

Laserskaneerimine – suure detailsusega 3D-mõõtmine

Täiesti tavaline on situatsioon, kus renoveeritavast tehasest säilunud joonised on ümberehituste tõttu ebatäpsed, remonti vajavast kirikust puuduvad joonised või neist ei ole palju abi, kuna need on kahemõõtmelised. Maailm on aga muutunud. Projekteerijad vajavad eelpoolmainitud situatsioonides suure detailsusega täpseid kolmemõõtmelisi projekteeritava objekti mudeleid. Sellistes olukordades on suureks abiks 3D-laserskannerid.

Laserskannereid on väga mitmesuguseid. Laseritega skaneeritakse õhust või kosmosest Maa pinda. Teostatud on projekte Kuu pinna skaneerimisest Maalt. Selliste skannerite täpsus on meetrites või sentimeetrites ning maksimaalne mõõtmiskaugus alates mõnedest sadadest meetritest. Maa pinnalt või liiklusvahendilt skaneeritakse ehitisi, kaevandusi, tunnelid, raudteid ja mälestusmärke (selliseid skannereid nimetatakse maaskanneriteks ehk terrestriaalseteks skanneriteks). Selliste skannerite täpsus on millimeetriklassis ja nendega on võimalik mõõta kaugusi kuni paarsaja meetrini. Eksisteerib ka hulk skannereid, mille mõõtmiskaugus on parimal juhul mõned meetrid, aga mõõtmistäpsus alla millimeetri. Parimal juhul suudetakse mõõta sentimeetrite kauguselt sajandikmillimeetrite täpsusega. Selliseid laserskannereid kasutatakse peamiselt auto- ja lennukitööstuses. Ehitiste, tunnelite, sildade ja mälestusmärkide mõõtmiseks sobivad terrestriaalsed laserskannerid ja nendest tulebki edaspidi juttu.



Tegemist pole halva kvaliteediga digifotoga vaid punktipilvega, millele on lisatud naturaalsed värvid, mis on üles võetud laserskanneri oma kaameraga. Igal pikselil sellel pildil on täpsed koordinaadid, mille põhjal võib moodustada ehitisest arvuti abil mudeli.

Laserskanner on oma nime saanud kaugusmõõtmise moodulist – laserkaugusmõõtjast. Lasersignaal saadetakse mõõteseadmest välja teatud horisontaal- ja vertikaalnurga all. Tagasisaabuva signaali põhjal määratakse, kui pika tee valgussignaal läbis ja nurkade abil arvutatakse laserpunkti koordinaadid sel hetkel, kui lasersignaal alustas tagasiteed mõõteseadme suunas. Kiiremates laserskannerites kasutatakse kauguste mõõtmiseks faasinihke meetodit aga siin kaotatakse pisut mõõtmiste täpsuses võrreldes eelpoolmainitud meetodiga. Koordinaadid saadakse algul mõõteseadme (laserskanneri) suhtes. Hiljem tuleb need kasutades vastavaid arvutiprogramme siirdada vajalikku projekti

koordinaadistikku. Sellisena meenutab laserskanner väga palju maamõõtmises lailaldlaselt kasutusel olevat tahhümeetrit. Erinevus tahhümeetriga on see, et tavaliselt võtab ühe mõõtmise teostamine tahhümeetril aega sekundeid, kui laserskanneriga aga mõõdetakse sekundis tuhandeid punkte. Kui tahhümeetriga võib projekteeritud punkte maha märkida, siis laserskanneriga see ei õnnestu.

Mõõdetud punktidele salvestatakse tavaliselt koordinaatidele lisaks informatsioon lasersignaali omadustest. Kui lasersignaali väljub mõõtesedmest teatud võimsusega, siis tagasitulev signaal on loomulikult nõrgem. See erinevus salvestatakse igale mõõdetud punktile ja parameetrit nimetatakse intensiivsuseks. See näitab kui palju lasersignaali nõrgenes. Mida kaugemal on mõõdetav objekt, mida tumedam see on, seda nõrgem on tagasitulev signaal. Samuti mõjutab signaali intensiivsuse muutumisele objekti kuju. Kui mõõta toru, siis servadest tagasipeegelduv signaal on tunduvalt nõrgem kui keskelt saabuv signaal. Sedasi on teave intensiivsuse kohta väga kasulik keerukate objektide modelleerimisel. Intensiivsuse muutust näidatakse kasutajale tavaliselt erinevate värvidega.

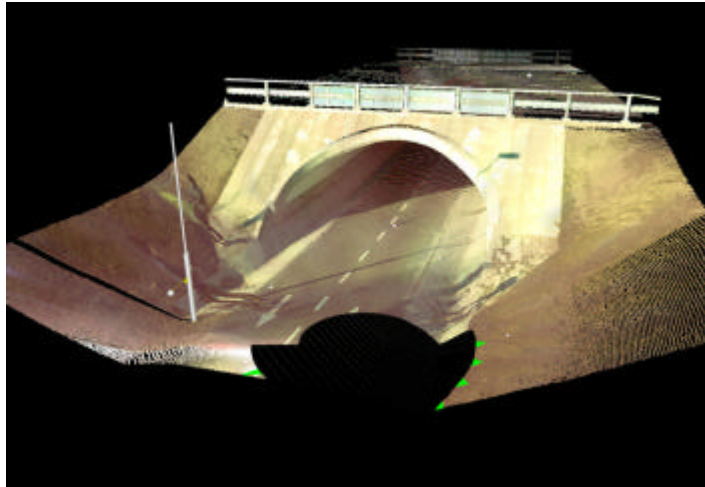


Tööstusettevõttest saadud punktipilv. Pildil näha olevad sinised laigud on punktipilvede ühendamisel kasutatavad tähised. Tööstusettevõtetes naturaalsete värvide kasutamane tavaliselt ei õnnestu, sest ruumid on liialt pimedad. Seega on otstarbekam kasutada tagasipeegelduva signaali intensiivsust.

Kasutades laserskanneri enda sisseehitatud digikaamerat, võib igale punktile anda selle tegeliku värvitooni. Kasutada võib ka tavalist digikaamera pilti aga sel juhul peab tarkvara võimaldama selle pildi värvide liitmist punktipilve.

Laserskaneerimise tulemusena saadakse punktipilv, millest võib modelleerida skaneeritud objekti. Probleemiks on see, et mõõteseadet ei suuda mõõta nurga taha. Et täita punktipilves need kohad, mida ühelt jaamapunktilt mõõta ei suudetud, tuleb laserskannerit liigutada kohta, kust peitu jäänud kohad on näha. Näiteks maja mõõtmisel tuleb maja skaneerida mitmest punktist ümber maja. Sedasi skaneeritud punktipilved tuleb seejärel ühendada samasse koordinaadistikku. Seda toimingut nimetatakse punktipilvede registreerimiseks. Registreerimismeetodeid on mitu. Kõige tavalisem on ühendada punktipilvi, kasutades eelnevalt skaneeritavasse punktipilve pandud tähiseid. Kasutada võib ka erinevatest punktipilvedest modelleeritud ühiseid objekte. Kui kahel ühendataval punktipilvel on piisavalt suur ühine skaneeritud ala, võib punktipilvi ühendada kasutades neid ühiseid alasid. Lõpuks siirdatakse punktipilved soovitud koordinaadistikku, kasutades

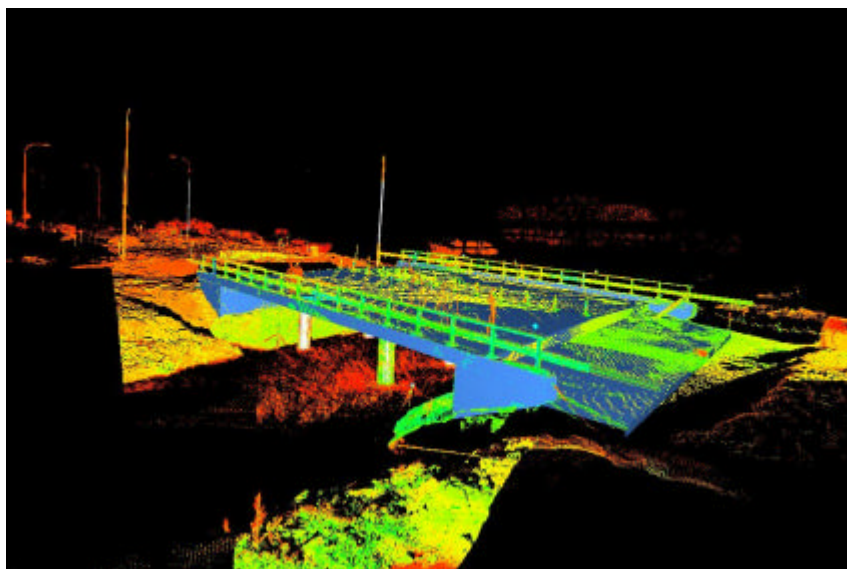
ühena punktipilvedest näiteks tahhümeetri abil mõõdetud punktipilvede ühendamises kasutatud tähiste koordinaate.



Sellel pildil olev punktipilv on kokku pandud mitmest punktipilvest, sest autoteed ja tunnelit ühe mõõtmisega mõõta pole võimalik.

Modelleeritavad objektid võivad olla väga erinevad. Alates matemaatilistest objektidest (tasapind, silinder, kera, jne.) võib modelleerida ka teraskonstruksioone ja maastikumudeleid. Sealt edasi võib arvutada maastiku kontuure, ruumalasisid jne. Keerukamate objektide modelleerimiseks tippasemel kasutatakse modelleerimistarkvara, mis on aga tavaliselt väga kallis.

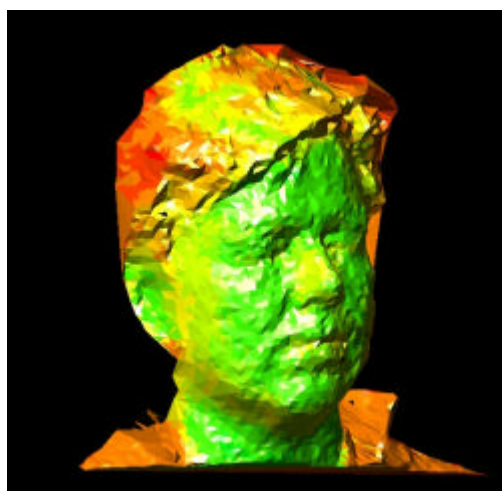
Laserskaneerimist kasutatakse laialdaselt tööstusettevõtete renoveerimisel, kaevandustes, laevaehituses, sildade, teede ja tunnelite mõõtmisel. Skaneeritud punktipilvi kasutatakse filmitööstuses, mälestusmärkide kolmemõõtmeliseks salvestamiseks. Kasutusel on ka meetod, kus osa punktipilvedest mõõdetakse näiteks helikopterilt või lennukilt ja need punktipilved ühendatakse maalt mõõdetud punktipilvedega, sest õhust ju sildade alla skaneerida pole võimalik. Laserskannereid kasutatakse õnnetuskohtade dokumenteerimiseks ja ohtlike objektide mõõtmiseks (plahvatusohtlikud kohad ja töötavad elektrijaamad). Laserskaneerimise puhul pole vaja füüsiliselt mõõdetavat objekti puudutada.



Sellel pildil on kokku pandud silla mudel ning sillast skaneerides saadud punktipilv. Sedasi võib objektist saadud punktipilve abil teha kvaliteedianalüüsi.

Tavaline laserskaneerimisprojekt koosneb selgetest etappidest. Skaneeritakse objekt erinevatest jaamapunktidest. Skaneeritakse punktipilvede ühendamises kasutatavate tähiste koordinaadid. Tahhümeetriga mõõdetakse samade tähiste korrkoordinaadid (ei ole vajalik kui punktipilvi hiljem ei ole vaja siirdada maamöödukoordinaadistikku). Ühendatakse mõõdetud punktipilved ja modelleeritakse objekt (tehas, maja, tunnel, mälestusmärk, jne.) Valmis mudel või punktipilv edastatakse projekteerijale temale sobival moel (paberil või failina).

Laserskannereid kasutatakse palju maamõõtmisel. Plaanide koostamine ja fassaadide mõõtmine laserskanneri abil on täiesti igapäevane nähtus. Kiiresti on võimalik arvutada maastiku kõrgusjooned, pindalad ja ruumalad. Tunnelite mõõtmisel sobivad kiired skannerid (mõõtmiskiirus üle 100000 punkti sekundis). Tarkvarana on sobiv siin näiteks Leica TMS programm.



Laserskanner võimaldab modelleerida ka inimesi.

Eelpool kirjutatu põhjal võib kokku võtta järgneva:

- Laserskaneerimine võimaldab kiirelt ja efektiivselt mõõta meie ümbritsevaid infrastruktuure
- Laserskaneerimise tulemusena saadakse suure detailsusega 3D-punktipilv, mille abil võib modelleerida täpselt mõõdetud objekti
- Projekteerijad, ajaloolased, filmitööstus ja uurijad on saanud kasutusse eriti tõhusa abivahendi oma tööde kõrgkvaliteetseks teostamiseks
- Laserskaneerimine sobib edukalt keeruliste ja ohtlike objektide mõõtmiseks
- On võimalik ühendada õhust mõõdetud ja Maalt mõõdetud punktipilvi
- Laserskaneerimine on tõhus vahend kvaliteedi kontrollis ja ehitustööde dokumenteerimisel
- Väga tähtsat rolli omab laserskaneerimise mõõtmise ja modelleerimise tarkvara

Seda nimekirja võiks jätkata mitme lehekülje võrra. Aga kui nüüd keegi otsustab hakata hankima laserskannerit, siis tasuks olla tähelepanelik.

- Laserskannerite valmistajate spetsifikatsioonid ei ole tavaliselt võrreldavad ja võivad kogenedki spetsialisti pea sassi ajada
- Parim meetod õige seadme valikuks on praktilised testid koos täpsustestidega

- Nõu tasub küsida kolleegilt, kellel vastavatest seadmetest mingi kogemus
- Tasub tutvuda teostatud testide tulemustega (ka nendesse tuleb suhtuda kriitiliselt)

Laserskannerist on tulnud igapäevane töövahend erinevate alade spetsialistidele. Põhiline edasimineku lähiaegadel on aga toimunud tarkvara poolel. Punktipilvede suurused on kasvanud (täiesti tavaline on punktipilv, kus on 100 miljonit mõõdetud punkti). Jätkuvalt lisandub vajadus modelleerida üha keerukamaid objekte.

Jääb vaid soovida, et laserskaneerimist võetakse rohkem kasutusse. Sellesse tehnoloogiasse paigutatud raha toodab selle ruttu tagasi.



Laserskanner (Leica HDS3000) teetöömaal.

Vahur Joala
Leica Nilomark Oy, Soome
Laserskanneritega tegelenud aastast 2001

21.6.2006