

Wyświetlanie pomiarów na mapach trójwymiarowych

Display of measurements on 3D maps

Jacek Barański

Słowa kluczowe: pomiary, przenoszenie pomiarów na mapę, wizualizacja pomiarów wielkości fizycznych

Artykuł wskazuje zalety przedstawiania na mapach Google Earth wyników pomiarów realizowanych na obiektach ruchomych, ilustrowane przykładami: trajektorii samolotu (kurs i wysokość), przejazdu narciarza (trasa i prędkość), natężenia oświetlenia ulicznego, jadącego tramwaju (prędkość, pobór prądu, napięcie), zjawisk na powłoce rurociągu podziemnego (różnica potencjałów). Jest to możliwe przy użyciu rejestratora wyposażonego w odbiornik GPS, dzięki czemu zapisy można przenosić na mapę.

Keywords: measurements, transferring measurements onto a map, visual presentation of physical magnitudes

The paper shows advantages of presentation of measurements on a moving object, using Google Earth 3D maps. The examples include an airplane trajectory (course and altitude), a skier ride (course and speed), street light intensity, a moving streetcar (speed, current consumption, voltage), a buried pipeline coating (potential difference). The records from a logger equipped with GPS receiver can be transferred onto the map.

Ogólnodostępne współczesne mapy Google Earth umożliwiają wizualizację pomiarów dowolnych wielkości fizycznych dokonywanych w przestrzeni trójwymiarowej. Wyświetlanie pomiarów na tego rodzaju mapach umożliwia rozwiązanie różnego rodzaju problemów.

Powiązanie pomiaru z miejscem jego wykonania daje nowe możliwości interpretacji, zwłaszcza gdy osoba dokonująca pomiaru lub obiekt, w którym dokonywane są pomiary, znajdują się w ruchu. Proste pomiary otrzymywane z odbiorników GPS, tj. pozycja i prędkość, pozwalają wyznaczyć trajektorię poruszających się obiektów. Umożliwia to identyfikację miejsc: przyspieszeń, zwolnień i zatrzymań. Wyświetlanie wyników na mapie może być wykorzystywane w celu analizy i optymalizacji prędkości i toru, po którym przemieszczają się te obiekty, a także np. w celu analizy wypadków komunikacyjnych – na mapie można pokazać drogę i tempo hamowania pojazdu. Skorelowanie dowolnej zmierzonej wielkości fizycznej z pozycją geograficzną i prędkością daje nowe możliwości oceny i interpretacji wyników pomiarowych. Na mapach można przedstawić wyniki różnorodnych pomiarów środowiskowych, np. poziomu zanieczyszczeń powietrza bądź jakości oświetlenia ulic. Można precyzyjnie pokazać powiązanie prędkości ze zużyciem energii w przypadku pojazdów elektrycznych, co może okazać się szczególnie przydatne w dobie nadchodzącej elektromobilności. Otwierają się

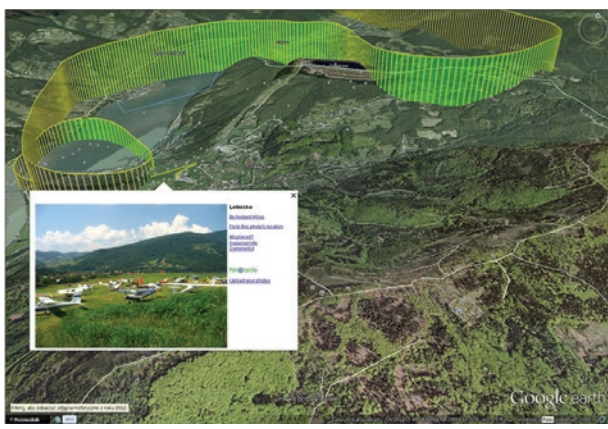
możliwości wykorzystywania map w pomiarach specjalistycznych, np. do wizualizacji defektów izolacji rurociągów zakopanych w ziemi.

Niniejszy artykuł przedstawia jedynie kilka z licznych dziedzin, w których można wizualizować pomiary na mapach. Pierwszy z omawianych przykładów dotyczy trajektorii samolotu startującego z lądowiska położonego na zboczu góry Żar w Międzybrodziu Żywieckim. Wszystkie potrzebne do powstania tego wykresu dane zostały pobrane z odbiornika GPS rejestratora pomiarowego mR4.

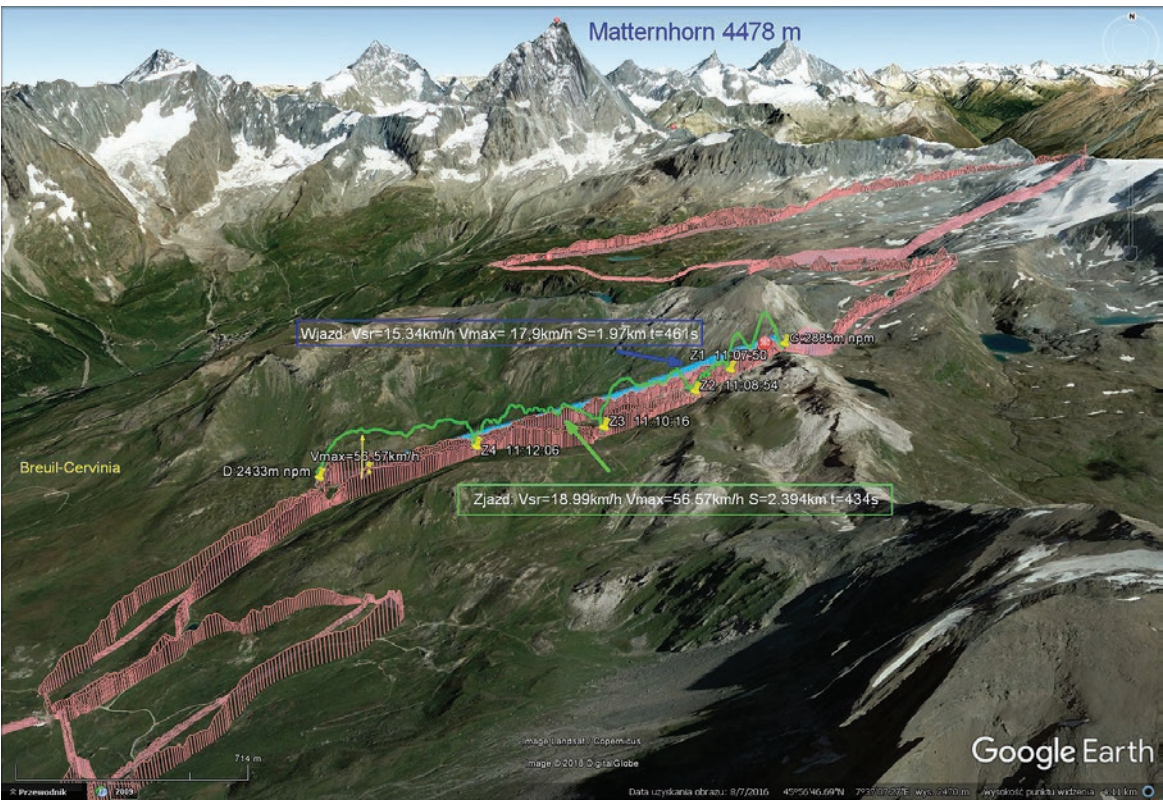
Odbiorniki GPS wysyłają ramki z informacjami w postaci protokołu NMEA0183 lub własne ramki będące zwykle rozszerzeniem protokołu standardowego. Podstawowe informacje dostępne w ramach opisują: szerokość i długość geograficzną, wysokość nad poziomem morza oraz prędkość poruszającego się obiektu. Skrypt KML (Keyhole Markup Language¹⁾) umożliwia przeniesienie tych informacji na mapę. Jakże znaki graficzne użyteczne do prezentacji pomiarów można wyświetlić na mapach? Są to przede wszystkim linie i znaczniki punktowe w postaci tzw. balonów i pinezek. Dodatkowo, po kliknięciu na te znaki można wyświetlić listy opisujące wybrany pomiar. Liniom można nadawać kolor, co umożliwia rozróżnienie przebiegów różnych wielkości fizycznych wyświetlanych w tym samym miejscu. Powstałe w przestrzeni linie przebiegów można łączyć z powierzchnią ziemi pionowymi odcinkami, a powstałe między nimi płaszczyzny zaciemniać wybranym kolorem o nastawnej przezroczystości (od 0 do 100%). Olbrzymią zaletą jest to, że naniesione na mapę wykresy można oglądać z różnych wysokości, pod dowolnie wybranym kątem, jak również można je dowolnie obracać w celu uzyskania najlepszego widoku. Pierwszy przykład trajektorii lotu (rys. 1) przedstawia najbardziej naturalny wykres w trójwymiarowej przestrzeni ziemskiej. Określona jest pozycja (szerokość i długość geograficzna), a wizualizowana wysokość lotu. Należy nadmienić, że odbiorniki GPS podają wysokość od powierzchni morza i taką wysokość wykorzystano tu przy generacji skryptów KML do wizualizacji torów lotu. Widoczne pionowe linie oznaczają chwile pomiaru wykonanego z nastawionym krokiem (tu wynoszącym 1 s).

Aby wyświetlić wybraną wielkość fizyczną, należy ją na wykresie przeskalować na wysokość. W kolejnym przykładzie wizualizowaną wielkością jest prędkość jazdy narciarza w okolicach stacji narciarskiej Breuil-Cervinia na zboczach góry Matterhorn (rys. 2).

¹⁾ Za Wikipedią: KML to język znaczników oparty na XML-u, otwarty standard, zatwierdzony przez Open Geospatial Consortium i pozwalający na wizualizację trójwymiarowych danych przestrzennych. Wykorzystywany jest m.in. w aplikacjach: Google Earth, Google Maps, Bing Maps, Flickr, NASA World Wind oraz Wikimapii.



Rys. 1. Trajektoria lotu: a) start z lądowiska na zboczu góry Żar w Międzybrodzu Żywieckim, b) pętla nad Odrzywołem
 Fig. 1. Flight trajectory: a) start from an airstrip on a slope of the Żar mountain in Międzybrodzie Żywieckie, b) a loop above Odrzywoł



Rys. 2. Przejazdy narciarza w okolicy stacji narciarskiej Breuil-Cervinia. W osi pionowej wizualizowana jest prędkość
 Fig. 2. A skier ride at the ski station Breuil-Cervinia. Ordinates indicate the speed

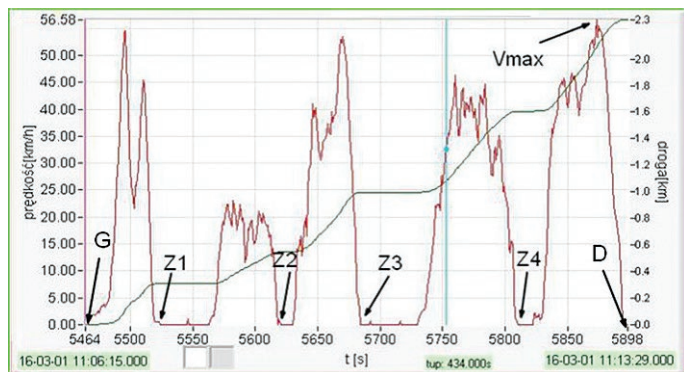
Na rys. 2 1 km/h odpowiada 2 m na wykresie w osi pionowej. Należy zwrócić uwagę, że poziomem odniesienia wykresu nie jest bezwzględna wysokość mierzona od poziomu morza, lecz wysokość odniesiona do powierzchni ziemi w danym miejscu.

Z całodzienniej rejestracji przejazdów (kolor różowy) wybrano do analizy dwa odcinki: zjazd (zaznaczony kolorem zielonym) oraz wjazd wyciągiem (zaznaczony kolorem niebieskim). Dla wyróżnionych w ten sposób odcinków przedstawiono – odpowiednio w ramkach: zielonej i niebieskiej – przebytą drogę S oraz prędkości maksymalne i średnie. W celu dodatkowego wyróżnienia tych przebiegów skalowanie podniesiono dwukrotnie, tj. 1 km/h przeska-

wano na 4 m. Aby nie zaciemniać rysunku, zielonej linii prędkości zjazdu nie towarzyszy pionowe wypełnienie.

Na rys. 3 przedstawiono wykresy prędkości i drogi w funkcji czasu całego zjazdu wyróżnionego na mapie kolorem zielonym. Narciarz startuje w punkcie G (górna stacja wyciągu) i kończy w punkcie D (dolna stacja wyciągu). Widać cztery chwile zatrzymania narciarza (prędkość spada do zera) oraz chwilę, w której narciarz uzyskuje prędkość maksymalną. Miejsca odpowiadające tym zdarzeniom przedstawiono na mapie w postaci tzw. pinezek z opisami.

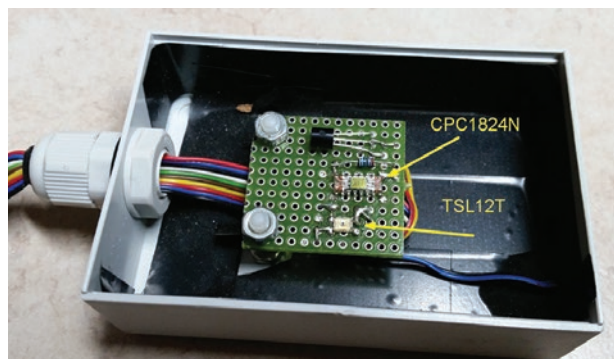
Wprowadzenie na mapę znaczników czasu pozwala w sposób prosty określić kierunek przemieszczania się obiektu. Ma to szczególne



Rys. 3. Przejazd narciarza (zielony – rys. 2) w postaci wykresów prędkości i drogi w funkcji czasu. Początek zjazdu G, koniec D, chwile zatrzymań Z1...Z4 i miejsce osiągnięcia prędkości maksymalnej V_{max} zaznaczono na mapie w postaci pinów z opisami
 Fig. 3. The ride (green – fig. 2) of the skier as per map (fig. 2) shown as time-related graphs of speed and route. Stops Z1...Z4 and point of maximum speed shown on the map as pins with descriptions

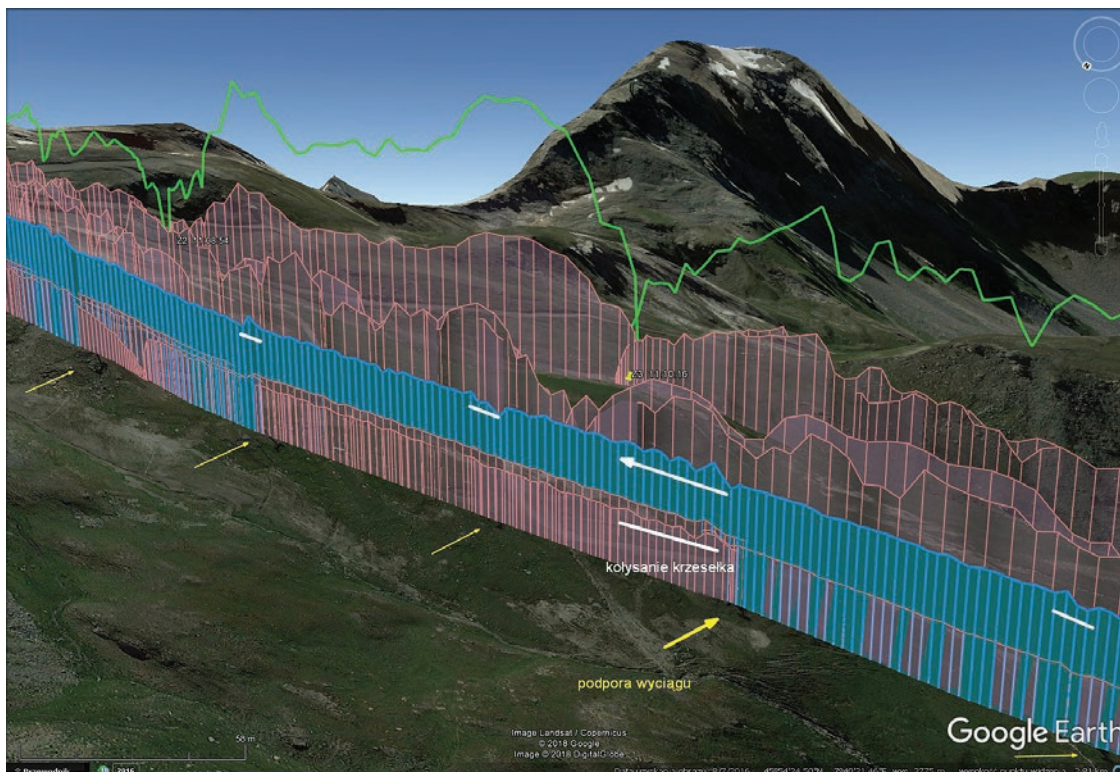
znaczenie w terenie płaskim, gdzie kierunek przemieszczania obiektu nie jest tak oczywisty jak kierunek jazdy narciarza wymuszony ciężeniem grawitacyjnym.

Na rys. 4 przedstawiono w innej perspektywie powiększony fragment rys. 2, gdzie lepiej widać odcinek wyróżniony opisem tekstowym, w skali 1 km/h ~ 4 m. Przyjrzyjmy się dokładniej wykresowi pokazującemu wjazd narciarza wyciągiem krzesełkowym (rys. 4). Mapa na tym odcinku jest tak dobra, że można zobaczyć

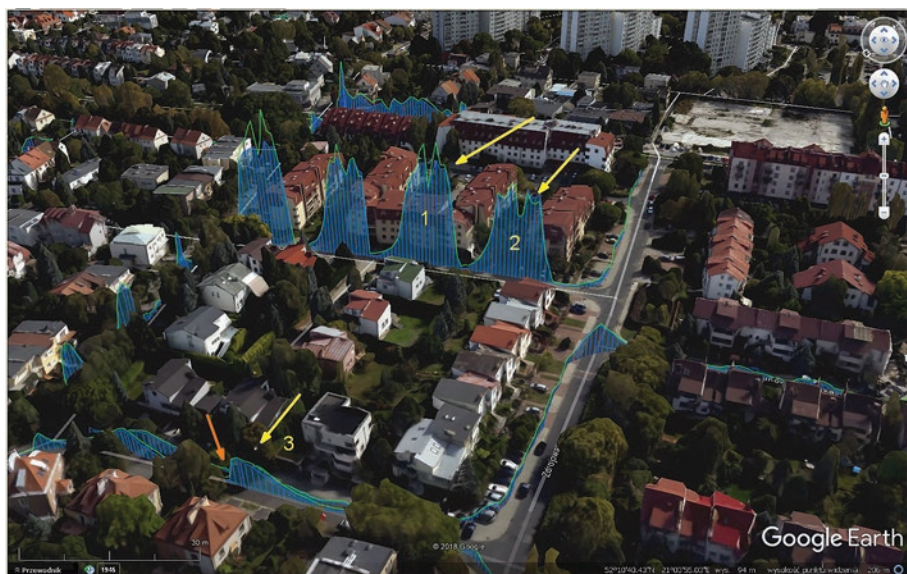


Rys. 5. Czujniki natężenia oświetlenia zmontowane na potrzeby artykułu
 Fig. 5. Light sensors arranged for the paper

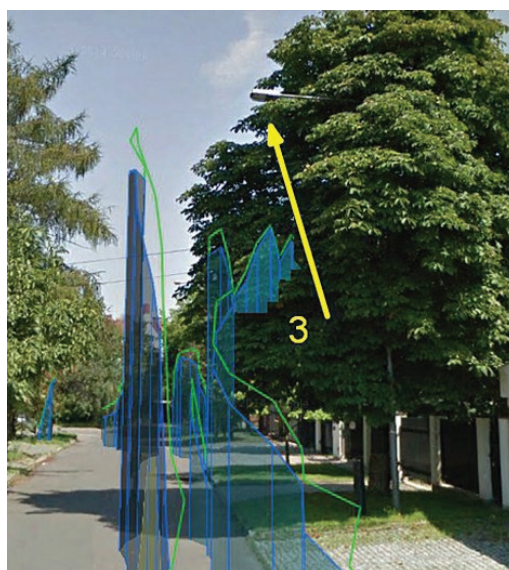
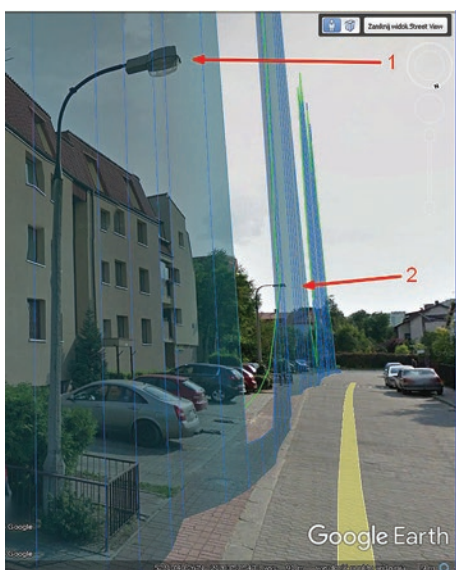
(słabo widoczne w druku) cienie podpór wyciągu (żółte strzałki). Zaznaczono miejsce, w którym narciarz siedzący w krzesełku po zjeździe z podpory kołysze się jeszcze przez pewien czas. Co jest tego przyczyną? Lina ciągnąca krzesełko choć przesuwa się ze stałą prędkością, nie jest linią prostą. Ma pewien zwis, a na podporze zakrzywia się. Krzesełko do liny przymocowane jest za pomocą ruchomego przegubu. Chcąc zachować energię kinetyczną, zgodnie z zasadą zachowania pędu przy zmianie toru ruchu, krzesełko zmienia prędkość. Ponieważ umocowane jest na przegubie, zachowuje się jak wahadło. Przykład ten pokazuje, że bardzo niewielkie oddziaływanie czynnika fizycznego na badane zjawisko (tu podpory wyciągu na prędkość przemieszczania krzesełka) jest zauważalne i da się pokazać na mapie.



Rys. 4. Fragment przebiegów z rys. 2. Na pierwszym planie wykresy przedstawiają wjazdy wyciągiem krzesełkowym. Na dalszym planie zjazdy po trasach narciarskich. Wyróżnione przejazdy (z rys. 2 i 3) zaznaczono kolorem zielonym (prędkość narciarza) i niebieskim (prędkość wyciągu)
 Fig. 4. Fragment of rides as per fig. 2. Graphs in the foreground show the rides by a chairlift. Graphs in the background show the rides down the slope. The rides referred to above (fig. 2 and 3) are highlighted in green (skier speed) and in blue (chairlift speed)



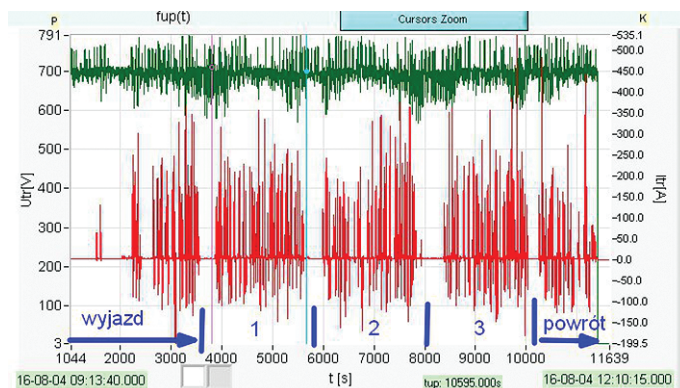
Rys. 6. Wizualizacja natężenia oświetlenia ulic. Wyróżniono trzy oprawy oznaczone jako 1, 2 i 3 (strzałki żółte) oraz miejsce gwałtownego załamania strumienia świetlnego (cień od drzewa – strzałka pomarańczowa). Czujnik CPC1824N – kolor zielony, TSL12T – kolor niebieski
 Fig. 6. Visual presentation of street illumination. Three light fittings shown as 1, 2, 3 (yellow arrows), rapid change of the luminous flux, caused by a tree shade (orange arrow). CPC1824N sensor – green, TSL12T sensor – blue



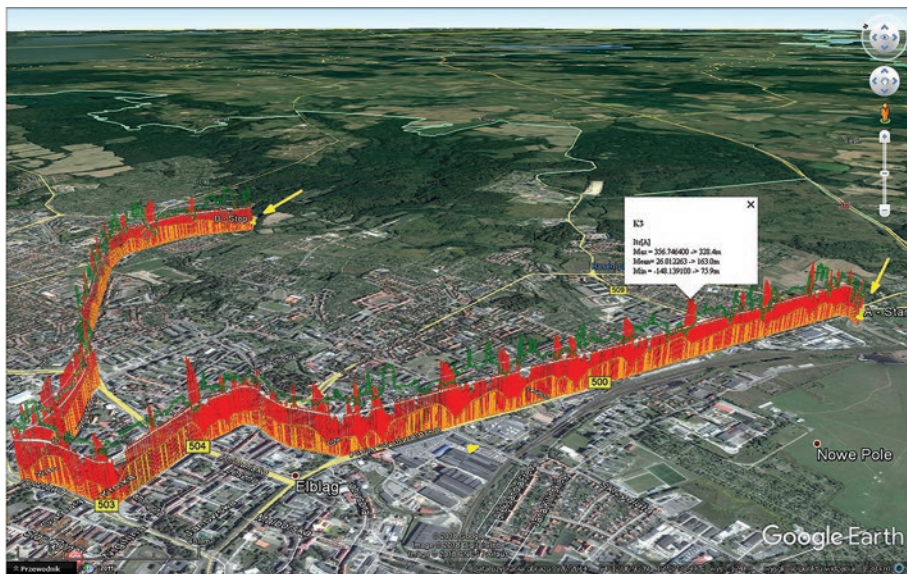
Rys. 7. Oprawy 1, 2 i 3 na zdjęciach w trybie Google Street. Na prawo: dwa równoległe pomiary
 Fig. 7. Light fittings 1, 2 and 3 as presented in Google Street photos. The photo on the right: two parallel measurements

Innym przykładem są badania środowiskowe. Na potrzeby artykułu zmontowano dwa czujniki natężenia oświetlenia o różnych charakterystykach czułości. Badania przeprowadzono w nocy, niosąc czujniki na wysokości ok. 1 m od powierzchni ulicy ze średnią prędkością ok. 4 km/h. Widoczna jest duża korelacja pomiarów z obu czujników oraz różnice w natężeniu oświetlenia na sąsiadujących ze sobą ulicach. Można zaobserwować nierównomierność oświetlenia generowanego przez różne oprawy (postrzępione szczyty wykresu 1 i 2 na rys. 6), a także zakłócenia w strumieniu świetlnym powodowane zewnętrznymi obiektami, którymi w tym przypadku są drzewa (oprawa 3). Wykresy generowane przy użyciu skryptów KML dają się przenosić na zdjęcia wyświetlane w trybie Google Street.

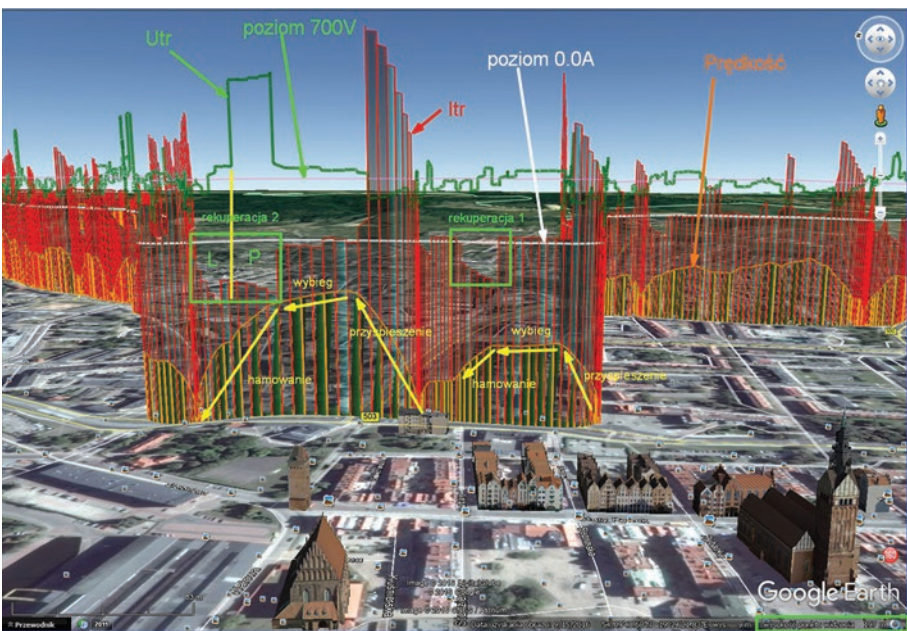
Przedstawione wyżej przykłady są dość proste, gdyż rejestrowane na ich potrzeby przebiegi były zawsze dodatnie. Powstaje pytanie, jak wyświetlić dane, które mogą przyjmować wartości zarówno dodatnie, jak i ujemne w różnych przedziałach czasu i przestrzeni. Są na to co najmniej dwa sposoby. Pierwszy to wyświetlanie danych dodatnich i ujemnych jako dodatnie – za pomocą dwóch różnych



Rys. 8. Napięcie trakcyjne U_{tr} i prąd I_{tr} podczas eksperymentu pomiarowego. Zaznaczono obszary: wyjazd z zajezdni, trzy pełne przejazdy ('1', '2', '3') i powrót. Pionowe kursory różowy i niebieski wskazują część zapisu na mapie ('1') – rys. 9
 Fig. 8. U_{tr} – overhead voltage, I_{tr} – current. Shown: departure from depot, three full courses ('1', '2', '3'), return to depot. Cursors (pink and blue) show part of the record on the map – fig. 9



Rys. 9. Przejazd '1' tramwaju od pętli 'A - Start' do pętli 'B - Stop' (kolory: napięcie U_{tr} - zielony, prąd I_{tr} - czerwony, prędkość - pomarańczowy)
 Fig. 9. Course '1' from 'A - Start' to 'B - Stop' (Colours: voltage U_{tr} - green, current I_{tr} - red, speed - orange)



Rys. 10. Fragment przejazdu '1' (kolory: napięcie U_{tr} - zielony, prąd I_{tr} - czerwony, prędkość - pomarańczowy). Linia różowa: $U_{tr} = 700 V$, linia biała: $I_{tr} = 0,0 A$
 Fig. 10. A piece of '1' course (Colours: voltage U_{tr} - green, current I_{tr} - red, speed - orange). Pink axis: $U_{tr} = 700 V$, white axis: $I_{tr} = 0,0 A$

kolorów. Drugi sposób polega na podniesieniu wykresu nad poziom Ziemi, tak aby wszystkie dane były dodatnie oraz na wykreśleniu linii odniesienia dla wartości zerowej.

Poniżej przedstawiono ten drugi sposób. Rejestrator wyposażony w przekładnik prądowy i przekładnik napięciowy typu LEM zamontowano w tramwaju. Przebiegi przedstawione na rys. 8 ilustrują wykresy czasowe prądu i napięcia w trakcie całego eksperymentu pomiarowego, tj. od wyjazdu tramwaju z zajezdni, przez trzy pełne przejazdy od pętli do pętli, aż do powrotu do zajezdni. Widzimy, że napięcie waha

się wokół 700 V (napięcie znamionowe), a prąd przybiera wartości dodatnie lub ujemne.

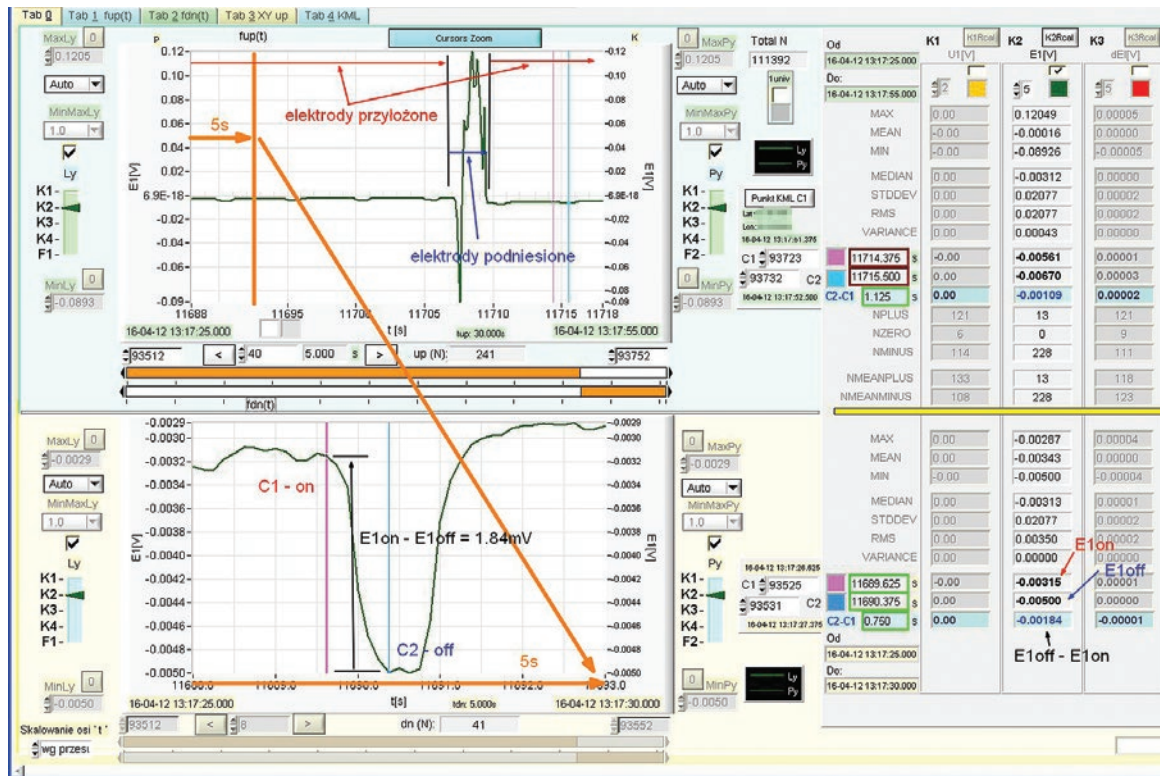
Dodatnia wartość prądu ma miejsce, gdy tramwaj pobiera energię z sieci, a ujemna – gdy tramwaj oddaje energię w trakcie hamowania w procesie tzw. rekuperacji energii. Na rys. 9 przedstawiono przejazd tramwaju od pętli do pętli. Należy zwrócić uwagę, że dodatkowymi znacznikami w postaci pinezek (wskazanych tu żółtymi strzałkami) zaznaczono początek i koniec przejazdu, określając w ten sposób kierunek poruszającego się tramwaju oraz wyświetlono listę dodatkowo opisującą kalibrację klikniętego przebiegu (tu: I_{tr} zarejestrowany w kanale K3 rejestratora).

Na rys. 10 przedstawiono wybrany z całego przejazdu środkowy fragment między dwoma przystankami na tle budynków centrum Elbląga. Pokazano: prędkość, prąd I_{tr} oraz napięcie U_{tr} . Poziome linie wskazują napięcie znamionowe 700 V (linia różowa) i prąd 0,0 A (linia biała). Widoczne są fazy rozruchu w chwili ruszania z przystanków, które charakteryzują się dużym poborem prądu przez silnik i wzrostem prędkości. Po wyłączeniu prądu rozpoczyna się faza wybiegu²⁾ widoczna w postaci typowego, równomiernego i powolnego zmniejszania prędkości. Kolejna faza to hamowanie charakteryzujące się znacznym spadkiem prędkości, któremu towarzyszy rekuperacja wytworzonego prądu z powrotem do sieci trakcyjnej. Interesujące, że o ile w obszarze oznaczonym jako 'rekuperacja 1' widać nieznaczne wahania napięcia w sieci trakcyjnej, o tyle w 'rekuperacja 2' wystąpił znaczny podskok napięcia (pole P) wskutek tego, że żaden inny tramwaj „nie odebrał” prądu wytworzonego podczas rekuperacji. Za chwilę jednak jakiś tramwaj pobrał rekuperowany prąd, wskutek czego napięcie obniżyło się (pole L).

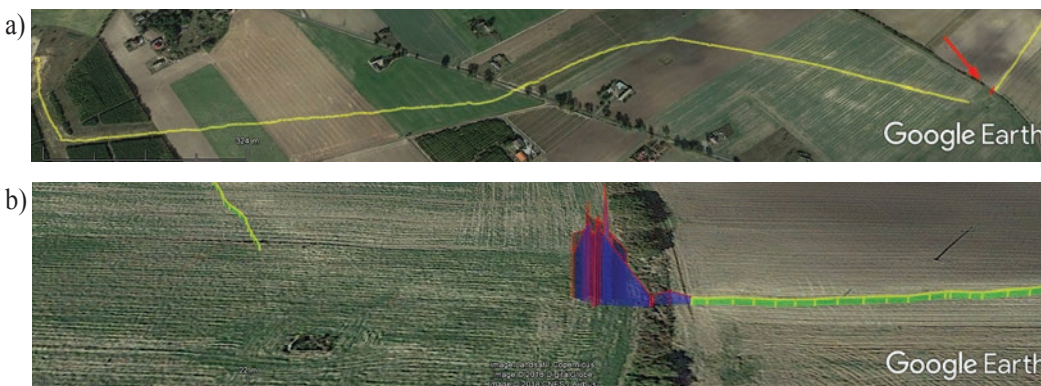
Przykład przedstawiony tu jako ostatni dotyczy specjalistycznych badań, których celem jest lokalizacja defektów izolacji rurociągów zakopanych w ziemi. Należy nadmienić, że metody użyte przy wyszukiwaniu defektów izolacji wykazują podobieństwo do metod wyszukiwania doziemień w obwodach wtórnych stacji energetycznych. W obu przypadkach generuje się falę o niskiej częstotliwości.

W przypadku obwodów wtórnych szuka się jej przepływu aż do miejsca doziemienia, a w przypadku defektów izolacji szuka się jej wypływu, mierząc potencjał na powierzchni ziemi nad rurociągiem. Źródłem sygnału są tu stacje ochrony katodowej (SOK). Cykl załącz/wyłącz jest niesymetryczny – czas przepływu prądu jest znacznie dłuższy niż czas przerwy, np. 4 s/1 s.

²⁾ Przejazd tramwaju przy wyłączonych silnikach, jedynie na podstawie zgromadzonej energii kinetycznej.



Rys. 11. Przebieg czasowy gradientu potencjału mierzonego metodą DCVG na powierzchni ziemi nad defektem izolacji gazociągu (wykres górny – cztery okresy zał./wył., podniesienie i przestawienie elektrod, kolejne dwa okres zał./wył., wybrany wykres dolny – jeden okres zał./wył. w powiększeniu)
 Fig. 11. Plot of potential gradient measured by the DCVG method on the ground level above a pipeline coating defect (above – four on/off cycles, rising and removing of electrodes, next two on/off cycles, underneath – a chosen on/off cycle extended)



Rys. 12. Wizualizacja defektu na mapie: a) badany odcinek rurociągu, b) zmierzone różnice potencjału (czerwony) w pobliżu defektu
 Fig. 12. The defect shown on the map: a) tested pipeline section, b) potential differences (red) measured around the defect

Ekipa pomiarowa przemieszcza się nad rurociągiem, przykładając do powierzchni ziemi wzdłuż rurociągu na czas nie krótszy od czasu cyklu dwie elektrody wypełnione siarczanem miedzi CuSO_4 w celu uzyskania dobrego styku z powierzchnią gruntu. Na ekranie przyrządu pomiarowego szuka się fali prostokątnej o takim wypełnieniu, jakie zostało nastawione w stacji SOK. Fala ta pojawia się w pobliżu defektu tj. miejsca, w którym prąd wpływa do rurociągu z ziemi. Do wizualizacji przyjmuje się nie wartości bezwzględne spadków napięć mierzonych na powierzchni, lecz różnicę między gradientem potencjału załączeniowego a wyłączeniowego (rys. 11). Na rys. 12 przedstawiono wizualizację defektu na mapie zidentyfikowanego metodą DCVG (Direct Current Voltage Gradient). Każda pionowa kreska to pojedynczy pomiar. Kolorem żółtym zaznaczone są pomiary, na podstawie których stwierdzono brak defektu (przyjęto linię położoną na

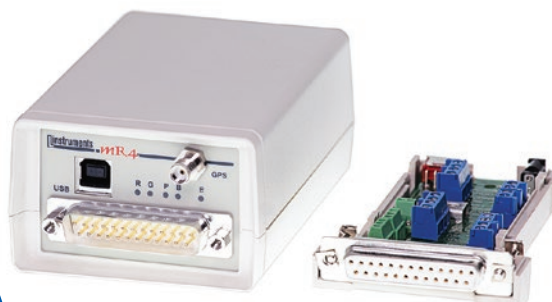
wysokości 1 m nad powierzchnią ziemi). Kolorem czerwonym zwiualizowany jest defekt, wokół którego wykonano, przemieszczając się nieznacznie, wiele pomiarów. Widać, że przestrzenny obszar oddziaływania defektu jest niewielki – tuż za rowem, który widoczny jest na mapie, oddziaływanie zanika. Defekt wyskalowano następująco: $\Delta E = E_{1on} - E_{1off} = 1 \text{ mV}$, co stanowi 5m wysokości, licząc od powierzchni ziemi. Brak pomiarów w pewnym obszarze (na lewo od defektu) spowodowany został ograniczonym dostępem do działki z defektem.

Z załączonych zrzutów ekranów z map wynika, że jakość mapy Google Earth bywa różna. Mapa Google Earth jest zbudowana z posklejanych fragmentów, które co pewien czas są aktualizowane. Różna jest jednak rozdzielczość poszczególnych fragmentów – niektóre z nich mają rozdzielczość słabą, a inne doskonałą. W niektórych z tych fragmentów można uzyskać trójwymiarową wizuali-

zając obiektów (rys. 6 i 10), podczas gdy inne fragmenty wyglądają jedynie jak dobrej jakości zdjęcia (rys. 2 i 4).

Sprzęt i oprogramowanie użyte do wizualizacji pomiarów na mapach

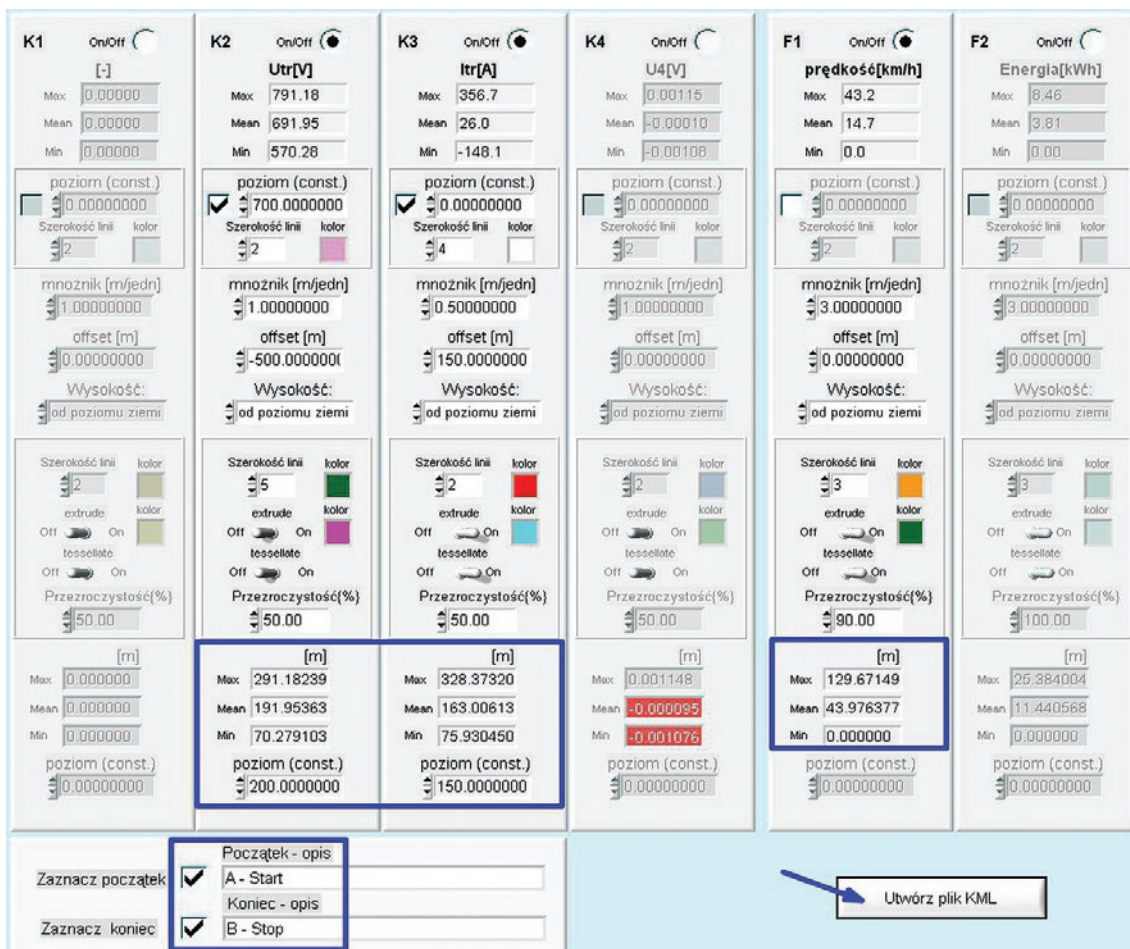
Przedstawione w artykule pomiary zostały wykonane przy użyciu rejestratorów mR3p lub mR4 firmy L.Instruments (rys. 13). Rejestratory te charakteryzują się małymi, wręcz kieszonkowymi gabarytami, trzema lub czterema (w zależności od modelu) separowanymi galwanicznie kanałami analogowymi, dużą dynamiką mierzonych sygnałów (24-bitowe przetworniki ADC), laboratoryjną dokładnością (0,1%). Są wyposażone: we wbudowany odbiornik GPS, moduł Bluetooth oraz zaimplementowany na karcie mikroSD system plików FAT32. O ich wyjątkowości stanowią wbudowane osobno w każdym kanale mechanizmy umożliwiającej kalibrację dołączanych czujników. To użytkownik łączy przetwornik (czujnik) wybranej wielkości fizycznej, nadaje mu nazwę i kalibruje w dowolnych, właściwych dla przetwornika jednostkach. Warunkiem niezbędnym jest, aby przetwornik wielkości fizycznej na napięcie był liniowy lub mógł być linearyzowany w interesującym nas zakresie pomiarowym. Spełnienie tego warunku pozwala w prosty sposób zamienić każdy kanał rejestratora, który normalnie mierzy napięcie w: amperomierz, ciśnieniomierz, higrometr, miernik temperatury, miernik siły, miernik natężenia oświetlenia lub miernik innych wielkości fizycznych.



Rys. 13. Rejestrator mR4 użyty do rejestracji danych wizualizowanych na mapach, po prawej wtyczka (obudowa otwarta)

Fig. 13. Type mR4 logger used to record data shown on maps, right: logger's plug (case open)

Wszystkie nastawy kalibracyjne można dodatkowo przechowywać w zewnętrznej wtyczce, do której dołącza się czujniki, co powoduje, że przez jej wymianę można automatycznie redefiniować użycie przyrządów. Dostarczone z przyrządem oprogramowanie mRgui (Windows) i mRdroid (Android) umożliwia nastawy kalibracji w dołączanym czujniku, a także wizualizację przebiegów w czasie rzeczywistym na ekranie tabletów, notebooków i smartfonów. Przy zastosowaniu dodatkowych adapterów oprogramowanie ułatwia kalibrację boczników prądowych o małych rezystancjach, realizację opisanego



Rys. 14. Panel programu mRgraph. Zaznaczone wielkości fizyczne przeskalowane na metry oraz teksty wyświetlane na początku i końcu przebiegów

powyżej sposobu wyszukiwania defektów izolacji rurociągów oraz wykonanie wielu innych precyzyjnych pomiarów.

Inny program – mRgraph – służy do analizy zebranych zapisów. Przy jego użyciu można łatwo wybrać z prowadzonej w dłuższym czasie rejestracji dowolny fragment i poddać go analizie statystycznej lub zbadać korelację parametrów. Można też wykonywać obliczenia arytmetyczne (mnożenie, dzielenie, dodawanie, odejmowanie, skalowanie, całkowanie) na przebiegach z wybranych kanałów – np. mnożąc zarejestrowany w jednym kanale prąd [A] przez napięcie [V] z innego kanału, można obliczyć moc [W]. Całkując prąd lub moc w dowolnym przedziale czasowym, można otrzymać przebieg ładunku [Ah] lub energii [Wh]. Ponieważ wszystkie te wielkości, zmierzone lub obliczone, są skorelowane z pozycją geograficzną, można je w postaci podobnej do wyżej przedstawionych wykresów wyświetlić na trójwymiarowej mapie.

Na rys. 14 przedstawiono panel programu mRgraph przeznaczony do automatycznej generacji skryptów KML. Widoczne są kontrolki umożliwiające kształtowanie przebiegów: poziom odniesienia, kolor, przeliczenia kalibracyjne wielkości fizycznej na wysokość itp. Aby wyświetlić pomiary na mapie, utworzone w tym panelu pliki KML otwiera się programem Google Earth.

Podsumowanie

Prezentowano metodę wizualizacji pomiarów dowolnych wielkości fizycznych na mapach. Warunkiem koniecznym jest skorelowanie pomiarów z pozycją geograficzną. Na mapach mogą być wyświetlane zarówno wyniki pomiarów dokonywanych w miejscach stacjo-

narnych, jak i przebiegi rejestrowane w obiektach znajdujących się w ruchu. Pomiary stacjonarne, dokonywane w określonych punktach, przedstawiane są na mapie jako znaczniki miejsca (pinezki), przy których wyświetla się tekst pokazujący zmierzoną wartość (np. rezystywność gruntu w określonym miejscu, rezystancję uziomów słupów energetycznych, prąd płynący w rurociągu w kolejnych punktach pomiarowych mierzony synchronicznie za pomocą kilku rejestratorów).

Pomiary rejestrowane w obiektach ruchomych przedstawiono w postaci linii rysowanych w przestrzeni trójwymiarowej nad powierzchnią ziemi. Pokazano sposób skalowania wykresów oraz sposób określania kierunku przemieszczania się obiektu za pomocą znaczników z informacją dotyczącą czasu, w którym w danym miejscu znajdował się obiekt. Przedstawione przykłady sygnalizują jedynie kilka z wielu obszarów działalności, w których wizualizacja pomiarów na mapie może być użyteczna.

Artykuł recenzowany, wpłynęło 3.07.2018

LITERATURA

- [1] CEOCOR. 2010. *Pomiary w ochronie katodowej przed korozją. Poradnik*. Warszawa: COSiW SEP.
- [2] Instrukcja użytkownika rejestratorów mR3p i mR4. Część V: Program graficzny – mRgraph 3p4 v.1.0 – Prezentacja i analiza pomiarów. <http://www.linstruments.com.pl/produkty/mr4-rejestrator-pomiarowy-czterokanalowy>.
- [3] KML Reference oraz Developer's Guide. <https://developers.google.com/kml/documentation/>
- [4] PN-EN 13509:2005 Metody pomiarowe w ochronie katodowej, zał. D.
- [5] The NMEA0283 Protocol – opis standardu www.tronico.fi/OH6NT/docs/NMEA0183.pdf

CHŁODNICTWO PRZEMYSŁ SPOŻYWCZY OPAKOWANIE
GOSPODARKA MIĘSNA PRZEGLĄD ZBOŻOWO-MŁYNSKI
CIEPŁOWNICTWO, OGRZEWNICTWO, WENTYLACJA
PRZEGLĄD ELEKTROTECHNICZNY PRZEGLĄD PA
RUDY I METALE NIEŻELAZNE PRZEMYSŁ CHEMICZNY
GAZ WODA I TECHNIKA SANITARNA PROBLEMY JAKOŚCI
PRZEGLĄD MECHANICZNY PRZEGLĄD WŁÓKIENNICZY
GOSPODARKA WODNA AURA INŻYNIERII MATERIAŁOWEJ
PRZEGLĄD PIEKARSKI I CUKIERNICZY ELEKTRONICZNY
GOSPODARKA MIĘSNA WOKÓŁ PŁYTEK CERAMICZNYCH
PRZEGLĄD TECHNICZNY PRZEGLĄD GASTRONOMICZNY
PRZEMYSŁ FERMENTACYJNY I OWOCOWO-WARZELNICZY
ATEST PRZEGLĄD TELEKOMUNIKACYJNY HUTNIK
MATERIAŁY BUDOWLANE PRZEGLĄD GEODEZYJNY
PRZEGLĄD ZBOŻOWO-MŁYNSKI ELEKTRONIKA I AUTOMATYZACJA
OCHRONA PRZED KOROZJĄ PRZEMYSŁ SPOŻYWCZY
WIADOMOŚCI ELEKTROTECHNICZNE CHŁODNICTWO
TECHNOLOGIA I AUTOMATYZACJA MONTAŻU ATESTOWANIE
WOKÓŁ PŁYTEK CERAMICZNYCH GOSPODARKA MIĘSNA
PROBLEMY JAKOŚCI PRZEGLĄD GASTRONOMICZNY

We wiadomości elektrotechniczne

WIADOMOŚCI ELEKTROTECHNICZNE HUTNIK CHŁODNICTWO
AURA PRZEMYSŁ FERMENTACYJNY I OWOCOWO-WARZELNICZY
CIEPŁOWNICTWO, OGRZEWNICTWO, WENTYLACJA
PRZEMYSŁ FERMENTACYJNY I OWOCOWO-WARZELNICZY
PRZEGLĄD GEODEZYJNY GAZ WODA I TECHNIKA SANITARNA
WOKÓŁ PŁYTEK CERAMICZNYCH PROBLEMY JAKOŚCI
PRZEGLĄD PIEKARSKI I CUKIERNICZY ELEKTRONICZNY
PRZEGLĄD GASTRONOMICZNY PRZEMYSŁ CHEMICZNY
TECHNOLOGIA I AUTOMATYZACJA MONTAŻU ATESTOWANIE
GAZ WODA I TECHNIKA SANITARNA OPAKOWANIE
PRZEGLĄD ZBOŻOWO-MŁYNSKI OCHRONA PRZED KOROZJĄ
PRZEGLĄD ELEKTROTECHNICZNY PRZEGLĄD CHŁODNICTWA
PRZEGLĄD TELEKOMUNIKACYJNY MATERIAŁY BUDOWLANE
PRZEGLĄD TECHNICZNY PRZEMYSŁ SPOŻYWCZY PRZEGLĄD
PAPIERNICZY GOSPODARKA WODNA PRZEGLĄD TELEKOMUNIKACYJNY
PRZEGLĄD WŁÓKIENNICZY GOSPODARKA MIĘSNA

Znajdź nas!



WYDAWNICTWO SIGMA-NOT