

Agnieszka Derezińska\*

## WYKORZYSTANIE SPRZĘTU GEODEZYJNEGO W DZIAŁANIACH RATOWNICZYCH PAŃSTWOWEJ STRAŻY POŻARNEJ

### *Streszczenie*

*W artykule przedstawiono zastosowanie sprzętu geodezyjnego w pracach ratowniczych Państwowej Straży Pożarnej. Rola geodezji nabiera coraz większego znaczenia w ich działaniach, dlatego też coraz bardziej interesuje się ona wykorzystaniem technik geodezyjnych, które zostały poniżej omówione w kontekście różnego rodzaju zdarzeń. Pokazano wykorzystanie teodolitu, tachimetru oraz tachimetru skanującego podczas rzeczywistych wypadków jak również w czasie ćwiczeń i pomiarów przeprowadzonych w trakcie zdarzeń zasymulowanych.*

Słowa kluczowe: geodezja w ratownictwie technicznym, tachimetr w działaniach PSP

### WSTĘP

W ciągu ostatnich dziesięcioleci rozwój cywilizacyjny spowodował ogromne zmiany w działaniach Państwowej Straży Pożarnej w Polsce. Straż pożarna, początkowo powołana tylko do gaszenia pożarów, ewaluowała wraz z rozwojem technicznym, naukowym, i przemysłowym. Z czasem zaczęto wykorzystywać ją w różnych działaniach ratowniczych, z których najważniejsze to katastrofy budowlane oraz wypadki drogowe. Potrzeby i skala działań wymagały ciągłego poszukiwania coraz to nowszych rozwiązań i wykorzystywania (adaptowania) innych dziedzin nauki np. geodezji. Obecnie strażacy, mają szansę rozwijania się poprzez różne formy szkolenia. Jako jedni z nielicznych funkcjonariuszy państwowych mają ustawowy obowiązek narażania nawet życia w celu ratowania innego człowieka w czasie pokoju [Dz.U. 2009r. Nr 12 poz. 68, Art. 30]. Bardzo

---

\* Kujawsko-Pomorska Szkoła Wyższa w Bydgoszczy

ważne więc, jest odpowiednie wyszkolenie oraz wyposażenie w specjalistyczny sprzęt wszystkich ratowników, w celu zminimalizowania możliwości wystąpienia sytuacji, w której strażak byłby zmuszony poświęcić własne zdrowie czy życie. Szkoląc się w zakresie ratownictwa technicznego uzyskuje wiedzę z zakresu zastosowania pionów, miar i wyznaczania przemieszczeń obiektów w czasie rzeczywistym. Przechodząc kolejne, bardziej zaawansowane szkolenia, poznaje różne techniki pomiarów z zastosowaniem teodolitów, tachimetrów czy skanerów laserowych, a zdobyte kwalifikacje pozwalają mu trafić do Specjalistycznej Grupy Poszukiwawczo-Ratowniczej Państwowej Straży Pożarnej (USAR) działającej na całym świecie podczas kataklizmów.

Geodezja w polskim pożarnictwie zaczyna nabierać znaczenia i coraz częściej jest wykorzystywana, stąd pojawił się pomysł napisania niniejszego artykułu. Przedstawia on zastosowanie przyrządów geodezyjnych w wybranych działaniach ratowniczych Państwowej Straży Pożarnej.

### ZASTOSOWANIE TEODOLITU ORAZ TACHIMETRU PODCZAS ZAWALENIA KAMIENICY W KATOWICACH

W październiku 2014 roku, w Katowicach, nastąpiła potężna eksplozja, która spowodowała zawalenie kamienicy przy ulicy Chopina 23 [Pieniżny 2014].



*Fot. 1. Niestabilne elementy konstrukcyjne zawalonego w Katowicach budynku [Bąkowski 2015]*

*Phot.1. Unstable structural elements of the building collapsed in Katowice [Bąkowski 2015]*

Siła wybuchu spowodowała zawalenie ściany frontowej oraz tylnej kamienicy. Na miejsce przybyła Państwowa Straż Pożarna, która ewakuowała ludzi i przystąpiła do akcji ratowniczej. Dowódca akcji złożył zapotrzebowanie na grupy specjalistyczne z terenu województwa oraz Specjalistyczne Grupy Poszukiwawczo-Ratownicze z kraju, biorąc pod uwagę bezpieczeństwo ratowników, którym zagrażały niestabilne elementy konstrukcyjne budynku, ściany, komin oraz dach (Fot. 1.) [Piechaczek 2015, Bąkowski 2015].

Po dotarciu na miejsce SGPR z województwa małopolskiego zaczęto monitorowanie odchyłań ścian za pomocą teodolitu. Zabezpieczono również pozostałą konstrukcję kamienicy, która w każdej chwili mogła ulec zawaleniu. Ze względu na dużą ilość punktów wyznaczonych do obserwacji przybył Geodeta Powiatowy miasta Katowice wraz z tachimetrem z możliwością bezlustrowego pomiaru odległości, w celu pomocy w monitorowaniu gruzowiska. Punkty wyznaczone do obserwacji zostały podzielone pomiędzy geodetę a ratownika z SGPR (Fot. 2.).



*Fot. 2. Stanowiska obserwacyjne geodety oraz ratownika SGPR [fot. Piotr Zwarycz]*  
*Phot. 2. Observation points of the geodetic surveyor and the USAR rescuer*  
*[phot. Piotr Zwarycz]*

W godzinach porannych ratownicy zostali wycofani z gruzowiska ze względu na przemieszczenia elementów dachu, które zostały wychwycone dzięki zastosowaniu sprzętu geodezyjnego.

Katastrofa budowlana oraz jej rozmiary spowodowały współpracę określonych służb: Państwowej Straży Pożarnej, Specjalistycznej Grupy Poszukiwawczo-Ratowniczej, Grupy Ratownictwa Technicznego, Państwowego Ratownictwa Medycznego, Straży Miejskiej, Policji, oraz innych podmiotów nie współpracujących na co dzień z Państwową Strażą Pożarną, tj. Inspektora Nadzoru Budowlanego oraz Geodety Powiatowego.

Podczas przeprowadzonych działań na stanowiskach pomiarowych natrafiono na szereg trudności związanych z prowadzeniem pomiarów. Liczba punktów była dość duża i dlatego jeden obserwator nie był w stanie obserwować wszystkich. Z tego właśnie powodu poproszono o przybycie Geodety Powiatowego z Katowic. Problemem okazały się też drgania stanowisk spowodowane używaniem ciężkiego sprzętu oraz duża liczba osób przebywająca w jego obrębie. Stanowiska były więc narażone na potrącenie przez poruszających się ludzi. Kolejnym utrudnieniem była sama pora nocna. Pomimo oświetlenia gruzowiska sztucznym światłem, nie wszystkie punkty obserwowane były jednoznacznie identyfikowalne. Co powodowało zagrożenie ludzi pracujących w strefie gruzowiska.

Ważnym wnioskiem z katastrofy w Katowicach, był fakt trudności dostępu do teodolitów znajdujących się na wyposażeniu Państwowej Straży Pożarnej (w 2014 r. w całym kraju były tylko trzy sztuki), oraz zawodność systemu w monitorowaniu odchył w porze nocnej [Bąkowski 2015].

## **WYKORZYSTANIE SPRZĘTU GEODEZYJNEGO W ZDARZENIACH DROGOWYCH**

Podczas katastrof w ruchu lądowym z udziałem obiektów wielkogabarytowych (ciężarówki, autobusy, wagony kolejowe) najważniejszą sprawą jest zapewnienie bezpieczeństwa ratownikom i poszkodowanym.

Na początku analizuje i wyznacza się potencjalne kierunki przemieszczeń elementów obiektów, a potem przystępuje się do udzielania pomocy poszkodowanym będącym w bezpośrednim zagrożeniu. Urządzeniem które wyznacza przemieszczenia obiektu jest tachimetr z możliwością bezlustrwego pomiaru odległości z dokładnością +/- 1 cm co pozwala na szybką reakcję w razie powstania zagrożenia. Technikę tę stosują amerykańskie służby ratownicze (Heavy Rescue Group).

Dlatego też podczas międzynarodowych ćwiczeń RescueDays 2014 zasymulowano zdarzenie, podobne do takiego jakie miało miejsce w 2010 r, w miejscowości Gray Summit (Missouri, USA). Doszło tam do wypadku, w którym wzięły udział cztery pojazdy: ciągnik siodłowy, pickup oraz dwa autobusy szkolne (Fot. 3.).

Po ewakuacji osób uczestniczących w zdarzeniu, zaczęto stabilizować pojazdy, które mogły ulec przemieszczeniu i przystąpiono do akcji usunięcia ich z drogi. Przedstawiciele biura szeryfa zostali wezwani, ze sprzętem geodezyjnym

wykorzystywanym również w kryminalistyce. Tachimetrem elektronicznym obserwowali odległości do wytypowanych punktów na karoserii autobusu. W trakcie działań nie nastąpiły żadne przemieszczenia. Po usunięciu sprzętu ratowniczego, zeskanowano miejsce wypadku. Informacje te posłużyły Krajowej Radzie Bezpieczeństwa Ruchu Drogowego Komisji ds. bezpieczeństwa Transportu (National Transportation Safety Board) w ustaleniu przyczyn tego wypadku, w którym zginęły dwie osoby [National Transportation Safety Board 2011].



*Fot. 3. Wypadek drogowy w Gray Summit [http://archive.azcentral.com/commphotos/azcentral/15752/3#10]*

*Phot. 3. The road accident in Gray Summit [http://archive.azcentral.com/commphotos/azcentral/15752/3#10]*

Wypadek w Gray Summit było bodźcem dla polskich służb ratowniczych. Na przeprowadzonych w Polsce ćwiczeniach RescueDays 2014, zasymulowano wcięcie pojazdu osobowego pod pojazd wielkogabarytowy (Fot. 4.). Pomiar wykonywano podobnie - monitorowano odległości do obiektu. Do pomiaru wybrano punkty w miejscach przewidywanych przemieszczeń i odkształceń. Każda wykryta odchyłka odległości do badanych punktów na karoserii pokazuje, że badany obiekt ulega odkształceniom lub przemieszczeniom. Pozwoli to na szybką reakcję oficera bezpieczeństwa.



*Fot. 4. Symulacja wcięcia pojazdu osobowego pod inny pojazd [Bąkowski 2015]*  
*Phot. 4. Simulation of the car collision [Bąkowski 2015]*

W metodzie tej bardzo ważne jest doświadczenie osoby wybierającej punkty do badań. Podczas pomiarów symulowano wygięcie boczne - wzdłuż dłuższej linii boku, w środkowej części kontenera przy pomocy rozpieracza kolumnowego. Za miejsca prawdopodobnych odchyłek przyjęto krańce kontenera (Fot. 5.). Jednak przesunęły się one maksymalnie o 3 cm, natomiast w środkowej części kontenera, w miejscu przyłożenia siły, przemieszczenie wynosiło 12 cm. Taka wartość ma istotny wpływ na dalsze utrzymanie stateczności obiektu i może powodować jego przesunięcie, a końcowo utratę kontroli nad sytuacją. Trzeba pamiętać o tym, że żadna metoda pomiaru nie pokazuje nam rozkładu naprężeń, które powstają w wyniku działania sił na obiekt [Bąkowski 2015].

#### **PRÓBNY POMIAR Z WYKORZYSTANIEM TACHIMETRU Z MOŻLIWOŚCIĄ SKANINGU LASEROWEGO**

Szukając najlepszych rozwiązań w zakresie bezpieczeństwa ratowników podczas katastrof i wypadków oraz bazując na doświadczeniu strażaków z innych krajów zapoznano się ze sposobem wykorzystania skaningu

laserowego, dając tym alternatywę do zastosowania podczas działań Państwowej Straży Pożarnej w Polsce.

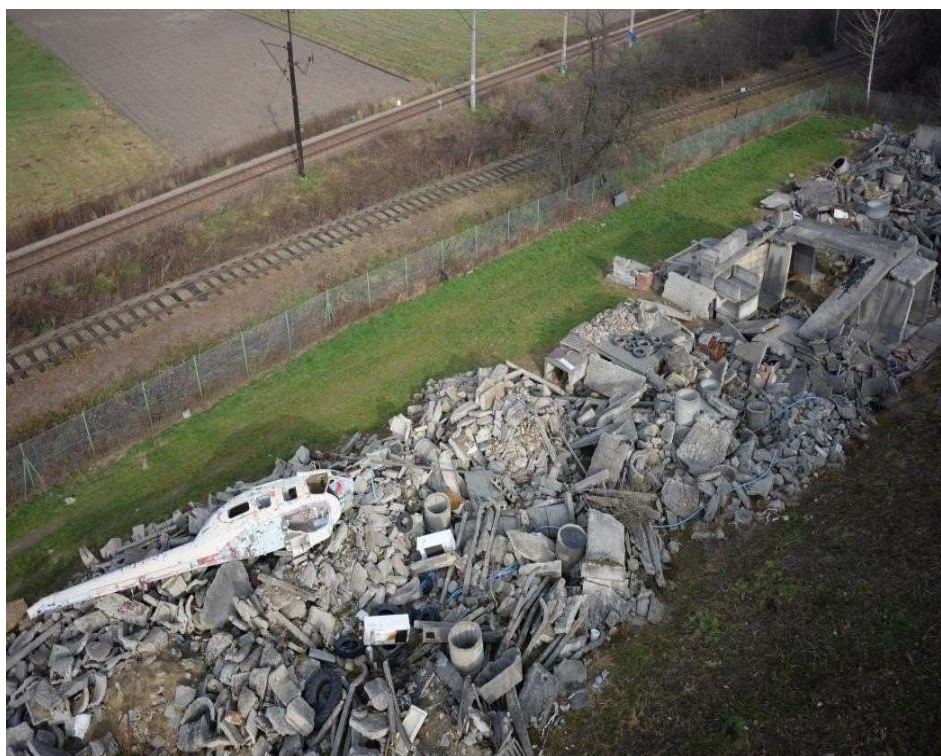


Fot. 5. Punkty obserwowane na kontenerze [Bąkowski 2015]  
Phot. 5. Observed points on the container [Bąkowski 2015]

Pomiar odbył się w listopadzie 2014 roku, na poligonie Szkoły Aspirantów Państwowej Straży Pożarnej w Nowym Sączu, po katastrofie budowlanej w Katowicach, celem poszukania rozwiązań zapewniających zwiększenie bezpieczeństwa służbom pracującym bezpośrednim rejonie katastrof budowlanych i drogowych. Przygotowano poligon na którym umieszczono dwa obiekty badawcze, na potrzeby dwóch różnych symulacji (Fot. 6.).

Pierwszy obiekt badawczy, to płyta - element konstrukcji, na którym zasymulowano przemieszczenia, w kierunku pionowym do góry, za pomocą podbory PowerShore (Fot. 7.).

Do pomiaru wykorzystano system mobilnego pomiaru Leica. W skład systemu wszedł tachimetr Leica Nova MS50 oraz program Leica GeoMos. W oprogramowaniu tym zdefiniowane zostały sekwencje pomiarowe co 2 minuty. Określono obszar obiektu, który ma być monitorowany za pomocą technologii skaningu laserowego 3D.



*Fot. 6. Gruzowisko, na którym przeprowadzono pomiary [Leica 2014]*  
*Phot. 6. The rubble where the measurements were taken [Leica 2014]*

W kolejnych sesjach pomiarowych zaobserwowano jak podpora oddziałuje na płytę w stosunku do pierwszego pomiaru. Na zrzutach ekranowych widać przemieszczenia przedstawione w czasie rzeczywistym, za pomocą kolorów. Kolor czerwony oznacza przemieszczenie -2 cm, a kolor fioletowy +2 cm. Na fot. 8. widać również przełamanie płyty w środkowej części.

Dzięki zastosowaniu skaningu laserowego 3D można wykrywać w czasie rzeczywistym nie tylko przemieszczenia obiektu w płaszczyznach  $x$  i  $y$  ale również jego odkształcenia. Wizualizacja wyników umożliwia szybką analizę sytuacji, a co za tym idzie szybką reakcję w razie niebezpieczeństwa.

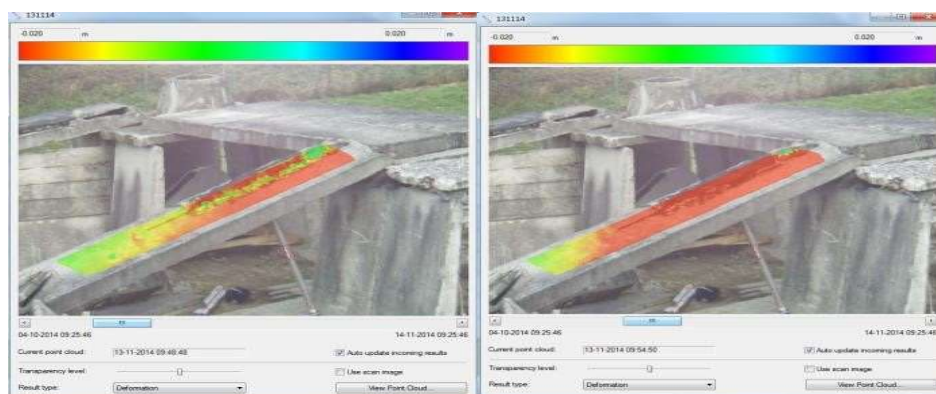
Drugim badanym obiektem, który znajdował się na gruzowisku był kałuż śmigłowca. W tym przypadku również symulowano przemieszczenie obiektu (Fot. 9.). Zwiększono zakres obserwowanych odchyłek do +/-



5 cm. Odstęp czasu pomiędzy kolejnymi sesjami pomiarowymi ustawiono na 2 minuty.



Fot. 7. Symulacja ruchu płyty [Leica 2014]  
Fot. 7. Plate displacement simulation [Leica 2014]



Fot. 8. Zmiany przemieszczeń płyty [Leica 2014]  
Phot. 8. Changes in the plate displacement [Leica 2014]



*Fot. 9. Element kadłuba który podlegał pomiarom [Leica 2014]*  
*Phot. 9. A measured part of the helicopter hull [Leica 2014]*



*Fot. 10. Zmiany przemieszczeń ogona śmigłowca [Leica 2014]*  
*Phot. 10. Displacements of the helicopter tail [Leica 2014]*

Na zrzutach ekranowych widać przemieszczenia obiektu, najpierw niewielkie, następnie duże, sięgające do 5 cm. Widać również pęknięcie w środkowej części ogona (Fot. 10.).

Dzięki łączności bezprzewodowej z tachimetrem sztab akcji może na bieżąco monitorować sytuację na miejscu zdarzenia z punktu dowodzenia. System Leica

GeoMos umożliwia definiowanie progów bezpieczeństwa, po przekroczeniu których włącza się sygnał alarmowy, oznaczający przekroczenie wartości dopuszczalnych przemieszczeń.

Tachimetr Leica MS50 pozwala na szybką i pełną inwentaryzację miejsca katastrofy z wykorzystaniem technologii skanowania laserowego 3D. Umożliwia to wszelkie analizy, na rzeczywistych danych pochodzących bezpośrednio z miejsca zdarzenia [Leica 2014].

## WNIOSKI

Procesem przemieszczeń i odkształceń nie można dowolnie kierować, ale można go śledzić i w pewnym stopniu hamować oraz zapobiegać jego skutkom. Dlatego też bardzo ważną rzeczą w działaniach ratowniczych Państwowej Straży Pożarnej, jest pomiar przemieszczeń i odkształceń, w czasie katastrof budowlanych oraz wypadków drogowych. Sprzęt geodezyjny i metoda pomiaru muszą zapewniać szybkie otrzymywanie wyników. Jest to bardzo istotne z punktu widzenia bezpieczeństwa poszkodowanych i ratowników. Zastosowanie sprzętu geodezyjnego w działaniach Państwowej Straży Pożarnej jest nadal zagadnieniem początkującym, ale coraz częściej mówi się o potrzebie rozwoju w tym właśnie kierunku.

## LITERATURA

1. BĄKOWSKI, D.; 2015. Zasady wykorzystania przyrządów geodezyjnych podczas akcji prowadzonych przez Państwową Straż Pożarną
2. LEICA; 2014. Materiały z pomiaru testowego symulowanych przemieszczeń
3. PIECHACZEK, W.; 2015. Działania podczas katastrofy budowlanej w Katowicach - czy można było lepiej?; W akcji 2/2015, str. 13
4. PIENIĘŻNY, P.; 2014. *Cud się nie wydarzył: Przegląd Pożarniczy* 11/2014 r.: str. 8
5. NATIONAL TRANSPORTATION SAFETY BOARD; 2011. Multivehicle Collision, Interstate 44 Eastbound, Gray Summit, Missouri, August 5, 2010. Highway Accident Report NTSB/HAR-11/03. Washington, DC
6. Ustawa z dnia 24 sierpnia 1991 r. o Państwowej Straży Pożarnej
7. <http://archive.azcentral.com/commphotos/azcentral/15752/3#10>

## **THE APPLICATION OF SURVEYING EQUIPMENT IN THE RESCUE OPERATIONS OF STATE FIRE SERVICE**

### *S u m m a r y*

*The article describes the use of surveying equipment in the rescue work of the State Fire Service. The role of geodesy is becoming increasingly important in their operations, which is why they are more and more interested in the application of surveying techniques discussed below in the context of the various types of events. The use of a theodolite, a total station and a scanstation is shown during real accidents as well as during exercises and measurements taken in the simulated events.*

Key words: geodesy in technical rescue, total station in operations of State Fire Service