

**KOMITET GEODEZJI PAN**  
**WYDZIAŁ GEODEZJI I KARTOGRAFII**  
**POLITECHNIKI WARSZAWSKIEJ**  
**STOWARZYSZENIE GEODETÓW POLSKICH**



## **ZESZYT STRESZCZEŃ**

**XII KONFERENCJA NAUKOWO-TECHNICZNA**

## **AKTUALNE PROBLEMY W GEODEZJI INŻYNIERYJNEJ**

**22-23.10.2015**

**WARSZAWA – SEROCK**

#### KOMITET NAUKOWY KONFERENCJI:

prof. dr hab. Witold Prószyński - przewodniczący  
prof. dr hab. Henryk Bryś  
prof. dr hab. Kazimierz Ćmielewski  
prof. dr hab. Jozef Gil  
prof. dr hab. Ryszard Grabowski  
prof. dr hab. Edward Kujawski  
prof. dr hab. Bogdan Ney  
prof. dr hab. inż. Edward Nowak  
prof. dr hab. inż. Wiesław Pawłowski  
prof. dr hab. inż. Stefan Przewłocki  
prof. dr hab. inż. Alojzy Wasilewski  
dr inż. Janusz Wało  
prof. dr hab. inż. Bogdan Wolski  
dr inż. Marek Woźniak  
dr hab. inż. Ireneusz Wyczałek

#### KOMITET ORGANIZACYJNY:

dr hab. inż. Mieczysław Kwaśniak - przewodniczący  
dr inż. Janina Zaczek-Peplinska – sekretarz  
Anna Jarmułowicz  
dr inż. Sławomir Jastrzębski  
mgr inż. Sławomir Łapiński  
dr inż. Waldemar Odziemczyk – redaktor zeszytu streszczeń  
mgr inż. Mariusz Pasik  
mgr inż. Jacek Piotrowski  
dr inż. Marek Woźniak

#### ADRESY:

Politechnika Warszawska  
Wydział Geodezji i Kartografii  
pl. Politechniki 1  
00-661 Warszawa

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

Warszawa 2015  
ISBN 978-83-7814-466-3

# WYBRANE MODELE REFRAKcji W PRECYZYJNYCH POMIARACH GEODEZYJNYCH NA TERENACH PRZEMYSŁOWYCH

Henryk Bryś\*, Piotr Gołuch\*\*  
\*Politechnika Krakowska  
\*\*Instytut Geodezji i Geoinformatyki,  
Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu

## STRESZCZENIE

W referacie przedstawiono możliwości poniesienia dokładności wyników precyzyjnych pomiarów geodezyjnych na terenach zakładów przemysłowych oraz budów z występującymi zróżnicowanymi polami refrakcyjnymi. Korekcje rezultatów obserwacji geodezyjnych pomiarów precyzyjnych obejmują wpływ zarówno refrakcji pionowej, jak również poziomej.

Przedstawione zostaną następujące nowo opracowane, wybrane matematycz-no-fizyczne modele refrakcji geodezyjnej:

- ① Oddziaływanie znacznych oraz nierównych wysokości osi celowych niwelatora automatycznego nad terenem powierzchni Ziemi dużego obszaru budowy na wyniki wyznaczonej różnicy wysokości na stanowisku w ciągu niwelacji precyzyjnej,
- ② Efekt kątowej refrakcji granicznej na pomiar kierunku/kąta poziomego, występującej podczas pomiarów realizacyjnych, inwentaryzacyjnych i przemie-szczeń w przypadku przebiegu celowych przez dwa ośrodki o zróżnicowanych warunkach temperatury powietrza,
- ③ Zróżnicowany efekt wartości refrakcji w niwelacji precyzyjnej w przypadku wysokiej temperatury powietrza w strefie bramy dużej hali produkcyjnej oraz różnych wariantach usytuowania niwelatora oraz laty inwarowej,
- ④ Wpływ elektrooptycznej refrakcji promienia celowej przebiegającego przez czynną strefę płaskorównoległego pola elektrycznego wokół napowietrznego przewodu prądu stałego.

Dla każdego z wyżej wymienionych teoretycznych modeli refrakcji podano wzory oraz przykłady obliczeń na wyznaczanie wartości poprawek redukcyjnych do wyników pomiarów geodezyjnych.

### Kontakt:

Prof. dr hab. Henryk Bryś  
Politechnika Krakowska,  
Wydział Inżynierii Środowiska  
ul. Warszawska 24  
31-155 Kraków  
hbrys@pk.edu.pl

dr inż. Piotr Gołuch  
Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu  
Instytut Geodezji i Geoinformatyki  
ul. Grunwaldzka 53  
50-357 Wrocław  
piotr.goluch@up.wroc.pl

# NIWELACJA PRECYZYJNA Z ZASTOSOWANIEM ZWIERCIADEŁ AUTOKOLIMACYJNYCH

Kazimierz Ćmielewski\*, Janusz Kuchmister\*, Piotr Gołuch\*, Henryk Bryś\*\*  
\*Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu, Instytut Geodezji i Geoinformatyki  
\*\* Politechnika Krakowska, Instytut Geotechniki

## STRESZCZENIE

W czasie pomiarów niwelacyjnych obiektów inżynierskich występują niedogodności obserwacyjne, których źródłem mogą być czynniki środowiskowe związane z utrudnionym dostępem do punktów pomiarowych. Są to m.in. występujące przesłonięcia celowych lub niezbędna lokalizacja stanowiska niwelatora w miejscach o ograniczonej przestrzeni pomiarowej.

Warunki geometryczne stawiane zespołom elementów ciągów technologicznych współczesnych maszyn i urządzeń przemysłowych obwarowane są dokładnościami pomiarowymi rzędu setnych części milimetra. Czas na wykonanie geodezyjnych czynności pomiarowych jest zazwyczaj bardzo krótki. W związku z tym należy odpowiednio dostosować technologię pomiarów geodezyjnych do warunków występujących w sąsiedztwie lub na obserwowanym obiekcie. Podczas realizacji pomiarów geodezyjnych zmieniają się warunki przestrzeni pomiarowej, w tym również dostępność do geodezyjnych znaków wysokościowych.

W pracy zostały przedstawione opracowane przez autorów rozwiązania projektowe zestawu przyrządów, wykorzystujące zwierciadła autokolimacyjne do dowolnego ukierunkowania w przestrzeni pomiarowej celowej niwelatorów. Przeprowadzone wstępne prace doświadczalne w warunkach laboratoryjnych potwierdziły funkcjonalność zaproponowanych rozwiązań, a testowe pomiary wielokrotne pozwoliły określić dokładność pomiarową, która wyniosła od  $\pm 0.02$  mm do  $\pm 0.05$  mm, (odpowiednio dla odległości od 3 do 12 m). Zaproponowane rozwiązania nie obniżają dokładności pomiarowej poszczególnych instrumentów niwelacyjnych zapewniając jednocześnie możliwość pomiarów w miejscach o utrudnionym dostępie.

### Kontakt:

dr hab. inż. Kazimierz Ćmielewski  
dr. inż. Janusz Kuchmister  
Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu  
ul. Grunwaldzka 53  
50-375 Wrocław  
kazimierz.cmielewski@up.wroc.pl  
janusz.kuchmister@up.wroc.pl

ZASTOSOWANIE NIWELATORA DNA03  
DO PRECYZYJNYCH POZIOMYCH POMIARÓW  
PROSTOLINOWOŚCI PROWADNIC NA PRZYKŁADZIE  
ŁOŻA TOKARKI

Kazimierz Ćmielewski, Janusz Kuchmister, Piotr Gołuch, Izabela Wilczyńska  
Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu  
Instytut Geodezji i Geoinformatyki

STRESZCZENIE

Do precyzyjnego określenia położenia prowadnic w płaszczyźnie poziomej można zastosować m.in. metodę stałej prostej. Pomiary tą metodą wykonuje się w oparciu o pionową płaszczyznę odniesienia, wyznaczoną przez oś celową teodolitu lub tachimetru i oś pionową instrumentu. Do pomiarów używa się różnej konstrukcji łatki pomiarowe, które przykładane są w poziomie i prostopadle do osi celowej do mierzonych punktów. Taki zestaw umożliwia wyznaczenie położenia punktów pomiarowych w stosunku do stałej prostej odniesienia z dokładnością milimetrową. W celu uzyskania wyższych dokładności pomiaru stosuje się: struny (realizujące prostą odniesienia) i mikroskopy odczytowe, autokolimatory, przyrządy interferometryczne, ukierunkowaną i skolimowaną wiązkę laserową z układami fotodetekcyjnymi.

Biorąc pod uwagę walory dokładnościowe, funkcjonalne i możliwość rejestracji wykonanych na stanowisku obserwacyjnym pomiarów przez precyzyjne niwelatory kodowe, autorzy opracowali nasadkę umożliwiającą przeniesienie pomiarów wykonywanych w płaszczyźnie pionowej (niwelacja) do pomiarów w płaszczyźnie poziomej. Nasadkę stanowi układ dwóch odpowiednio usytuowanych w przestrzeni przyzmatów pentagonalnych. Wstępne badania testowe niwelatora kodowego DNA03 zaopatrzonego w nasadkę przeprowadzono w warunkach laboratoryjnych (na łożu tokarki). Badania te wykazały przydatność proponowanego rozwiązania projektowego do precyzyjnych pomiarów prostoliniowości prowadnic w płaszczyźnie poziomej z dokładnością submilimetrową.

Kontakt:

dr hab. inż. Kazimierz Ćmielewski  
dr. inż. Janusz Kuchmister  
Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu  
ul. Grunwaldzka 53  
50-375 Wrocław  
kazimierz.cmielewski@up.wroc.pl  
janusz.kuchmister@up.wroc.pl

OCENA STAŁOŚCI OSI CELOWEJ INSTRUMENTÓW  
GEODEZYJNYCH (TC2003 I DNA03) PODCZAS  
AUTOMATYCZNYCH POMIARÓW ODLEGŁOŚCI, KĄTÓW  
PIONOWYCH, KIERUNKÓW POZIOMYCH I WYSOKOŚCI W  
PODZIEMNYCH KORYTARZACH LABORATORIUM  
GEODYNAMICZNEGO CBK PAN KSIĄŻ

Piotr Gołuch\*, Janusz Kuchmister\*, Kazimierz Ćmielewski\*, Marek  
Kaczorowski\*\*, Bartłomiej Ćmielewski\*

\* Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu, Instytut Geodezji i Geoinformatyki

\*\* Centrum Badań Kosmicznych PAN Warszawa, Laboratorium Geodynamiczne  
w Książu

STRESZCZENIE

Laboratorium Geodynamiczne (LG) CBK w Książu jest jedynym w Polsce i nielicznym w Europie podziemnym obserwatorium, w którym prowadzone są badania szerokiego spektrum zjawisk geodynamicznych.

Planowane jest założenie geodezyjnej przestrzennej sieci kontrolno-pomiarowej, która w powiązaniu z przyrządami i aparaturą pomiarową istniejącą w LG, pozwoli uzyskać kompleksowy obraz zachodzących procesów w górotworze Książa.

W celu weryfikacji założonej dokładności pomiarów dla projektowanej sieci i użytych instrumentów geodezyjnych, autorzy przeprowadzili prace badawczo-eksperymentalne, których głównym celem było określenie wpływu warunków środowiskowych panujących w Laboratorium na stałość osi celowej instrumentów geodezyjnych (TC2003 i DNA03) podczas automatycznych pomiarów odległości, kątów pionowych, kierunków poziomych i wysokości.

Na podstawie zarejestrowanych wyników pomiarów stwierdzono, że istnieje wzajemna zależność pomiędzy zmianą wartości odczytów na łacie niwelacyjnej a zarejestrowaną temperaturą w LG. Podczas przeprowadzonych badań zmiana odczytów na łacie wyniosła +0.04 mm przy jednoczesnej zmianie temperatury o +0.30 C. Przeprowadzone analizy zarejestrowanych obserwacji wykonanych automatycznym tachimetrem precyzyjnym wykazały, że dokładności pomiarów odległości, kierunków poziomych i kątów pionowych są na poziomie odpowiednio:  $mD = \pm 0.06$  mm,  $mHz = \pm 0.9$  cc oraz  $mV = \pm 0.8$  cc. Uzyskane dokładności pomiarów odległości, kierunków poziomych i kątów pionowych odnoszą się do długości celowych od 20 do 40 m.

Przeprowadzone prace badawczo-eksperymentalne wykazały, że zastosowanie niwelatora DNA03 i tachimetru TC2003 przy stabilnych warunkach środowiskowych w LG, umożliwia uzyskanie dokładności pomiarów odpowiednio na poziomie od setnych do dziesiątych części milimetra.

Kontakt:

dr inż. Piotr Gołuch  
dr hab. inż. Kazimierz Ćmielewski  
piotr.goluch@up.wroc.pl  
kazimierz.cmielewski@up.wroc.pl

Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu  
ul. Grunwaldzka 53  
50-357 Wrocław

# OCENA PRZYDATNOŚCI WYBRANYCH METOD GEODEZYJNYCH DO BADANIA PIONOWOŚCI STALOWYCH BUDOWLI WYSMUKŁYCH

Olga Grzeja, Krzysztof Mąkolski, Kazimierz Ćmielewski  
Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu

## STRESZCZENIE

Budowle wysmukłe z uwagi na ich konstrukcję (duża dysproporcja wielkości podstawy do wysokości) należy systematycznie kontrolować. Konstrukcje obiektów wysmukłych mogą być wykonane z różnych materiałów. Najbardziej narażone na czynniki zewnętrzne, a co za tym idzie na szybszą degradację materiału, są obiekty stalowe. Od ich formy przestrzennej i usytuowania w terenie zależy wybór techniki i metody pomiaru.

W pracy przedstawione zostaną wyniki pomiarów wybranymi metodami geodezyjnymi, w szczególności: metodę wcięć kątowych w przód oraz metodę biegunową (dwa warianty). Wymienione metody zostaną wzajemnie porównane pod względem szybkości pomiaru, łatwości wykonania pomiarów oraz uzyskanych dokładności wyznaczenia odchyłek od pionowości osi badanego obiektu. Przeprowadzona zostanie również analiza uwzględniająca kształt badanego obiektu, jak również jego usytuowanie w terenie. Pomiary odchyłek od pionowości budowli wysmukłych powinny być wykonane w dogodnych warunkach atmosferycznych. W przeciwnym wypadku, kiedy obserwacje muszą zostać wykonane np. podczas silnego wiatru, znacznych wahań temperatury należy wybrać taką metodę pomiaru, która ograniczy w maksymalnym stopniu wpływ tych warunków na wyniki pomiarów. W związku z tym istotnym jest wykonywanie doświadczalnych obserwacji w niedogodnych warunkach, po to, aby móc opracować metodykę pomiarów geodezyjnych spełniającą wymagania zawarte w normach i przepisach branżowych.

Przeprowadzone doświadczalne obserwacje terenowe na wybranych obiektach wysmukłych pozwoliły na praktyczną weryfikację wybranych geodezyjnych metod pomiarowych. Na podstawie uzyskanych wyników określono dokładność pomiarów tych metod, która kształtowała się, w zależności od warunków środowiskowych, w przedziale od 1 mm (dogodne warunki środowiskowe) do 30 mm (silny wiatr i znaczne zmiany temperatury powietrza i obiektu).

Na podstawie przeprowadzonych eksperymentów pomiarowych i analiz stwierdzono, że przy dobrych wizarach obserwacyjnych najbardziej efektywne są tradycyjne kątowe techniki pomiarowe. Natomiast w niesprzyjających warunkach pomiarowych korzystniejsze jest stosowanie metody pomiaru wykorzystującej dodatkowo bezlustrowy pomiar odległości.

## Kontakt:

dr hab. inż. Kazimierz Ćmielewski  
Olga Grzeja  
Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu  
ul. Grunwaldzka 53, 50-375 Wrocław  
kazimierz.cmielewski@up.wroc.pl  
olga.grzeja@igig.up.wroc.pl

# PROJEKT I ZAŁOŻENIE SIECI KONTROLNO-POMIAROWEJ DO MONITOROWANIA PRZEMIESZCZEŃ NABRZEŻA PORTU MIEJSKIEGO WE WROCŁAWIU

**Janusz Kuchmister, Piotr Gołuch, Kazimierz Ćmielewski, Michał Pająk**  
**Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu**  
**Instytut Geodezji i Geoinformatyki**

## STRESZCZENIE

Port Miejski we Wrocławiu został wybudowany w 1901 roku i jest elementem Wrocławskiego Węzła Wodnego. Powierzchnia Portu wynosi około 20 ha, natomiast długość nabrzeży 2156 m. Znajdujący się w Porcie Miejskim basen portowy usytuowany jest równoległe do biegu rzeki Odry. Długość basenu wynosi 700 m, natomiast szerokość 50 m. Obecnie Port Miejski nadal pełni rolę tranzytową. Rocznie w Porcie przeładowywanych jest około 2 milionów ton towarów (piasek oraz kruszywo).

W związku z tym, że przepisy branżowe wymagają badania stałości nabrzeża portu, w sąsiedztwie którego eksploatowane są urządzenia portowe oraz linie kolejowe, autorzy opracowali projekt założenia przestrzennej sieci kontrolno-pomiarowej do monitorowania nabrzeża portowego.

W pracy przedstawiono projekt sieci kontrolno-pomiarowej w kilku wariantach wraz z ich analizą dokładności. Ponadto przedstawiono sposób stabilizacji punktów odniesienia i punktów kontrolowanych oraz wyniki pomiaru zerowego. W zależności od konstrukcji sieci, precyzji użytego tachimetru i przyjętej ilości serii pomiarowych wstępne analizy dokładności wykazały, że średni błąd położenia punktów kontrolowanych kształtuje się na poziomie  $\pm 1\text{mm}$ .

Pomiar zerowy sieci wykonano zmotoryzowanym tachimetrem TC2003. Na podstawie wyrównania obserwacji kątowno-liniowych stwierdzono, że błąd położenia punktów kontrolowanych waha się w granicach od  $\pm 0.9\text{mm}$  do  $\pm 1.6\text{mm}$ .

## Kontakt:

dr inż. Piotr Gołuch  
Uniwersytet Przyrodniczy we  
Wrocławiu  
ul. Grunwaldzka 53  
50-375 Wrocław  
tel. 71 320 1956  
piotr.goluch@up.wroc.pl

OCENA DOKŁADNOŚCI WYZNACZANIA PRZEMIESZCZEŃ  
PIONOWYCH REPERÓW KONTROLOWANYCH  
ROZMIESZCZONYCH W PRZEJŚCIU PODZIEMNYM  
POD RONDEM REAGANA  
PRZY PLACU GRUNWALDZKIM WE WROCŁAWIU

Krzysztof Mąkowski\*, Patrycja Czechowicz\*\*, Agnieszka Drynda\*\*  
Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu

\* Instytut Geodezji i Geoinformatyki

\*\* Wydział Inżynierii Kształtowania Środowiska i Geodezji, Studenckie Koło  
Naukowe Geodetów

STRESZCZENIE

Wszystkie budowle, a w szczególności te, w których lub wokół których ciągle przebywają ludzie, powinny być poddawane okresowym obserwacjom geodezyjnym, mającym na celu wyznaczenie deformacji tych obiektów. Stosowne pomiary powinny być przeprowadzane z odpowiednią, wysoką dokładnością w określonych interwałach czasowych.

Istnieje wiele czynników, które mogą powodować przemieszczenia lub odkształcenia budowli podczas jej eksploatacji. Są nimi np.: nacisk otaczającego gruntu na ściany budowli, niestabilność gruntu nad i w otoczeniu budowli, zmiany środowiskowe, np. zmiana poziomu wód gruntowych, zmiana struktury gruntu wynikająca ze zmiany uwilgotnienia, zła jakość materiałów budowlanych oraz wiele innych mniej istotnych. W związku z tym konstrukcje przejść podziemnych powinny być systematycznie poddawane obserwacjom geodezyjnym w celu wykrycia ewentualnych deformacji. Wyniki tych obserwacji, głównie przemieszczenia pionowe reperów kontrolowanych są podstawą do podjęcia decyzji zastosowania środków zapobiegawczych dalszym zmianom konstrukcji badanych obiektów.

Na plakacie przedstawione zostaną wyniki kilku cykli prac pomiarowych wykonanych w trudnych warunkach intensywnego ruchu kołowego oraz zmiennego niedostatecznego oświetlenia łat pomiarowych. Zaprezentowane będą wykresy przemieszczeń pionowych poszczególnych reperów, stanowiące niezbędny element do wyciągnięcia wniosków dotyczących dalszej eksploatacji obiektu.

Kontakt:

dr. inż. Krzysztof Mąkowski  
Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu  
ul. Grunwaldzka 53, 50-375 Wrocław  
krzysztof.makolski@igig.up.wroc.pl

OKREŚLENIE WPLYWU POPRAWNOŚCI KONSTRUKCJI  
PRECYZYJNYCH ŁAT NIWELACYJNYCH  
NA DOKŁADNOŚĆ WYZNACZANIA PRZEWYŻSZEŃ  
METODĄ NIWELACJI GEOMETRYCZNEJ

Krzysztof Mąkowski\*, Monika Rak\*\*, Marzena Kruszakin\*\*,  
Joanna Górka\*\*, Paweł Gawłowski\*\*

Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu  
\*Instytut Geodezji i Geoinformatyki

\*\*Wydział Inżynierii Kształtowania Środowiska i Geodezji, Studenckie Koło  
Naukowe Geodetów

STRESZCZENIE

Wyznaczanie różnic wysokości metodą niwelacji precyzyjnej zależy przede wszystkim od dokładności zastosowanych niwelatorów. W obecnie stosowanych precyzyjnych niwelatorach kodowych, wpływ obserwatora na dokładność odczytów wykonywanych na łatach jest znikomy, odczyty te wykonywane są bowiem automatycznie. Jakość wykonania odczytów zależy więc głównie od czynników od nas niezależnych: od warunków meteorologicznych czy drgań przenoszonych od przejeżdżających obok pojazdów mechanicznych. Wpływ tych czynników można oczywiście ograniczyć przez wykonywanie pomiarów w określonej porze dnia. Dla podniesienia dokładności pomiarów, należy skupić większą uwagę na poprawnym ustawianiu łat na reperach oraz na sprawdzaniu jakości podziału łat naniesionego na listwę inwarową. Badanie jakości podziału, powinno się, a w zasadzie musi się przeprowadzać okresowo, co najmniej raz w roku przed sezonem pomiarowym. W przypadku gdy Uczelnia nie świadczy usług komercyjnych ponoszenie znacznych kosztów komparacji jest bezzasadne. Można, częściowo, dokonać kontroli jakości konstrukcji łat we własnym zakresie, wykonując założony plan pomiarowy w warunkach laboratoryjnych. Takie pomiary testowe wykonano w roku 2013, wtedy gdy Instytut Geodezji i Geoinformatyki zakupił nowe zestawy sprzętu geodezyjnego firmy Leica. Przedmiotem aktualnie przeprowadzanych prac jest powtórzenie założonego programu badań w celu sprawdzenia stopnia zużycia posiadanych zestawów pomiarowych. Badania podziału łat przeprowadzono wykonując odczyty na różnych wysokościach w odniesieniu do łaty wzorcowej. Badania stopek łat wykonano przez ustawianie łat na wybranych miejscach stopek. Pomiary odnoszono do środka stopki.

Kontakt:

dr. inż. Krzysztof Mąkowski  
Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu  
ul. Grunwaldzka 53, 50-375 Wrocław  
krzysztof.makolski@igig.up.wroc.pl