

Latvijas gyvosios gamtos mokslu ir technologiju universitetas
APLINKOS IR CIVILINĒS INŽINERIJOS FAKULTETAS

PATVIRTINO
Žemētvarķos ir geodezijas katedros
akademinio personalo susirinkimas
2018 m. vasario 6 d.

FOTOGRAMETRIJA

Jelgava

Programa

Studiju dalyko kodas LLU IS registre: **BūvZ4057**

4 kreditai (64 val.): paskaitos – 2 kreditai (32 val.), laboratoriniai darbai – 2 kreditai (32 val.)

Vertinimas: egzaminas, vertinamas balu

Autorius: Aivars Ratkevičs, Žemētvarķos ir geodezijas katedros lektorius.

Privalomas pirmo lygio profesinio bakalauro studiju programos „Žemētvarķa ir geodeziniai matavimai“ dalykas, dėstomas nuolatinės formos studiju 7-ą semestrą (4-ų metų 1-ą semestrą) Aplinkos ir civilinės inžinerijos fakultete.

Anotacija:

Studiju dalykas „Fotogrametrija“ skirtas suteikti studentams pagrindines žinias, kurios leistų panaudoti įgytas žinias ir įgūdžius įvairiose situacijose būsimuose darbuose ar profesinėje veikloje geodezinių matavimų, pastatų statybos darbų, nekilnojamojo turto, žemētvarķos ar kituose žemės ūkio ar miškininkystės sektoriuose. Programa skirta visapusiškam kadastro, žemės ūkio, miškininkystės ir kitų sričių specialistų kaimo vietovėse rengimui. Žinios, įgytos mokymosi procese, gali būti naudojamos įvairiose Latvijos žemētvarķos institucijose, kitose valstybės ir savivaldybių įstaigose (kadastro, fizinio planavimo, žemės naudojimo planavimo, nekilnojamojo turto apmokestinimo, formavimo ir rinkos vertinimo, žemės ūkio, miškininkystės ir kituose sektoriuose), taip pat privačiajame sektoriuje.

Studiju dalyko tikslas:

Rengti Latvijos kadastro, nekilnojamojo turto registro, žemės ūkio, miškininkystės ir kitų profesijų, susijusių su kaimo vietovėmis, specialistus, kad šie taptų kompetentingais fotogrametrinės produkcijos naudotojais įvairiose būsimos profesinės praktikos situacijose. Paskaitose aiškinama fotogrametrinės produkcijos gamyba ir naudojimas, vystomas supratimas apie tai.

Studiju rezultatai (žinios, įgūdžiai ir kompetencija):

Baigę dalyką, studentai turės:

- **žinias** ir supratimą apie fotogrametrijos esmę, turinį, galimybes, būtinybę ir naudojimą.
- **įgūdžius** – studentai galės nustatyti fotogrametrijos taikymo sritis ir galimybes būsimos profesinės atsakomybės srityse, apibrėžti užduotis ir (arba) užsakymus fotogrametrijos specialistams;

- **kompetencija** – vertinti gautos fotogrametrinės produkcijos rezultatus ir jų atitiktį būsimos numatytos paskirties reikalavimams.

Studijų dalyko ryšys su kitais dalykais:

Anksčiau studentai turi būti studijavę dalykus „Geodezija“, „Kartografija“, „Matematika“, „Fizika“.

Reikalavimai savarankiškam darbui:

Bibliografijoje pateiktų šaltinių studijavimas.

Žinių vertinimo tvarka:

1. Testai: 2
2. Egzaminas žodžiu ir raštu, paremtas klausimais, apimančiais studijų dalyko medžiagą.
 - 2.1. 5 klausimai iš tam tikros temos;
 - 2.2. Vertinimas 10 balų skalėje.
3. Pasirengimo egzaminui reikalavimai:
 - 3.1. Sėkmingai išlaikyti testai;
 - 3.2. Paskaitų lankomumas bent 60 %.

Atsiskaitymo už praleistas paskaitas tvarka ir reikalavimai:

Pagal katedros patvirtintą tvarką.

Išplėstinis programos turinys

Fotogrametrijos apibrėžimas, padalijimas, istorinė apžvalga:

Pagrindinė fotogrametrijos pramonės apibrėžtis, jos turinys ir kilmė. Pagrindai, jų reikšmės ir funkcijos bendruose fotogrametrijos procesuose. Fotogrametrijos klasifikacija, jos kilmė ir pobūdis. Svarba ir galimybės šalies ekonomikoje, ryšiai su kitais sektoriais ir geografinėmis informacinėmis sistemomis (GIS). Istorinė fotogrametrijos raidos apžvalga. *Praktinis darbas su aerofotografija: vaizdo skalių apibrėžimas naudojant vaizdus, nuskaitytus „ArcGIS“ ir „Bentley Microstation“ arba „PHOTOMOD“ ar kitoje susijusioje programoje.*

Pagrindinės fotogrametrinės veiklos, produktų apibrėžtys ir pagrindiniai principai:

Fotogrametrijos pavadinimo kilmė ir pobūdis, susijusios pagrindinės apibrėžtys. Pagrindiniai fotogrametrinės veiklos principai – techninis aspektas, sąlygos. Šviesa: elektromagnetinės bangos, radiacija, spektras ir savybės. Refrakcija. Šviesos įrašų (vaizdų) pavyzdžiai. Fotogrametrinio darbo, produktų ir jų taikymo rezultatai. *Praktinis darbas su aerofotografija – matavimai naudojant vaizdus, nuskaitytus „ArcGIS“ ar „Bentley Microstation“ arba „PHOTOMOD“ ar kitose susijusiose programose.*

Nuotoliniai tyrimai Ryšys tarp fotogrametrijos ir nuotolinių tyrimų:

Nuotoliniai tyrimai, jų apibrėžimas ir technologiniai veiklos principai. Nuotolinių tyrimų procesų komponentai. Nuotolinių tyrimų ir fotogrametrijos apibrėžimas, darbo turinio ir naudojamos technologijos palyginimas. Ryšys tarp nuotolinių tyrimų, fotogrametrijos ir GIS. Fotogrametriniai produktai ir jų panaudojimas. *Praktinis darbas su aerofotografija – matavimai naudojant vaizdus, nuskaitytus „ArcGIS“ ar „Bentley Microstation“ arba „PHOTOMOD“ ar kitose susijusiose programose.*

Geometriniai fotogrametrijos pagrindai:

Geometriniai fotogrametrinių principų pagrindai. Vaizdo suvokimo skalė. Atstumų, kampų ir vietovių iškraipymas vaizduose. Vidinės ir išorinės vaizdų orientacijos elementų kilmė ir esmė. Koordinačių sistemų fotogrametrijoje supratimas. Centrinės projekcijos esmė ir prasmė. Išorinės orientacijos elementai. Erdvinės rotacijos matricos. *Praktinis darbas su aerofotografijos vaizdais: objektų atpažinimas vaizduose ir objektų įrašymas vektorinių duomenų formatais naudojant „ArcGIS“ arba „Bentley MicroStation“ arba „PHOTOMOD“ ar kitas susijusias programas.*

Fotogrametrijos optikos pagrindai:

Fotografijos procesų optikos pagrindai, spinduliuotės srautas. Šviesos spektrai ir filtrai. Šviesos srauto įrašymo procesai. Fotografavimo proceso optinė grandinė ir koreliacijos. Vaizdo ryškumas ir jo veiksniai – lauko gylis, difrakcija, optinė skiriamoji geba, fotografinė skiriamoji geba, kontrastas, vaizdo judėjimas. Tikslų rūšys ir jų reikšmė. Paprasčiausia fotoaparato konstrukcija – optinė grandinė. *Praktinis darbas su aerofotografija: vaizdų atpažinimas ir įrašymas į vektorinių duomenų formatais naudojant „ArcGIS“ ar „Bentley Microstation“ arba „PHOTOMOD“ ar kitas susijusias programas.*

Fotografija ir fotogrametrija. Fotografijos įranga:

Fotografijos esmė – fotografijos procesas. Fotoscenos ir fonuotraukos; fotoaparato veikimo schema ir konstrukcija. Fotografijos procesai: fotocheminių procesų supratimas, emulsijų savybės; fotoaparatai ir jų padalijimas. Radijo bangomis valdomi fotoaparatai. Fotografavimo skiriamoji geba. Fotografijos kokybę lemiantys veiksniai ir neigiamo poveikio fotografijoms turinčių veiksnių mažinimas – kompensaciniai metodai. *Praktinis darbas: pasirinktų objektų fotografijos planavimas, skirtas apdoroti antžeminę fotogrametriją.*

Fotografijos procesų planavimas fotogrametrijoje:

Bendra proceso planavimo diagrama. Fotografijos grafikas, kaip viso fotogrametrinio darbo proceso dalis. Reikalavimai vaizdų aiškinimo tikslais gavimui. Fotogrametrinio apdorojimo planavimas. Antžeminės fotografijos planavimas. Nuotraukų (vaizdų) svarbiausieji parametrai. Fotografavimo atstumo ir lęšių pasirinkimas. Fotografijos įrangos pasirinkimas ir jos įtaka planavimo procesui. Fotografavimo vietų (ar orlaivių skrydžio parametrų) pasirinkimo sąlygos ir skaičiavimai. Fotografavimo plano priklausomybė nuo numatyto ar prašomo galutinio rezultato. *Praktinis darbas: pasirinktų objektų fotografavimo plano įgyvendinimas ir nufotografuotų vaizdų paruošimas apdorojimui.*

Aerofotografijos planavimas ir organizavimas:

Aerofotografijos planavimo apibrėžimas. Planavimo komponentai. Aerofotografavimo planas. Parametrų pasirinkimas ir fotografavimo skaičiavimai. Apribojimų ir tikslumo parametrų nustatymas. Tvirtinimo taškų planavimas ir kūrimas (montavimas – ženklinimas). Dienos laiko fotografavimui pasirinkimas. Planavimo pavyzdžiai. Nuotraukų užsakymų organizavimas. Aerofotografavimo planavimas. *Praktinis darbas: naudojant nemokamo kodo fotogrametrijos programinę įrangą (arba už prienamą kainą licencijuotą programą „PHOTOMOD“), sukurti 3D fotografinių objektų modelius kompiuteryje.*

Darbas su vaizdais fotogrametriniuose procesuose:

Vaizdų aiškinimo supratimas. Pagrindinės fotogrametrinio apdorojimo užduotys. Fotogrametrinis vieno vaizdo apdorojimas. Vaizdų transformacija. Fotogrametrinis dviejų vaizdų apdorojimas. Koordinačių skaičiavimas ir jo koreliacijos. Poros nuotraukų orientacija. Modelio koordinačių skaičiavimas. Ortofotografijos žemėlapių supratimas, jo gavimo procesas. Fotogrametrinio vaizdų apdorojimo rezultatai. *Praktinis darbas: sukurti nufotografuotų objektų ortofotografiją kompiuteryje naudojant nemokamą fotogrametrinę programinę įrangą (arba už prieinamą kainą licencijuotą programą „PHOTOMOD“).*

Aerofotografijų aiškinimas ir rezultatų vizualizavimas:

Aiškinimo procesas ir jo sudedamosios dalys. Aiškinimo veiksniai. Aiškinimo metodai. Stereoskopinių efektų naudojimas aiškinimo procesuose. Aiškinimo priemonės. Aiškinimo rezultatų fiksavimas – įrašymo rūšys, jų principai. Vaizdo turinio paskirstymas, aiškinimo raktai, analizės metodai. *Praktinis darbas: įvertinti sukurtų 3D modelių ir ortofotografijų kokybę, planuoti ir vykdyti geodezinių kontrolinių matavimų ciklą. Suderinti ir įvertinti rezultatus „ArcGIS“ (arba „ArcScene“) programoje.*

Aero trianguliacija:

Aero trianguliacijos (foto trianguliacijos) supratimas. Erdvinė foto trianguliacija. Pagrindiniai foto trianguliacijos procesai. Tvirtinimo taškų ir skerspjūvio matavimų supratimas. Blokų išlyginimo metodai, jų palyginimas, tikslumas ir naudojimo išvados. GPS aero trianguliacija. Išorinio orientavimo elementų nustatymas naudojant GPS / INS technologiją. Santrauka – rekomendacijos darbo planavimui. *Praktinis darbas: parengti tikslus 3D modelius ir ortofotografijas, naudojant kontrolinių matavimų rezultatus.*

Aero trianguliacijos planavimas ir įgyvendinimas:

Aero trianguliacijos planavimas vykdant aerofotografavimo planą. Būtinų aero trianguliacijos planavimo reikalavimų nustatymas. Reikalavimai aero trianguliacijos blokų kūrimui ir veiksniai, darantys įtaką fotogrametrinio apdorojimo procesų rezultatams. Įtakos planavimo išvesties duomenys ir jų poveikis rezultatui. Aero trianguliacijos ypatumai skaitmeninės fotogrametrijos procese. *Praktinis darbas: planuoti automatizuotą aero fotogrametrinių ar lazerinio nuskaitymo duomenų rinkimo naudojant droną („ArcGIS“, kelių stočių arba „PHOTOMOD“ programoje)*

Fotogrametrinės priemonės ir technologijos:

Fotogrametrijos klasifikacija ir jos ryšys su priemonių ir technologijų kūrimu, jos vaidmuo GIS. Grafinės, analoginės, analitinės ir skaitmeninės fotogrametrijos laikotarpiai. Priemonių ir technologijų raidos tendencijos. Pasyvieji ir aktyvieji jutikliai. Fotografijos įrangos apžvalga ir palyginimas. Fotogrametrinio vaizdo apdorojimo technologijos ir techninė įranga. Skaitmeniniai prietaisai ir technologijos. Programinė įranga. Fotogrametrijos gamybos technologiniai ypatumai skaitmeninio vaizdo apdorojimo procesuose. *Praktinis darbas: dalyvauti parengtoje automatizuotos aerofotografijos ar lazerinio nuskaitymo duomenų rinkimo planavimo, naudojant dronus, įgyvendinime.*

Skaitmeninēs nuotraukos fotogrametriniuose procesuose:

Skaitmeninio vaizdo projektavimo ypatumai. Vaizdo nuskaitymo technologijos. Skiriamoji geba ir tikslumas. Skaitmeninio vaizdo perdavimo ir apdorojimo galimybių apribojimai. Skaitmeninės ortofotografijos supratimas. Ortofotografijos taisymo procesas. Vaizdo interpoliacijos fotogrametrijoje supratimas, interpoliacijos metodai. Vaizdo palyginimo technologijos, metodai ir jų taikymas. Epipolariniai apribojimai. *Praktinis darbas: pradinis aero arba lazerinio nuskaitymo duomenų tvarkymas ir duomenų eksportavimas į „ArcGIS“ („ArcMap“ arba „ArcScene“).*

Įvadas į skaitmeninę fotogrametriją:

Specifiniai skaitmeninės fotogrametrijos ir klasikinės fotogrametrijos skirtumai. Dronų naudojimas. Technologinės darbo schemas pakeitimai, susiję su skaitmeninių vaizdų naudojimu. Privalumai ir jų įtaka fotogrametrijos procesams ir rezultatams. Skaitmeninis ortofotografinis žemėlapis ir jo apibrėžimai. Ortofotografijų generavimas, technologinė schema. 3D failų kūrimo ir naudojimo supratimas. Skaitmeniniai aukščio modeliai. Automatizavimas skaitmeninės fotogrametrijos procesuose. *Praktinis darbas: ortofotografijų ir 3D reljefo modelio kūrimas ir rezultatų kontrolė, vertinimas.*

Naujausia įranga: skaitmeniniai fotoaparatai, nuotraukų skaitytuvai ir lazeriniai skaitytuvai:

Skaitmeninių technologijų kūrimas vaizdų rinkimo procesuose – naujausi skaitmeniniai fotoaparatai ir jų charakteristikos. Naujausi skaitmeniniai aerofotografavimo fotoaparatai ir jų savybės, galimybės. Nuotraukų skaitytuvai ir nuotraukų nuskaitymo sistemos (įskaitant aero skaitytuvus) – jų pagrindinės veiklos schema, parametrai, parinktys.) Lazerinių skaitytuvų (LIDAR) technologijos ir jų praktinio realizavimo įranga (techninė įranga), galimybės, parametrai, eksploatacinės charakteristikos. Būsimi galutiniai produktai ir jų taikymo sritys. Įrangos vystymo perspektyvos ir galimi padariniai. *Praktinis darbas: ataskaitos rengimas („ArcGIS“) ir atliktų matavimų rezultatų pristatymas, iššifravimo darbai, taip pat ortofotografijos ir 3D reljefo modelių kūrimas.*

Bibliografija

Privaloma literatūra:

1. Valdis Vanags, Mūsdienu Latvija topogrāfiskās kartes, Fotogrammetrija. VZD, Rīga, 2003, 275 lpp. (Textbook “Photogrammetry” by Valdis Vanags, publisher “Latvian State land service” in 2003).
2. „Ģeomātikas pamati”studiju kurss RTU 2006 g. („Geomatikos pagrindai“ (Ģeomātikas pamati) studiju pagalba RTU (Riga Technical University) 2006).
3. Mācību grāmata „Ģeodēzija”, izdevējs „Latvijas ģeotelpiskās informācijas aģentūra”2007 g. (Vadovēlis „Geodezija“, 2007 m. išleistas Latvijos geoerdvinės informācijas valdybos).
4. Latvijos Respublikos teisės aktai „**Ģeotelpiskās informācijas likums**“ (Geoerdvinės informacijos įstatymas), 2009;

Papildoma literatūra ir informacijos šaltiniai:

1. Karl Kraus, Photogrammetrie, Band I, Grundlagen und Standartverfahren, Dummler/Bonn, 1998, 450 lpp.

Rekomenduojami periodiniai leidiniai:

1. www.isprs.org
2. www.eurosdri.net
3. žurnāls "Mērnīeks"