lygį atsiradus tam tikriems gedimams
	Atstatomumas	Programos gebėjimas atstatyti funkcionavimo lygį bei prarastus duomenis nesėkmingo programinės operacijos atlikimo atveju nustatytoje laiko bei kaštų ribose
Panaudojamumas	Suprantamumas	Vartotojo pastangos, reikalingos programos loginio konteksto atpažinimui
	Išmokstamumas	Vartotojo pastangos, reikalingos siekiant išmokti dirbti su programa
	Veikimas	Vartotojo pastangos, reikalingos programos operacijų atlikimui bei jų valdymui
Efektyvumas	Laiko naudojimas	Programos atsako bei veikimo laikai
	Resursų naudojimas	Programos naudojamų resursų apimtis bei jų panaudojimo trukmė
Palaikomumas	Analizuojamumas	Pastangų apimtis, reikalinga programų trūkumų

		arba defektų analizei, arba modifikuojamų programos dalių nustatymui
	Keičiamumas	Pastangų apimtis, reikalinga programos modifikacijoms, klaidų pašalinimui arba perėjimui prie kitos funkcionavimo aplinkos
	Stabilumas	Rizikos dydis susijęs su nenuspėjamu funkcionavimu po programos modifikacijų
	Testuojamumas	Pastangų apimtis, reikalinga atliekant programinės įrangos validavimą po modifikavimo
Pernešamumas	Prisitaikomumas	Programos galimybės prisitaikyti prie skirtingų funkcionavimo aplinkų
	Įdiegiamumas	Pastangos, reikalingos diegiant programinę įrangą nustatytoje funkcionavimo aplinkoje
	Atitikimas	Programinės įrangos atitikimas pernešamumo standartams ar susitarimams
	Pakeičiamumas	Galimybė panaudoti programinę įrangą vietoje kitos programinės įrangos jos funkcionavimo aplinkoje

Sistemos, įvertintos pagal šias charakteristikas, kokybė turėtų būti neprastesnė nei vidutinio lygmens.

5.2. Sistemos kokybės tyrimas

GSM/3G tinklo celių aprėpčių modelio įvertinimo sistemos kokybė buvo vertinama pagal 5.1. *Programinės įrangos kokybės vertinimo charakteristikos* skyriuje aprašytus ISO 9126 standarto kriterijus.

Sistemos kokybė vertinta jos eksploatacijos metu, remiantis sistemos kūrimo pradžioje iškeltais reikalavimais, stebint jos veikimą ir vartotojų darbą su sistema. Sistemos kokybę vertino užsakovas. Vertinimo skalė nuo 1 iki 10 (1-3 – žemas, 4-7 – vidutinis, 8-10 – aukštas).

GSM/3G tinklo celių aprėpčių modelio įvertinimo sistemos kokybės vertinimo rezultatai pateikiami 4 lentelėje.

4 lentelė. Sistemos kokybės vertinimas pagal ISO 9126 standartą

Funkcionalumas		
Subcharakteristika	Subcharakteristikos parametru aprašymas	Įvertinimas
Tinkamumas	Realizuotos visos reikalavimų specifikacijoje numatytos sistemos funkcijos	10
	Sistema atitinka visus surinktus funkcinis reikalavimus	10
	Sistema atitinka visus surinktus nefunkcinis reikalavimus	10
Tikslumas	Visi sistemoje vykdomi skaičiavimai yra teisingi	10
Bendradarbiavimas	Sistema ima duomenis iš kitų susijusių sistemų duomenų bazių	10
	Sistemos bendradarbiavimas su numatytais sistemomis lengvai konfigūruojamas	9
Atitikimas	Sistemos atliekamos funkcijos atitinka įmonės nuostatus	10
	Sistema nepažeidžia įstatymų	10
Apsauga	Sistema funkcionuoja tik po sėkmingos vartotojo autentifikacijos	9
	Sistemoje naudojami duomenys neprieinami tretiesiems asmenims	10
	Sistema nekeičia duomenų, paimtų iš susijusių sistemų	10
Bendras:		9,82
Patikimumas		
Subcharakteristika	Subcharakteristikos parametru aprašymas	Įvertinimas
Brandumas	Sistemoje nėra kritinių klaidų	9
Pakantumas klaidoms	Visos sistemos klaidos registruojamos, sistemos sutrikimai pranešami vartotojui	9
	Klaida, įvykus kurioje nors sistemos dalyje arba vartotojo sąsajoje, neapriboja galimybių naudotis likusia sistemos dalimi	9
Atstatomumas	Sistemai sutrikus, jos atstatymo laikas yra ne ilgesnis nei 1 val.	8
Bendras:		8,75
Panaudojamumas		
Subcharakteristika	Subcharakteristikos parametru aprašymas	Įvertinimas
Suprantamumas	Vartotojo sąsaja yra intuityvi	9
	Sistemoje pateikiami paaiškinimai	8

Išmokstamumas	Susipažinimas su vartotojo sąsaja ir sistemos funkcijomis užtrunka iki 1 val. laiko	9
	Sistema turi detalų vartotojo vadovą	10
Veikimas	Vartotojo sąsaja realizuota pagal įmonės dizaino šabloną, kuris jau yra įprastas	10
	Vartotojui pateikiami pranešimai apie sėkmingai ir nesėkmingai atliktus veiksmus	8
Bendras:		9
Efektyvumas		
Subcharakteristika	Subcharakteristikos parametrų aprašymas	Įvertinimas
Laiko naudojimas	Vartotojo sąsajos užkrovimo laikas yra mažiau nei 1 sekundė	10
	Sistema greitai susidoroja su duomenų surinkimu, analizavimu ir rezultatų sugrupavimu	5
Resursų naudojimas	Normalus sistemos naudojimas reikalauja nedaug sistemos resursų	6
Bendras:		7
Palaikomumas		
Subcharakteristika	Subcharakteristikos parametrų aprašymas	Įvertinimas
Analizuojamumas	Visos sistemos funkcijos yra tiksliai dokumentuotos	9
	Prie visų klaidų pranešimų pateikiama informacija, kurioje vietoje ji įvyko	8
Keičiamumas	Dalį sistemos veikimo galima keisti per konfigūracijos failą	8
	Galima keisti sistemą neturint sistemos kūrėjo žinių	6
Stabilumas	Pakeitimai viename sistemos modulyje neiššaukia pakeitimų ar klaidų kitame modulyje	5
Testuojamumas	Automatiniai sistemos testai apima didžiąją dalį sistemos funkcijų	10
	Sistema nereikalauja specialios aplinkos sukongūravimo ir paleidimo prieš pradėdant jos testavimą	7
Bendras:		7,57
Pernešamumas		
Subcharakteristika	Subcharakteristikos parametrų aprašymas	Įvertinimas
Prisitaikomumas	Sistema gali būti naudojama įvairiose operacinėse sistemose	10
	Sistema galima naudotis su bet kuria interneto naršykle	10
Įdiegiamumas	Paprastas sistemos įdiegimas	10

	Paprastas sistemos parametrų konfigūravimas	8
Atitikimas	Naudojami standartiniai protokolai duomenų mainams sistemos viduje	10
Pakeičiamumas	Dalis sistemos funkcijų gali būti pritaikomos kituose panašiuose sprendimuose	7
Bendras:		9,17
Galutinis įvertinimas:		8,55

Iš aukščiau pateiktos lentelės matoma, kad GSM/3G tinklo celių aprėpčių modelio įvertinimo sistemos kokybė įvertinta 8,55 balo. Galima daryti išvadą, kad sistemos kokybė yra aukštesnė už vidutinišką ir atitinka jai iškeltus reikalavimus.

Analizuojant kiekvienos charakteristikos rezultatus, galima matyti, kad blogiausiai įvertinta *efektyvumo* charakteristika. Taip yra dėl lėto sistemos veikimo apdorojant didelį duomenų kiekį (kuo ilgesnis laiko intervalas pasirenkamas, tuo sistema apdoroja daugiau duomenų, tuo ji lėčiau dirba).

Kita žemesniu balu įvertinta charakteristika yra *palaikomumas*. Dalis sistemos funkcijų yra „surištos“, kitaip sakant, pakeitimai vienoje sistemos dalyje reikalauja pakeitimų kitoje. Dėl šios priežasties *stabilumo* subcharakteristika buvo įvertinta tik 5 balais.

5.3. Apibendrinimas

GSM/3G tinklo celių aprėpčių modelio įvertinimo sistemos kokybės vertinimas buvo atliekamas pagal šias pagrindines ISO 9126 standarto charakteristikas: funkcionalumą, patikimumą, panaudojamumą, efektyvumą, palaikomumą ir pernešamumą.

Atliekant sistemos kokybės vertinimą, žemesniais balais įvertintos efektyvumo ir palaikomumo charakteristikos.

GSM/3G tinklo celių aprėpčių modelio įvertinimo sistemos kokybė įvertinta 8,55 balo. Galima daryti išvadą, kad sistemos kokybė yra aukštesnė už vidutinišką ir atitinka jai iškeltus reikalavimus.

6. GSM/3G TINKLO CELIŲ APRĖPČIŲ MODELIO ĮVERTINIMO SISTEMOS EKSPERIMENTINIS TYRIMAS

Šioje dalyje aprašomas sukurtos ir įdiegtos programinės įrangos – GSM/3G tinklo celių aprėpčių modelio įvertinimo sistemos – eksperimentinis tyrimas, pateikiami svarbiausi jo rezultatai.

6.1. Tikslas

Šiame darbe atlikto GSM/3G tinklo celių aprėpčių modelio įvertinimo sistemos eksperimentinio tyrimo tikslai:

- ⇒ Sulyginti dviejų mobiliojo ryšio operatorių, naudojančių skirtingą GSM/3G tinklo celių aprėpčių modelio skaičiavimo metodiką, vietos nustatymo klaidingus atvejus.
- ⇒ Įvertinti, kurio mobiliojo ryšio operatoriaus naudojama GSM/3G tinklo celių aprėpčių modelio skaičiavimo metodika yra patikimesnė vietos nustatymui, paremtam Cell-ID metodu.

6.2. Tyrimo metodika

GSM/3G tinklo celių aprėpčių modelio įvertinimo sistema buvo pritaikyta analizuoti vietos nustatymo duomenis skirtinguose mobiliojo ryšio tinkluose.

Eksperimentinis tyrimas buvo atliktas naudojant dviejų mobiliojo ryšio operatorių vietos nustatymo GSM/3G tinkle duomenis.

Kadangi sistema įdiegta užsakovo, teikiančio vietos nustatymo per GSM/3G tinklą paslaugas, įmonėje ir naudoja realius duomenis, šiame darbe pateikiamas ribotas informacijos kiekis, kad nebūtų pažeistas konfidencialumas tarp užsakovo ir mobiliojo ryšio operatorių.

Eksperimentiniam tyrimui atlikti buvo naudojami tokie eksperimentiniai atvejai:

- ⇒ Nepatekusių į GSM/3G tinklo celės aprėptį GPS pozicijų skaičius – rezultatai grupuojami pagal GSM/3G tinklo celei tenkantį turėjusių patekti, bet nepatekusių, į GSM/3G tinklo celės aprėptį GPS pozicijų skaičių.
- ⇒ Didžiausias atstumas nuo klaidingai nustatytos GSM/3G tinklo celės – rezultatai grupuojami pagal didžiausią atstumą nuo nustatytos GSM/3G tinklo celės ribos iki

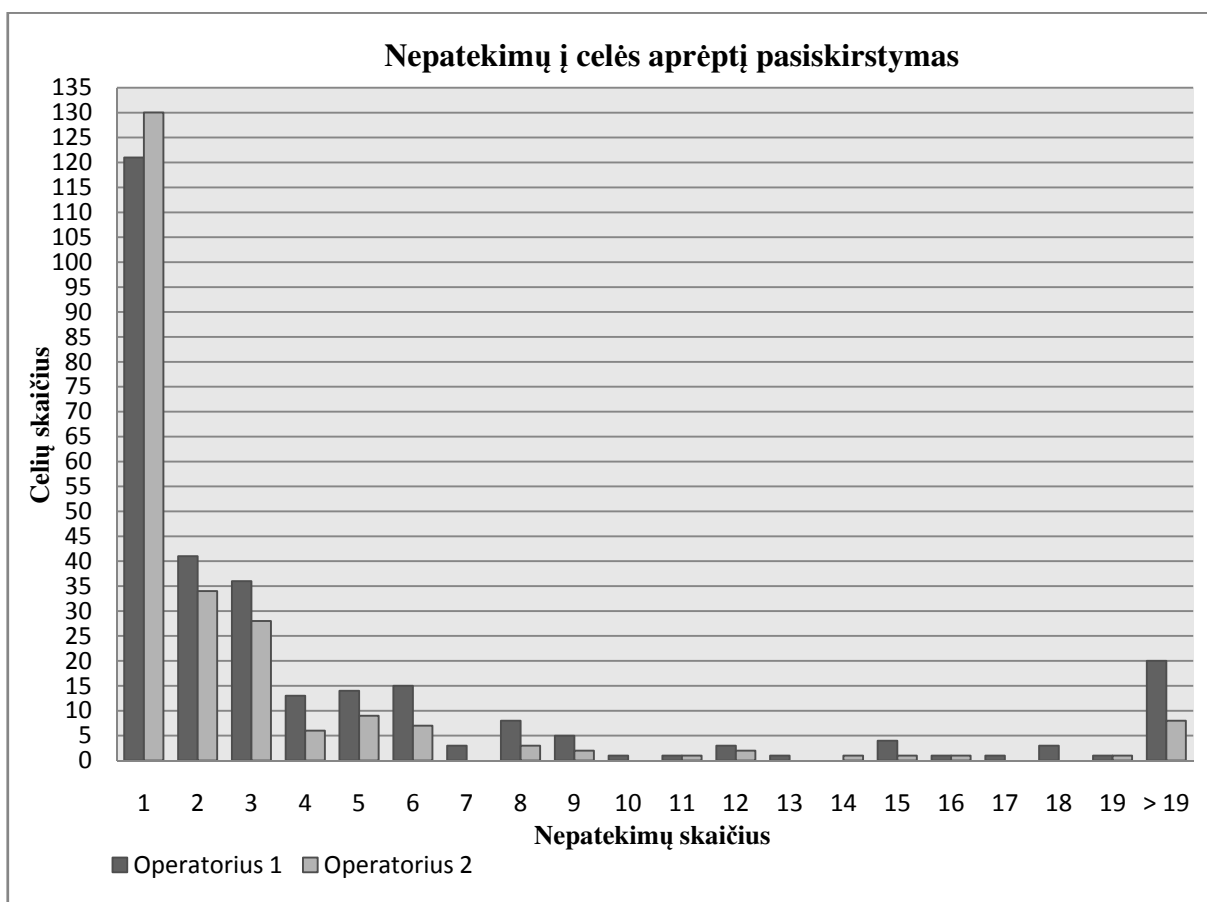
nepatekusios, bet turėjusios patekti, GPS pozicijos.

Siekiant, kad eksperimentinio tyrimo rezultatai būtų patikimi, jo atlikimui abiem mobiliojo ryšio operatoriams buvo sudarytos tokios sąlygos:

- ⇒ Į 10 automobilių, važinėjančių po visą Lietuvą, buvo įmontuoti TrimTrac įrenginiai, siunčiantys GSM/3G ir GPS pozicionavimo duomenis: 5 įrenginiai priklausantys vienam mobiliojo ryšio operatoriui, likę 5 – kitam.
- ⇒ Pasirinktas ~3 mėnesių vietos nustatymo duomenų analizavimo laikotarpis.
- ⇒ Buvo imamas vienodas tikrintų GSM/3G tinklo celių skaičius (539 celės).

6.3. Nepatekusių į GSM/3G tinklo celės aprėptį GPS pozicijų skaičius

Šiame darbe atlikto eksperimentinio tyrimo metu gautų nepatekusių į GSM/3G tinklo celės aprėptį GPS pozicijų skaičiaus pasiskirstymas dviejų mobiliojo ryšio operatorių atžvilgiu vaizduojamas 27 pav.



27 pav. Nepatekusių į GSM/3G tinklo celės aprėptį GPS pozicijų skaičiaus pasiskirstymas

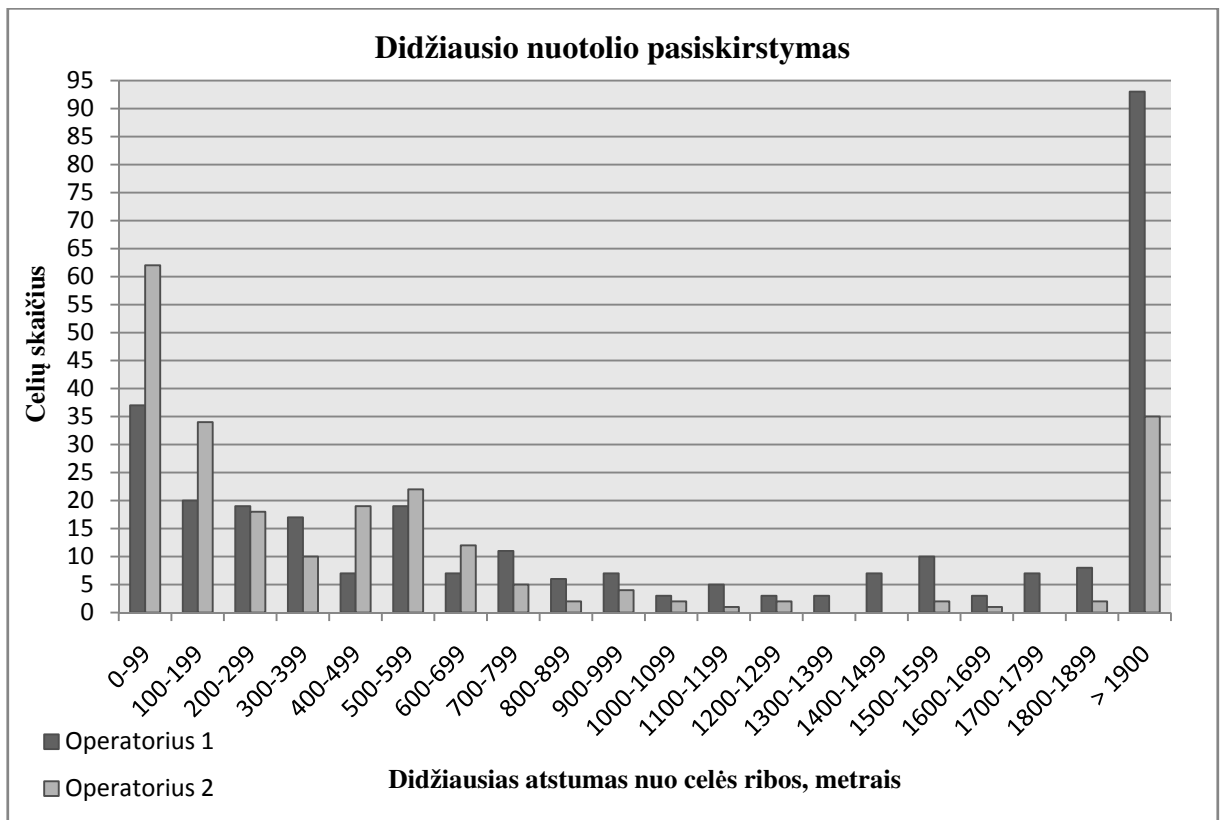
Vertinant 27 pav. pateiktus eksperimentinio tyrimo rezultatus, galima teigti, kad *Operatorius 2* naudoja tinkamesnę vietos nustatymui GSM/3G tinklo celių aprėptį modelio skaičiavimo metodiką, kadangi GSM/3G tinklo celių aprėptys yra apskaičiuotos tiksliau nei *Operatoriaus 1*.

27 pav. pateiktoje diagramoje matyti, kad atvejų, kai į GSM/3G tinklo celės aprėptį GPS pozicijos nepateko po vieną kartą, yra daugiau *Operatoriaus 2* tinkle. Tačiau, vertinant didesnę nepatekimų į GSM/3G tinklo celių aprėptis GPS pozicijų skaičių, galima pastebėti, kad *Operatoriaus 2* tinkle nepatekimų skaičius yra žymiai mažesnis nei *Operatoriaus 1*. Tai parodo, kad *Operatorius 2* tiksliau apskaičiuoja GSM/3G tinklo celių aprėptis.

Atlikus nepatekusių į GSM/3G tinklo celės aprėptį GPS pozicijų skaičiaus eksperimentinį tyrimą, paaiškėjo, kad *Operatoriaus 2* nepatekimų į GSM/3G tinklo celės aprėptį GPS pozicijų skaičiaus pasiskirstymas yra 19,86% geresnis nei *Operatoriaus 1*. Taigi, vertinant 27 pav. pateiktus eksperimentinio tyrimo rezultatus, galima daryti išvadą, kad *Operatorius 2* naudoja tinkamesnę vietos nustatymui GSM/3G tinklo celių aprėptį modelio skaičiavimo metodiką.

6.4. Didžiausias atstumas nuo klaidingai nustatytos GSM/3G tinklo celės

Šiame darbe atlikto eksperimentinio tyrimo rezultatai 28 pav. grupuojami pagal didžiausią atstumą nuo GSM/3G tinklo celės ribos iki nepatekusios, bet turėjusios patekti, kitaip sakant, klaidingos, GPS pozicijos. 28 pav. didžiausio atstumo nuo GSM/3G tinklo celės ribos rezultatai grupuojami kas 100 metrų, iš viso į 20 grupių (paskutinė grupė talpina visus likusius rezultatus).



28 pav. Didžiausio atstumo nuo klaidingai nustatytos GSM/3G tinklo celės pasiskirstymas

28 pav. pateiktoje diagramoje matyti, kad *Operatoriaus 2* klaidingai nustatytų GSM/3G tinklo celių skaičius yra didesnis ten, kur didžiausias atstumas nuo celės ribos iki tolimiausios nepatekusios į GSM/3G tinklo celės aprėptį GPS pozicijos yra sąlyginai mažas. Tuo tarpu, *Operatoriaus 1* klaidingai nustatytų GSM/3G tinklo celių skaičius yra didesnis ten, kur didžiausias atstumas nuo celės ribos iki tolimiausios nepatekusios į GSM/3G tinklo celės aprėptį GPS pozicijos yra sąlyginai didelis. *Operatoriaus 1* klaidingai nustatytų GSM/3G tinklo celių skaičius, kur didžiausias atstumas nuo celės ribos iki tolimiausios nepatekusios į GSM/3G tinklo celės aprėptį GPS pozicijos yra didžiausias, yra 2,7 karto didesnis nei *Operatoriaus 2*. Vertinant 28 pav. pavaizduotus eksperimentinio tyrimo rezultatus, galima pastebėti, kad kuo labiau didžiausias atstumas nuo klaidingai nustatytos GSM/3G tinklo celės didėja, tuo *Operatoriaus 2* klaidingai nustatytų GSM/3G tinklo celių skaičius mažėja. Taigi, galima teigti, kad *Operatoriaus 2* atstumai nuo GSM/3G tinklo celės ribos iki objekto yra su daug mažesne paklaida nei *Operatoriaus 1*. Atlikus skaičiavimus paaiškėjo, kad *Operatoriaus 2* didžiausio atstumo nuo GSM/3G tinklo celės ribos iki tolimiausios nepatekusios į GSM/3G tinklo celės aprėptį GPS pozicijos pasiskirstymas yra 20,21% geresnis nei *Operatoriaus 1*.

6.5. Eksperimentinio tyrimo rezultatų apibendrinimas

Šiame darbe atlikto eksperimentinio tyrimo metu buvo sulyginami dviejų mobiliojo ryšio operatorių, naudojančių skirtingą GSM/3G tinklo celių aprėpčių modelio skaičiavimo metodiką, vietos nustatymo dviejų tipų klaidingi atvejai: 1) nepatekusių į GSM/3G tinklo celės aprėptį GPS pozicijų skaičius ir 2) didžiausias atstumas nuo klaidingai nustatytos GSM/3G tinklo celės.

Eksperimentinio tyrimo rezultatai parodė, kad, vertinant abiejų tipų klaidingus vietos nustatymo atvejus, *Operatorius 2* naudoja apytiksliai 20 procentų tikslesnę vietos nustatymui GSM/3G tinklo celių aprėpčių modelio skaičiavimo metodiką.

7. DARBO REZULTATAI IR IŠVADOS

1. Atlikta vietos nustatymo Cell-ID metodu esamų sprendimų analizė parodė, kad GSM/3G tinklo celių aprėpčių teritorijų skaičiavimo modeliai yra netikslūs. Todėl operatoriai yra suinteresuoti gauti vietos nustatymo paklaidų įvertinimą.
2. Sudaryta GSM/3G tinklo celių aprėpčių modelio įvertinimo metodika, pagrįsta celių aprėpčių patikrinimu naudojant GPS sistemos duomenis. Pažymėtina, kad metodikoje naudojami vietos duomenų gavimo iš GSM/3G tinklo operatorių laikai nesutampa su pozicijų nustatymu GPS pagalba, o stebimi objektai juda.
3. Remiantis aprėpčių modelio įvertinimo metodika sukurta GSM/3G tinklo celių aprėpčių modelio įvertinimo programinė įranga ir atliktas jos kokybės tyrimas. Programinės įrangos kokybė įvertinta 8,55 balo.
4. Sukurta programinė įranga išbandyta realiomis sąlygomis ir gauti vietos nustatymo paklaidų skirstiniai. Eksperimentinio tyrimo rezultatai parodė, kad, vertinant dviejų tipų klaidingus atvejus: 1) nepatekusių į GSM/3G tinklo celės aprėptį GPS pozicijų skaičių ir 2) didžiausią atstumą nuo klaidingai nustatytos GSM/3G tinklo celės, kai kurie operatoriai užtikrina iki 20 procentų tikslesnę vietos nustatymo paklaidą GSM/3G tinklo celių aprėpčių atžvilgiu.
5. GSM/3G tinklo celių aprėpčių modelio įvertinimo sistema įdiegta įmonėje. Gauta įdiegimo pažyma.

8. LITERATŪRA

- [1] Statistikos Departamentas prie LR Vyriausybės, *Lietuvos statistikos metraštis 2008*, Vilnius, 2008.
- [2] Statistikos Departamentas prie LR Vyriausybės, *Informacinės technologijos Lietuvoje 2008*, Vilnius, 2008.
- [3] Statistikos Departamentas prie LR Vyriausybės, *Transportas ir ryšiai 2007*, Vilnius, 2008.
- [4] Lietuvos Respublikos Ryšių reguliavimo tarnyba, *Apžvalga pagal elektroninių ryšių operatorių ir paslaugų teikėjų pateiktą informaciją už 2008 metus*, Vilnius, 2009.
- [5] Lietuvos Respublikos Ryšių reguliavimo tarnyba, *Lietuvos ryšių sektorius 2007*, Vilnius, 2007.
- [6] *LBS Temperature Meter 2008* [žiūrėta 2008.12.01]. Prieiga per internetą: <http://www.lbsinsight.com/filearchive/1/1099/LBS%20Insight%20Survey%202008.pdf>.
- [7] *Location Based Services: Industry Research Whitepaper* [žiūrėta 2008.12.01]. Prieiga per internetą: <http://www.lbsinsight.com>.
- [8] Belic. D., *ABI Research: Location based services set for growth in Asia and Europe*, 2008 [žiūrėta 2008.11.05]. Prieiga per internetą: <http://www.intomobile.com/2008/07/13/abi-research-location-based-services-set-for-growth-in-asia-and-europe.html>.
- [9] Deblauwe, N., Ruppel, P., *Combining GPS and GSM Cell-ID positioning for Proactive Location-based Services*, 2007. Prieiga per KTU prenumeruojamą IEEE Xpore duomenų bazę.
- [10] Ficek. M., Dufkova. K., Danihelka. J., ir kt., *SS7Tracker – Active GSM Cell-ID Tracking*, 2008 [žiūrėta 2008.12.01]. Prieiga per internetą: http://www2.parc.com/isl/projects/MELT08/ProgramSlides/main1_2_Michal_Ficek.pt.pdf
- [11] Reyero, L., Delisle, Y. Gilles, *Positioning technologies for implementation of the always best located algorithm*, 2008. Prieiga per KTU prenumeruojamą IEEE Xpore duomenų bazę.
- [12] Chang Shwu-Jing, Ho Ming-Hau, *Mobile Positioning with AGPS In Urban Areas*, Taiwan, 2005. Prieiga per KTU prenumeruojamą IEEE Xpore duomenų bazę.
- [13] Kunczier, H., Anegg H., *Enhanced Cell ID based Terminal Location for Urban Area Location Based Applications*, Austria, 2004. Prieiga per KTU prenumeruojamą IEEE

Xpore duomenų bazę.

- [14] Pushpa K., Nanda Kishore Ch. and Yoganandam Y., *Estimation of Frequency Offset, Cell ID and CP Length in OFDMA mode of WMAN*, India, 2008. Prieiga per KTU prenumeruojamą IEEE Xpore duomenų bazę.
- [15] Ionescu M., Stanescu E., Halunga S., *Cell-ID positioning method for virtual tour guides travel services*, Romunia, 2007. Prieiga per KTU prenumeruojamą IEEE Xpore duomenų bazę.
- [16] LaMarca A., de Lara E., *Location Systems: an Introduction to the Technology behind Location Awareness*, 2008. Prieiga per KTU prenumeruojamą IEEE Xpore duomenų bazę.
- [17] Talberg E., *Positioning with Cell ID*, Norway, 2006. Prieiga per KTU prenumeruojamą IEEE Xpore duomenų bazę.
- [18] Prieiga per internetą: <<http://www.cellular-expert.com/>>
- [19] UAB „Mobiliųjų sprendimų centras“ vidaus dokumentai.
- [20] Neward T., *Server-Based Java Programming*, USA, 2000.
- [21] Jackson M., *Pure JSP -- Java Server Pages: A Code-Intensive*, 2001. Prieiga per internetą:
<[http://www.jacksonworkbench.co.uk/resources/JSP%20in%20Perspective%20\(MJ%202001\).pdf](http://www.jacksonworkbench.co.uk/resources/JSP%20in%20Perspective%20(MJ%202001).pdf)>
- [22] Prieiga per internetą: <<http://en.wikipedia.org/wiki/WGS84>>
- [23] Prieiga per internetą: <www.ulb.ac.be/di/issi/fgeurts/gl/volere.pdf>
- [24] Prieiga per internetą: <<http://www.systemsguild.com/GuildSite/Robs/Template.html>>
- [25] *ISO 9126: The Standard of Reference*. [Žiūrėta 2009.04.30] Prieiga per internetą:
<<http://www.cse.dcu.ie/essiscope/sm2/9126ref.html>>
- [26] Motiejūnas K., *Paskaitos medžiaga*. [žiūrėta 2009 04 30]. Prieiga per internetą:
<http://proin.ktu.lt/~virga/mag_atmintine/3sem/apie_iso_9126_kokybes_standartus.ppt>

9. TERMINŲ IR SANTRUMPŲ ŽODYNAS

3G – trečios kartos mobiliojo ryšio technologija (kitai dar UMTS).

A-GPS – (*angl. Assisted Global Positioning System*) GPS sistema su pagalbiniais signalais iš GSM bazinių stočių.

AMPS – (*angl. Advanced Mobile Phone Service*) patobulinto mobiliojo ryšio tarnyba, kuri dar ir dabar naudojama atskirose visų žemynų šalyse.

AOA – (*angl. Angle of Arrival*) priėmimo kampas.

Celė – korinio ryšio tinklo bazinės stoties aprėpties teritorija.

Cell-ID – (*angl. Cell Identity*) celės identifikatorius.

Cell-ID+TA – (*angl. Cell Identification + Timing Advance*) celės identifikatorius + išankstinis laiko nustatymas.

E-CID – (*angl. Enhanced Cell-ID*) patobulintas celės identifikatorius.

E-OTD – (*angl. Enhanced Observed Time Difference*) patobulintas stebimo laiko skirtumas.

EDGE – (*angl. Enhanced Data rates for GSM Evolution*) dar kitaip vadinama EGPRS (*angl. enhanced GPRS*). Tai GPRS technologija, naudojanti modernesnę duomenų suspaudimo bei klaidų apdorojimo algoritmą. Maksimalus EDGE duomenų pralaidumas yra 236,8 kbps.

Galileo (arba **Galileo globali navigacinė sistema**) – palydovinė navigacinė sistema, kuriama Europos palydovinės navigacijos industrijos, konsorciumo, kurį sudaro kompanijos: Alcatel, Thales, Finmeccanica, EADS Astrium ir Galileo Sistemas y Servicios. Sistema kuriama Europos sąjungos ir Europos kosminės agentūros užsakymu kaip alternatyvi sistema JAV GPS ir Rusijos GLONASS sistemoms.

GPRS – (*angl. General Packet Radio Service*) paketinio duomenų perdavimo technologija

GPS – (*angl. Global Positioning System*) visuotinė padėties nustatymo sistema. Šiuo metu tai vienintelė pilnai funkcionuojanti globali palydovinė navigacijos sistema.

GSM – (*angl. Global System for Mobile communications*) korinio ryšio tinklas (antros kartos mobiliojo ryšio technologija).

GSM pozicija – vietos nustatymas per GSM/3G tinklą. Iš mobiliojo ryšio operatoriaus duomenų bazės gaunamos celės centro koordinatės (x, y) LKS-92 koordinačių sistemoje ir celės spindulys (r) metrais.

HTML – (*angl. Hypertext Markup Language*) hiperteksto žymėjimo kalba – tai kompiuterinė žymėjimo kalba, naudojama pateikti turinį internete. Kalbą standartizuoja W3 konsorciumas.

JSP – (*angl. JavaServer Pages*) dinaminiai puslapiai integruojantys Java kodą.

Koordinatės – ilgumos ir platumos taškai (x ir y).

LBS – (*angl. Location-Based Service*) pozicionavimu pagrįstos paslaugos. Šis terminas apima sistemas, kurios apjungia tradicines paslaugas su vartotojo pozicijos nustatymu.

LKS-92 – Baltijos koordinacių sistema.

LMDS – (*angl. Local Multipoint Distribution System*) vietinė daugiataškio paskirstymo sistema

MMDS – (*angl. Multichannel Multipoint Distribution Service*) MDTV mikrobanginė daugiakanalė televizija – mišrus produktas tarp skaitmeninės palydovinės ir skaitmeninės antžeminės televizijos. Tai išimtinai tik Europoje egzistuojantis skaitmeninės televizijos perdavimo būdas.

NMT – (*angl. Nordic Mobile Telephone*) šiaurės šalių mobiliojo ryšio sistema.

PA – panaudojimo atvejis.

Point to Multipoint – bevieliai daugiataškiai tinklai.

Pozicionavimas – objekto buvimo vietos nustatymas.

Spindulys – apskritimo spindulys metrais (R). Apskritimo spindulys – atkarpa, jungianti apskritimo centrą su bet kuriuo jo tašku.

TETRA – (*angl. TERrestrial TRunked RADio*) skaitmeninio kamieninio ryšio standartas yra radio ryšio dalis, kuris pritaiko skaitmeninę TDMA (*angl. Time Division Multiple Access*) technologiją. Šis standartas yra pastovus ir atviras, kurį patvirtino Europos telekomunikacijų standartų institutas (ETSI).

UML – (*angl. Unified Modeling Language*) suvienyta modeliavimo kalba, leidžianti vizualiai modeliuoti programinę įrangą.

UMTS – (*angl. Universal Mobile Telecommunications System*). Jo veikimo principai skiriasi nuo GSM ryšio tinklo. Teoriškai UMTS tinklas duomenis vienu ryšio kanalu gali perduoti iki 11 Mbps, tačiau realiai įdiegti tinklai teikia 384 kbps susijungimo greitį.

Vartotojas – sistemos vartotojas, kuris dirba su sistema.

XML – (*angl. eXtensible Markup Language*) išplėstinė žymių kalba – duomenų formatas struktūrizuotų dokumentų keitimuisi tinkle.

WEB – (*angl. World Wide Web*) žiniatinklis.

WGS 84 – (*angl. World Geodetic System*) pasaulinė geodetinė sistema, 1984m.

Wi-Fi – (*angl. Wireless Fidelity*) plačiajuostės radijo ryšio įrangos standartas, skirtas diegti bevelius vietinius tinklus.

WiMAX – (*angl. Worldwide Interoperability Microwave Access*) yra bevelio ryšio technologija, kuri leidžia sparčiai perduoti duomenis dideliais atstumais. WiMAX sukurta remiantis tais pačiais principais, kaip ir Wi-Fi, tačiau WiMAX techninės charakteristikos yra

kur kas pranašesnės. Ši technologija gali suteikti bevielio ryšio prieigą keliasdešimt kilometrų spinduliu nuo ryšio stotelės arba pasiekti iki 70 megabitų per sekundę greitį.

WLL – (*angl. Wireless Local Loop*) vietinės ryšio linijos.

10. PRIEDAI

A PRIEDAS: Programų sistemos perdavimo ir aprobavimo aktas

B PRIEDAS: LR Ryšių reguliavimo tarnybos duomenys apie judriojo (mobiliojo) telefono ryšio operatorių bazines stotis

C PRIEDAS: Funkciniai reikalavimai

PROGRAMŲ SISTEMOS PERDAVIMO IR APROBAVIMO AKTAS

200 9 m. sausio 05 d.
Kaunas

Programų sistemos pavadinimas **GSM/3G tinklo celių aprėpčių modelio įvertinimo sistema**

Kūrinio sukūrimo data 200 8 m. gruodžio 15 d.

Kūrinio įteikimo UŽSAKOVUI data 200 9 m. sausio 05 d.

Užsakovo arba trečiojo asmens Kūrinio aprobavimo rezultatas:

Sukurta ir įdiegta GSM/3G tinklo celių aprėpčių modelio įvertinimo programinė įranga.
Kūrinys aprobuotas UAB Mobilijų sprendimų centre 2009 m. sausio 05 d.

Kūrinio aprobavimo data 200 9 m. sausio 05 d.

Kūrinį aprobavo	UAB Mobilijų sprendimų centras	
	vardas, pavardė	parašas
	Vidmantas Liutkauskas	

Kūrinio originalo saugotojas - UAB Mobilijų sprendimų centras

AUTORIUS

UŽSAKOVAS

Neringa Rigertaitė

(vardas, pavardė)
(parašas)

(parašas)

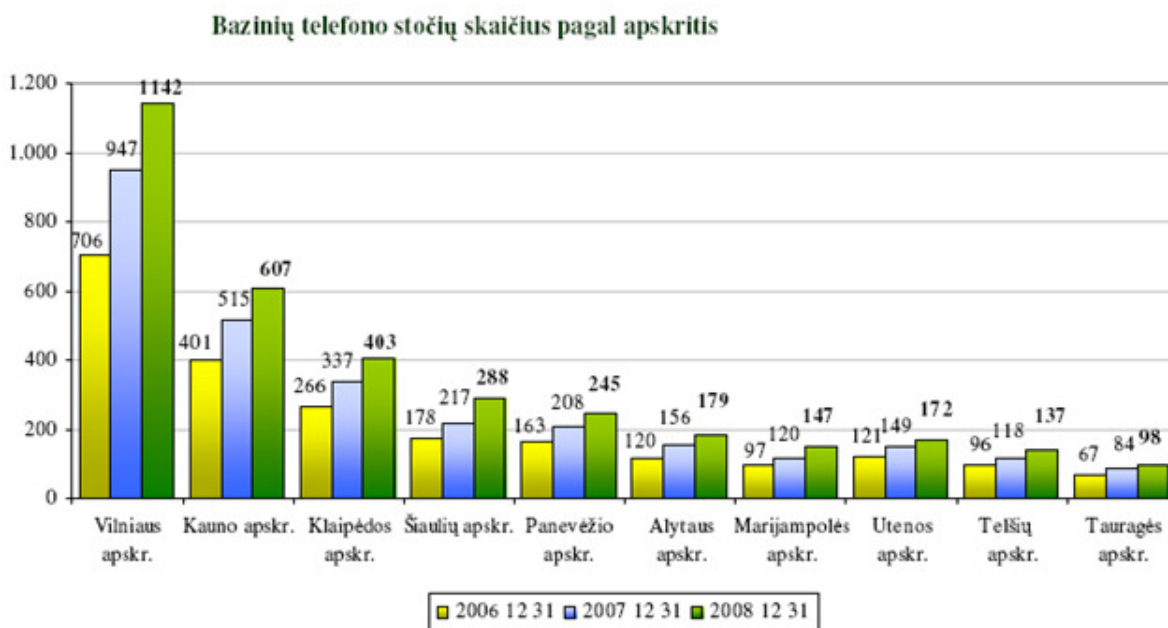
Vidmantas Liutkauskas

(vardas, pavardė)

A.V.

LR Ryšių reguliavimo tarnybos duomenys apie judriojo (mobiliojo) telefono ryšio operatorių bazines stotis

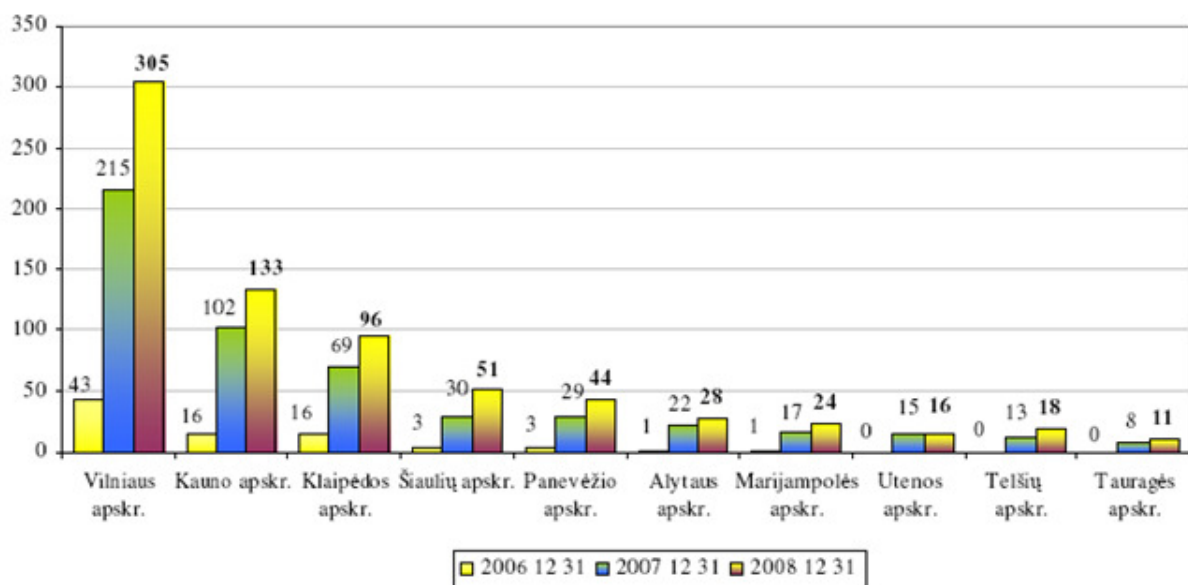
2008 metais veiklą vykdė 3 viešojo judriojo telefono ryšio operatoriai, turintys savo tinklą (UAB „Omnitel“, UAB „Bitė Lietuva“, UAB „Tele2“). Bendras šių operatorių bazinių stočių skaičius (įskaitant GSM - 900, DCS – 1800, UMTS bazines stotis) 2008 metų pabaigoje buvo 3418², per metus stočių skaičius išaugo 19,9% (567 stotimis). Daugiausia bazinių stočių yra įrengta Vilniaus apskrityje (1142 stotys), mažiausiai – Tauragės apskrityje (98 stotys). Iki 2008 metų pabaigos buvo įrengtos 2234 GSM-900, 458 DCS-1800 stotys, 726 UMTS bazinių stočių.



Iki 2008 metų pabaigos Ryšių reguliavimo tarnyboje užregistruota 726 UMTS bazinių stočių (per metus jų skaičius išaugo 39,6%).

² - LR Ryšių reguliavimo tarnyboje užregistruotų bazinių stočių skaičius

UMTS bazinių telefono stočių skaičius pagal apskritis



Duomenų šaltinis: Lietuvos Respublikos Ryšių reguliavimo tarnyba, *Apžvalga pagal elektroninių ryšių operatorių ir paslaugų teikėjų pateiktą informaciją už 2008 metus*, Vilnius, 2009.

Funkciniai reikalavimai

Reikalavimas #:	1	Reikalavimo tipas:	F	Įvykis/panaudojimo atvejis #:	1
Aprašymas:	Vartotojui leidžiama pasirinkti laikotarpio intervalą, kuriame bus atliekamas GSM/3G tinklo celių aprėpčių tikrinimas.				
Pagrindimas:	Norint, kad tikrinimo rezultatai būtų kuo išsamesni, reikalinga imti tam tikro laikotarpio duomenis. Kuo ilgesnis laikotarpis, tuo daugiau duomenų prikaupta, kas leidžia geriau išanalizuoti esamą situaciją.				
Šaltinis:	Sistemos analitikas				
Tikimo kriterijus:	Galima pasirinkti analizavimo laikotarpio pradžios ir pabaigos datas.				
Užsakovo tenkinimas:	5	Užsakovo netenkinimas:			5
Priklausomybės	Nėra	Konfliktai:			Nėra
Papildoma medžiaga:	-				
Istorija:	Užregistruotas 2006-10-09				

Reikalavimas #:	2	Reikalavimo tipas:	F	Įvykis/panaudojimo atvejis #:	1
Aprašymas:	Vartotojui leidžiama pasirinkti rezultatų grupavimo parametrus: matavimo vienetus, grupavimo intervalą ir grupių skaičių.				
Pagrindimas:	Tikslinga rezultatus suskirstyti į grupes pagal tam tikrus kriterijus. Vienu atveju, norima pasižiūrėti, kokiose GSM/3G tinklo celėse daugiausiai neatitikimų, kitu atveju, norima pasižiūrėti, kokie maksimalūs neatitikimų atstumai ir pan.				
Šaltinis:	Užsakovas				
Tikimo kriterijus:	Sistema leidžia pasirinkti matavimo vienetus, pagal kuriuos rezultatai grupuojami į grupes, grupių skaičių ir grupių intervalą. Jei įvedama neleistina informacija, sistema išveda pranešimą vartotojui apie netinkamai įvestą reikšmę.				
Užsakovo tenkinimas:	4	Užsakovo netenkinimas:			5
Priklausomybės	Nėra	Konfliktai:			Nėra
Papildoma medžiaga:	-				
Istorija:	Užregistruotas 2006-10-09				

Reikalavimas #:	3	Reikalavimo tipas:	F	Įvykis/panaudojimo atvejis #:	2
Aprašymas:	Sistema turi surinkti visus GSM pozicionavimo įrašus visiems nustatytiems įrenginiams pagal vartotojo nurodytą laikotarpį.				
Pagrindimas:	Tam, kad būtų tikrinamos GSM/3G tinklo celės, reikia turėti GSM pozicionavimo duomenis. Duomenys imami iš vietos nustatymo per GSM/3G tinklą PĮ duomenų bazės.				
Šaltinis:	Sistemos analitikas				
Tikimo kriterijus:	Gaunami visų įrenginių per vartotojo nurodytą laikotarpį visi GSM pozicionavimo įrašai. Nepavykus prisijungti prie vietos nustatymo per GSM/3G tinklą PĮ duomenų bazės, pranešama vartotojui bei įrašoma į žurnalinę bylą (<i>angl. log file</i>).				
Užsakovo tenkinimas:	5	Užsakovo netenkinimas:			5
Priklausomybės	1	Konfliktai:			Nėra
Papildoma medžiaga:	-				
Istorija:	Užregistruotas 2006-10-09				

Reikalavimas #:	4	Reikalavimo tipas:	F	Įvykis/panaudojimo atvejis #:	3
Aprašymas:	Sistema turi surinkti visus reikiamus GPS pozicijų įrašus pagal surinktus GSM pozicijų įrašus.				
Pagrindimas:	GSM/3G tinklo celės tikrinamos pagal GPS pozicijas, tad tikslinga išrinkti tik to paties įrenginio tuo pačiu momentu užfiksuotas GPS pozicijas. Duomenys imami iš GPS pozicionavimo PĮ duomenų bazės.				
Šaltinis:	Sistemos analitikas				
Tikimo kriterijus:	Surenkamos visos reikalingos GPS pozicijos. Jei GSM/3G tinklo celei nerasta nė viena artimiausia pozicija – įrašoma į žurnalinę bylą (<i>angl. log file</i>). Nepavykus prisijungti prie GPS pozicionavimo PĮ duomenų bazės, pranešama vartotojui bei įrašoma į žurnalinę bylą (<i>angl. log file</i>).				
Užsakovo tenkinimas:	5	Užsakovo netenkinimas:			5
Priklausomybės	3	Konfliktai:			Nėra
Papildoma medžiaga:	-				
Istorija:	Užregistruotas 2006-10-09				

Reikalavimas #:	5	Reikalavimo tipas:	F	Įvykis/panaudojimo atvejis #:	4
Aprašymas:	GPS pozicijų koordinatės turi būti LKS-92 koordinatinių sistemoje.				
Pagrindimas:	Vietos nustatymo per GSM/3G tinklą PĮ fiksuoja GSM pozicijas LKS-92 koordinatinių sistemoje, žemėlapis taip pat yra susietas su LKS-92 koordinatinių sistema. GPS pozicionavimo PĮ GPS pozicijas fiksuoja WGS 84 koordinatinių sistemoje, todėl jas reikia konvertuoti į LKS-92 koordinatinių sistemą.				
Šaltinis:	Sistemos analitikas				
Tikimo kriterijus:	GPS pozicijos LKS-92 koordinatinių sistemoje.				
Užsakovo tenkinimas:	5	Užsakovo netenkinimas:			5
Priklausomybės	Nėra	Konfliktai:			Nėra
Papildoma medžiaga:	-				
Istorija:	Užregistruotas 2006-10-09				

Reikalavimas #:	6	Reikalavimo tipas:	F	Įvykis/panaudojimo atvejis #:	5
Aprašymas:	GSM pozicijai turi būti rasta artimiausia laike GPS pozicija.				
Pagrindimas:	Kad tikrinimo rezultatai būtų kuo tikslesni, reikalinga turėti abi pozicijas tuo pačiu laiko momentu. Kadangi GSM pozicionavimo intervalas skiriasi nuo GPS pozicionavimo intervalo (GPS pozicionavimo intervalas yra žymiai trumpesnis), praktiškai neįmanoma gauti abiejų pozicijų tokio paties laiko, todėl renkama artimiausiai GSM pozicijai esanti GPS pozicija.				
Šaltinis:	Sistemos analitikas				
Tikimo kriterijus:	Sistema išrenka GSM pozicijai artimiausią laike GPS poziciją.				
Užsakovo tenkinimas:	5	Užsakovo netenkinimas:			5
Priklausomybės	3, 4	Konfliktai:			Nėra
Papildoma medžiaga:	-				
Istorija:	Užregistruotas 2006-10-09				

Reikalavimas #:	7	Reikalavimo tipas:	F	Įvykis/panaudojimo atvejis #:	5
Aprašymas:	GSM pozicijai renkant artimiausią laike GPS poziciją, skirtumas tarp pozicionavimo laiko turi būti mažesnis nei 1 minutė.				
Pagrindimas:	Išanalizavus pozicionavimo atvejus, buvo pastebėta, kad pozicijos, kurių laiko skirtumas daugiau nei 1 minutė, neduoda realios naudos.				
Šaltinis:	Sistemos analitikas				

Tikimo kriterijus:	Skirtumas tarp GSM pozicijos ir jai artimiausios laike GPS pozicijos yra mažesnis nei 1 minutė.	
Užsakovo tenkinimas:	4	Užsakovo netenkinimas: 5
Priklausomybės	6	Konfliktai: Nėra
Papildoma medžiaga:	-	
Istorija:	Užregistruotas 2006-10-09	

Reikalavimas #:	8	Reikalavimo tipas: F	Įvykis/panaudojimo atvejis #:	5
Aprašymas:	Sistema turi tikrinti, ar artimiausia laike GPS pozicija patenka į GSM/3G tinklo celės aprėptį.			
Pagrindimas:	Pirmiausias žingsnis tikrinant GSM/3G tinklo celę yra tikrinimas, ar GPS pozicija patenka į celės aprėptį. GPS pozicijos nepatekimas į celės aprėptį suteikia pagrindą abejoti celės aprėpties tikslumu.			
Šaltinis:	Sistemos analitikas			
Tikimo kriterijus:	GPS pozicijai patekus į GSM/3G tinklo celės aprėptį yra baigiamas šios GSM pozicijos (ne pačios celės, o konkretaus GSM pozicionavimo įrašo) tikrinimas.			
Užsakovo tenkinimas:	5	Užsakovo netenkinimas: 5		
Priklausomybės	7	Konfliktai: Nėra		
Papildoma medžiaga:	-			
Istorija:	Užregistruotas 2006-10-09			

Reikalavimas #:	9	Reikalavimo tipas: F	Įvykis/panaudojimo atvejis #:	5
Aprašymas:	Sistema turi išrinkti ankstesnę nei rasta artimiausia laike GPS pozicija, jeigu artimiausia laike GPS pozicija nepateko į tikrinamą GSM/3G tinklo celę.			
Pagrindimas:	Turint dvi GPS pozicijas galima nustatyti judėjimo kryptį, kas turi įtakos tolesniems skaičiavimams.			
Šaltinis:	Sistemos analitikas			
Tikimo kriterijus:	Rasta ankstesnė GPS pozicija perduodama judėjimui įvertinti. Jei ankstesnės GPS pozicijos rasti nepavyko – įrašoma į žurnalinę bylą (<i>angl. log file</i>).			
Užsakovo tenkinimas:	5	Užsakovo netenkinimas: 5		
Priklausomybės	7	Konfliktai: Nėra		
Papildoma medžiaga:	-			

medžiaga:	
Istorija:	Užregistruotas 2006-10-09

Reikalavimas #:	10	Reikalavimo tipas:	F	Įvykis/panaudojimo atvejis #:	5
Aprašymas:	Turėdama GSM pozicijai dvi GPS pozicijas (artimiausią laike ir ankstesnę), sistema turi nustatyti judėjimo kryptį, t.y. judama link celės ar tolstama nuo jos.				
Pagrindimas:	Jeigu tolstama nuo GSM/3G tinklo celės, tai yra tikimybė, kad GSM pozicionavimo metu objektas buvo GSM/3G tinklo celės teritorijoje ir per laiką tarp abiejų GPS pozicijų objektas galėjo pasitraukti iš GSM/3G tinklo celės teritorijos. Jei judama į celę traktuojama, kad celės aprėptis yra netiksli.				
Šaltinis:	Sistemos analitikas				
Tikimo kriterijus:	Jei judama link celės – celė priskaičiuojama prie blogų celių. Jei tolstama nuo celės – algoritmas vykdomas toliau.				
Užsakovo tenkinimas:	5	Užsakovo netenkinimas:	5		
Priklausomybės	7, 9	Konfliktai:	Nėra		
Papildoma medžiaga:	-				
Istorija:	Užregistruotas 2006-10-09				

Reikalavimas #:	11	Reikalavimo tipas:	F	Įvykis/panaudojimo atvejis #:	5
Aprašymas:	Sistema turi tikrinti, ar ankstesnė GPS pozicija patenka į GSM/3G tinklo celės aprėptį, jei artimiausia laike GPS pozicija nepateko į celės aprėptį.				
Pagrindimas:	Gali būti, kad per laiką, kuris skiria vieną GPS poziciją nuo kitos, objektas galėjo išvažiuoti iš GSM/3G tinklo celės teritorijos. Todėl reikalinga patikrinti, ar ankstesnė GPS pozicija patenka į celės aprėptį.				
Šaltinis:	Sistemos analitikas				
Tikimo kriterijus:	GPS pozicijai nepatekus į celės aprėptį traktuojama, kad celės aprėptis yra netiksli. GPS pozicijai patekus į celės aprėptį – algoritmas vykdomas toliau.				
Užsakovo tenkinimas:	5	Užsakovo netenkinimas:	5		
Priklausomybės	10	Konfliktai:	Nėra		
Papildoma medžiaga:	-				
Istorija:	Užregistruotas 2006-10-09				

Reikalavimas #:	12	Reikalavimo tipas:	F	Įvykis/panaudojimo atvejis #:	5
Aprašymas:	Sistema turi tikrinti, ar GSM pozicionavimo metu objektas buvo GSM/3G tinklo celės teritorijoje, jeigu ankstesnė GPS pozicija pateko į celės aprėptį.				
Pagrindimas:	Jeigu objektas judėdamas nustatytu greičiu GSM pozicionavimo metu buvo GSM/3G tinklo celės aprėpties teritorijoje, tuomet traktuojama, kad celės aprėptis gera, kitu atveju – celės aprėptis apskaičiuota netiksliai.				
Šaltinis:	Sistemos analitikas				
Tikimo kriterijus:	Jei objektas GSM pozicionavimo metu nepateko į GSM/3G tinklo celės aprėptį, traktuojama, kad turima celės aprėptis yra netiksli. Jei objektas buvo celės teritorijoje, traktuojama, kad celės aprėptis tiksli.				
Užsakovo tenkinimas:	5	Užsakovo netenkinimas:			5
Priklausomybės	11	Konfliktai:			Nėra
Papildoma medžiaga:	-				
Istorija:	Užregistruotas 2006-10-09				

Reikalavimas #:	13	Reikalavimo tipas:	F	Įvykis/panaudojimo atvejis #:	5
Aprašymas:	Sistema turi sumuoti tikslas ir netikslas aprėptis turinčias GSM/3G tinklo celes.				
Pagrindimas:	Sistema vartotojui turi pateikti, kiek buvo rasta GSM/3G tinklo celių, turinčių netikslas aprėptis ir kiek celių, turinčių tikslas aprėptis.				
Šaltinis:	Užsakovas				
Tikimo kriterijus:	Sistema pateikia vartotojui aptiktų netikslas aprėptis turinčių GSM/3G tinklo celių skaičių ir tikslas aprėptis turinčių celių skaičių.				
Užsakovo tenkinimas:	3	Užsakovo netenkinimas:			5
Priklausomybės	8, 10, 11, 12	Konfliktai:			Nėra
Papildoma medžiaga:	-				
Istorija:	Užregistruotas 2006-10-09				

Reikalavimas #:	14	Reikalavimo tipas:	F	Įvykis/panaudojimo atvejis #:	5
Aprašymas:	Sistema turi sumuoti GPS pozicijas, kurios pateko į nagrinėtos GSM/3G tinklo celės aprėptį ir pozicijas, kurios nepateko į nagrinėtos celės aprėptį.				
Pagrindimas:	Sistema vartotojui turi pateikti, kiek aptikta GPS pozicijų, kurios pateko į nagrinėtos GSM/3G tinklo celės aprėptį, ir kiek pozicijų, kurios nepateko.				

	Vienos GSM pozicijos tikrinimui sumuojama tik viena GPS pozicija, t.y. GSM pozicijai artimiausia laike GPS pozicija.	
Šaltinis:	Užsakovas	
Tikimo kriterijus:	Sistema pateikia vartotojui, kiek nagrinėtai GSM/3G tinklo celei buvo aptikta patekusių į kelės aprėptį pozicijų ir kiek nepatekusių. Sistema pateikia vartotojui aptiktų netikslias aprėptis turinčių GSM/3G tinklo celių skaičių ir tikslias aprėptis turinčių celių skaičių.	
Užsakovo tenkinimas:	5	Užsakovo netenkinimas: 5
Priklausomybės	6, 8, 10, 11, 12	Konfliktai: Nėra
Papildoma medžiaga:	-	
Istorija:	Užregistruotas 2006-10-09	

Reikalavimas #:	15	Reikalavimo tipas: F	Įvykis/panaudojimo atvejis #:	6
Aprašymas:	Sistema turi suskirstyti rezultatus į grupes pagal vartotojo nurodytus grupavimo parametrus ir pateikti rezultatus lentelėje.			
Pagrindimas:	Vartotoją gali dominti pagal skirtingus parametrus sugrupuoti rezultatai, pvz.: GPS pozicijų nepatekimai į nagrinėtos GSM/3G tinklo kelės aprėptį skaičius, grupuojant kas 5 GPS pozicijų nepatekimus į kelės aprėptį; grupuojant rezultatus pagal toliausiai nuo kelės nutolusios GPS pozicijos atstumą kas 100 metrų.			
Šaltinis:	Užsakovas			
Tikimo kriterijus:	Vartotojui pateikta lentelė, kurioje rezultatai suskirstyti grupėmis pagal vartotojo pasirinktus grupavimo parametrus.			
Užsakovo tenkinimas:	5		Užsakovo netenkinimas:	5
Priklausomybės	2, 8, 10, 11, 12, 15		Konfliktai:	Nėra
Papildoma medžiaga:	-			
Istorija:	Užregistruotas 2006-10-09			

Reikalavimas #:	16	Reikalavimo tipas: F	Įvykis/panaudojimo atvejis #:	6
Aprašymas:	Paskutinei grupei priskiriami visi likę rezultatai.			
Pagrindimas:	Dažniausiai vartotoją domina tam tikros rezultatų grupės. Paskutinėje grupėje pateikiami visi likę rezultatai, o tai reiškia, kad paskutinė grupė talpina GSM/3G tinklo celes, kuriose aptikti netikslumai yra didžiausi (daugiausiai			

	nepatekusių į kelės aprėptį GPS pozicijų, jei pasirinktas grupavimas pagal nepatekusias GPS pozicijas; didžiausi atstumai nuo kelės ribos iki toliausiai nutolusios GPS pozicijos metrais, jei pasirinktas grupavimas pagal metrus ir pan.).	
Šaltinis:	Užsakovas	
Tikimo kriterijus:	Vartotojui pateiktoje lentelėje paskutinėje grupėje yra visi likę rezultatai.	
Užsakovo tenkinimas:	5	Užsakovo netenkinimas: 5
Priklausomybės	2, 8, 10, 11, 12	Konfliktai: Nėra
Papildoma medžiaga:	-	
Istorija:	Užregistruotas 2006-10-09	

Reikalavimas #:	17	Reikalavimo tipas:	F	Įvykis/panaudojimo atvejis #:	6
Aprašymas:	Vartotojas turi turėti galimybę matyti tik norimos grupės GSM/3G tinklo celių rezultatus.				
Pagrindimas:	Dažniausiai vartotoją domina tam tikros rezultatų grupės, tad tikslinga vartotojui pateikti tik jį dominančią informaciją.				
Šaltinis:	Užsakovas				
Tikimo kriterijus:	Vartotojas gali išsiskleisti visų grupių rezultatus arba kiekvienos grupės atskirai.				
Užsakovo tenkinimas:	4				Užsakovo netenkinimas: 5
Priklausomybės	14				Konfliktai: Nėra
Papildoma medžiaga:	-				
Istorija:	Užregistruotas 2006-10-09				

Reikalavimas #:	18	Reikalavimo tipas:	F	Įvykis/panaudojimo atvejis #:	7
Aprašymas:	Sistema turi pateikti vartotojui pasirinktos GSM/3G tinklo kelės rezultatų žemėlapi su patekusiomis į kelės aprėptį GPS pozicijomis ir nepatekusiomis, jas atskiriant spalva.				
Pagrindimas:	Grafinė informacija daugeliu atveju yra žymiai informatyvesnė nei tekstinė. Žemėlapyje matoma GSM/3G tinklo kelės vieta ir GPS pozicijų išsidėstymas.				
Šaltinis:	Užsakovas				
Tikimo kriterijus:	Vartotojui pateikiamas pasirinktos GSM/3G tinklo kelės žemėlapis su patekusiomis ir nepatekusiomis į kelės aprėptį GPS pozicijomis. Patekusios ir				

	nepatekusios GPS pozicijos vaizduojamos skirtingomis spalvomis.	
Užsakovo tenkinimas:	3	Užsakovo netenkinimas: 5
Priklausomybės Papildoma medžiaga:	15	Konfliktai: Nėra
Istorija:	-	
	Užregistruotas 2006-10-23	

Reikalavimas #:	19	Reikalavimo tipas: F	Įvykis/panaudojimo atvejis #:	8
Aprašymas:	Vartotojas turi turėti galimybę pamatyti išsamesnę atliktos analizės visų arba pasirinktos grupės informaciją (kiekvienos nepatekusios į GSM/3G tinklo celės aprėptį GPS pozicijos gavimo laiką, telefono numerį, pagal kurį buvo pozicionuojama, atstumą metrais nuo celės aprėpties teritorijos ir kt.)			
Pagrindimas:	Užsakovo pageidavimas gauti išsamius rezultatus.			
Šaltinis:	Užsakovas			
Tikimo kriterijus:	Vartotojui pateikiamas visų arba tik pasirinktos grupės išsamesnė analizės informacija.			
Užsakovo tenkinimas:	4		Užsakovo netenkinimas:	5
Priklausomybės Papildoma medžiaga:	15		Konfliktai:	Nėra
Istorija:	-			
	Užregistruotas 2006-10-23			

Reikalavimas #:	20	Reikalavimo tipas: F	Įvykis/panaudojimo atvejis #:	8
Aprašymas:	Detali informacija pateikiama tekstiniame lauke (<i>textarea</i>).			
Pagrindimas:	Užsakovo reikalavimas.			
Šaltinis:	Užsakovas			
Tikimo kriterijus:	Detali informacija pateikiama tekstiniame lauke.			
Užsakovo tenkinimas:	5		Užsakovo netenkinimas:	5
Priklausomybės Papildoma medžiaga:	19		Konfliktai:	Nėra
Istorija:	-			
	Užregistruotas 2006-10-23			