

UDK 528.711.7

LAIKOTARPIO TINKAMUMO KARTOGRAFUOTI ŽEMĖS NAUDMENAS PAGAL PALYDOVINES DAUGIASPEKTRĖS NUOTRAUKAS ANALIZĖ

Arūnas Bujauskas¹, Eimuntas Paršeliūnas²

*Geodezijos ir kadastro katedra, Vilniaus Gedimino technikos universitetas,
Saulėtekio al. 11, LT-10223 Vilnius-40, Lietuva,
el. paštas: ¹bujauskas@vzi.lt, ²eimis@ap.vtu.lt*

Įteikta 2005 12 21, priimta 2006 03 20

Santrauka. Straipsnyje analizuojama, kuriuo žemės paviršiaus distancinių tyrimų laikotarpiu tinkamiausia kartografuoti žemės naudmenas. Žemės naudmenoms kartografuoti taikomos *LANDSAT 5* ir *LANDSAT 7* palydovais gautos daugiaspektrės nuotraukos, o laikotarpiai parenkami pagal šių palydovų skridimo virš Lietuvos teritorijos grafikus. Dėl Lietuvos teritorijos klimatinių sąlygų sudėtingumo daugiaspektrės nuotraukos dažnai gaunamos nepakankamai kokybiškos, o tai sumažina tikimybę turėti tinkamus duomenis analizei ir kartografavimui.

Prasminiai žodžiai: nuotoliniai tyrimai, žemės naudmenos, skenavimo laikotarpis, palydovas *LANDSAT*, daugiaspektrė nuotrauka.

1. Įvadas

Nuotolinių tyrimų metodais galima nustatyti įvairių žemės paviršiaus objektų vietą ir savybes. Iš viso spindulių spektro geriausiai infraraudonuosius spindulius atspindi vegetuojantys augalai. Pagal infraraudonųjų spindulių atsispindėjimo nuo gyvos augalo ląstelės savybes nesunkiai nustatomos žaliosios masės apimtys ir vieta. Tačiau nuo augalų lapų paviršiaus atsispindi ne visi šie spinduliai, didžioji spindulių dalis ląstelėje išsisklaido į lapo sienelės. Dalis pro augaliją prasiskverbusių spindulių atsispindi nuo žemės paviršiaus, todėl spektrinis atspindys priklauso nuo augalų rūšies, tankio ir būklės. Atliekant įvairius tyrimus buvo nustatyta, kad didelės įtakos atspindžiui (10 %) turi augaluose esantis vandens kiekis. Pagal gautus laboratorinių tyrimų rezultatus galima nustatyti augalų atspindžio charakteristikas, suklasifikuoti augalus pagal atspindį; nustatomas tyrimų rezultatų tikslumas. Nuotolinių tyrimų metodas taip pat tinka augalijos brandai stebėti, nes, bręstant augalams, keičiasi jų vegetacinė būklė. Todėl, atsižvelgdami į augmenijos augimo skirtumus, galime iš anksto planuoti žemės naudmenų kartografavimo galimybes.

Gauti kokybiškas palydovines nuotraukas Lietuvos teritorijoje trukdo klimatinės sąlygos, o ypač – debesuotumas ir rūkai. Atliekant meteorologinius stebėjimus nustatyta, kad giedrų dienų Lietuvos teritorijoje daugiausia būna gegužės – rugpjūčio mėnesiais [1, 2]. Šiuo laikotarpiu didžiausia tikimybė gauti tinkamas daugiaspektrės nuotraukas analizei ir kartografavimui atlikti.

Siekiami parinkti tinkamiausią žemės paviršiaus skenavimo laikotarpį tiriant ir kartografuojant žemės

naudmenas nuotoliniu metodu. Straipsnyje pateikiami tinkamiausi laikotarpiai augalinės dangos plotams nustatyti šiuo metodu, pagal palydovines daugiaspektrės nuotraukas bei išanalizuotos galimybės taikyti dviem specializuotais palydovais – *LANDSAT 5* ir *LANDSAT 7* – gaunamas nuotraukas žemės naudmenoms tirti ir kartografuoti Lietuvos teritorijoje.

2. Augalinės dangos ypatumų analizė

Lietuva yra klimatinėje zonoje, kur per metus vegetacinis laikotarpis keičia nevegetacinį periodą. Augalinės dangos vegetacinis laikotarpis prasideda skirtingu metu ir baigiasi nevienodai. Anksčiausiai pailsėda žeminių javų ir daugiamečių žaliųjų vegetacija. Vėliau sužaliuoja lapuočiai medžiai ir vasarinės žemės ūkio kultūros.

Reikia pažymėti, kad kiekvienais metais augalų vegetacijos pradžia, pabaiga, vasarinių ir kitų žemės ūkio kultūrų sėja, brendimas ir derliaus nuėmimas priklauso nuo tų metų meteorologinių sąlygų ir gali labai nukrypti nuo daugiamečių vidurkių (1 pav.) [1, 2].

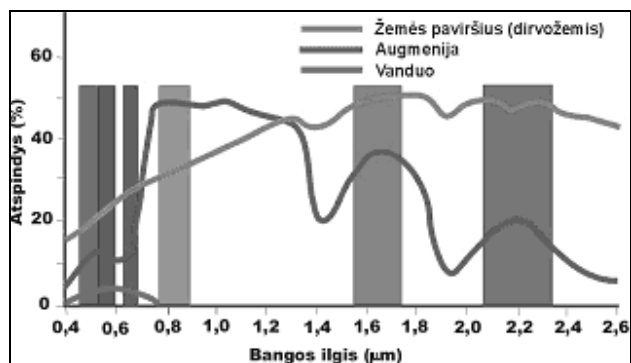
Lietuvoje vegetacijos pradžia gali svyruoti iki 20 dienų. Augalų augimo ir vystymosi intensyvumas taip pat svyruoja, nes esant vėlesnei vegetacijos pradžia augimo sąlygos būna palankesnės. Balandžio – gegužės mėnesiais žemieniai rugiai, kviečiai ir kitos žiemojančios kultūros sukaupe didelius biomasės kiekius, o vasarinės ir šilumamėgės kultūros – tik sėjamos. Rugpjūtį ir rugsėjį jau nupjaunami javai, tačiau dar auga linai, cukriniai runkeliai, atauga daugiamečių žolių atolai. Tik birželio ir liepos mėnesiais žemės ūkio kultūros auga visuose laukuose (išskyrus pūdymus).

Palydovuose *LANDSAT* sumontuoti du skenavimo įrenginiai: *MSS* (daugiaspektris skeneris) ir *TM* (skeneris teminiam kartografavimui). Palydove *LANDSAT 7* geresnės kokybės skenavimo įrenginys *ETM+*. Abiejų *LANDSAT* palydovų skenavimo įrenginiai registruoja žemės paviršiaus atspindį septyniose juostose.

MSS įrenginiu gauti duomenys naudojami žalios augmenijos atspindžiui ir chlorofilo sugerčiai registruoti. *TM* ir *ETM+* įrenginio duomenys naudojami įvairiems žemės ištekliams tirti. Pirmoji atspindžio registravimo juosta tinka dirvožemiui ir augmenijai nuotraukose skirti. Pagal antrosios juostos duomenis galima nustatyti augalijos žalios spalvos atspindį. Trečioji juosta naudojama augmenijoje esančio chlorofilo sugerčio lygiui nustatyti. Augalijai ir vandens paviršiui skirta ketvirtoji juosta. Penktoji ir septyntoji juostos skirtos dirvožemio ir augalijos drėgmei tirti.

3 pav. parodyta tipinės augmenijos, dirvožemio ir vandens tipiškas atspindys bei *TM* ir *ETM+* skenavimo įrenginio atspindžio registravimo juostų išsidėstymas [3, 4].

Pastebime, kad stipriausiai atspindimi 0,7–1,0 μm



3 pav. Augmenijos, dirvožemio ir vandens tipiškas atspindys bei *TM*, *ETM+* atspindžio registravimo juostų išsidėstymas

Fig 3. Vegetation, soil and water typical reflection and *TM*, *ETM+* bands disposition

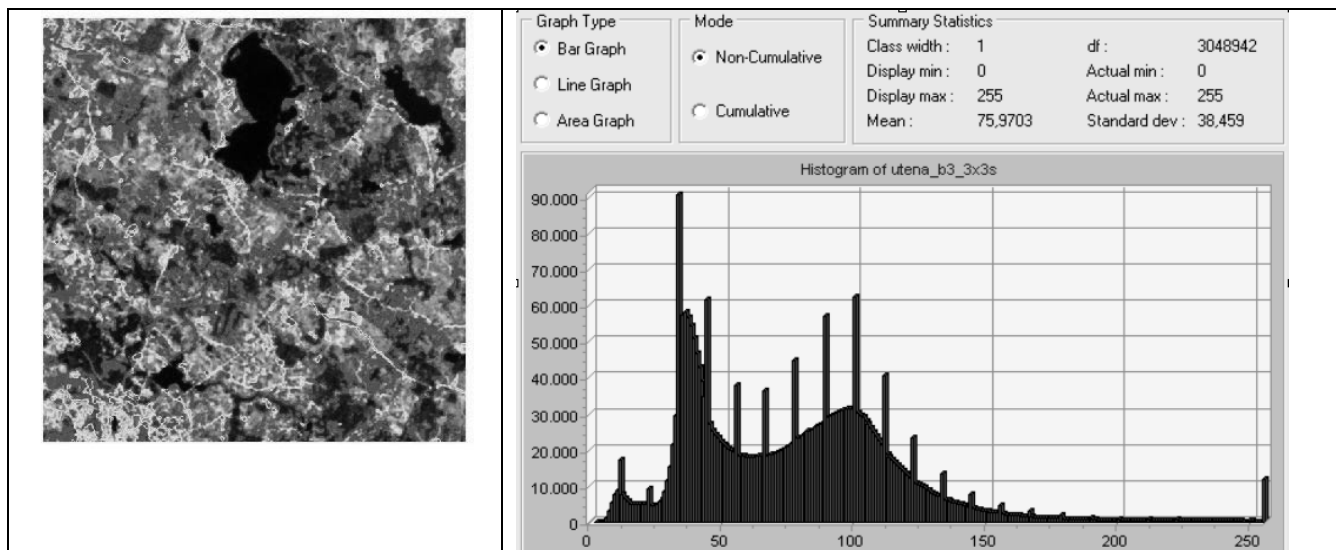
ilgio infraraudonieji spinduliai. Apie 1,4 ir 2,0 μm atspindžio sumažėjimai esti dėl vandens sugerties augalo audiniuose. Žemės paviršiaus atspindys yra gana tolygus ir didėja ilgėjant bangos ilgiui. Kaip matome, raudonųjų spindulių zonoje dirvožemio atspindys yra didesnis nei augmenijos, o infraraudonųjų – mažesnis. Pagal šį skirtumą nustatomi vegetacijos indeksai [5, 6].

Palydovo *LANDSAT 5* trečiosios juostos nuotrauka ir jos sklaidos histograma pateikta 4 pav. Histogramoje akivaizdi spalvinių reikšmių priklausomybė nuo atspindžio. Analizuodami antrosios juostos duomenis (4 pav.) matome, kad geriausiai atspindima žemės paviršius, o prasčiausiai vandens paviršius. Suskaidžius atspindį į 255 intervalus ir kiekvienam intervalui priskyrus skirtingą spalvą gaunamas matomas grafinis vaizdas. Histogramoje pateikiama kiekvieno atspindžio intervalų kiekis turimame vaizde.

4. Tinkamiausio žemės paviršiaus skenavimo laikotarpio parinkimas kartografuojant žemės naudmenas

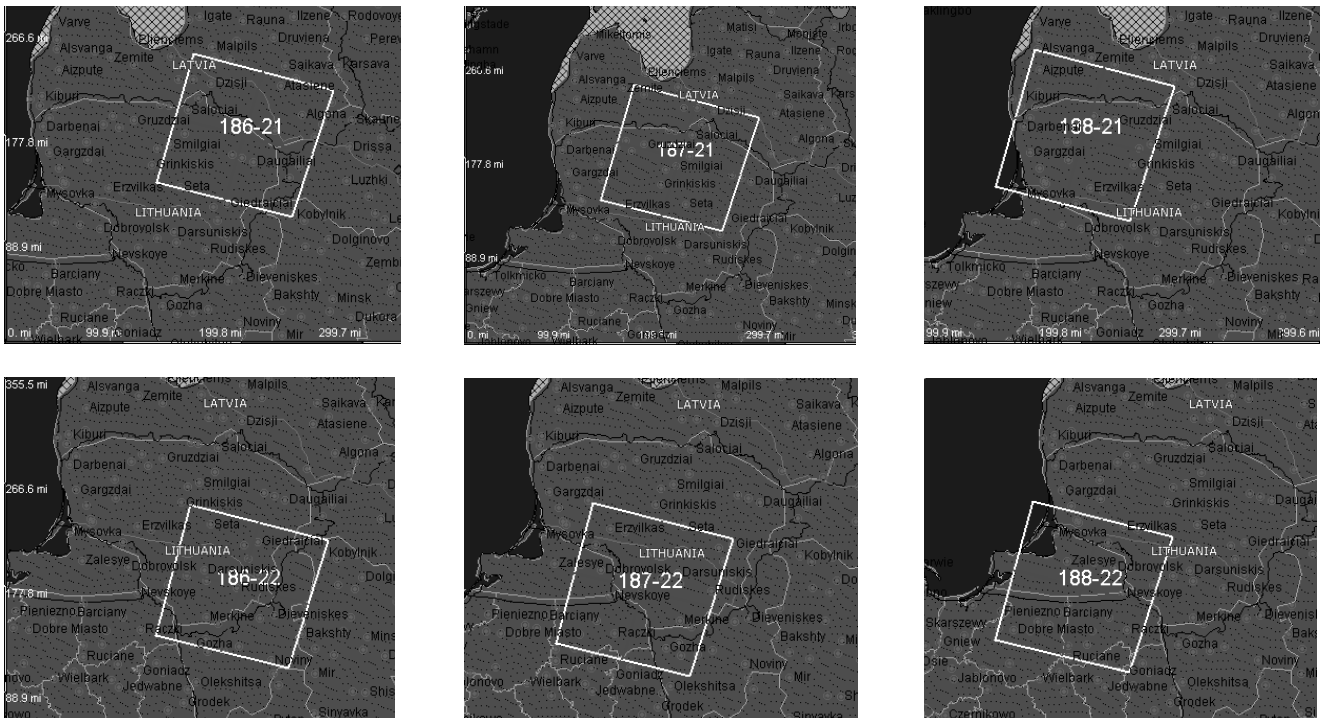
Dabar žemės naudmenoms kartografuoti labiausiai tinka palydovų *LANDSAT 5* ir *LANDSAT 7* daugiaspektrės nuotraukos. Lietuvos teritorijos paviršiaus daugiaspektrių nuotraukų blokai, gauti iš palydovų, pateikti 5 pav. Kiekvienas palydovas virš mūsų teritorijos praskrenda tik 16 dienų periodais, taigi palydovai praskrenda virš Lietuvos teritorijos kas 8 dienas (lentelė).

Pastebime, kad pagal meteorologines sąlygas Lietuvos teritorija nėra tinkamiausia analizuoti distancinių tyrimų metodu, todėl tikimybė tam tikru metu gauti mums reikalingą kokybišką daugiaspektrę nuotrauką maža. Ši tikimybė padidėtų, jeigu būtų galima naudoti keletą skirtingo laikmečio nuotraukų, gautų iš skirtingų palydovų. Norint parinkti tinkamą skenuoti laiką kartografuojant žemės ūkio naudmenas, reikia atsižvelgti į augalų vegetacijos ypatumus ir sąsają su spektriniu atspindžiu.



4 pav. Palydovo *LANDSAT 5* trečiosios juostos nuotrauka ir jos sklaidos histograma

Fig 4. Three band picture of *LANDSAT 5* and scattering histogram



5 pav. Lietuvos teritorijos daugiaspektrių nuotraukų blokų numeriai
Fig 5. Numbers of multispectral image scenes for the territory of Lithuania

Tinkamo laiko parinkimas palydovinei nuotraukai gauti priklauso nuo siektinų tikslų. Kiekvienas augalas jo vegetacijos laikotarpiu atspindi infraraudonuosius spindulius skirtingai nuo kitų augalų. Tai priklauso nuo jų vegetacinės būklės. Miškų teritorijai kartografuoti palankiausias lapkričio – kovo mėnesių laikotarpis, nes spygliuočių miškai žaliuoja ištisus metus. Dirbamos žemės plotams kartografuoti tinkamiausias laikotarpis, kai pievos, miškai dar turi žaliosios masės, o visų kitų žemės ūkio kultūrų derlius nuimtas, ir žemės danga likusi be augmenijos (spalis), arba ankstyvas pavasaris, kai sniego jau nebėra, o žieminių javų intensyvioji vegetacijos periodas dar neprasidėjęs (balandis). Žiemkenčių plotams kartografuoti tinkamiausias būtų nevegetacinis laikotarpis bei spalio ir balandžio mėnesiai. Šiuo laikotarpiu vyrauja daugiametės žaliosios ir žiemkenčiai, tačiau skiriasi jų žaliosios masės kiekiai. Palydovinėje nuotraukoje sunkiausiai nustatomos daugiametės žaliosios, nes jų vegetacijos laikotarpis ilgiausias – nuo balandžio iki spalio. Taip pat šiuo laikotarpiu žaliosios masės kiekis šioje žemės ūkio kultūroje yra pasiskirstęs nevienodai, nes laukai yra ganomi, šienaujami. Dėl sausros ar drėgmės pertekliaus žaliosios spektrinis atspindys skiriasi netgi tame pačiame lauke. Todėl tinkamiausias jų kartografavimo laikotarpis yra pirmoji pavasario pusė, nes žaliosios masės kiekiu žaliosios skiriasi nuo žiemkenčių ir miškų.

Kartografuojant žemės naudmenas tikslingiausia rinktis skirtingų laikotarpių palydovines nuotraukas ir jose identifikuoti skirtingas žemės naudmenas. Taip išvengiama jas supainioti tarpusavyje ir gaunami tikslesni rezultatai. Tačiau tai reikalauja didelių laiko sąnaudų. Apibendrintieji tinkamiausio laikotarpio nustatymo

rezultatai pateikti lentelėje. Antroje jos dalyje pateikta palydovų *LANDSAT 5* ir *LANDSAT 7* skridimo grafikai vegetacijos laikotarpiu 2005 metais.

Trys palydovų skridimo trajektorijos (186–188) eina Lietuvos teritorija. Iš kiekvienos trajektorijos reikalingos dviejų Lietuvos teritorijos blokų daugiaspektrės nuotraukos. Kiekviena nuotrauka turi unikalų numerį (pvz., 187–22, 5 pav.).

Analizuodami lentelėje pateiktus duomenis, galime nustatyti, kad, pvz., žalioms kartografuoti vidurio Lietuvoje (187–21 ir 187–22 blokai) geriausiai tinka balandis ir pirmosios dvi gegužės dekados. Tam tinkamiausios *LANDSAT 5* palydovo daugiaspektrės nuotraukos, darytos balandžio 4, 20 ir gegužės 6 dienomis, bei *LANDSAT 7* palydovo daugiaspektrės nuotraukos, darytos balandžio 12, 28 ir gegužės 14 dienomis. Dirbamai žemei kartografuoti tinkamiausias balandis ir pirmoji gegužės dekada bei rugsėjo trečioji dekada ir spalio mėnuo. Vakarinės Lietuvos dalies (188–21 ir 188–22 blokai) tinkamiausios yra *LANDSAT 5* palydovo daugiaspektrės nuotraukos, darytos balandžio 11, 27 ir spalio 4, 20 dienomis, bei *LANDSAT 7* palydovo daugiaspektrės nuotraukos, darytos balandžio 3, 19, gegužės 5, rugsėjo 26 ir spalio 12, 28 dienomis.

Kukurūzų laukams kartografuoti Rytų Lietuvoje (186–21 ir 186–22 blokai) tinkamiausia rugpjūčio antroji ir trečioji dekados bei rugsėjo pirmoji ir antroji dekados. Tam tinkamiausios yra *LANDSAT 5* palydovo daugiaspektrės nuotraukos, darytos rugpjūčio 19 ir rugsėjo 4, 20 dienomis, bei *LANDSAT 7* palydovo daugiaspektrės nuotraukos, darytos rugpjūčio 11, 27 ir rugsėjo 12 dienomis.

Tinkamiausias laikotarpis tirti žemės naudmenas nuotolinių tyrimų metodu ir palydovų skridimo grafikai (13 – palydovo skridimo diena virš Lietuvos teritorijos)

The best time to identify land-tenures by remote sensing and satellite calendar (13 – day of satellite navigation over the territory of Lithuania)

Žemės ūkio naudmena	Nevegetacijos laikotarpis	Vegetacijos laikotarpis dekadomis													
		Balandis			Gegužė		Birželis	Liepa	Rugpjūtis	Rugsėjis	Spalis				
Miškas															
Arimas															
Pievos ir ganyklos															
Vandens telkiniai															
Žemės ūkio augalai															
Cukriniai runkeliai															
Žiemkenčiai															
Kukurūzai															
Žieminiai rapsai															
Palydovo LANDSAT 5 skridimo laikas 2005 m.															
Skridimo trajektorijos Nr. 186															
LANDSAT 5		13	29	15	31	16	2	18	3	19	4	20	6	22	
LANDSAT 7		5	21	7	23	8	24	10	26	11	27	12	28	14	30
Skridimo trajektorijos Nr. 187															
LANDSAT 5		4	20	6	22	7	23	9	25	10	26	11	27	13	29
LANDSAT 7		12	28	14	30	15	1	17	2	18	3	19	5	21	
Skridimo trajektorijos Nr. 188															
LANDSAT 5		11	27	13	29	14	30	16	1	17	2	18	4	20	
LANDSAT 7		3	19	5	21	6	22	8	24	9	25	10	26	12	28

5. Išvados

1. Išanalizuotos augalinės dangos kartografavimo galimybės, taikant LANDSAT palydovų daugiaspektres nuotraukas. Parengtas žemės naudmenų kartografavimo nuotolinių tyrimų metodu tinkamiausių laikotarpių grafikas.

2. Nustatyta, kad taikant dviejų palydovų nuotraukas žemės paviršiaus skenavimo dažnis padidėja iki 8 dienų periodo. Tai leidžia tikėtis gauti kokybiškus duomenis žemėnaudoms kartografuoti tinkamiausiu laikotarpiu.

3. Daroma išvada, kad nuotolinių tyrimų duomenys tinka ne tik žemės naudmenoms kartografuoti, bet ir kultūrų brandai stebėti, nes augalams bręstant keičiasi ir vegetacijos etapas, todėl keičiasi atspindžio nuo žemės paviršiaus spektras.

4. Nustatyta, kad daugumos žemės naudmenų vegetacijos laikotarpis, kuriuo galima jas kartografuoti taikant palydovines daugiaspektres nuotraukas, yra per trumpas.

5. Nustatyta, kad, palyginti su kitais augalais, kartografuoti žemės ūkio augalus yra kebliausia, nes Rytų ir Vakarų Lietuvoje galima gauti tik po dvi nuotraukas, tinkamiausias jiems identifikuoti.

6. Sunkiausia kartografuoti daugiametes žaliasias, nes jų žaliosios masės kiekis yra netolygus.

7. Nuotolinių tyrimų metodo kartografuojant žemės naudmenas rezultatų tikslumui ir patikimumui padidinti reikia rinktis ir kitų palydovų nuotraukas.

Literatūra

1. Kutra, S.; Berankienė, L. Tinkamiausias laikotarpis žemėnaudai nustatyti distancinių tyrimų metodu. *Lietuvos žemės ūkio universiteto ir Lietuvos vandens ūkio instituto mokslo darbai*, Nr. 17(39), 2001, p. 89–98.
2. Kutra, S.; Berankienė, L. Nustatyti distancinių tyrimų metodo panaudojimo galimybes žemėnaudai vertinti vandens kokybės tyrimuose. Mokslo tiriamojo darbo ataskaita. Lietuvos vandens ūkio institutas, 2000, p. 12–40.
3. Clark, R. N. Spectroscopy of Rocks and Minerals, and Principles of Spectroscopy. In: *Manual of Remote Sensing*, Vol 3, Remote Sensing for the Earth Sciences, (A. N. Rencz, ed.) John Wiley and Sons, New York, 1999, p. 3–58.
4. <<http://www.eurimage.com/products/landsat.html>> (žiūrėta 2005–11–28).
5. <<http://speclab.cr.usgs.gov>> (žiūrėta 2005–11–10).
6. Food and agriculture organization of the United Nations. Remote sensing applications to land resource. Remote sensing centre, 1990, p. 87–90.

Arūnas Bujauskas. Postgraduate student. Vilnius Gediminas Technical University. Dept of Geodesy and Cadastre (Ph +370 5 274 4703, Fax +370 5 274 4705).

BSc (2004). Participated in national conferences.

Research interests: geoinformation systems, remote sensing.

Eimuntas Paršeliūnas. Associate Professor, Doctor. Vilnius Gediminas Technical University. Dept of Geodesy and Cadastre (Ph +370 5 274 4703, Fax +370 5 274 4705).

Doctor (1992). Author of two teaching books and more than 40 scientific papers. Participated in many intern conferences.

Research interests: graphs theory in geodesy, treatment of geodetic networks, geoinformation systems.