

# Mobilaus kartografavimo prietaisais renkami geoerdviniai duomenys iš saugaus atstumo



*Mary Jo Wagner*

<https://www.pobonline.com/articles/102152-mobile-mapping-collects-geospatial-data-from-a-safe-distance>

Kai reikia atlikti matavimus dėl kelių tiesimo projektų, greitis yra svarbu. Geodezininkai turi būti greiti, kad savo srityje būtų našūs ir sumažintų sąnaudas. Tačiau svarbus ir pravažiuojančių automobilių greitis – ypač Vokietijoje, kur kai kuriuose „autobanų“ ruožuose nėra greičio apribojimų. Čia geodeziniai matavimai nėra skirti žmonėms, kurių silpna širdis.

Tarptautinė statybos įmonė „Strabag AG“ gerai supranta, kaip sudėtinga atlikti matavimus aktyviuose greitkeluose.

„Atliekant žemės matavimus, gali apimti bauginantis jausmas, kai pro tave automobiliai pralekia 150 km./val. greičiu,“ teigia Thomasas Gröningeris, „Strabag“ biuro Regensburge, Vokietijoje, skaitmeninio skyriaus vadovas. „Transporto infrastruktūros projektai mums kelia sunkumų gaunant kaip įmanoma tikslesnius lauko duomenis, tuo pat metu apsaugant savo komandų saugumą. Daugelio tradicinių metodų atveju mes vis dar turime uždaryti kelius ar nukreipti eismą, kad galėtume saugiai dirbti, o tai prailgina projektų trukmę ir padidina sąnaudas. Be to,

sunku gauti leidimų skraidyti dronais virš greitkelių. Idealiu atveju reikėtų sistemos, kuri leistų mums saugiai dirbti kelyje.“

Štai čia turime mobilųjį kartografavimą. „Strabag“ į ant transporto priemonių montuojamą 3D mobiliojo kartografavimo technologiją žiūrėjo kaip į daug žadantį sprendimą, leidžiantį komandoms dirbti eisme ir suteikiantį galimybę gauti erdvinį duomenų centimetrų tikslumu greitkeliuose, kur eismas vyksta dideliu greičiu, neaukojant kokybės ar komandų gerovės.

Pasirodo, jų požiūris buvo teisingas. Praėjus metams po to, kai sistema buvo pirmą kartą sumontuota ant mikroautobuso, mobilioji erdvinio vaizdavimo technologija ne tik tapo reikalingu papildymu tradicinėms matavimo priemonėms ir nepilotuojamiems dronams (UAS), bet ir padėjo Gröningerio skyriui iš naujo apibrėžti kelių ir geležinkelių projektų darbą, atrasti naujų būdų, kaip pritaikyti mobiliąją kartografiją ir stabiliai skatinti išbandyti naujas galimybes.

## Mobiliosios kartografijos ypatumai

Anot Gröningerio, mintis apie mobiliosios kartografijos technologijos įgijimą kristalizavosi 2018 metais. Įmonė, kuri, Gröningerio teigimu, yra viena iš didžiausių statybos įmonių Europoje ir infrastruktūros statybų lyderė Vokietijoje, vis daugiau dėmesio skiria tam, kad integruotų statinių informacijos modeliavimą (BIM) į kelių projektus (tiek pasirenkant, tiek pageidaujant), kuriuose dažnai reikia atnaujinti matavimus, kad būtų galima planuoti ir stebėti statybos progresą. Komandoms tekdavo iššūkis ne tik surinkti tą informaciją kas savaitę, o kartais ir kasdien, taikant tradicinius matavimo metodus, joms taip pat kildavo pavojus, kai reikėdavo grįžti į važiuojamąją dalį.



„Strabag“ komanda MX9 mobiliosios kartografijos sistemą montuoja ant automobilio. Į sprendimą įeina didelio tankumo lazerinis skeneris, sferinė kamera, skirta panoraminiams ir vaizdams įvairiais kampais, taip pat itin tikslus „Applanix“ GNSS IMU (inercinio matavimo įrenginys) komponentas. Autorių teisės: Thomas L. Fischer / STRABAG.

Gröningeris teigia, jog jiems, kaip įmonei, turinčiai gerą reputaciją dėl to, kad užbaigia transporto projektus laiku ir sutilpdama į biudžetą, reikėjo technologijos, kuri leistų komandoms neatsilikti nuo projektavimo / statybos užduočių.

„Mobilioji kartografija gali būti naudojama skenuoti ir užfiksuoti viską, kas yra jūsų kelyje, o jūs galite pasimatuoti objektus ir savybes tada, kai jums reikia,“ teigia jis. „Visos funkcijos yra debesyje ir vaizdų kataloguose, taigi nereikia apsilankyti dar kartą ar permatuoti. Be to, technologija leidžia jums rinkti duomenis didelėmis atkarpomis. Įprastam matininkui, pavyzdžiui, prireiktų maždaug trijų savaitių, kad pamatuotų 50 km ilgio greitkelį. Naudodamiesi mobiliąja kartografija, galime nustatyti kontrolinius žemės taškus, važiuoti tuo greitkeliu ir apdoroti 3D duomenis maždaug per savaitę – pats važiavimas užtruktų vos dvi valandas. Tai yra puiki priemonė statant, apžiūrint pastatytus objektus ar greitai besikeičiančias vietas.“

Išbandžiusi kelis variantus, „Strabag“ įsigijo „[Trimble MX9](#)“ mobiliosios kartografijos [sprendimą](#), sistemą „nuo lauko ir rezultato“, kuri apima didelio tankumo lazerinį skenerį, sferinę kamerą panoraminiams ir daugiakampiams vaizdams, itin tikslų „Applanix“ GNSS IMU (inercinio matavimo įrenginys). Visi davikliai yra sinchronizuoti su tiksliais GNSS imtuvo laiko žymėmis ir susieti su trajektorija, kuri užfiksuojama GNSS / IMU posistemoje. Ši sinchronizacija leidžia užfiksuotus taškus ir vaizdus tinkamai apdoroti vėlesniam naudojimui.

„Mes išbandėme kitas sistemas, kurios turėjo tik vieną lazerinį skenerį,“ teigia Gröningeris. „Jeigu važiuojate 100 km/val. greičiu tik su vienu lazeriniu skeneriu, gaunate ne tokį tankų taškų debesį, dėl ko yra sunku ištraukti tokias savybes kaip kelkraštis. Trimble MX9 pasižymi dviem lazeriniais skeneriais, kurių kiekvienas užfiksuoja po vieną milijoną taškų per sekundę. Tai mums suteikia neįtikėtino tankumo taškų masyvą. Jis taip pat pakankamai kompaktiškas ir lengvas, todėl lengvesnis paruošimas darbui.“

Nuo 2018 metų pabaigos, kai įsigijo Trimble MX9, įmonė neilgai delsė ir pradėjo naudoti kelyje, sudarydama sąlygas efektyviam darbui renkant ir tvarkant geoerdvinius duomenis bei kuriant 3D mobiliosios kartografijos verslą – tiek teikdama paraiškas konkursams, tiek proaktyviai kurdama verslo galimybes, kartu demonstruodama technologijos galimybes.

## Greitkelių žymėjimas

Viena iš tokių švietimo galimybių atsirado, kai „Strabag“ pradėjo naudoti MX9. Šiaurės Bavarijos greitkelių direkcija (NBMD) planavo atnaujinti greitkelį šalia Regensburgo; Gröningerio skyrius tai matė kaip progą parodyti valstybinei įstaigai, kaip galima pasinaudoti mobiliąja kartografija ir kelių daviklių technologijomis, projektuojant ir tiesiant naująjį greitkelį.



„Trimble MX9“ sistema leidžia komandoms dirbti eisme ir suteikia galimybę gauti erdvinių duomenų centimetrų tikslumu greitkeliuose, kur eismas vyksta dideliu greičiu, neaukojant kokybės ar komandų gerovės. Autorių teisės: Thomas L. Fischer / STRABAG.

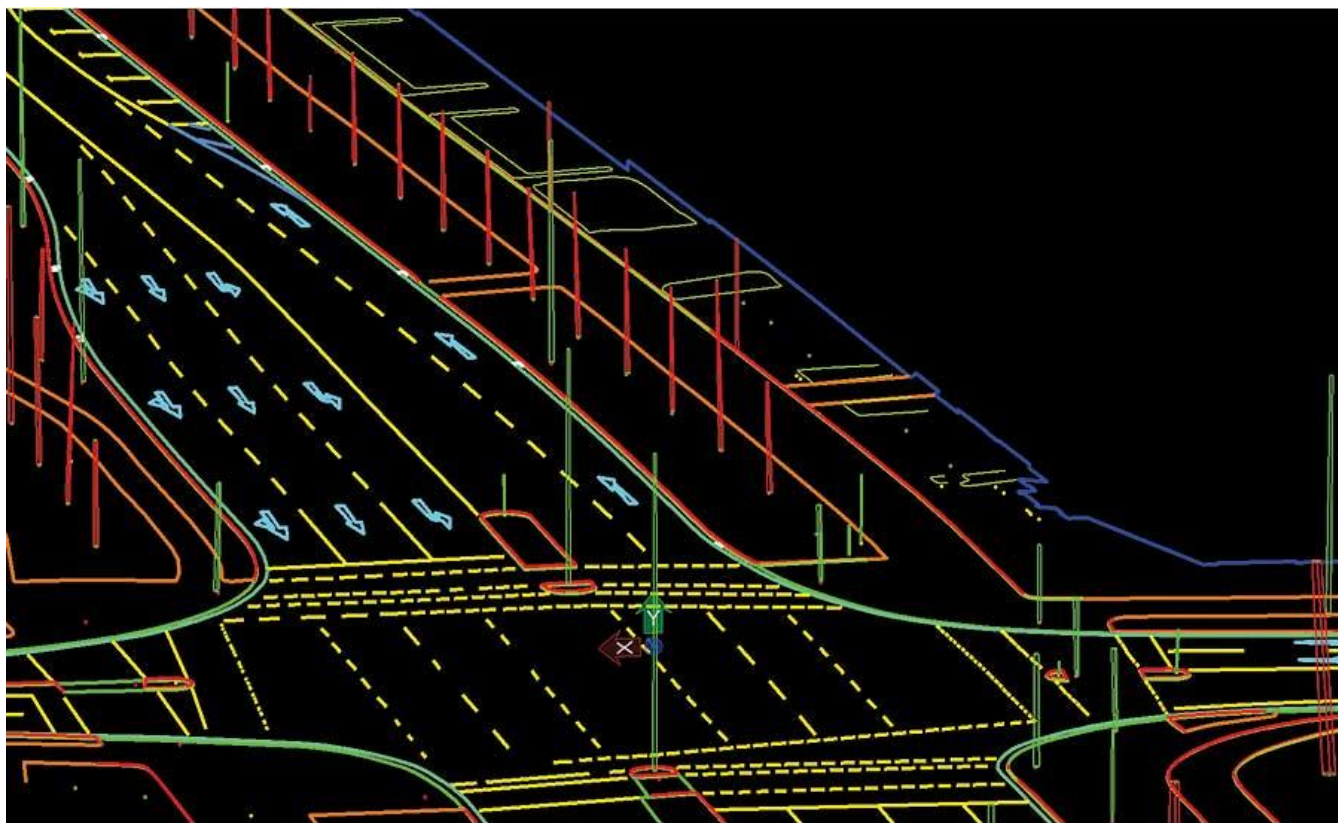
„Dalis mūsų darbo yra edukuoti esamus ir naujus klientus apie tai, kaip naujos technologijos gali jiems pasitarnauti, o ypač tai, kaip įvairios technologijos gali būti integruojamos atliekant geodezinius matavimus ir atliekant projektavimo darbus“ teigia Gröningeris. „Taigi nuvykome į direkciją ir pasisiūlėme kartografuoti greitkelio segmentą, kurį planuojama atnaujinti, naudodamiesi mobiliosios kartografijos sistema bei dronais, kad parodytume jiems duomenis ir technologijų privalumus.

Mes juos suintrigavome ir NBDM pradėjo pilotinį projektą, skirdama „Strabag“ užduotį nuskanuoti ir surinkti dviejų juostų A93 greitkelio ruožo vaizdus bei sukurti DTM 1,5 cm absoliučiu tikslumu horizontaliai ir 2 cm tikslumu vertikalčiai. Apimant 20 km ruožą, taip pat 3D duomenys susiejami su drono vaizdais, kuriuose užfiksuota 200 metrų kiekvienoje greitkelio pusėje.

Tam, kad pasiektų reikiamą duomenų tikslumą ir kokybę, lauko komanda naudojo [Trimble SX10](#) skenuojančiu tacheometru, kad pamatuotų ir pažymėtų 120 kontrolinių žemės taškų (GCP) ir kad būtų galima kontroliuoti mobilųjį kartografavimą. Eismo saugą užtikrinanti transporto priemonė saugojo komandą, jai žymint ir matuojant GCP naudojant skaidrius purškiamus dažus, kurie matomi tik MX9.

Po dvi dienas trukusio GCP proceso buvo pasirengta važiavimui rinkti duomenų. Su MX9, sumontuotu ant 2 m aukščio transporto priemonės, komanda važiavo greitkeliu dviem kryptimis, kiekvienos trajektorijos ilgis buvo 10 km. Važiuojant greitkeliu 80 km/val. greičiu, sistema nuskenavo konstrukcines ypatybes, pavyzdžiui, lūžio linijas, kelio dangos kraštų linijas, kelio ir statinių ženklus bei kelio žymėjimus – visus objektus, nutolusius nuo kelio per 50 metrų, taip pat darė panoramines ir daugiakampes nuotraukas kas 5 metrus. Per dvi valandas buvo surinkti 20 km ruožo duomenys.

„Reikšmingas MX9 privalumas yra vadinamoji dviejų lazerių „drugelio konfiguracija“, teigia Gröningeris. „Toks unikalus padėties nustatymas leidžia jiems nuskanuoti „kryžminiu būdu“ ir užfiksuoti objektus, kurie kitu atveju būtų blokuojami. Pavyzdžiui, jeigu važiuojate greitkeliu ir jus pralenkia automobilis, jeigu turime tik vieną skenerį, tuomet turėtumėte šešėlį. Bet kadangi MX9 yra su dviem 3D skeneriais, jeigu vienas iš jų blokuojamas pravažiuojančio automobilio, kitas skeneris užfiksuos taškus, esančius už automobilio. Priemonė puikiai tinka optimizuoti duomenų surinkimą.



„Strabag“ komanda pamatavo daugybę greitkelio ypatybių iš MX9 taškų masyvo, įskaitant lūžimo linijas, kelio dangos linijas, žymėjimus, eismo kliūtis ir kelkraščius. Šiame ruože matomi vektoriniai kelio juostų ženklai (geltonos sp.), taip pat skirtingos kelio krašto linijos: apatinis kraštas, viršutinis kraštas, priekinis kraštas (žalios ir raudonos sp.).

Biure komanda naudojo „[Trimble Business Center](#)“ (TBC) programine įranga, siekdama integruoti GCP ir nuskanuotus taškus, kad apdorotų 30 GB taškų masyvą. 3D vaizde jie ištraukė

daugybę ypatybių, pavyzdžiui, lūžimo linijas, kelio dangos linijas, ženklus, eismo kliūtis ir kelkraščius, bei sukūrė patogesnį vektorinį duomenų rinkinį. Galutinio apdorojimo etapo metu jie sukūrė A93 greitkelio DTM centimetrų tikslumu, taip pat vektorinį duomenų rinkinį, UAS vaizdus ir DTM pristatė į NBMD.

„Daugelis žmonių mano, jog jie gali projekte naudoti tik vieną technologiją, tačiau tai nėra tiesa,“ tvirtina Gröningeris. „Šis projektas įrodė, jog galima mobiliąją kartografiją derinti su kitomis technologijomis, kad klientai gautų vertingesnį duomenų rinkinį. Greitkelio 3D modelis gali itin padėti direkcijai projektuojant naują kelią, o vykdant tiesimo darbus, mobiliąją kartografiją leis greitai ir tiksliai įgyti „kaip pastatyta“ tipo duomenis, kad pagrįstų savo progresą.“

Įvykdžiusi šį pilotinį projektą, „Strabag“ taip pat bus geroje pozicijoje teikti paraišką NBMD, kai ji pateiks oficialų konkursinį pasiūlymą A93 keliui.

## Kilometrų kaupimas

Be demonstracinių projektų, „Strabag“ taip pat nuvažiavo šimtus kilometrų su MX9 vykdydama daugelį kitų transporto infrastruktūros projektų Vokietijoje ir už jos ribų.

Prietaisas buvo vežamas į planuojamos statybos vietas, kad užfiksuotų esamų vietų matmenis 3D formatu bei apskaičiuotų kiekius, jie nuskenavo statinius, važiavo keliais, kad parengtų maršrutų ir kelių DTM tam, kad pagrįstų planuojamus ir BIM procesus, be to, važinėjo ir geležinkeliais.



MX9 mobiliosios kartografijos technologija yra naudinga geležinkelio projektams, nes gali nuskenuoti aukštai esančius elektros laidus, kuriuos sudėtinga matuoti naudojant tacheometrus.

Austrijos transporto bendrovė „Graz-Köflacher Bahn-und Busbetrieb“ (GKB) įgaliojo „Strabag“ naudoti MX9, kad nuskanuotų ir pamatuotų 51 km ilgio geležinkelio ruožą planuojamam elektros įvedimui maršrutų tinkle Štirijoje, Austrijoje. Kad nebūtų trukdoma traukinių veiklai, taškų debesis turėjo būti kaupiamas naktį. Sumontuota ant specialaus GKB garvežio, sistema nuskenavo matomus objektus, įskaitant esančius viršuje, geležinkeliu nuo Lieboch ir Wies miestų.

Duomenys vėl buvo tvarkomi [Trimble Business Center](#), o GKB buvo pateiktas 3D duomenų rinkinys, kad būtų supaprastintas naujos elektros infrastruktūros, kurią planuojama pradėti eksploatuoti iki 2024 metų, planavimas ir projektavimas.

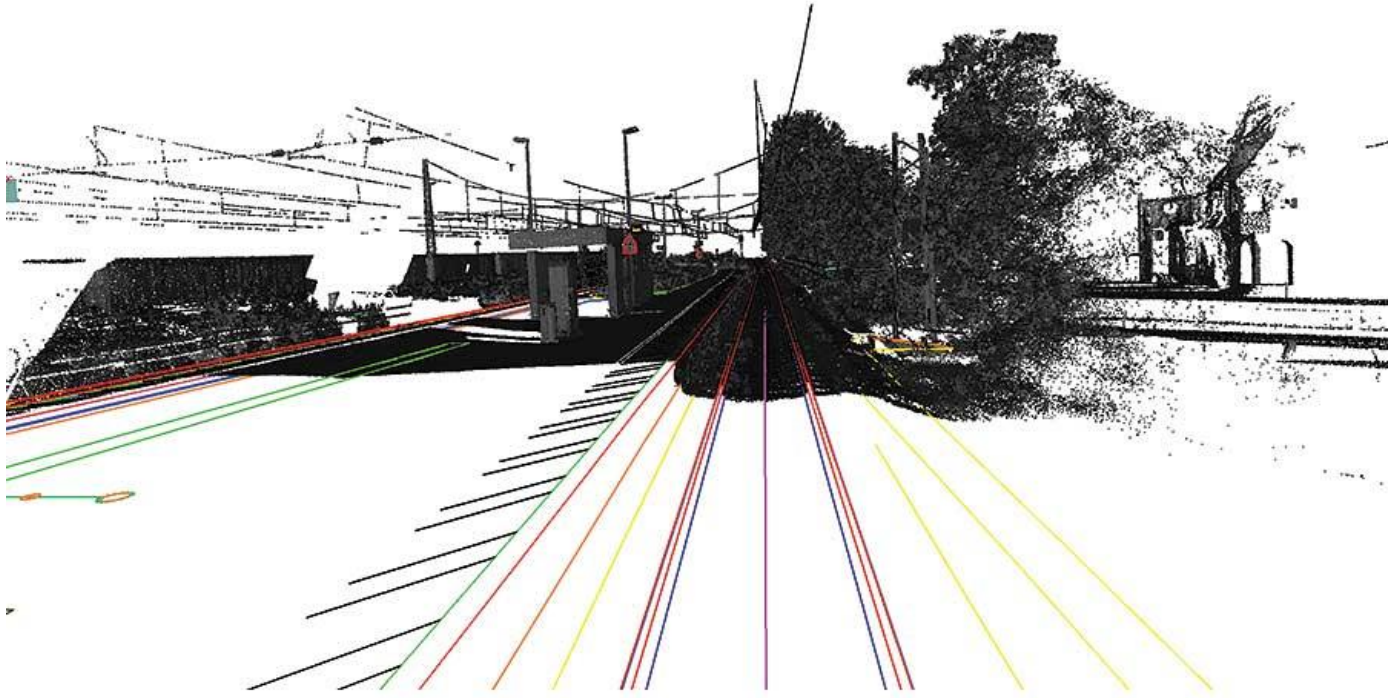
„Tai, jog MX9 gali fiksuoti duomenis naktį, suteikia didelio lankstumo tokiuose projektuose kaip geležinkeliai, kur darbo paprastai sustabdyti negalima,“ Gröningeris teigia. „Kadangi priemonė nuskenuoja ir viršuje esančius objektus, galime matuoti elektros laidus, ką labai sudėtinga užfiksuoti naudojant tachoometrą.“

Nors viena iš „Strabag“ sričių yra kelių ir geležinkelių infrastruktūros projektai, mobilioji kartografija jiems leido sėkmingai žengti į naujas teritorijas, pavyzdžiui, oro uostus.

Gröningerio skyrius nuo pat pradžių dalyvavo Miuncheno oro uosto 1-ojo terminalo plėtros projekte, tai buvo 455 milijonų vertės įsipareigojimas, kurio metu bus pastatytas naujas tarpusienis ir sukurta 95 000 kv. m aikštelė, skirta šešioms platiems ar dvylikai mažesnių orlaivių.

Prieš pradėdant statybą, pagrindinei inžinierių bendrovei reikėjo tikslios geodezijos, kad turėtų tikslų esamos erdvės bei konstrukcijų žemėlapi, prieš viską nugriaunant.

Darbai lauke prasidėjo sukuriant GCP tinklą 95 000 kv. m betonu grįstoje aikštelėje ir matuojant su [Trimble SX10](#). Turėdama žemės kontrolės tinklą, komanda naudojo MX9, kad nuskenuotų visą atitinkamą plotą, užfiksuotų visus statinius, žymėjimus, šviestuvus, ženklus ir betono sujungimus per vieną valandą.



[TBC](#) buvo integruoti surinkti matmenys ir skenavimo taškai, kad būtų parengtas vietos 3D modelis, kuriame yra aiškiai matyti terminalo infrastruktūros realus vaizdas – nuo smulkiausių betono sujungimo vietos iki aukščiausio apšvietimo stulpo. Taškų masyvas buvo esminis pagrindas planuojant didžiulį statybos projektą, kurio pirmasis etapas prasidėjo 2019 m. liepos mėnesį.

„Išmatuoti tokią didelę vietą taikant įprastus metodus būtų užtrukę kelias dienas ir būtų prireikę papildomų išlaidų,“ Gröningeris pripažįsta. „Naudodami mobiliąją kartografiją, visus reikiamus duomenis surinkome per vieną valandą. Nėra jokių abejonių dėl duomenų kokybės ar to, kokius objektus matuoti, nes kiekvienas objektas yra išsamiai taškų debesyje. Jeigu MX9 pamato objektą, užfiksuoja jį. Tai mums suteikia daug pasitikėjimo ir užtikrintumo šioje srityje, kas yra itin svarbu greitkelių projektuose ir oro uostuose, kur pakartotiniai vizitai yra sudėtingi.“

Kadangi spaudimas mažinti darbo lauką ir sumažinti sąnaudas yra toks pat įprastas kaip ir pačios matavimo priemonės, technologijos, kurios komandoms garantuoja lankstumą ir produktyvumą bei saugumą, yra sumanus būdas. Įrodyta, jog mobiliąją kartografiją yra protingas pasirinkimas „Strabag“ atžvilgiu, nes veda ją ilgu sėkmės greitkelio.