

Erasmus+ projekto ID: BIMVET3 2020-1-ES01-KA203-083262

Šis "Erasmus+" projektas finansuojamas remiant Europos Komisijai. Šis leidinys atspindi tik autorių požiūrį, todėl Europos Komisija ir "Erasmus+" nacionalinės agentūros negali būti laikomos atsakingomis už bet kokį jame pateikiamos informacijos naudojimą.

V BLOKAS: naujos BIM modeliavimo technologijos. 3D skenavimas, fotogrametrija ir 3D spausdinimas

1 pamoka – Georeferencija ir koordinatės

Mokymosi informacija

1 – Tikslai

Šios pamokos tikslai yra šie:

1. Supažindinti studentą su geotechninėmis žiniomis.
2. Parodyti naudojamus įrankius esant skirtingiems biudžeto ir patirties lygiams.
3. Parodyti skirtingus koordinatinių gavimo būdus.
4. Supažindinti su skirtingomis geolokacijos ir georeferencavimo sistemomis.

2 – Mokymosi metodologija

- Mokytojas pateiks medžiagos paaiškinimą su praktiniais pavyzdžiais.
- Praktiniams mokymo pasiekimams įvertinti kiekvienas mokinys parašys trumpus aprašymus ir atsakys į pateiktus klausimus.
-

3 – Pamokos trukmė

Pamokos trukmė priklausys nuo to, ar bus tik skaitoma ir apibendrinama pati medžiaga, ar, priešingai, bus atliekamas duomenų rinkimas naudojant kai kurias iš paaiškintų priemonių ar metodikų, todėl ji gali svyruoti nuo 1 iki 4 val.

4 – Būtinai mokymo (si) ištekliai

Šis dokumentas leidžia įgyti reikiamų žinių. Įvardijamos priemonės, kuriomis galima naudotis renkant duomenis:

1. RTK.
2. Dronas.
3. Tacheometrinė stotis.
4. Lazerinis atstumo matuoklis.

5. Metras.
6. Užrašų dienoraštis, kuriame prireikus įrašykite rezultatus.

5 – Turinys

- 5.1 Kas yra georeferencijavimas?
- 5.2 Georeferencijos naudojimas fotogrametrijos projektuose
- 5.3 Georeferencijos lauko darbai
- 5.4 Georeferencijos įrankiai
 - 5.4.1 Tradiciniai metodai
 - 5.4.2 Georeferencijavimas naudojant tacheometrą
 - 5.4.3 GPS įrenginys
 - 5.4.4 RTK
 - 5.4.5 Dronas
- 5.5 Georeferencijos biuro darbas
- 5.6 Georeferencija naudojant Google Earth

5.1. Kas yra georeferencijavimas?

Tai procesas, kilęs iš geografinės geodezijos disciplinos, pavyzdžiui, 3D skaitmeninės fotogrametrijos, atsiradusios iš ankstesniais amžiais sukurtos popierinės fotogrametrijos.

Dabartinis georeferencijavimas apibrėžiamas kaip procesas, leidžiantis labai tiksliai žinoti įvairių reljefą sudarančių elementų, biotinių ir antropinių, padėtį ir erdvinį pasiskirstymą; tam naudojami sferiniai matavimai pagal žemės paviršiaus tūrį platumos ir ilgumos reikšmėmis, priskiriant reikšmes skirtingiems paviršiaus taškams, jos vadinamos geografinėmis koordinatėmis.

Georeferencavimas naudojamas kaip viena iš pagrindinių (GIS) geografinės informacijos priemonių, kai erdvių projekcija, susijusi su plotais ir paviršiais, išreikštais atskaitos taškais. užtikrina didelio tikslumo 2D plokštumą, tinkamą kartografavimui ir topografijai, dirbant su pikselių žemėlapiu elementais, taip pat vaizdais ar vektoriniais objektais, tokiais kaip polilinijos, vektoriai ar poligonai. Galime rasti įvairių tipų koordinates, pavyzdžiui:

Geografinės koordinatės matuojamos laipsniais, nes tai yra sferiniai matavimai, jos vadinamos geografinėmis koordinatėmis, geografinė platumą nustatoma nuo ekvatoriaus ir gali būti įrėmintą (šiaurė-pietūs), o geografinė ilguma nustatoma nuo Grinvičo dienovidinio ir gali būti įrėmintą (rytai-vakarai); abu kintamieji matuojami laipsniais, minutėmis ir sekundėmis.

Kitos koordinacių sistemos gali būti dvimatės arba trimatės, priklausomai nuo matuojamų dydžių. Dvimatės arba 2D koordinatės yra sukurtos ant Dekarto ordinatinės ašies ir skaičiuojamos tik Dekarto koordinatėse su 2D reikšmėmis (X , Y), kur X yra horizontalioji reikšmė, žyminti rytus ir vakarus; kita vertus, Y yra vertikalioji reikšmė, žyminti šiaurę ir pietus.

Trimatėse arba 3D koordinatėse taškui nurodyti naudojami kintamieji (Z , X , Y), nes pagal Z apskaičiuojamas aukštis žemiau ar aukščiau jūros lygio GIS projektuose arba mūsų modelio žemės lygis.

Z yra aukštis virš jūros arba žemiau jūros arba paties modelio, kuriame norime nurodyti žemės paviršiaus aukštį, o X ir Y ašies duomenys rodo objekto vietą jo ašyje.

5.2. Georeferencijos naudojimas fotogrametrijos projektuose

Fotogrametriniuose projektuose naudojant matavimo metodus ir koordinates, taškų debesies trimatis šaltinis arba poligoninis tinklelis, gautas apdorojant, labiau priartėja prie užfiksuoto elemento, atsižvelgiant į elemento proporcijas.

Georeferencija, atliekama imant natūralius fizinius taškus arba tikslus, suteikia modeliui daugiau tikslumo, suteikia jam mokslinę vertę kaip ne idealiam atspindžiui, o kaip tikrovės kopijai, nes trimačiam modeliui parinkti X , Y , Z taškai pirmiausia orientuoja modelį, suteikdami jam iš anksto nustatytą vietą erdvėje, ir, antra, keičia modelio mastelį, kad būtų galima nukopijuoti ir užfiksuoti realius atstumus tarp skirtingų taškų, atspindinčius paties trimačio modelio matmenis ir tūrį.

Priklausomai nuo naudojamų priemonių, georeferencija gali būti atliekama įvairiais metodais - aerofotografavimo arba antžeminio kartografavimo, todėl skiriasi ir tikslumas. Atliekant profesionalius geodezinius darbus, geodezinių matavimų tikslumas paprastai yra 20 mm+-1ppm.

Prieš pradėdant darbą svarbu žinoti skirtingose priemonėse naudojamų geografinių koordinacių sistemą, kad vėliau būtų išvengta galimų skaičiavimo klaidų, todėl labai svarbu, kad visuose projekto procesuose būtų dirbama su ta pačia koordinacių ir vietos nustatymo sistema.

Plačiausiai naudojama geografinių koordinacių ir platumos/ilgumos vietos nustatymo sistema yra *WGS84* arba *World Geodetic System 1984*, kuri naudojama pasauliniu mastu, suteikianti galimybę geografiškai nustatyti kiekvieną žemės tašką X ir Y Z ašyse. Daug kur vis svarbesnės tampa vietinės koordinacių sistemos.

Europos Sąjungoje skatinama naudoti Europos antžeminę atskaitos sistemą 89 (European Terrestrial Reference System 89) arba ETRS89, taip pat koordinacių nustatymo produktus ir specializuotas GPS. Šis atskaitos taškas yra suderinamas ne tik su Europos GALILEO navigacijos sistema, bet ir su GPS

bei GLONASS, o tai reiškia, kad su bet kuria iš aukščiau paminėtų sistemų galima dirbti Europos žemyninėje plokštumoje.

Egzistuoja daugybė metodų, kaip gauti 3D geoerdviniu būdu ištaisytus modelius, naudojant GIS sistemas, gaunant tokius produktus, kaip pats neapdorotas trimatis modelis, ortomozaika, gauta iš ankstesnio modelio su ortorektifikacijos korekcijomis, siekiant pašalinti iškraipymus, kuriuos sukuria žmogaus akis ir fotoaparatas kaip jos imitacija. Visi šie darbai atliekami naudojant fizinius ir skaitmeninius valdymo taškus (Markers).

Bet koks matomas objektas, padėtas ar ne tam konkrečiam tikslui. Sukūrus šiuos duomenis, sugeneruojamas didelis metaduomenų kiekis, leidžiantis juos vėliau naudoti kontūrų linijose ir histogramose, be kitų analizės įrankių, atskleidžiančių įvairius vietovės, pjūvio ar pasirinktos teritorijos sudedamųjų duomenų tipus.

Galima gauti tokius produktus kaip MDS arba DTM: gauti geresnių rezultatų, tokių kaip kontūro linijos, vandens telkinių, šlaitų, nuolydžių, nelygumų analizė ir kt.

- **(DSM) DigitalSurfaceModel (skaitmeninis paviršiaus modelis):** tai skaitmeniniai modeliai, kuriuose vaizduojami esami elementai ir formos, užfiksuoti ir suskaitmeninti žemės paviršiuje, kuriam taikomas procesas, pavyzdžiui, pastatai arba paties reljefo reljefas, pavyzdžiui, kalnai ir juos sudarantys elementai, pavyzdžiui, medžiai.
- **(DTM) DigitalTerrainModel (skaitmeninis reljefo modelis):** tai skaitmeniniai modeliai, kuriuose vaizduojama vietovės forma, pašalinus ypatingus elementus, tokius kaip augmenija ar infrastruktūra, pašalinant visus elementus, kurie nėra pačios vietovės dalis.

Naudojant šiuos didelės informacijos skaitmeninius modelius taip pat galima sukurti fotogrametriškai ištaisytus ortomozaikos modelius, skirtus įvairių tyrimų ar intervencijų lauke analizei.

5.3. Georeferencijos lauko darbai

Duomenų ir koordinatinių fiksavimo ir rinkimo darbai lauke gali būti atliekami įvairiais įrankiais. Norėdamas atlikti šį darbą lauke, atitinkamas specialistas turi vykti į lauką ir atlikti įvairius veiksmus. Surinktus duomenis galima užrašyti rankiniu būdu ant lapo ar popieriaus arba skaitmeniniu būdu išsaugoti atminties kortelėje, kurią gali turėti šiam veiksmui atlikti naudojamas prietaisas.

Planavimas: Duomenų surinkimo operacija turi prasidėti nuo vietovės, kurioje ji bus atliekama, pažinimo, todėl būtina gerai išstudijuoti vietovės reljefą ir geologinių, topografinių elementų ar civilinių struktūrų išsidėstymą, nes nuo jų priklausys duomenų surinkimo procedūra.

Šiems valdymo taškams nurodomos koordinatės ir jie turi būti pažymėti ženklais, pavyzdžiui, orientyrai, arba būti lengvai atpažįstami modelyje, pavyzdžiui, įtrūkimas, lūžis arba lengvai atpažįstamas atskiras elementas, pageidautina netoli gerai pažymėtos briaunos arba viršūnės.

Ženkliai: Parengus veiksmų planą, atliekama fizinė ženklinimo intervencija naudojant įvairius elementus, pavyzdžiui, nuolatinis arba pusiau nuolatinis ženklas.

Nuolatiniai ženklai yra tie, kuriems reikia didesnio įsikišimo, kad pailgėtų jų tarnavimo laikas ir jie išliktų matomi, ir kurie domina po tyrimo, o pusiau nuolatiniai ženklai domina tik tyrimo metu ir gali būti pastatyti arba tiesiog pažymėti įvairiais elementais, pavyzdžiui, statybos aikštelės buvimo laikas, metalinių strypų įtvirtinimas arba žymėjimas specialiais dažais.

Duomenų surinkimas: tai paskutinis iš procesų, atliekamų lauke žmogaus. Šiame etape, naudodamasi įvairiomis priemonėmis, technikas gali surinkti duomenis pasirinktose vietose, be koordinacių užrašydamas svarbius duomenis, pavyzdžiui, tokius kaip nuolydis, polinkis, klimatas ar atmosferos orai.

5.4. Georeferencijos įrankiai

Georeferencija tapo pagrindine disciplina diegiant naujas technologijas – nuo geografinių kompasų ir teodolitų iki šiuolaikinių sudėtingų matavimo priemonių ir kompiuterinių skaičiavimų.

5.4.1. Tradiciniai metodai

Pradinis savo koordinacių metodas, sukurtas siekiant išlaikyti modelio tūrį, mastelį ir proporcijas. Norint sukurti šias koordinates, būtina pasinaudoti objekto ir erdvės fizinėmis savybėmis ir pažymėti skirtingus fizinius taškus, kurie yra aiškiai atpažįstami, jei nėra automatinio atpažinimo orientyrų.

Pasirinkę taškus, naudojame lazerinį atstumo matuoklį arba metrą. Taip atliekant matavimus centimetrinių verčių paklaida bus didesnė nei taikant šiuolaikines milimetrines metodikas, tačiau dėl to, kad naudojamos įprastos lauko ir statybvietės priemonės, ji pripažįstama kaip naudinga metodika, kurios kūrimo paklaida yra toleruotina.

Taigi pereiname prie pirmojo taško žymėjimo, šiam taškui turi būti pateiktos X, Y, Z reikšmės, todėl būtina išmatuoti jo aukštį ir suteikti reikšmę 0,000, šis taškas bus mūsų atskaitos taškas, nuo jo, naudodami lazerinį atstumo matuoklį arba metrą, išmatuosime atstumą tarp skirtingų tolesnių taškų, kuriuos norime paimti.

5.4.2. Georeferencijavimas naudojant tacheometrą

Duomenų fiksavimas antžemeinei fotogrametrijai, galima fiksuoti georeferencinius taškus su tacheometru, šis elektroninis prietaisas veikia naudojant atstumo matuoklį, kuris apskaičiuoja atstumą, ir mikroprocesorių, kuris apdoroja iš pirmojo gautą informaciją, susijusią su elektroniniu teodolitu.

Pageidautina, kad taškus atrinktų du technikai, siekiant paspartinti darbą ir pajvairinti užduotis; tokiu būdu vienas iš jų yra atsakingas už taškų atrinkimą mobiliuoju imtuvu, o kitas - už stacionarųjį imtuvą.

Stotis, kaip stacionarusis elementas, skleidžia signalą į mobilųjį elementą, kuris yra apskrita prizmė, kad būtų lengviau priimti signalą ir grąžinti jį į pačią stotį.

Teisingai nukreipus signalą, stotis kiekybiškai nustato laiką, praėjusį nuo šio signalo išsiuntimo iki grįžimo, ir pagal šį laiką kiekybiškai nustato atstumą tarp abiejų elementų, kiekybiškai nustatydamas ir lokalizuodama tikslią pačios stoties, kuri veikia kaip imtuvas, bazės vietą.

Norint tinkamai atlikti procedūrą, reikia atsižvelgti į įvairius veiksnius, kurie gali trukdyti darbui, pavyzdžiui, oro sąlygas ir pageidautina, kad ją atliktų 2 operatoriai.

5.4.3. GPS įrenginys

GPS įrenginys – tai įrenginys, kuris elektromagnetiniais signalais priima antžeminių stočių surinktą palydovinį signalą, kad būtų galima koordinuoti įvairias reikšmes ir nustatyti jo buvimo vietą. Yra įvairių tipų GPS prietaisų, o jų tikslumas gali skirtis priklausomai nuo kainos.

GPS topografinių dokumentų rengimo įrenginys turi anteną, kuri turi būti įrengta atitinkamame taške, jis veikia kartu su Pda arba elektroniniu nešiojamuoju kompiuteriu, tikslumas gali priklausyti nuo fizinių arba klimato veiksnių, kurie gali trukdyti perduoti arba priimti signalą, taip pat gali skirtis priklausomai nuo palydovų, kuriuos galima užfiksuoti, skaičiaus.

5.4.5. RTK

RTK koordinacijų gavimo sistema, sutrumpinta iš Real Time Kinematic, gali dirbti su įvairiais signalų navigatoriais, tokiais kaip Europos Galileo arba garsioji GPS, realiuoju laiku teikdama informaciją apie koordinacijų būklę.

Kad įranga veiktų tinkamai ir gautų geriausius įmanomi rezultatai, prie vietos nustatymo sistemos reikia prisijungti bent per tris palydovus, kad būtų galima koordinuoti atstumus tarp skirtingų palydovų. Sistema naudoja RTK įrenginį kaip bazinės stoties imtuvą, kuris jungiasi su skirtingais

mobiliaisiais įrenginiais, kurie lygina jų atstumus ir trianguliuoja su bazine stotimi. Ši sistema, be kitų jutiklių, naudoja UHF modemus, kad informacija būtų fiksuojama realiuoju laiku.

RTK duomenų rinkimo sistemos paklaida yra mažesnė nei 1%, atitinkamai 1 centimetras ± 2 milijoninės dalys horizontaliai ir 2 centimetrai ± 2 ppm vertikalčiai.

5.4.5 Georeferencija su dronu

Aerofotogrametrijos metodikoje turime išskirti įvairius aspektus, susijusius su georeferencija, nes dėl pačios aerofotogrametrijos prigimties ši disciplina bus vienas iš pagrindinių pagalbinių punktų siekiant subcentrinių rezultatų fiksuojant didelius paviršius.

Todėl ypatingą dėmesį skirsime įvairiems dominantiems aspektams, kurie atliekami duomenų fiksavimo misijos metu, pvz: dronų modelį, skrydžio tipą arba fizinių georeferencinių kontrolinių taškų naudojimą arba vėliau modelyje įgyvendintus atskaitos taškus.

- **Drono modelis:** Paprastai dronai gali pasiekti gerų duomenų gavimo rezultatų nepriklausomai nuo jų modelio. Šiuolaikiniuose dronuose įdiegtos pažangesnės technologijos, pavyzdžiui, savi skrydžio režimai, susidūrimo jutikliai arba geresnės kameros, kurios labai svarbios fotogrametrijos mokslui. Tarp patobulinimų, kuriuos gali turėti modernus dronas, yra užfiksuotų vaizdų georeferencija, kiekvienam skrydžio misijos metu užfiksuotam vaizdui bus priskirtos koordinatės, kuriose dronas buvo užfiksavimo metu, ši priemonė, suteikianti kiekvienam vaizdui tam tikras koordinates, padės atlikti operaciją su didžiausiu įmanomu maršruto tikslumu, taip pat būsimoose modelio sudarymo procesuose pirmuosiuose etapuose, pavyzdžiui, nuotraukų lyginimas, efektyvesnis ir greitesnis duomenų apdorojimui skirtų vaizdų užsakymas pagal jų koordinates. Jei dronas pats generuoja nuotraukų ir GPS buvimo vietos koordinates, reikia laikytis koordinacių tipo, nes naudojant taškų debesies kūrimo ir valdymo programą gali susidaryti paklaida, dėl kurios neįmanoma pagaminti paties trimačio gaminio.
- **Skrydžio misijos tipas:** Daugelis dabartinių dronų turi iš anksto nustatytas skrydžio parinktis, pavyzdžiui, taškų arba taikinių sekimas, arba 360° nuotraukos, kurios gali būti naudingos techninės priežiūros ir kontrolės užduotims, naudojant droną kaip daugiafunkcinį darbo įrankį, taip pat galima sukurti didesnę vertę naudojant specializuotą misijoms skirtą valdymo programinę įrangą, tokio tipo programinė įranga, naudojama mobiliuosiuose terminaluose, pavyzdžiui, išmaniuosiuose telefonuose arba planšetiniuose kompiuteriuose, naudoja geolokaciją, gautą iš paties valdymo įrenginio, prijungto prie valdiklio, kad veiktų kaip GPS signalo generatorius pačiam pilotui ir GPS signalo imtuvas dronui. Tokio tipo

programose naudojamos žemėlapių programos, kuriomis vadovaujamosi dronui priskirtais maršrutais ir misijomis, suderinant perimetrus, atstumus ir maršrutus vietovėse, kuriose vyksta duomenų rinkimo procesas.

- **Fiziniai valdymo taškai:** siekiant duomenų fiksavimo tikslumo, kad jį įgyvendinant būtų galima pasiekti geresnių rezultatų tolesniuose procesuose, tikslios koordinatės gali būti nustatomos topografiniais prietaisais ir pažymimos lauke įvairiais elementais, pavyzdžiui, taikiniais. Atlikus pirmuosius biuro darbo procesus, kurių metu generuojami duomenys, minėtų ženklų vizualiai ieškoma taškų debesyje ir, naudojant programoje numatytas priemones, parenkamos skirtingos pozicijos ir joms suteikiamos anksčiau išgautų koordinatėms reikšmės; kai atitinkamoms koordinatėms priskiriamos jų pozicijos, derinimo procesas turi būti pakartotas, kad būtų ištaisyta klaida, kuri galėjo būti užfiksuota per ankstesnį taškų debesies pavyzdį.
- **Skaitmeniniai atskaitos taškai:** Taškų debesies valdymo programos turi keletą priemonių, kaip matyti iš pirmiau pateiktų pavyzdžių, skirtų tiksliai modeliui pakeitimams taisyti ir taikyti su didžiausiu įmanomu patikimumu; sugeneravus taškų debesį, naudotojas gali pasirinkti arba sukurti analogiškus taškus, kurie nebuvo surinkti, vizualiai pažymėdamas juos visose atsiradusiose nuotraukose; šiam taškui taškų debesyje bus suteiktos tikslesnės koordinatės, kai procesas bus pradėtas iš naujo, siekiant įgyvendinti pakeitimus ir pataisymus.

5.5. Georeferencijos biuro darbas

Gavus fizinius duomenis iš kontrolinių taškų, vaizdų arba abiem atvejais, duomenys turi būti apdorojami įvairiais būdais, kad būtų galima suteikti jiems vertę, kad būtų galima atlikti šių koordinatėms dėka jų įgyvendinimą įvairiose programose, įvairius georeferencijavimo veiksmus ir rezultatų formavimą 2D ir 3D ištekliuose, kuriuos norite sukurti su jų pagalba.

Kompiuterinis braižymas yra vienas iš pagrindinių koordinatėms panaudojimo būdų, siekiant sukurti dvimatę užfiksuotos vietovės dokumentaciją, labai naudingą planimetrijai ir kartografavimui.

Technologinė pažanga reiškia, kad įvairių programų ir disciplinų, pavyzdžiui, fotogrametrijos, dėka šios koordinatės gali būti įgyvendinamos arba gaunamos įvairiais būdais. Be kitų galimybių, galima nustatyti geografines koordinates nuotraukoms, kurios buvo padarytos be jokios vertės, arba suteikti geografinę vertę įvairiems taškams, kurie gali sudaryti trimačio fotogrametrinio šaltinio taškų debesį...

Galime rasti įvairių fotogrametrijos programų, leidžiančių vaizdams suteikti koordinates, šią priemonę naudoja daug profesionalių programų, pavyzdžiui, Pix4D, Metashape arba Reality Capture,

kuriomis numanomos koordinatės gali būti įtrauktos į pačias nuotraukas nuo pat pirmojo apdorojimo momento, kaip ir dronų misijų metu užfiksuotų nuotraukų atveju.

Naudojant paprastą priemonę, panašią į užrašų knygelę su tuščiomis lentelėmis, galima įterpti užrašytas arba skaitmeniniu būdu užfiksuotas vertes, gaunant vietovės duomenis. Šis procesas taikomas ir nuotraukoms, ir atrinktiems taškams.

Jei į programą įterpiate nuotraukas su jau geografinėmis nuorodomis, programa pradės dirbti su šiomis reikšmėmis, modelio mastelį pagal proporcijas, kurias kontroliniai taškai pažymi tarp jų pagal atstumą. Priešingai, jei buvo atliktas bet kokio tipo procesas ir koordinatės į programą įvestos rankiniu būdu, procesus reikia atlikti iš naujo, kad būtų galima pakoreguoti vertes pagal koordinatėse numatytą patikslinimą ir gauti masteliu sumažintą ir orientuotą trimatį modelį.

5.6. Georeferencija naudojant „Google“ žemę

Vienas iš prieinamiausių projekto georeferencinio nustatymo metodų - naudoti "Google Earth" arba "Maps" programas. Nors rekomendavome naudoti Europos geografinių nuorodų sistemą ETRS89, "Google Earth" veikia tik su GPS sistema pagrįstomis geografinėmis koordinatėmis WGS84 platumos ir ilgumos atžvilgiu; tai pasaulinė sistema, kurioje naudojamos pasaulinės atskaitos ir apskaičiuojama mažesnė nei 20 m paklaida.

6 – Priedai

Georeferencija: procesas, kurio metu elementui suteikiamos koordinatės kartografiniame arba erdviniame objekte, kai žinoma ir pažymėta tiksli jo vieta.

Mastelio keitimas: procesas, kurio metu elementas, turintis savo matmenis ir apimtis, koreguojamas, atliekant didesnius ar mažesnius matmenis ir apimtis, kol pasiekiamas norimas rezultatas.

Orientacija: procesas, kurio metu elementas įrėmintas erdvėje tam tikromis kryptimis ir parametrais.

Geotechnika: mokslas, tiriantis gruntų mechaniką.

Koordinatės: nuorodos, turinčios skaitines reikšmes, kurios žymi dominančius elementus žemėlapių sudarymo, nuorodų ar trimačio modeliavimo sistemose.

Atskaitos taškas: Abstrakti koordinatinių sistema su atskaitos paviršiumi (pvz., geoidas, elipsoidas, jūros lygis), kurioje nurodomos žinomos vietos tyrimams pradėti ir žemėlapiams sudaryti.

GIS (geografinės informacijos sistemos) santrumpa – tai elektroniniai įrankiai, integruoti į programinę įrangą, palengvinantys darbą su geografiniais duomenimis.

Ortomozaika: produktas, gautas ištaisius ir vizualiai pataisius geometrinį iškraipymą, pritaikytą trimačiam modeliui, iš kurio buvo galima gauti ištisinę mozaiką, kuri sudaro vieną vaizdą.

Geodeziniai tyrimai: apima topografinę geodeziją, atsižvelgiant į geografinių duomenų rinkimo veiklą, atskaitos koordinates, kurios gali būti taikomos šiame procese, jų metodikas ir specializuotų priemonių naudojimą.

Navigacijos sistema: nurodo elemento palydovinę geografinę vietą, kai keičiamasi signalų diapazonais iš bet kurios planetos terpės, esančios litosferos, hidrosferos ar oro aplinkos taške.

Kontroliniai taškai: koordinačių taškai, naudojami fotogrametrijos mokslu gautam trimačiam modeliui orientuoti ir masteliui nustatyti.

Tiksliniai kontroliniai taškai: kilnojamieji fiziniai elementai, kuriuos galima naudoti pakartotinai arba ne, kai to taško koordinatės pažymimos vietoje naudojant specializuotas priemones.

Natūralūs kontroliniai taškai: tai yra valdymo taškai, kurie padės nustatyti mastelį ir orientuoti modelį, tačiau gaunami paimant ir nurodant koordinates tiems elementams, kurie sudaro patį modelį, pavyzdžiui, išskirtinės formos akmeniui arba pastato viršūnei.

Triukšmas: tai elementai, kurie nebuvo užfiksuoti geromis sąlygomis dėl netinkamo darbo lauke arba elementai, kurie modelio kompozicijoje nėra svarbūs, bet yra vaizdo fone. Jie gali būti laisvi taškai, iškyšuliai. Deformacijos...

Kontūro linijos: tai linijos, jungiančios vietas su tomis pačiomis reikšmėmis plokštumoje. Tarp tyrimų, kuriuos galima atlikti naudojant fotogrametrinį modelį, galime rasti temperatūrą arba aukštį virš jūros lygio.

Histogramos: duomenų atvaizdas stulpelinės diagramos pavidalu, kuriame pateikiama daug informacijos apie modelį.

Lazerinis atstumo matuoklis: elektroninė priemonė, kurią galima įsigyti įvairiais formatais, atskira arba integruota į kitas priemones, paleidžianti matomą lazerio spindulį, kad būtų išmatuotas atstumas, į kurį jis nukreiptas.

Dronas: bepilotis orlaivis, valdomas nuo žemės.

Skrydžio misija: iš anksto nustatyto automatinio skrydžio elementų rinkinys, pavyzdžiui, maršrutas, aukštis, darytinų nuotraukų skaičius, greitis arba įvykdymo laikas...

7 – Rezultatai

Mokinys turės laikyti testą su keliais atsakymų variantais, kuriame yra 3 variantai, iš kurių tik 1 yra teisingas.

8 – Ko išmokome

Studentas įgijo pagrindinių žinių apie koordinates, šiuolaikiniame georeferencijavime naudojamų koordinatinių tipą, taip pat sužinojo apie įvairias priemones su kainos ir rezultato skirtumais, kurias galima naudoti šiam darbui atlikti ir gebėti 3D modeliui suteikti geometrinį ir tipologinį tikroviškumą.