

POLSKA AKADEMIA NAUK

WYDZIAŁ GEODEZJI I KARTOGRAFII POLITECHNIKI WARSZAWSKIEJ

STOWARZYSZENIE GEODETÓW POLSKICH



**Wydział Geodezji
i Kartografii**

POLITECHNIKA WARSZAWSKA



ZESZYT STRESZCZEŃ

XIII Konferencja Naukowo-Techniczna

**AKTUALNE PROBLEMY
W GEODEZJI INŻYNIERYJNEJ**

29-31.03.2017 r.

Warszawa-Miedzeszyn

KOMITET NAUKOWY KONFERENCJI

dr hab. inż. Marek Woźniak, prof. PW (Przewodniczący)
prof. dr hab. inż. Marcin Barlik
prof. dr hab. inż. Henryk Bryś
prof. dr hab. inż. Waldemar Kamiński
prof. dr hab. inż. Bernard Kontny
prof. dr hab. inż. Bogdan Ney, czł. rzec. PAN
prof. dr hab. inż. Edward Nowak
prof. dr hab. inż. Witold Prószyński
prof. dr hab. inż. Bogdan Wolski
prof. dr hab. inż. Ryszard Żróbek
prof. dr hab. inż. Sabina Żróbek
dr hab. inż. Piotr Banasik, prof. AGH
dr hab. inż. Janusz Bogusz, prof. WAT
dr hab. inż. Kazimierz Ćmielewski, prof. UP
dr hab. inż. Ireneusz Ewiak, prof. WAT
dr hab. inż. Dariusz Gotlib, prof. PW
dr hab. inż. Andrzej Kobryń, prof. PB
dr hab. inż. Zygmunt Kurałowicz, prof. PG
dr hab. inż. Maria Mrówczyńska, prof. UZ
dr hab. inż. Michał Strach, prof. AGH
dr hab. inż. Janusz Walo, prof. PW
dr hab. inż. Paweł Wielgosz, prof. UWM
dr hab. inż. Ireneusz Wyczałek

KOMITET ORGANIZACYJNY

dr inż. Janina Zaczek-Peplinska (Przewodnicząca)
mgr inż. Maria Kowalska (sekretarz)
dr hab. inż. Andrzej Pachuta prof. PW
mgr inż. Iwona Jankowska
mgr inż. Sławomir Łapiński
mgr inż. Magdalena Pieniak
mgr inż. Jacek Piotrowski
Małgorzata Bednarska

ADRESY:

Politechnika Warszawska
Wydział Geodezji i Kartografii
Pl. Politechniki 1 p. 302
00-661 Warszawa

Stowarzyszenie Geodetów Polskich
ul. Czackiego 3/5
00-043 Warszawa

Warszawa 2017
ISBN 978-83-61576-33-4

PATRONAT MEDIALNY



SPIS TREŚCI

1. Popielski P., Wykorzystanie wyników monitoringu do weryfikacji modelu numerycznego i określenia oddziaływania realizowanej inwestycji na obiekty sąsiednie 7
2. Owerko T., Współczesne technologie geodezyjne a potrzeby sektora budowlanego i rozwiązania IT na przykładzie procesu BIM oraz metod klasy SHM 8
3. Prószyński W., Kilka spostrzeżeń dotyczących specyfiki przestrzeni naukowej geodezji inżynierskiej 9
4. Błądek Ł., Charyton J., Zaczek-Peplinska J., Kowalska M. E., Inwentaryzacja fragmentu torowiska tramwajowego na terenie zakładu eksploatacji tramwajów R-3 Mokotów metodą TLS 10
5. Bryś H., Gołuch P., Ćmielewski K., Kuchmister J. Geodezyjny system monitoringu prowadnic wind 11
6. Bryś H., Woźniak M., Autonomiczny interwencyjny system monitoringu ugięć dźwigara wielkopowierzchniowych hal. Koncepcja i system konstrukcji 12
7. Czaja J., Dąbrowski J., Zastosowanie zaawansowanych procedur statystycznych do wyrównywania wyników pomiarów w geodezji inżynierskiej 13
8. Ćmielewski K., Gołuch P., Kuchmister J., Grzeja O., Koncepcja zastosowania "BSL" do pomiarów prostoliniowości i rozpiętości naziemnych torów podsuwnicowych... 14
9. Ćmielewski K., Kuchmister J., Gołuch P., Wabik D., Zastosowanie przystawki ortogonalnej do pomiarów niwelacyjnych punktów niedostępnych 15
10. Ćwiąkała P., Baza testowa do wyznaczania dokładności pozycjonowania bezzałogowych statków latających 16
11. Daliga K., Kurałowicz Z., Pomiar kształtu sklepienia wysokiej hali 17
12. Głowacki T., Kowalczyk T., Muszyński Z., Wajs J., Geodezyjna kontrola geometrii cięgien w wiszących konstrukcjach mostowych 18
13. Grzelczak J., Łoza P., Karkowska K., Kończak A., Zaczek-Peplinska J., Inwentaryzacja komina metodami naziemnego skaningu laserowego oraz tachimetrycznych pomiarów bezreflektorowych 19
14. Grzyb M., Kowalska M. E., Zaczek-Peplinska J., Wykorzystanie naziemnego skaningu laserowego w monitorowaniu klifu lodowca ekologii 20
15. Jaśkowski W., Lipecki T., Matwij W., Jabłoński M., Inwentaryzacja szybowego zespołu wyciągowego z wykorzystaniem klasycznych metod mierniczych i skaningu laserowego 21
16. Kadaj R., Numeryczne aspekty n -transformacji w kartezjańskich układach 3d 22
17. Karsznia K., Karsznia I., Zastosowanie uczenia maszynowego w geodezyjnym monitoringu deformacji 23
18. Korzeniewski Ł., Kolanowski B., Baszkiewicz K., Latos D., Automatyzacja pomiarów przemieszczeń wykonywanych niwelatorem 24

19. Kowalska M. E., Zaczek-Peplinska J., Przegląd znaków pomiarowych wykorzystywanych do georeferencji i powiązania klasycznych pomiarów geodezyjnych z naziemnym skanowaniem laserowym	25
20. Kuchmister J., Gołuch P., Ćmielewski K., Krawczyk M., Określenie odchyłek od pionu elektrowni wiatrowej podczas eksploatacji	26
21. Kuchmister J., Gołuch P., Ćmielewski K., Wyciskiewicz K., Projekt, założenie i pomiary niwelacyjnej sieci kontrolnej do monitorowania przemieszczeń nabrzeża portu miejskiego we Wrocławiu	27
22. Kwaśniak M., Prószyński W., Przykłady niezniekształcającego nawiązania sieci z zastosowaniem estymacji odpornej	28
23. Lipecki T., Ligarska H., Zawadzka M., Wpływ eksploatacji górniczej na kościół pw. Św. Krzyża w Bytomiu - Miechowicach	29
24. Mrówczyńska M., Identyfikacja układu odniesienia na obszarze LGOM z wykorzystaniem sztucznej inteligencji	30
25. Muszyński Z., Zastosowanie metod estymacji odpornej do obliczania przemieszczeń pionowych figury Chrystusa Króla	31
26. Nowak E., Odziemczyk W., Dobór parametrów harmonizacji dokładnościowej obserwacji w procesie optymalizacji niezawodności sieci geodezyjnej	32
27. Odziemczyk W., Woźniak M., Jastrzębski S., Ocena przydatności różnych technik pomiaru geometrii torów do realizacji projektów regulacji osi toru	33
28. Oleniacz G., Świętoń T., Metoda pomiaru kołnierzy rur stalowych wraz z analizą dokładności	34
29. Oleniacz G., Świętoń T., Dokładność pomiaru RTN-GNSS w różnych warunkach pomiarowych	35
30. Pachelski W., Definiowanie kinematycznego układu odniesienia	36
31. Parzyński Z., Rewolucja w niektórych normach ISO serii 19100	37
32. Prószyński W., Łapiński S., Analiza niezawodności nawiązania niezniekształcającego geodezyjnych sieci inżynierskich	38
33. Puniach E., Pomiary deformacji wieloprzewodowych kominów przemysłowych z wykorzystaniem skanowania laserowego	39
34. Siejka Z., Wstępna ocena przydatności i dokładności dostępnych aktualnie w Polsce, aktywnych sieci geodezyjnych	40
35. Sosnowicz K., Wójcik P., Wykorzystanie bezzałogowych statków latających w różnych zastosowaniach geodezyjnych	41
36. Strach M., Szczutko T., Testowanie dalmierza tachimetru Leica Nova Multistation MS50 w laboratorium i na bazie terenowej „Wisła”	42
37. Suchocki C., Katzer J., Panuś A., Zdalne szacowanie różnic wilgotności wybranych materiałów budowlanych za pomocą naziemnego skanera laserowego	43

38. Szczutko T., Wykorzystanie odchylenia Allana do oceny dokładności kalibracji precyzyjnych łat inwarowych	44
39. Urbański M., Majerski B., Implementacja modeli 3d budynków polskiej stacji antarktycznej im. H. Arctowskiego do bazy danych BIM, w kontekście zarządzania obiektami oraz ich modernizacją	45
40. Widerski T., Daliga K., Analiza dokładności modelu 3d uzyskanego metodą fotogrametryczną na przykładzie zabytkowego pomieszczenia twierdzy Wisłoujście	46
41. Wilczyńska I., Ćmielewski B., Ćmielewski K., Zastosowanie technik geodezyjnych i optoelektronicznych w analizie ugięć belkowych elementów konstrukcyjnych	47
42. Wolski B., Borek K., Ocena funkcjonalności poziomej osnowy szczegółowej	48
43. Wolski B., Granek G., Rębosz P., Optymalizacja osnowy geodezyjnej w warunkach gęstej zabudowy na przykładzie eksploatacyjnych badań przemieszczeń wiaduktu drogowego	49
44. Woźniak M., Pieniak M., Pasik M., Łapiński S., Jastrzębski S., Inwentaryzacja przestrzenna komór przepływowych hydrozespołów elektrowni wodnej Dębe techniką naziemnego skaningu laserowego	50
45. Wyczałek I., Plichta A., Wyczałek M., Fotogrametryczna metoda pomiaru przemieszczeń w porównaniu do niwelacji geometrycznej i trygonometrycznej	51
46. Zaczek-Peplinska J., Wiarygodność wyników kontrolnych pomiarów geodezyjnych wykonywanych w ramach ocen stanu technicznego dużych obiektów hydrotechnicznych	52

GEODEZYJNY SYSTEM MONITORINGU PROWADNIC WIND

Geodetic monitoring system of guides rails of elevators

Henryk Bryś

Politechnika Krakowska - Emeryt

Piotr Gołuch, Kazimierz Ćmielewski, Janusz Kuchmister

Instytut Geodezji i Geoinformatyki

Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu

STRESZCZENIE:

Pomiar deformacji urządzeń prowadniczych wind stanowi odpowiedzialny kompleks zadań pomiarowych w coraz wyższych budynkach na świecie. Windy umożliwiają pionową komunikację w budynkach między kondygnacjami oraz są środkami transportu w kopalniach. W zależności od wielkości obiektu długość prowadnic wind może wynosić nawet kilkaset metrów. W związku z tym do badania parametrów geometrycznych prowadnic wind wykorzystywane są różne metody i sprzęt pomiarowy. Współczesne technologie teleinformatyczne oraz bezprzewodowe transmisje danych pomiarowych zastępują dzisiaj tradycyjne metody pozyskiwania parametrów geometrycznych okształceń w budownictwie oraz w urządzeniach technicznych w przemyśle. Cyfrowa technika pomiarowa: wielopunktowe sensory, kamery CCD, laserowe instrumenty pomiarowe (Total Station, DISTO, sensory przemieszczeń pionowych i poziomych itp) oraz bezprzewodowa transmisja danych (radiomodemy, Bluetooth, WiFi), umożliwia konstrukcję niezawodnych, geodezyjnych systemów kontrolno-pomiarowych wykorzystywanych do pomiarów deformacji urządzeń technicznych w budynkach mieszkalnych i zakładach przemysłowych (kopalnie, huty, odlewnie, siłownie, elektrownie itp.). Problem geometrii szyn prowadników windowych (prostoliniowość, pionowość, równoległość oraz rozpiętość) jest szczególnie istotny, z uwagi na bezawaryjną pracę i bezpieczeństwo ludzi podczas eksploatacji wind. Na stan geometrii szyn prowadników windowych mają wpływ m.in. dobowe i sezonowe (zima-lato) zmiany temperatury oraz inne czynniki środowiskowe (obciążenia termiczne, wiatrowe, dynamiczne, sejsmiczne itp.).

W pracy przedstawiono budowę i zasadę działania Multi-Sensorowego Systemu Pomiarowego (MSSP) do kontroli parametrów geometrycznych prowadnic wind. Głównymi elementami zaprojektowanego, innowacyjnego systemu kontrolno-pomiarowego MSSP są: precyzyjne dalmierze laserowe, emiter laserowy z systemem kolimacyjnym oraz odbiornik CCD (zapisu położenia plamki laserowej).

Kontakt:

Prof. dr hab. inż. Henryk Bryś - Emeryt
ul. Na Błonie 3B/66
30-147 Kraków
e-mail: hbryś@pk.edu.pl

Dr inż. Piotr Gołuch,
dr hab. inż. Kazimierz Ćmielewski,
dr inż. Janusz Kuchmister
Instytut Geodezji i Geoinformatyki
Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu
ul. Grunwaldzka 53
50-357 Wrocław
e-mail: kazimierz.cmielewski@up.wroc.pl
e-mail: piotr.goluch@up.wroc.pl
e-mail: janusz.kuchmister@up.wroc.pl

KONCEPCJA ZASTOSOWANIA "BSL" DO POMIARÓW PROSTOLINIOWOŚCI I ROZPIĘTOŚCI NAZIEMNYCH TORÓW PODSUWNICOWYCH.

The uses of "UVA" for rectilinearity and spread measurements of
cranes tracks.

Kazimierz Ćmielewski, Piotr Gołuch, Janusz Kuchmister,
Olga Grzeja

Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu

STRESZCZENIE:

Pomiary prostoliniowości i rozpiętości naziemnych torów podsuwnicowych powinny być wykonywane regularnie, aby ocenić stan geometryczny torów oraz suwnicy i uniknąć nieprzewidzianych awarii. Zły stan tych elementów może spowodować, np. nieuzasadniony pobór energii elektrycznej lub nadmierne zużywanie się mechanizmów suwnic i torów. Wielkości odchyłek od prostoliniowości i rozpiętości powinny mieścić się w przedziale $\pm 10\text{mm}$ i być mierzone z dokładnością 1 - 2 mm. W ostatnich latach wraz z rozwojem technologii i robotyki Bezzałogowe Statki Latające (BSL) są coraz częściej wykorzystywane przy pomiarach stanu technicznego urządzeń inżynierskich. W szczególności przydatne są pomiary wykonane zdalnie w warunkach niebezpiecznych w trakcie pracy urządzeń inżynierskich.

W pracy zostaną przedstawione wstępne pomiary prostoliniowości i rozpiętości naziemnych torów podsuwnicowych. Pomiary porównawcze zostały wykonane tradycyjnymi metodami geodezyjnymi oraz technikami laserowymi. Na obiekcie wykonano pomiary z dokładnością milimetrową oraz submilimetrową. Następnie nad wspomnianym obiektem zostały wykonane naloty BSL wyposażonym w niemetryczną kamerę cyfrową. Opracowanie zdjęć lotniczych wykonano w dwóch etapach, aby dokładność pomiaru punktów na obiekcie liniowym była na poziomie 1 - 2 mm. W pracy zostały omówione kroki, jakie podjęto do uzyskania takiej dokładności. Przeprowadzone doświadczalne obserwacje terenowe na wybranym obiekcie pozwoliły na weryfikację metod geodezyjnych oraz na określenie dokładności wyznaczenia punktów na zdjęciach lotniczych wykonanych przy pomocy BSL. Na podstawie wstępnych badań terenowych stwierdzono przydatność pomiarów lotniczych przy inżynierskich obiektach wydłużonych, które w trakcie pomiaru nie są wyłączone z użytkowania.

Kontakt:

Mgr inż. Olga Grzeja
e-mail: olga.grzeja@gmail.com

ZASTOSOWANIE PRZYSTAWKI ORTOGONALNEJ DO POMIARÓW NIWELACYJNYCH PUNKTÓW NIEDOSTĘPNYCH

The use of orthogonal adapter to leveling of partially recessed points

Kazimierz Ćmielewski, Janusz Kuchmister, Piotr Gołuch,
Dominika Wabik

Instytut Geodezji i Geoinformatyki
Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu

STRESZCZENIE:

Położenie obiektów inżynierskich w płaszczyźnie pionowej wyznaczane jest geodezyjnymi metodami niwelacyjnymi. W niektórych przypadkach występuje brak możliwości bezpośredniego ustawienia łąty niwelacyjnej na punkcie kontrolowanym lub reperze. Autorzy opracowali i wykonali zestaw pomiarowy umożliwiający wyznaczenie wysokości punktów pomiarowych z użyciem przystawki ortogonalnej do pomiarów niwelacyjnych punktów niedostępnych. Zestaw pomiarowy pozwala określić wysokość punktów pomiarowych reprezentujących: osie, płaszczyzny elementów zasłoniętych, elementy będące w ruchu lub elementy konstrukcyjne budowli inżynierskich o utrudnionym dostępie.

W pracy przedstawiono opracowany i skonstruowany prototyp przystawki ortogonalnej oraz wyniki pomiarów doświadczalnych przeprowadzonych w laboratorium Instytutu Geodezji i Geoinformatyki Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu. Przedstawiony zestaw pomiarowy charakteryzuje: prosta konstrukcja, łatwa obsługa, możliwość współpracy ze standardowymi instrumentami niwelacyjnymi (niwelator, łąta niwelacyjna) oraz możliwość współpracy z dalmierzami laserowymi.

W skład zestawu pomiarowego wchodzi: niwelator i łąta niwelacyjna z libellą pudełkową oraz przystawka ortogonalna przytwierdzona do łąty. Przystawka ortogonalna posiada: dalmierz laserowy Disto, zestaw zwierciadeł i libellę.

Na podstawie wykonanych badań eksperymentalnych określono dokładność wyznaczenia wysokości punktu kontrolowanego, która wyniosła ± 0.5 mm (dokładność niwelacji technicznej o podwyższonej dokładności).

Kontakt:

Dr hab. inż. Kazimierz Ćmielewski
e-mail: kazimierz.cmielewski@up.wroc.pl

OKREŚLENIE ODCHYLEK OD PIONU ELEKTROWNI WIATROWEJ PODCZAS EKSPLOATACJI

Determination of deviations from the vertical of wind turbine in
operating conditions

**Janusz Kuchmister, Piotr Gołuch, Kazimierz Ćmielewski,
Mateusz Krawczyk**

Institut Geodezji i Geoinformatyki
Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu

STRESZCZENIE:

Konieczność przeprowadzenia pomiarów przemieszczeń i odkształceń obiektów wysmukłych warunkują przepisy prawne oraz techniczne normy branżowe. Pomiaru te są bardzo istotne, ponieważ umożliwiają przeprowadzenie kompletnej diagnostyki badanego obiektu niezbędnej do bezpiecznej i efektywnej eksploatacji budowli i podjęcia środków prewencyjnych w razie przekroczenia granicznych wartości przemieszczeń i odkształceń określonych w projekcie budowlanym. Do obiektów wysmukłych należą m.in. elektrownie wiatrowe. W pracy przedstawiono wyniki pomiarów elektrowni wiatrowej EW1, należącej do farmy wiatrowej Kłobuck. Pomiar pionowości wykonano dwoma metodami: metodą wcięć kątowych oraz metodą biegunową w 4 cyklach pomiarowych, przy zróżnicowanych prędkościach i kierunkach wiatru. Błąd położenia punktów kontrolowanych. Reprezentujących oś pionową na danym poziomie pomiarowym, nie przekraczał $\pm 0.005\text{mm}$. Na podstawie przeprowadzonych pomiarów sporządzono zestawienia tabelaryczne i wykresy, umożliwiające przeprowadzenie analiz, w celu znalezienia zależności pomiędzy kierunkiem i prędkością wiatru a kierunkiem i wartością wychyleń.

Kontakt:

Dr inż. Janusz Kuchmister
Instytut Geodezji i Geoinformatyki
Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu
ul. Grunwaldzka 53
50-357 Wrocław
e-mail: janusz.kuchmister@up.wroc.pl

**PROJEKT, ZAŁOŻENIE I POMIARY NIWELACYJNEJ SIECI
KONTROLNEJ DO MONITOROWANIA PRZEMIESZCZEŃ NABRZEŻA
PORTU MIEJSKIEGO WE WROCŁAWIU**

The project, establishment and measurements of a control leveling
network to monitor the movements of waterfront of City Port in
Wrocław

**Janusz Kuchmister, Piotr Gołuch, Kazimierz Ćmielewski,
Karolina Wyciszkievicz**

Instytut Geodezji i Geoinformatyki
Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu

STRESZCZENIE:

Port Miejski we Wrocławiu jest elementem Wrocławskiego Węzła Wodnego. Port został wybudowany w 1901 roku, jego powierzchnia wynosi około 193 ha., Basen portowy usytuowany jest równolegle do biegu rzeki Odry, jego długość wynosi 700 m, natomiast szerokość 50 m. Port Miejski nadal pełni rolę tranzytową, a transport towarów do Portu odbywa się głównie pojazdami kołowymi oraz barkami. Materiały przeładunkowe to głównie piasek, kruszywo, złom oraz węgiel, a ich przeładunek roczny to około 2 miliony ton. Infrastrukturę Portu stanowią: magazyny, place składowe, suwnice, dźwigi-żurawie, parowozownia, warsztaty i budynek kapitanatu. Istniejące połączenie kolejowe z Dworcem Wrocław Nadodrże pozwala na dojazd do Portu pociągów z towarami. Przepisy branżowe wymagają badania stałości nabrzeża portu, w sąsiedztwie którego eksploatowane są urządzenia portowe oraz linie kolejowe. W związku z tym autorzy opracowali projekt założenia niwelacyjnej sieci kontrolno-pomiarowej do monitorowania nabrzeża portowego. Na początku lat 70. XX wieku sieć taka była założona i do końca lat 80 cyklicznie mierzona. W wyniku przeprowadzonego wywiadu terenowego stwierdzono zniszczenie punktów kontrolowanych. Natomiast część punktów odniesienia zachowała się. Z tego względu zaistniała konieczność stabilizacji punktów kontrolowanych na obu nabrzeżach, przy uwzględnieniu lokalizacji punktów wskazanych przez projektanta-geotechnika. Do sieci zostały włączone dodatkowe punkty odniesienia zlokalizowane poza teren portu. W pracy przedstawiono projekt niwelacyjnej sieci kontrolno-pomiarowej w kilku wariantach. Ponadto przedstawiono sposób stabilizacji punktów kontrolowanych oraz wyniki pomiaru zerowego wykonanego w 2015 r. i wyniki przemieszczeń, wybranych punktów kontrolowanych, wyznaczonych na podstawie 1 pomiaru kontrolnego wykonanego w 2016 r.

Do pomiarów osnowy wykorzystano niwelatory precyzyjne DNA03 i Trimble DiNi 0.3 wraz dodatkowym sprzętem pomiarowym. Na podstawie wyrównania obserwacji niwelacyjnych stwierdzono, że błąd pojedynczego pomiaru przewyższenia na stanowisku wynosi ± 0.3 mm, natomiast przemieszczenia punktów kontrolowanych wahają się w granicach od -1.2 mm do 2 mm.

Kontakt:

Dr inż. Janusz Kuchmister
e-mail: janusz.kuchmister@up.wroc.pl

ZASTOSOWANIE TECHNIK GEODEZYJNYCH I OPTOELEKTRONICZNYCH W ANALIZIE UGIĘĆ BELKOWYCH ELEMENTÓW KONSTRUKCYJNYCH

Application of surveying and optoelectronic methods for analysis of
deflections of structural beams

Izabela Wilczyńska, Bartłomiej Ćmielewski, Kazimierz Ćmielewski

STRESZCZENIE:

Problem deformacji konstrukcji inżynierskich prowadzi do wprowadzania rozwiązań technicznych, mających na celu obserwowanie stanu geometrycznego elementów, a przez to zapewnienie bezpieczeństwa użytkownikom.

Belki są elementami konstrukcyjnymi, w których najważniejszym parametrem geometrycznym, wymagającym kontroli, jest strzałka ugięcia, czyli maksymalny wektor przemieszczenia. Autorzy proponują zastosowanie urządzeń optoelektronicznych i MEMS, widząc w nich potencjał do wspierania technik geodezyjnych. W badaniach laboratoryjnych proponowane urządzenia wykazały wysoką dokładność, dla pomiarów kątowych wynosi ona ± 0.3 mrad, co oznacza zdolność do określenia odkształcenia na poziomie dokładniejszym niż $\pm 0,3$ mm/m. W pracy porównano autorskie rozwiązania opracowanego i wykonanego zestawu pomiarowego z tradycyjnymi technikami pomiarowymi stosowanymi w geodezji. Między innymi były to: niwelacja precyzyjna, pomiar tachimetryczny, naziemny skaning laserowy, pomiar dalmierzem laserowym. W celach porównawczych wyników obserwacji zastosowano dodatkowo pomiary z wykorzystaniem czujnika przemieszczeń liniowych.

Kontakt:

Dr hab. inż. Kazimierz Ćmielewski
Instytut Geodezji i Geoinformatyki
Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu
ul. Grunwaldzka 53
50-357 Wrocław
e-mail: kazimierz.cmielewski@up.wroc.pl