



AUTOMATINIS SISTEMŲ VALDYMAS GEODEZIJOJE

Ričardas Poskrebyševas¹, Arminas Stanionis²

¹bakalauras, ²docentas

Vilniaus Gedimino technikos universitetas, Geodezijos ir kadastro katedra

El. p. ¹ricardas.poskrebysevas@stud.vgtu.lt; ²arminas.stanionis@vgtu.lt

Anotacija. Straipsnyje aprašomas automatinis sistemų valdymas geodezijoje remiantis globalia padėties nustatymo sistema, siekiant pagerinti darbo kokybę, atlikimo greitį, sumažinant darbo išlaidas. Analizuojami skirtingi sunkiųjų technikos veikimo principai kaip, kad rankinis būdas arba visiškai automatinis, mechaninės ir elektrinės struktūros, apžvelgiama naudojama įranga, jos veikimas ir nauda.

Reikšminiai žodžiai: GPNS, kampu matavimas, atstumo matavimas, koordinačių matavimas, duomenų apdorojimas, RTK, greideriai, ekskavatoriai.

Įvadas

Šių dienų visuomenėje dažnai susiduriame su GPNS (globali padėties nustatymo sistema), tad nenuostabu, kad žmonės siekia kuo labiau išnaudoti šią sistemą pagerindami darbų kokybę, greitį ir tikslumą, sumažindami išlaidas ir nereikalingas klaidas. Šiuo atveju GPNS pritaikomas lauko darbams, naudojant sunkiąją techniką – greiderius, ekskavatorius ir kt., kadangi šie mechanizmai, atlikdami savo specifikos darbus, kartu naudoja ir GPNS.

Globali padėties nustatymo sistema

GPNS, naudojama žemės darbų srityje, gali būti perspektyvus vertingas aspektas rangovams ir padidinti bendrą darbo efektyvumą. Kadangi GPNS palydovinės padėties nustatymo informacija yra viešai prieinama, ja gali naudotis kiekvienas. Nuo 1990 m. pabaigos sunkiųjų įrenginių gamintojai, kartu su GPNS orientavimo sistemų gamintojais, kuria GPNS navigacijos sistemas sunkiųjų darbų reikmėms. Šios sistemos leidžia įrangos operatoriui naudoti GPNS padėties duomenis, kad priimtų sprendimus pagal faktines klases ir dizaino ypatybes. Kai kurios sunkiosios įrangos valdymo sistemos netgi gali automatiškai valdyti įrenginio padargus iš tam tikro dizaino, kuris buvo sukurtas konkrečioms darbo vietoms.

GPNS technologija buvo oficialiai įvesta kaip žemės daviklių valdymo sistema 1990 m. pabaigoje. Nuo to laiko

daugelis žemės kasimų įrangos gamintojų dabar siūlo gamybinę parinktį GPNS ir kitas orientavimo sistemas. Yra daugybė kompanijų, kurios taip pat parduoda GPNS navigacijos sistemas žemės darbams kaip modernizavimo variantą. Dvi pagrindinės sunkiosios technikos valdymo sistemų kompanijos yra „Trimble“ ir „Topcon“.

Norint sėkmingai naudoti GPNS žemės darbų srityje, reikia turėti tvarkingą darbų aikštelės planą. Darbų aikštelės paprastai sukuriama inžinerijos įmonių, gali būti importuojamas iš originalaus dizaino failo į mašinos GPNS ekraną. Dauguma GPNS orientavimo sistemų taip pat turi galimybę leisti operatoriui apibrėžti konkretų laipsnio aukštį ar laipsnio kampą be konkretaus plano (Skeivalas, 2008).

Žemės tvarkymas

Sunkiasvorė statybinė įranga paprastai naudojama dėl perkraunamos medžiagos kiekio – iki milijonų kubinių metrų. Žemės darbų statyba sukėlė didelę įtaką sukūrus (Fresno) grandiklius ir kitas žemės darbų mašinas, tokias kaip krautuvas, savivarčius, greiderius, buldozerius, ekskavatorius.

Hidrauliniai ekskavatoriai dar tik pradėdami integruoti naudojant GPNS technologijas ir paprastai nurodomi pagal pasirinkimą srityje. Ekskavatoriai naudoja GPNS technologiją kartu su kampo jutikliais, integruotais į mašinos kėbulą, alkūnę ir kaušą. Tai leidžia operatoriams matyti, kaip giliai reikia kasti, lyginant kaušo padėtį vietovėje

su vietovės planu GPNS ekrane. Pastaruoju metu ekskavatoriai gaminami su pusiau automatinėmis funkcijomis. Naudodamas šią funkciją ekskavatorius gali pats pakelti kaušą pagal tinkamą aukštį. Šios technikos taip pat turi automatinio stabdymo funkciją, užkertančią kelią kaušui nusileisti žemiau nei GPNS nustatytame plane.

Kasimai klasifikuojami pagal medžiagos tipą:

- grunto gruntavimas,
- žemės kasinėjimai,
- akmenų kasinėjimai,
- purvo iškasimas,
- neklasifikuota kasyba.

Kasimo metodai gali būti klasifikuojami pagal paskirtį:

- sunaikinimas,
- kelių kasybos,
- drenažo ar konstrukcijos iškasimas,
- tilto kasimas,
- kanalo kasimas,
- kasyklų griovimas,
- kasyklų restauravimas,
- dugno kasimas,
- požeminiai kasinėjimai.

Automatinių sistemų valdymas

Civilinės inžinerijos metu technikos valdymas naudojamas žemės tvarkymo technikos tikslumui nustatyti, remiantis 3D dizaino modeliais ir GPNS sistemomis, kurie padeda technikos operatoriams. Pavyzdžiui, valdyti kelius keltuvo mechanizmus. Daugelis sunkiųjų technikų valdymo sistemų naudoja „Real Time Kinematic“ realiojo laiko kinematinę sistemą-metodą, siekiant pagerinti padėties nustatymo tikslumą.

RTK metodas, taikomas padėties duomenų, gautų iš palydovinės padėties nustatymo sistemų (pasaulinės navigacijos palydovų sistemų, GNSS), tokių kaip GPS, GLONASS, „Galileo“ ir „BeiDou“, padėties tikslumui pagerinti. Jis naudoja signalo bangos fazės matavimus, o ne informacijos signalo turinį, ir remiasi viena atskaitos stotimi arba interpoliuota virtualia stotimi, kad būtų galima daryti realiojo laiko pataisus, pateikiant iki centimetro lygio tikslumą. Atstumas tarp palydovinės navigacijos imtuvo ir palydovo gali būti apskaičiuojamas pagal laiką, kuris praeina signalui keliaujant iš palydovo į gaviklį. Norint apskaičiuoti vėlavimą, imtuvas turi suderinti pseudoatsitiktinės dvejetainės seka su viduje sukurtos pseudoatsitiktinės dvejetainės seka. Kadangi palydovo signalas užima laiko imtuvui pasiekti, palydovo seka uždelsiama atsižvelgiant į imtuvo seką. Praėjus tam tikram

laikui, abi sekos yra galiausiai suderintos (Realaus laiko kinematika..., 2018).

Yra keturi dominuojantys sistemų valdymo gamintojai: „MOBA Mobile Automation AG“, „Trimble Navigation Limited“, „Topcon Positioning Systems“ ir „Leica Geosystems“.

Lazerinis valdymas

Lazerinis technikos valdymas yra elektroninė sistema sukurta automatiniam žemės darbų valdymui. Žinoma, pažangesnės sistemos su integruotais GPNS jau pakeitė tai, tačiau kai kuriose šalyse vis dar naudojamos.

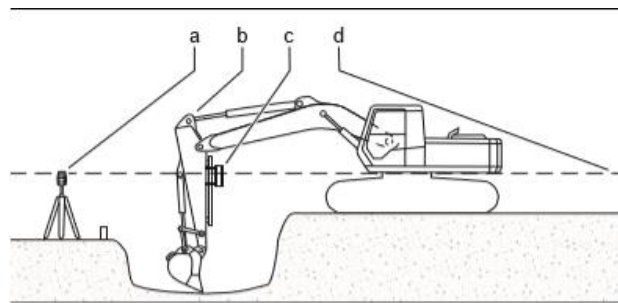
Dažniausiai matavimams ir statybai naudojamas elektroninis/optinis prietaisas (Skeivalas, 2010). Bendra stotis yra elektroninis teodolitas (tranzitas), integruotas su elektroniniu atstumo matavimu (EDM), kad nuskaitytų nuolydžio atstumus nuo instrumento iki tam tikro taško, o kompiuteris rinktų duomenis ir atliktų išplėstinius pagal koordinates pagrįstus skaičiavimus. Prietaisas gali atlikti daugybę funkcijų:

- kampų matavimas,
- atstumo matavimas,
- koordinačių matavimas,
- duomenų apdorojimas.

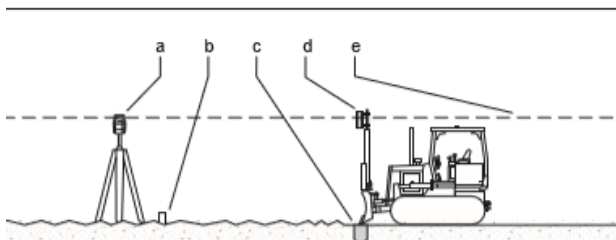
Yra įvairių tipų sistemų, kurios sukurtos skirtingų kompanijų. Tačiau apibendrinus sistemas jas galima išskirti į pagrindines dalis:

- besisukantį lazerinį siūstuvą,
- lazerinį imtuvą,
- valdymo bloką,
- solenoidiniai vožtuvai.

Solenoidiniai vožtuvai veikia kaip sąsaja tarp elektros sistemų ir hidraulinės sistemos, jie gali būti įjungiami arba išjungiami, bei proporcingi priklausomai nuo valdymo bloko. 1 ir 2 paveiksluose pateikiami ekskavatoriaus ir greiderio veikimo principų pavyzdžiai (Depthmaster 200, 2018) naudojant automatinį valdymą.



1 paveikslas. Ekskavatoriaus darbinė eiga darbų aikštelėje: a) besisukantis lazeris; b) alkūnė; c) lazerinis sensorius; d) lazerio plokštuma



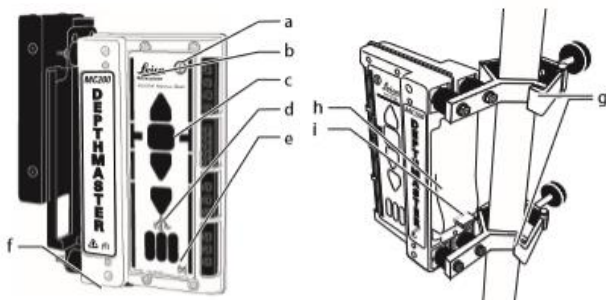
2 paveikslas. Greiderio darbinė eiga darbų aikštelėje: a) besisukantis lazeris; b) greideriavimo galas; c) greideriavimo pradžia; d) lazerinis sensorius; e) lazerio plokštuma)

Valdymas naudojant GPNS

Šiuo metu sunkiosios technikos pramonėje naudojamos įvairios GPNS sistemos, paprastai jos gali būti suskirstytos į „Rankinis valdymas“ arba „Visiškai automatinis“. Abi sistemos gali naudoti vieną ar du GPNS imtuvus. Naudojant tik vieną GPNS imtuvą ribojama, kaip orientavimo sistema gali suorientuoti mašinos padėtį statybų aikštelėje. Naudojant dviem GPNS imtuvais, orientacinė sistema suteikia du pozicijos taškus, leidžiančius apskaičiuoti kampą, kuris atsiranda dėl technikos kampo su statybų aikštele.

Mechaninės ir elektrinės konstrukcijos

Dėl atliekamų darbų ir inžinerijos vystymosi galima gauti beveik kiekvieno vamzdžio, vamzdyno, kanalo ir pakabos palaikymo koordinatas. Naudojant naujas technologijas „Depthmaster 200“ (3 paveikslas) (Depthmaster 200, 2018) ir „Sonicmaster“ 2000 (4 paveikslas) sumažinamos kasimo, žemės perstumdyimų išlaidos.



3 paveikslas. „Depthmaster 200“: a) maitinimo mygtukas; b) paslėptas mygtukas; c) įvertinimo pozicijos; d) sklendės indikatoriai; e) baterijos indikatorius; f) įjungimas į elektros lizdą; g) montavimo spaustukai; h) baterijos; i) jungtis, atjungianti bateriją nuo prietaiso)

Kitas prietaisas „Sonicmaster 2000“ (4 paveikslas) (Sonicmaster 2000, 2018) suprojektuotas taip, kad visa jo valdymo sistema galėtų būti įmontuota beveik į kiekvieną skirtingą šių dienų technikos įrenginį. Mechanizmas gali

naudoti lazerį, ultragarsą arba pakreipimo valdiklį, kuriuo kompensuojami kiekvienas technikos pasisukimas ar kruselėjimas, taip išlaikant kaušo padėtį norimoje pozicijoje. Du ultragarsiniai sensoriai, šviečiantys į vieną tašką, suformuoja trikampį, taip sumažindami atstumų paklaidas, kaušo judėjimo erdvėje paklaidas, padidindami darbų tikslumą. Tuo metu, kol prietaisas dirba, operatorius gali labiau susitelkti į šalia esančią techniką, planuoti tolesnį darbą.



4 paveikslas. „Sonicmaster 2000“ ir jo komplektacija

Lazerių veikimas

Yra trys lazerių veikimų principai darbų aikštelėje. Pirmas ir pats paprasčiausias – tai lazerio veikimu pagrįstas aplinkos skenavimas. Aplink savo ašį besisukantis lazeris, kuris statomas ant technikos stogo arba jos priekyje, skenuoja aplink esančią teritoriją ir perduoda informacija operatoriui, taip leisdamas jam atlikti norimus darbus tiksliau ir greičiau.

Antrasis tipas papildo pirmąjį. Prietaisas montuojamas ant pirmojo prietaiso. Pridėjus papildomą vožtuvą ir prijungus sudėtingesnį ekraną, darbų vykdymas tampa automatinis. Lazeriniu imtuvu priimami siunčiami signalai, taip automatinė sistema proporcingai junginėja vožtuvą kuris valdo kaušą.

Trečiasis lazerio naudojimas yra 3D vietovės kontrolė. Lazeris pastatomas ant trikojo ir nuo jo sklaidžia signalą po darbų aikštelę. Sensorius nuskaito gaunamą spindulį, o lazerio imtuvui perskaičius juos proporcingai paveikiami hidrauliniai vožtuvai, tikslinant jų padėtį erdvėje.

Išvados

GPNS yra labai universalus žemės mechanikos pramonėje, tačiau jis turi savo apribojimų. GPNS palydovų

signalai gali būti gauti tik atvirame horizonte. Pavyzdžiui, jei rangovas norėtų atlikti kokybišką darbą ruošiant betono grindims, pavyzdžiui, stogas blokuoja GPNS palydovų vaizdą, užkertantį kelią sistemos veikimui. Dirbant per arti struktūros taip pat gali trukdyti mašiną matyti dangų, kuris sukuria negyvas zonas. Aukštosios įtampos elektros energijos tiekimo linijos taip pat gali sukurti negyvas zonas dirbant po jomis. GPNS palydovo aprėptis tam tikrose dienos dalyse gali būti silpnesnė, sumažinant palydovų skaičių, kurį gali naudoti mašinos aparatūra. Visa tai priklauso nuo geografinės padėties ir dienos laiko. GPNS technologijos tobulinimas ir palydovų GLONASS (Rusijos GNSS palydovai) pridėjimas sumažino šį klausimą. Siekiant padidinti bendrą GPNS tikslumą, reikia įsigyti ir naudoti bazinę stotį, kuri papildytų papildomas išlaidas.

Literatūra

Depthmaster 200. (2018). Prieiga per internetą:

https://www.google.lt/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=0ahUKEwix8oD2oeLYAhUGIsAKHUrEB80QFggtMAA&url=https%3A%2F%2Fleica-geosystems.com%2F%2Fmedia%2Ffiles%2Fleicageosystems%2Fproducts%2Fmanuals%2520quickguides%2Fleica_mc200_depthmaster_um.ashx%3Fla%3Den&usg=AOvVaw077rWj5kp2mGpRr9E5qe_i

Realaus laiko kinematika „RTK“. (2018). Prieiga per internetą:

https://en.wikipedia.org/wiki/Real_Time_Kinematic

Skeivalas, J. (2008). *GPS tinklų teorija ir praktika*. Vilnius:

Technika. 288 p. <https://doi.org/10.3846/1450-M>

Skeivalas, J. (2010). *Elektroniniai geodeziniai prietaisai*.

Vilnius: Technika. 244 p. <https://doi.org/10.3846/1167-S>

Sonicmaster 2000. (2018). Prieiga per internetą:

http://www.gefos-leica.cz/public/items/produktu_leica/stavebni_pristroje/sonicmaster_en.pdf

AUTOMATIC SYSTEMS MANAGEMENT IN GEODESY

R. Poskrebyševs, A. Stanionis

Summary

The article describes the geodesy management of automated systems based on a global positioning system which improving the quality of work, speed of execution, and reduce labor costs. Also analyzing different principles of heavy technics such as manual or fully automatic, mechanical and electrical structures, overview of the equipment used, operation and benefits are analyzed.

Keywords: GPNS, angle measurement, distance measurement, coordinate measurement, data processing, RTK, graders, excavators.