

BŪVJU DEFORMĀCIJU NOTEIKŠANA PIELIETOJOT TERRESTISKO 3D LĀZERSKENERI

Raimonds Katkovskis¹, Armands Celms²

¹Profesionālā bakalaura studiju programmas Zemes ierīcība 4.kursa students

²LLU VBF Zemes pārvaldības un ģeodēzijas katedras asociētais profesors, Dr.sc.ing.

Kopsavilkums

Būvju deformāciju novērošana ir viens no svarīgākajiem inženierģeodēziskajiem darbiem, kas prasa lielu precizitāti un novērotāja atbildību. Novērot būvju deformācijas ir nepieciešams, lai laicīgi varētu novērst deformācijas izplatību. Dažreiz deformāciju novērošana sākas ar būves celtniecības darbu sākšanos. Būvju deformāciju novērošanu var veikt izmantojot dažādas mērniecības metodes: ģeometrisko nivelēšanu, trigonometrisko nivelēšanu, hidrostatisko nivelēšanu, mikronivelēšanu, fotogrametriju un citas metodes. Novērot būvju deformācijas var arī ar terestisko 3D lāzerskeneri. Tā ir precīza metode, kas ļauj noteikt deformācijas un, kas aizstāj visas iepriekšminētās noteikšanas metodes.

Atslēgas vārdi: būvju deformācijas, lāzerskenēšana, terestiskais 3D skeneris.

Ievads

Būvju deformāciju noteikšana ieņem būtisku vietu mūsdienu inženierģeodēziskajos darbos, kuras galvenais mērķis ir noteikt deformācijas būtiskumu, lai savlaicīgi apturētu to izplatīšanos un nodrošinātu būvēs tālāku normālu izmantošanu. Daudzu būtisku būvju būvēšana nevar iztikt bez deformāciju noteikšanas(Ключин у. с.*, 2004)(Макаров у. с.*, 2016)(Смолич у. с.*, 2009).

Būvju sēšanās noteikšana un inženierbūvju kustību noteikšana vienmēr ir bijis un būs viens no svarīgākajiem inženierbūvniecības uzdevumiem(Ключин у. с.*, 2004)(Макаров у. с.*, 2016)(Смолич у. с.*, 2009).

Mūsdienās arvien vairāk tiek izmantota 3D lāzerskenēšana, kuru var pielietot arī būvju deformāciju noteikšanai. Šī tehnoloģija samazina ģeodēzisko darbuizmaksas un laiku, kas saistīti ar būvju deformāciju novērojumiem (Ключин у. с.*, 2004)(Макаров у. с.*, 2016)(Смолич у. с.*, 2009).

Lāzerskenēšanas tehnoloģija mūsdienās attīstās straujos tempos, tādējādi ierindojoies starp svarīgākajām tehnoloģijām. Lāzerskenēšana tiek pielietota dažādās nozarēs, kas saistītas ar medicīnu, mākslu, autorūpniecību u.c. Šīs tehnoloģijas lielā pieprasījuma dēļ aug arī, tās precizitāte un lielās izmantošanas iespējas (Шеховцову. с.*, 2014).

Mērot ar terestisko lāzerskeneri tiek iegūts punktu mākonis, kur katram punktam tiek mērīts attālums un virziens, kā rezultātā katram punktam iegūst: X, Y un Z koordinātas (Terrestrial 3D laser scanning...[b.g.]).

Lāzerskenēšana, kas ļauj precīzi un ātri noteikt būvju deformācijas aizstāj visas iepriekš izmantotās deformāciju noteikšanas metodes, tādējādi lāzerskenēšana aizstāj citus mērniecības instrumentus.

Darba mērķis: Novērot deformācijas izmantojot terestisko 3D lāzerskeneri.

Pētījuma metodes un izmantotie materiāli

Savā publikācijā izmantota un analizēta speciāla literatūra par būvju deformācijām un terestisko 3D lāzerskenēšanu, pielietojot analīzes un aprakstošo metodi

Diskusijas un rezultāti

Pētāmais objekts atrodas Jelgavas pilsētā un tas ir Jelgavas pils. Deformācijas netika noteiktas visai pilij, bet gan tikai pils ziemeļaustrumu spārnā.

Pirms uzsākt uzmērīšanu, tika apsekots objekts. Pēc apsekošanas laikā tika ierīkoti 2 atbalstpunkti ar divfrekvenču GPS Leica RX1250X. Atbalstpunkti tika ierīkoti ceļa apmalē, lai būtu pēc iespējas nekustīgāki, kā arī izmantojami vairākkārt. Apmalē tika izurbti caurumi un iesistas naglas. Atbalstpunkti tika ierīkoti ar pēcapstrādes metodi. Pēc sagatavošanas darbiem sekoja 3D lāzerskenēšana ar terestisko 3D skeneri Trimble FX. Pirms skenēšanas tika izvietoti skenēšanas mērķi, jeb markas. Skenera atrašanās vietu noteica objekta augstums, garums un objekta ģeometrija. Pēc skenēšanas tika piemēritas markas ar elektronisko datortahimetru SOKKIA 530 RK-31. Uzmērīšana jeb lāzerskenēšana tika veikta ar terestisko 3D lāzerskeneri Trimble FX. Pēc pieciem mēnešiem notika atkārtota skenēšana, lai varētu novērot būves deformācijas.

Lāzerskenēšanas dati tika apstrādāti programmā Trimble RealWorks. Kopējais skenēto datu apjoms pirmajā skenēšanas reizē bija 1.24 GB un otrajā 1.4 GB. Pēc tam šie dati tika savienoti un piesaistīti koordinātu sistēmai. Savienošana notika ar marku palīdzību. Iezīmējot šīs markas, tika savienoti dati un izveidots viens vienots punktu mākonis (att 3.2.3.2.). Dati tika arī attīrīti, lai viss nevajadzīgais (skenējuma trokšņi) tiktu izgriezts ārā. Pēc abu staciju punktu mākoņu savienošanas un koordinātu transformēšanas vienā koordinātu sistēmā tika iegūti RWC faili.

Deformāciju novērošana tika veikta apskatot abus punktu mākoņus. To bija iespējams veikt ar mērīšanas rīkiem (att 3.2.4.1.), kas ļāva analizēt punktu mākonī pilnībā visās vietās. Tādā veidā abu skenējumu izveidotajos punktu mākoņos 10 vietās tika noteiktas koordinātas un salīdzinātas savā starpā. Koordinātas tika noteiktas punktu mākoņa raksturīgākajās vietās, parasti tie bija fasādes stūri. Tā kā pētāmā objekta fasāde veidoja neregulāras formas, tad nebija problēmu izvēlēties šos punktus. Kad abu punktu mākoņu koordinātas tika apskatītas, tās tika salīdzinātas un noteiktas koordinātu izmaiņas. Izmaiņas tika salīdzinātas pa X, Y un Z asi (skat. 1.tabula un 2.tabula).

1. tabula

Iegūto X koordinātu salīdzinājums (izmēri milimetros)

Nr.	X ¹	X ²	Izmaiņas	Y ¹	Y ²	Izmaiņas
1	483691709,17	483691717,77	-8,60	279185485,13	279185482,24	2,89
2	483690398,16	483690409,51	-11,35	279194726,92	279194721,30	5,62
3	483692769,48	483692760,58	8,90	279181573,11	279181572,78	0,33
4	483691467,22	483691458,04	9,18	279185347,93	279185391,95	-44,02
5	483690677,05	483690793,59	-116,54	279185858,52	279186066,17	-207,65
6	483692053,79	483692047,95	5,84	279182112,95	279182124,43	-11,48
7	483691985,75	483691988,02	-2,27	279183726,89	279183739,55	-12,66
8	483690112,36	483690146,82	-34,46	279194331,18	279194333,88	-2,70
9	483689851,70	483689907,46	-55,76	279194390,25	279194369,22	21,03
10	483692136,76	483691874,58	262,18	279181576,69	279181669,58	-92,89

Pēc 1. tabulas var salīdzināt koordinātu izmaiņas, kuru amplitūda ir diezgan liela. Redz, ka dažiem punktiem koordinātu atšķirība nepārsniedz 10 mm, bet ir arī daži punkti, kur koordinātas atšķiras vairāk, kā par 250 mm. Līdz ar to tiek secināts, ka tās nav ēkas stāvokļa izmaiņas, bet gan neprecīza objekta uzmērīšana un datu apstrādāšana.

2. tabula

Iegūto Z koordinātu salīdzinājums (izmēri milimetros)

Nr.	Z ¹	Z ²	Izmaiņas
1	7305,47	7307,18	-1,71
2	5739,37	5734,01	5,36
3	5696,68	5702,22	-5,54
4	11866,19	11861,04	5,15
5	19884,98	19723,33	161,65
6	6880,40	6888,90	-8,50
7	7587,62	7579,64	7,98
8	5731,17	5756,11	-24,94
9	8121,03	8127,65	-6,62
10	13899,01	13872,26	26,75

Līdzīgu situāciju var novērot arī 2. tabulā, kur dažiem punktiem ir ļoti lielas koordinātu izmaiņas. 1. tabulā un 2. tabulā ļoti lielas izmaiņas ir redzamas 5. punktam, kurš atrodas sienas pašā augšā.

Tā, kā darba procesā tika pieļautas dažas kļūdas, izveidojās koordinātu kļūda. Pirmais faktors no kā tas varēja rasties, bija tahimetriskā uzmērīšana. Autors uzmērot skenēšanas mērķus, jeb markas, nevarēja iegūt pietiekami lielu precizitāti. Otrais ļoti svarīgais faktors bija nepareizu marku izvietošana uz skenētā objekta, kā arī uz citiem blakus esošiem objektiem, kā arī to bija pārāk maz. Markas tika izvietotas pa sienas lejasdaļu, kā rezultātā vislielākā nesaiste radās ēkas augšdaļā

Secinājumi

1. Analizējot literatūras avotus, tika konstatēts, ka pašlaik lāzerskenēšana netiek plaši izmantota būvju deformāciju noteikšanā.
2. 3D lāzerskenēšanu var ātri un ērti pielietot būvju deformāciju noteikšanā, līdz ar to samazinot darba izmaksas.
3. Veicot 3D lāzerskenēšanu jāievēro virkne pasākumu, lai varētu iegūt maksimālu datu precizitāti.
4. Ar iegūtajiem lāzerskenēšanas datiem, nebija iespējams novērot būves deformācijas, jo bija radusies pārāk liela nesaiste, kas ir nepieļaujama šādu darbu veikšanā

Literatūra

1. Andreea Jocea, Alexandru Calin, Marin Ploeanu, Paul Dumitru Assistant. STATIC TERRESTRIAL 3D LASER SCANNING APPLICATIONS IN CIVIL ENGINEERING PROJECTS Technical University of Civil Engineering of Bucharest, Romania. 414. – 417. ss.

2. Е. Б. Ключин, М.И.Киселев, Д.Ш.Михелев, В.Д.Фельдман. (2004) Учебник для вузов Под ред. Д. Ш. Михелева.ИНЖЕНЕРНАЯ ГЕОДЕЗИЯ — 4-е изд., испр. — М.: Издательский центр «Академия». 480 с.
3. Макаров, К. Н. (2016) Инженерная геодезия : учебник для вузов / К. Н. Макаров. — 2-е изд., испр. и доп. — М. : Издательство Юрайт. 349 с.
4. С.В.Смолич, А.Г. Верхотуров, В.И.Савельева (2009) Инженерная геодезия: учебное пособие. – Чита: ЧитГУ.185 с.