# PORÓWNANIE MOŻLIWOŚCI AKTUALIZACJI BAZY DANYCH GIS Z WYKORZYSTANIEM ORTOFOTOMAP I ODBIORNIKÓW GPS TYPU: MOBILE MAPPER

# THE COMPARISON OF THE DATA BASE GIS ACTUALIZATION POSIBILITY USING ORTOPHOTOMAP AND THE REVICER SETS GPS OF TYPE: MOBILE MAPPER

**Beata Hejmanowska, Joanna Grabowska** [1]

[1] Katedra Geoinformacji, Fotogrametrii i Teledetekcji Środowiska,
Wydział Geodezji Górniczej Inżynierii Środowiska, AGH, Kraków

SŁOWA KLUCZOWE: GPS, MOBILE MAPPER, ORTOFOTOMAPA

STRESZCZENIE: W niniejszej publikacji przedstawiono próbę oceny możliwości aktualizacji bazy danych przestrzennych na podstawie pomiarów wykonanych odbiornikami Mobile Mapper CE, Mobile Mapper CX oraz wektoryzacji ortofotomapy. Pomiary wykonano w dwóch obszarach testowych – wiejskim i miejskim. Przedmiotem pomiaru były obiekty punktowe, liniowe i powierzchniowe. Jako wzorzec przyjęto wyniki z pomiaru GPS RTK Leica System 500. W wyniku przeprowadzonych testów uzyskano zróżnicowaną dokładność pomiarów GPS, w zależności od technologii pomiaru. Maksymalną dokładność (nawet centymetrową) uzyskano dla odbiornika Mobile Mapper CX z wykorzystaniem anteny i 10 minutowego pomiaru na punkcie. W przypadku ortofotomapy ze zdjęć 1:13 000 uzyskano dokładność położenia punktu ok. 0.9 m. Prace były prowadzone w ramach projektu AGH nr: 11.11.150.94.

## 1. WSTĘP

Pojawienie się na rynku ręcznych GPSów o dokładności pozycjonowania, bez poprawek lub post-processingu, rzędu 3m spowodowało duże interesownie nimi u wielu użytkowników systemów GIS. W wyniku pomiaru różnicowego, DGPS i późniejszej obróbki danych można, zgodnie z informacjami podawanymi przez producentów tego rodzaju GPSów, uzyskiwać dokładność poniżej 1m. Różne wyniki badań podawane w literaturze pozwalają prześledzić dokładność pomiaru tego typu GPSami. Na przykład w publikacji White Paper firmy Trimble (http://www.compasstoolsinc.com/support/GeoXTvsMobileMapperCEWhitePaper.pdf) można przeczytać o analizach porównawczych Trimble GeoXT i Thales Mobile Mapper CE, które są niekorzystne dla tego ostatniego. Podsumowując, jedynie w 10% przypadków uzyskano dla Mobile Mapper CE dokładność poniżej 1 metra, a w ok. 40% błąd położenia wynosił powyżej 2 m. Natomiast odbiornik GeoXT pozwalał na uzyskanie dokładności submetrowej w ok. 95% przypadków. Ponadto odbiornik Mobile Mapper uznano za gorszy także z punktu widzenia dostępności satelitów, co jest istotne w terenach zabudowanych. Pomiary wykonywano w 18 punktach z interwałem 30 sekundowym. Natomiast w biuletynie firmy Starpal zamieszczone zostały badania dokładności Mobile Mapper CE, w trakcie których, podczas długookresowego pomiaru różnicowego uzyskano, w dwóch przypadkach 0.75 m i w jednym 1.3 m na poziomie ufności 0.95. Z kolei w MobileMapper Post-Processed Accuracy White Paper (http://pro.magellangps.com/en/support/faq/mm_post_ processing. asp) podana jest dokładność, po post-procesingu, pomiaru z wewnętrzną anteną: 0.7 m, a z anteną zewnętrzną 0.5 m. Ogólnie podano średnią dokładność dla pomiaru z anteną wewnętrzna na poziomie 0.9 m, a z anteną zewnętrzną ProMark2: 0.6 m. W trybie autonomicznym dokładność wynosiła 2m. Generalnie trudno jest stwierdzić jednoznacznie, w oparciu o badania literaturowe, jaka jest rzeczywista dokładność odbiornika, którym dysponujemy. Istnieje tutaj wiele zmiennych: charakter terenu, w którym mierzymy (przesłonięcia horyzontu), liczba dostępnych satelitów, pomiar z anteną czy bez, sposób

wprowadzania poprawek oraz rodzaj post-processingu. W związku z tym, w ramach prac badawczych postanowiliśmy przetestować odbiornik Mobile Mapper CE i Mobile CX.

Innym rodzajem danych, które są powszechnie obecnie wykorzystywanych w celu aktualizacji baz danych GIS są ortofotomapy. W związku z tym również je przeanalizowaliśmy w aspekcie dokładności (a'priori można było oczekiwać dokładności rzędu 3 razy wielkość piksela).

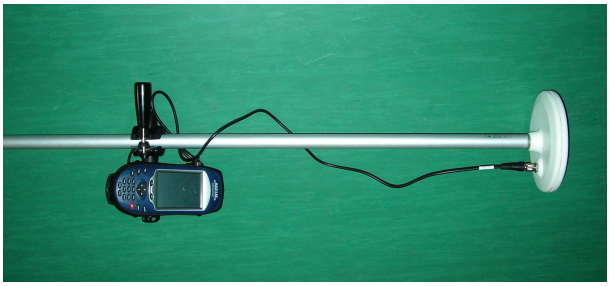
## 2. OBSZAR TESTOWY I METODYKA BADAŃ

W celu zbadania możliwości aktualizacji baz danych przy pomocy odbiornika Mobile Mapper CE, Mobile Maper CX oraz ortofotomapy wybrano dwa obszary: wiejski przedstawiony na rysunku (**Błąd! Nie można odnaleźć źródła odwołania.** – z lewej) – okolice Zielonek koło Krakowa, oraz miejski, przedstawiony na rysunku (Rys. 1 – z prawej) – obszar dzielnicy Krakowa, Białego Prądnika. Wybór podyktowany został charakterem zabudowy wymienionych obszarów, a co się z tym wiąże, możliwością odbioru sygnałów z satelitów, zasłonięciami występującymi na ortofotomapie i innymi czynnikami odmiennymi dla obu terenów. Odległość obszarów od stacji referencyjnej KRAW umożliwiła wykonanie pomiaru w trybie DGPS z wykorzystaniem poprawek korekcyjnych pochodzących z ww. miejsca. Korekcje udostępnione zostały przez Małopolski System Pozycjonowania Precyzyjnego.

Rys. 1. Obszary testowe, z lewej obszar wiejski, z prawej miejski

W pierwszej fazie badań mierzone obiekty podzielono na trzy grupy: obiekty punktowe (słupy, studzienki, drzewa, latarnie, inne), liniowe (drogi, ścieżki, rzeki, chodniki), powierzchniowe (działki budowlane, pola, budynki, inne). Wykonano w terenie wiejskim trzykrotny pomiar wybranych obiektów punktowych oraz czterokrotny pomiar w obszarze miejskim, obiektów punktowych oraz powierzchniowych. Pomiary wykonano odbiornikiem Mobile Mapper CE. Instrument ten nie jest wyposażony w opcję zapisu „surowych" danych potrzebnych do wykonania post-processingu.

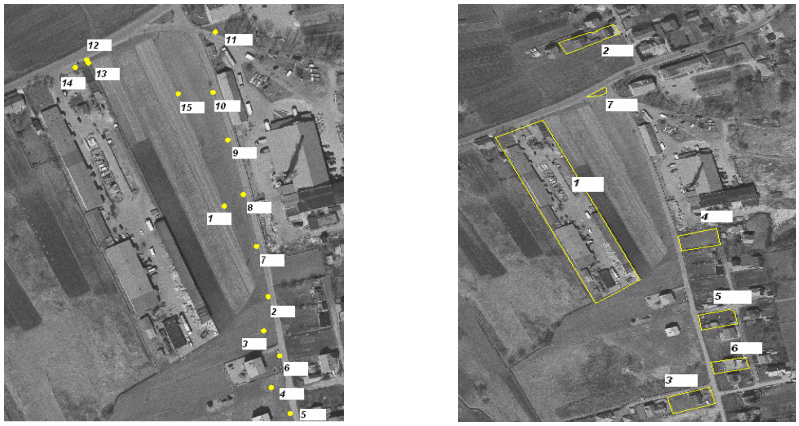
W trakcie trwania pomiarów zwrócono się z prośbą, do dystrybutora odbiornika Mobile Mapper firmy INS Sp z o.o, o udostępnienie opcji post-processing zaimplementowanej w odbiorniku oraz odpowiedniego oprogramowania.



Rys. 2.Mobile Mapper CX z anteną zewnętrzną

Na podstawie przeprowadzonych wcześniejszych badań wykonano kolejną sesję pomiarową odbiornikiem Mobile Mapper CX jedynie na obszarze wiejskim. Zakłócenia,

spowodowane zasłonięciami horyzontu oraz odbiciami występującymi w terenie miejskim ograniczyły możliwości osiągnięcia maksymalnej dokładności i w związku z tym w drugim etapie zrezygnowano z pomiarów w tym terenie. Odbiornikiem Mobile Mapper CX pomierzono 15 obiektów punktowych (słupy, latarnie, studzienka) oraz 7 powierzchniowych, sygnalizowanych (ogrodzone działki oraz zieleniec), (Rys. 3).




Rys. 3.Rozmieszczenie obiektów pomiarowych w terenie wiejskim

Podczas badań korzystano z poprawek pochodzących z satelitów geostacjonarnych SBAS oraz korekt przesyłanych za pomocą transferu - protokół NTRIP generowanego przez Małopolski System Pozycjonowania Precyzyjnego. W celu sprawdzenia możliwości aktualizacji danych i osiąganych dokładności oraz porównania odbiorników Mobile Mapper CE i Mobile Mapper CX część pomiarów przeprowadzono nie stosując anteny. Wykonano testy uwzględniając następujące parametry:

- NTRIP, antena, limit opóźnień korekt czasu rzeczywistego – 30 sekund
- NTRIP, antena, limit opóźnień korekt czasu rzeczywistego – 1 minuta
- NTRIP, antena, limit opóźnień korekt czasu rzeczywistego – 2 minuty
- NTRIP, bez anteny, limit opóźnień korekt czasu rzeczywistego – 30 sekund
- NTRIP, bez antena, limit opóźnień korekt czasu rzeczywistego – 2 minuty
- SBAS, antena – pomiar do 30 sekund na punkcie
- SBAS, antena – pomiar 2 minuty na punkcie
- SBAS, antena – pomiar 3 minuty na punkcie
- SBAS, antena – pomiar 10 minut na punkcie

Pomiary odbiornikami Mobile Mapper CE (CX) przeprowadzano przy standardowych ustawieniach GPS:rodzaj DOP - PDOP, maksymalny PDOP – 6, maksymalny stosunek sygnału do szumu – 24, maska elewacji – $15^{o}$.

Współrzędne obiektów mierzonych w trybie DGPS, z wykorzystaniem protokołu NTRIP, wyznaczane są jedynie w „czasie rzeczywistym”. Obliczone pozycje nie mogą być poprawione, poprzez zastosowanie post–processingu, ze względu na brak możliwości zapisu obserwacji, w trakcie wykonywania pomiarów.

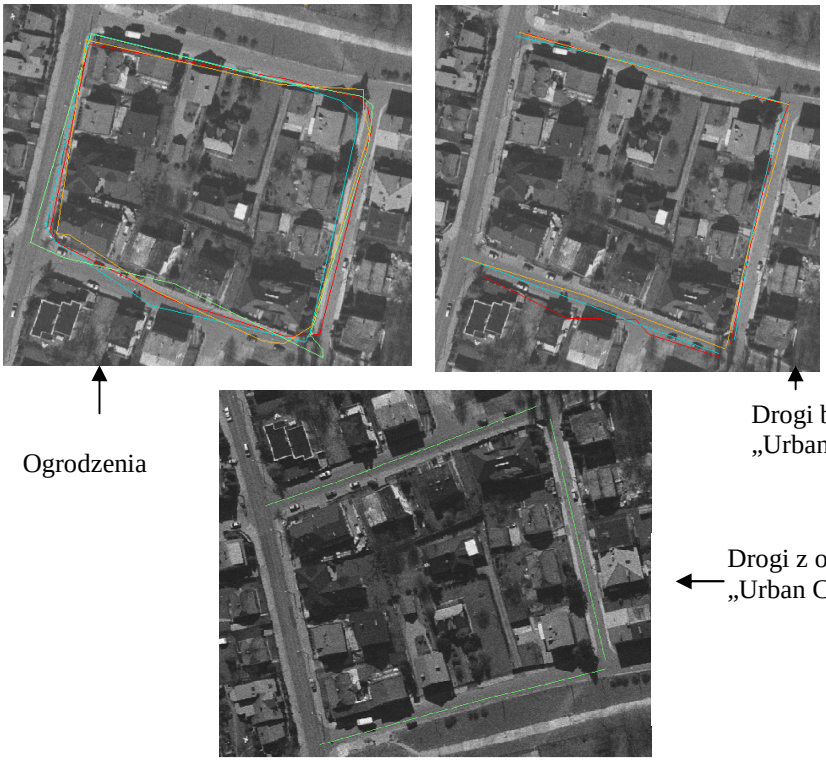
Dane do post-processigu mogą być zapisywane wyłącznie podczas pomiaru, w którym korekty odbierane są z satelitów systemu SBAS. Na terenie Polski dostęp do poprawek z SBAS jest bezpłatny. Tryb DGPS-SBAS pozwala na pomiar w czasie rzeczywistym, a w przypadku dostępu do obserwacji pochodzących ze stacji bazowych lub referencyjnych poprawienie wyznaczonych pozycji przez zastosowanie opcji post-processingu.

Wybrane obiekty mierzone GPS zostały również wektoryzowane na ortofotomapie panchromatycznej o wielkości piksela 0.2 m oraz pomierzone RTK, w celu uzyskania danych referencyjnych.

Analizę dokładności przeprowadzono w oparciu o odchyłki współrzędnych: x,y w stosunku do wielkości referencyjnych. Sporządzono diagramy przedstawiające błąd położenia dla każdego punktu i trybu pomiarowego. Obliczono również wartości błędu średniego kwadratowego położenia punktu, błędu średniego i odchylenia standardowego (Tab 1).

## 3. WYNIKI

Pierwsza faza badań polegała na zbadaniu możliwości pomiarów obiektów w zależności o ich położenia (w terenie miejskim i wiejskim), liczby dostępnych satelitów, wzajemnego sąsiedztwa innych obiektów, ogólnie warunków pomiaru. Wykonano wiele pomiarów, jeden z wyników zamieszczono na rysunku (Rys. 4). W lewym górnym narożniku znajdują się wyniki czterokrotnego pomiaru ogrodzenia kwartału zabudowy zwartej z wykorzystaniem opcji „Open Skye" i „Urban Canyon". Widoczne są duże rozbieżności w przebiegu linii ogrodzenia (nawet przy włączonej opcji „Urban Canyon"). Z prawej strony znajdują się osie dróg pomierzone, wykorzystując bardzo wygodną funkcję pomiaru ze stałym przesunięciem (off-set), ale bez włączonej opcji „Urban Canyon". Włączenie tej opcji w tym przypadku znacznie polepszyło wynik pomiaru (obraz u dołu).




Rys. 4.Wynik pomiaru w terenie miejskim: ogrodzenia (z opcją „Urban Canyon" – kolor zielony), osi dróg z wykorzystaniem opcji „Urban Canyon" i bez.

Po wykonaniu pierwszej fazy badań skoncentrowano się na pomiarze obiektów punktowych i powierzchniowych w obszarze wiejskim, w celu określenia dokładności pomiaru położenia punktu oraz dokładności pomiaru powierzchni.

Błąd położenia punktu, z pomiaru w trybie nawigacyjnym odbiornikiem Mobile Mapper CE bez anteny, zamieszczono na diagramie (Rys. 5). W żadnym przypadku odchyłka po współrzędnych nie przekroczyła 3m, ale w sześciu przypadkach była większa od 2m. Błąd średni kwadratowy położenia punktu wyniósł: 1.7 m (Tab 1).

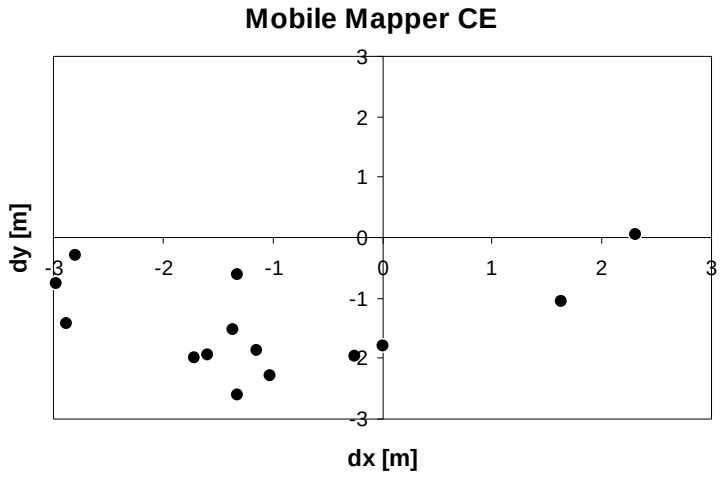
Dokładność pomiaru w trybie DGPS (do 30 s, 1 min i 2 min) z wykorzystaniem Mobile Mapper CX bez anteny i z anteną z wykorzystaniem poprawek poprzez protokół NTRIP można prześledzić na rysunku (Rys. 6). Ogólnie, dokładność pomiaru z wykorzystaniem modelu CE była gorsza niż pomiaru modelem CX, a w przypadku użycia

anteny uzyskano najlepszą dokładność pomiaru. Dla modelu CE, przy pomiarze do 30 s, w przypadku dwóch współrzędnych, błąd był większy niż 2 m, a w modelu CX, w jednym przypadku był większy niż 3 m. Dla pomiaru trwającego 2 minuty wartości te wynosiły odpowiednio: w jednym punkcie odchyłka większa niż 2 m i w jednym większa niż 4 m, w modelu CX w dwóch przypadkach odchyłka była większa niż 2 m. Pomiar z wykorzystaniem anteny pozwolił na uzyskanie wyższej dokładności pomiaru, tylko w dwóch przypadkach otrzymano odchyłkę powyżej 3m, w czterech powyżej 1m, a w pozostałych przypadkach odchyłki były poniżej 1m. Ogólnie, błąd średni kwadratowy położenia punktu, bez anteny, w obu przypadkach wyniósł: ok. 1.5, a z anteną poniżej 1m (jeśli wyeliminuje się 2 punkty z odchyłką ponad 3 m, podczas pomiaru 2 min. przedostatni wiersz Tab 1). Na rysunku (Rys. 7) znajdują się błędy uzyskane z pomiarów z wykorzystaniem modelu CX z anteną i post-processingiem (SBAS). Podczas tego pomiaru w żadnym przypadku nie uzyskano odchyłki większej niż 3, niezależnie czy mówimy o danych przed czy po processingu i niezależnie od długości pomiaru. Ostatecznie uzyskano we wszystkich przypadkach błąd średni kwadratowy położenia punktu poniżej 1m, a po post-processingu poniżej 0.5m (w przypadku pomiaru 10 min. ok. 0.2 m).

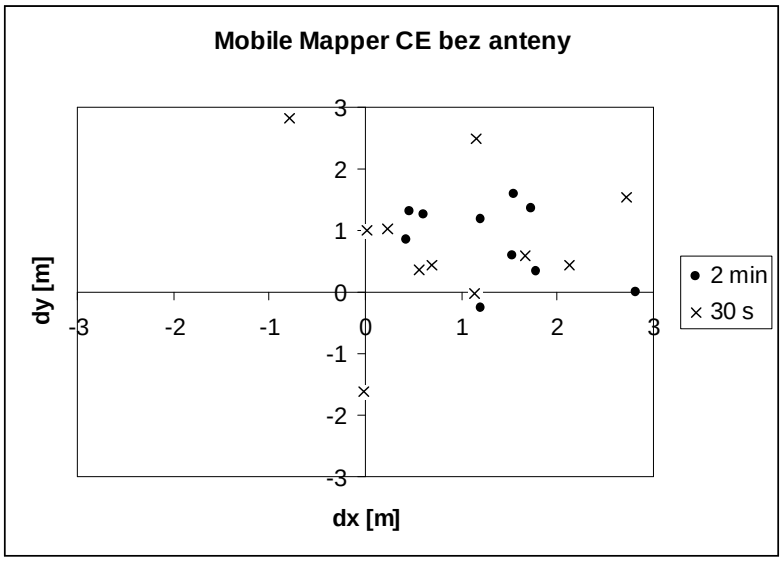
Analizując wykresy na rysunkach (Rys. 5, Rys. 6 Rys. 7) oraz szczegółowo wartości odchyłek można zaobserwować zmieniający się w czasie i wraz z metodą pomiaru błąd systematyczny. W przypadku pomiaru modelem CE bez anteny (NTRIP) można zaobserwować błąd systematyczny po współrzędnej x i y ok. od 0.8 do 1.5 m. W przypadku pomiaru modelem CX bez anteny wystąpił podczas pomiaru do 30 s błąd systematyczny po współrzędnej y równy -0.6 m, w pozostałych przypadkach wielkości te były poniżej 0.1m. Ogólnie można stwierdzić, że błąd systematyczny pomiaru GPS czasem występował, ale jego znak i wartość były zmienne dla każdej serii pomiarowej.

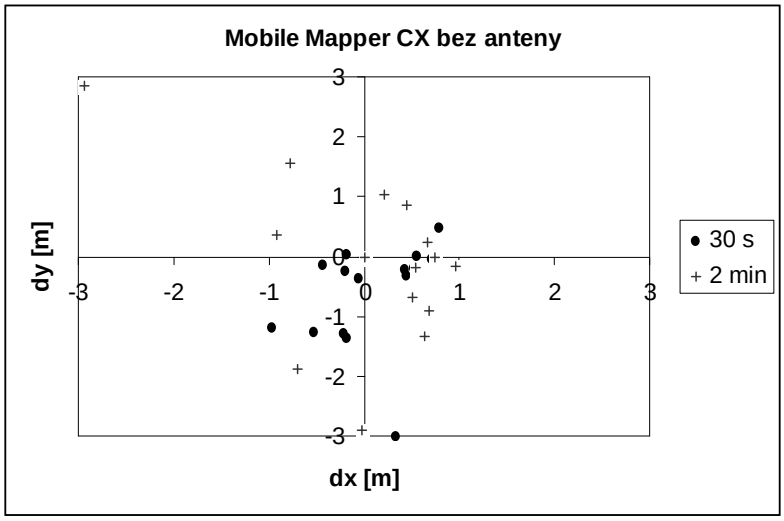
Oprócz pomiarów GPS wykonywano pomiary na ortofotomapie. W tabeli (Tab 2) zamieszczone zostały odchyłki współrzędnych na punktach wektoryzowanych na ortofotomapie w stosunku do pomiaru RTK. W pierwszej kolejności można zauważyć błąd systematyczny po współrzędnej x: -0.3m i po współrzędnej y: 0.2m. Wpływa to oczywiście na ogólny błąd położenia punktu: 0.9 m. Nie udało się stwierdzić co jest przyczyną tego błędu systematycznego, czy pomiar RTK (pomiar wykonywany był w ramach pracy dyplomowej), czy błąd ortofotomapy. Z drugiej jednak strony analizując różne serie pomiarowe GPS np. SBAS można zaobserwować dobrą zgodność pomiędzy pomiarem GPS i RTK – do 0.2 m, co wskazywałaby jednak na błąd systematyczny ortofotomapy.

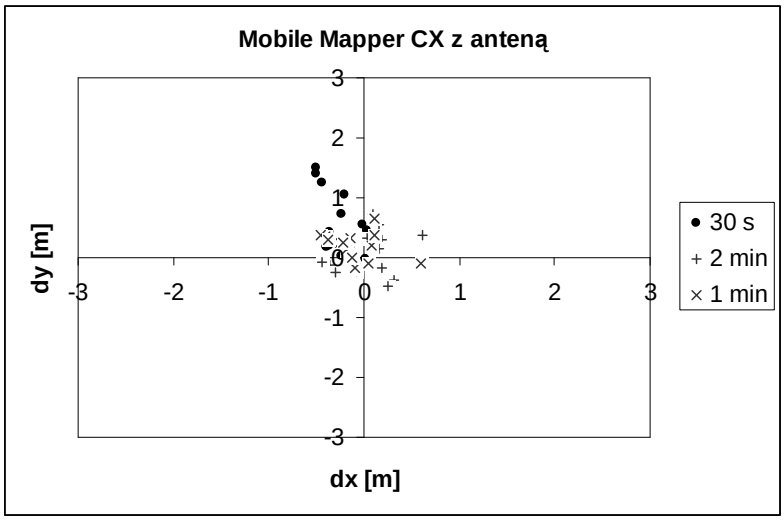
W przypadku pomiarów powierzchni działek uzyskano dokładność we wszystkich metodach poniżej 5%. Dla ortofotomapy średnia dokładność wynosiła 1.8 %, dla MM CX (NTRIP bez anteny) uzyskano średnio 4%, a z anteną ok. 0.5% powierzchni działki. Powierzchnia działek była zróżnicowana od 100 $m^2$ do 1.2 ha.



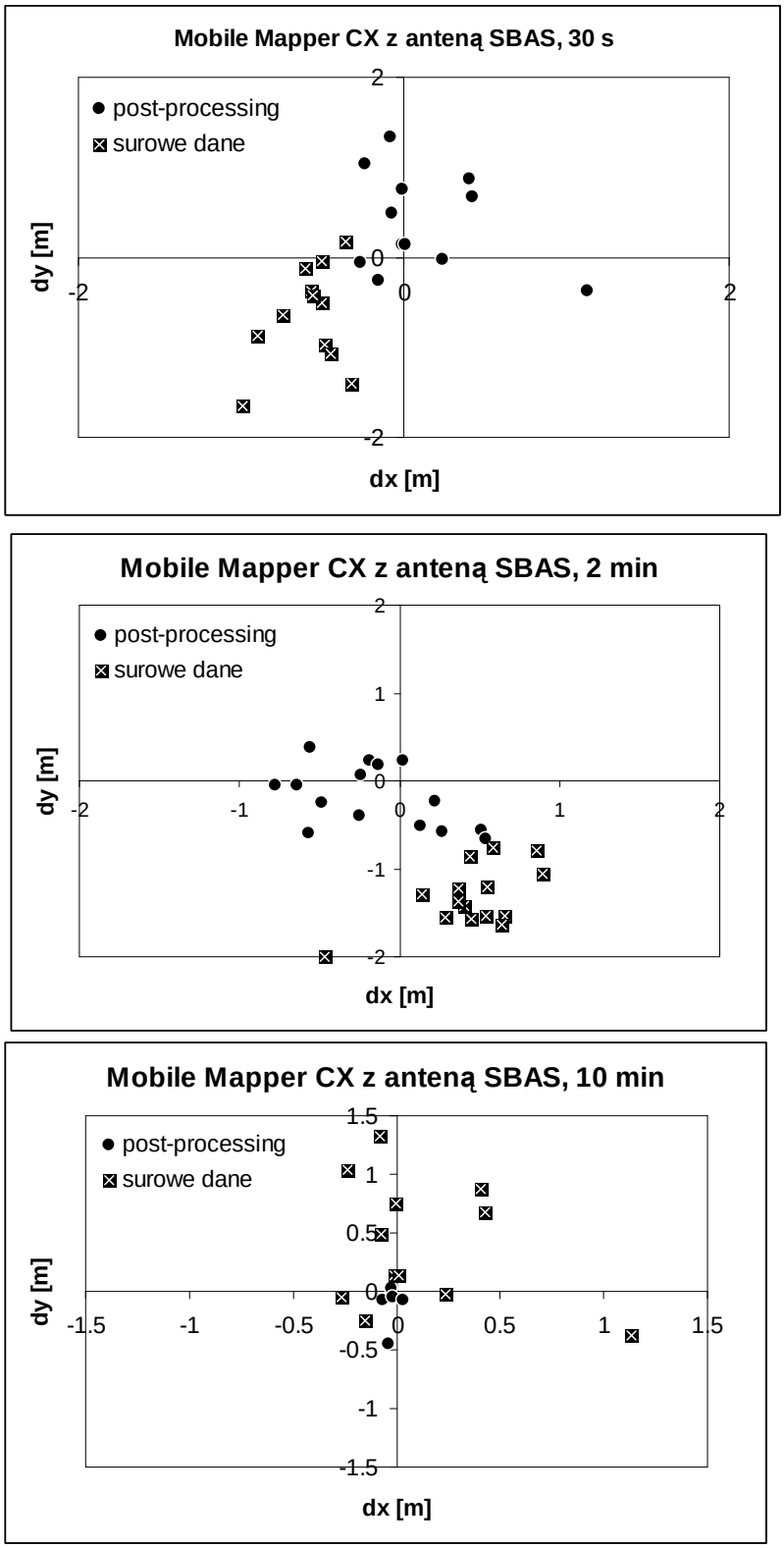

Rys. 5. Błąd położenia punktu w trybie nawigacyjnym dla pomiarów wykonywanych odbiornikiem Mobile Mapper CE bez anteny




Rys. 6.Błąd położenia punktu z pomiaru DGPS (poprawki – protokół NTRIP); Mobile Mapper CE, Mapper CX bez anteny i z anteną do 30 sekund, 2 minuty oraz 1 minuta na punkcie.



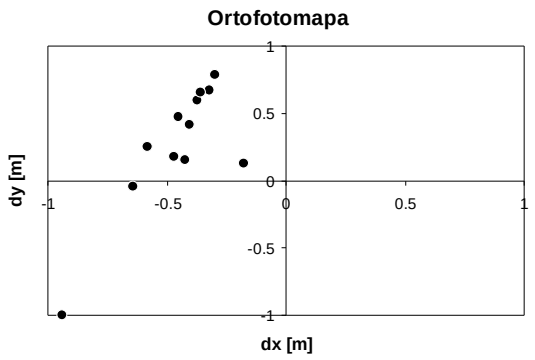

Rys. 7.Błąd położenia punktu z pomiaru DGPS (SBAS); Mobile Mapper CX z anteną do 30 sekund, 2 minuty oraz 10 minut na punkcie.

**Tab 1.** Średnie wartości odchyłek, odchylenie standardowe oraz RMS dla pomiarów GPS

| | | Średnia | | odchylenie standardowe | | RMS | | RMS |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | dx [m] | dy [m] | dx [m] | dy [m] | dx [m] | dy [m] | mp [m] |
| | | -0.431 | 0.154 | 0.192 | 0.564 | 0.469 | 0.565 | 0.596 |
| Tryb | czas | | | | | | | |
| SBAS | do 30 sek. | -0.622 | -0.779 | 0.241 | 0.691 | 0.664 | 1.023 | 0.732 |
| | 2 min | 0.447 | -1.321 | 0.323 | 0.347 | 0.545 | 1.363 | 0.474 |
| | 3 min | -0.328 | -1.374 | 0.596 | 0.739 | 0.654 | 1.543 | 0.949 |
| | 10 min | -0.311 | -0.939 | 0.158 | 0.817 | 0.342 | 1.321 | 0.832 |
| | | | | | | | | |
| SBAS post-processing | do 30 sek. | 0.052 | 0.374 | 0.439 | 0.524 | 0.425 | 0.627 | 0.684 |
| | 2 min | -0.143 | -0.188 | 0.416 | 0.355 | 0.427 | 0.391 | 0.547 |
| | 3 min | -0.079 | -0.313 | 0.153 | 0.437 | 0.165 | 0.52 | 0.463 |
| | 10 min | -0.025 | -0.131 | 0.036 | 0.189 | 0.04 | 0.21 | 0.192 |
| | | | | | | | | |
| MM CE | 30 sek. | 0.656 | 0.61 | 0.993 | 1.173 | 1.221 | 0.631 | 1.537 |
| (bez anteny) | 2 min | 1.206 | 1.304 | 1.244 | 0.598 | 1.86 | 0.936 | 1.380 |
| MM CX | 30 sek. | 0.071 | -0.604 | 0.513 | 0.873 | 0.004 | -0.08 | 1.013 |
| (bez anteny) | 2 min | 0.5 | 1.037 | 1.042 | 1.455 | 0.97 | 1.357 | 1.790 |
| MM CX | 30 sek. | -0.215 | 0.563 | 0.212 | 0.506 | 0.297 | 0.746 | 0.549 |
| (z anteną) | 1 min | -0.098 | 0.197 | 0.263 | 0.222 | 0.272 | 0.292 | 0.344 |
| | 2 min | 0.062 | 0.058 | 0.312 | 1.308 | 0.29 | 0.365 (0.32) | 1.345 (0.38) |
| | | | | | | | | |
| Tryb nawigacyjny | | -1.008 | -1.487 | 0.783 | 1.498 | 1.764 | 1.668 | 1.690 |

**Tab 2.** Wartości odchyłek i RMS dla wektoryzacji ortofotomapy

| Obiekt | Ortofotomapa | | RMS |
|---|---|---|---|
| Nr | dX[m] | dY[m] | mp [m] |
| 1 | -0.176 | 0.128 | 0.218 |
| 2 | -0.403 | 0.416 | 0.579 |
| 3 | -0.374 | 0.6 | 0.707 |
| 4 | -0.218 | -1.037 | 1.06 |
| 5 | -0.321 | 0.669 | 0.742 |
| 6 | -0.425 | 0.149 | 0.45 |
| 7 | -0.357 | 0.657 | 0.748 |
| 8 | -0.299 | 0.783 | 0.838 |
| 9 | -0.451 | 0.473 | 0.654 |
| 10 | -0.582 | 0.253 | 0.635 |
| 11 | -0.644 | -0.047 | 0.646 |
| 12 | 1.12 | 1.175 | 1.623 |
| 13 | -0.47 | 0.18 | 0.503 |
| 14 | -0.939 | -1.003 | 1.374 |
| 15 | -0.372 | -0.064 | 0.377 |




Rys. 8. Błąd położenia punktu podczas wektoryzacji ortofotomapy

**Tab 3.** Wartości błędu względnego d [%] dla ortofotomapy i Mobile Mapper CX

| Działka | RTK | odtofotomapa | MM CX (NTRIP bez anteny) | | MM CX (NTRIP antena) | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | 30 s | 2 min | 30 s | 1 min | 2min |
| Nr | pow. [m2] | d [%] | | | | | |
| 1 | 12327.8 | -1.0 | -0.5 | 0.7 | 0.5 | 0.8 | 0.0 |
| 2 | 1012.0 | 11.4 | -19.2 | 8.3 | 0.8 | -0.5 | 0.7 |
| 3 | 969.8 | -0.3 | 1.4 | -6.4 | 0.3 | 2.0 | -0.1 |
| 4 | 807.8 | -1.1 | -12.3 | -3.3 | -0.1 | 2.2 | 1.4 |
| 5 | 704.5 | 0.3 | -0.8 | -11.8 | 1.6 | -2.2 | -0.3 |
| 6 | 544.0 | 1.1 | -1.0 | -6.9 | 0.7 | -0.3 | -1.4 |
| 7 | 102.5 | 1.9 | -0.6 | -5.6 | -0.3 | 1.6 | 2.3 |

## 4. WNIOSKI

Przeprowadzone testy i analizy pokazały, że metody wektoryzacji ortofotomapy i pomiary odbiornikami GPS-GIS są dwiema technologiami przydatnymi do aktualizacji przestrzennych baz danych na poziomie regionalnym, mimo, że różnią się od siebie sposobem pozyskania, interpretacji danych, źródłami potencjalnych błędów oraz czynnikami kształtującymi dokładność wyznaczonych pozycji.

Ortofotomapy jako kartometryczne „zdjęcia" pozwalają na szybki pomiar obiektów wielkoobszarowych, liniowych oraz niedostępnych dla rejestracji naziemnych. Ograniczeniem tej metody jest wielkość piksela terenowego, który znacząco zmniejsza możliwość pomiaru elementów punktowych o rozmiarach zbliżonych do wielkości piksela lub mniejszych. Cienie oraz zasłonięcia terenu występujące na ortofotomapie, wywołane przez roślinność, budynki lub inne elementy znajdujące się ponad terenem, często uniemożliwiają wykonanie wektoryzacji w niewidocznych miejscach.

Odbiorniki typu Mobile Mapper są urządzeniami łączącymi w sobie dwa systemy: GPS służący do wyznaczenia parametrów przestrzennych obiektów i GIS, którego głównym celem dodawanie atrybutów do mierzonych obiektów, zarządzanie bazą danych i przeprowadzanie prostych obliczeń bezpośrednio w terenie.

Głównym celem prac było zbadanie możliwości aktualizacji baz danych pod względem dokładnościowym. Przeprowadzone pomiary i analizy dokładności pozwalają stwierdzić, że pomiar z zastosowaniem anteny zewnętrznej zwiększa poprawność wyznaczonych pozycji. Średnie błędy kwadratowe dla punktu (mierzonego z 30 sekundowym oraz 2 minutowym limitem czasu opóźnień), wyznaczone w trybie DGPS z poprawkami pobieranymi z MSPP za pomocą protokołu NTRIP, odbiornikiem Mobile Mapper CX bez anteny były, w większości przypadków większe, niż błędy obliczone na podstawie MM CX z anteną.

Na poprawność wyznaczenia pozycji metodą DGPS – SBAS mają wpływ: czas pomiaru oraz zastosowanie post-procesingu. Dokładności na poziomie centymetrowym po przeprowadzeniu post-processingu oraz przy odpowiednich warunkach pomiarowych (czystym horyzoncie, braku zewnętrznych źródeł zakłóceń) można osiągnąć już po 3 minutowym zapisie obserwacji na punkcie. Znaczący wzrost poprawności jest zauważalny dla współrzędnych X oraz Y przy 10-cio minutowej rejestracji.

Odbiorniki Mobile Mapper mogą pełnić funkcję stacji bazowej i rovera. Posiadanie dwóch urządzeń oraz znajomość dokładnych współrzędnych stacji bazowej pozwala na wykonanie pomiarów, a następnie post-processingu bez konieczności pozyskiwania informacji o obserwacjach ze źródeł zewnętrznych.

Wysoka dokładność osiągana w trybie nawigacyjnym (autonomicznym) MM CE pozwala na stosowanie tej metody dla celów planistycznych i urbanistycznych oraz

pomiarów obiektów, których wymagana poprawność wyznaczenia jest na określana jest poziomie 2-3 metrów.

Duże błędy występujące na pojedynczych punktach i znacząco odbiegające od pozostałych wyników uzyskanych daną metodą, można mniemać, że spowodowane są niedogodną konfiguracją satelitów w chwili pomiaru oraz występowaniem dodatkowych źródeł zakłóceń – przesłonięciami horyzontu, odbiciami.

Uzyskane dokładność pomiaru z wykorzystaniem Mobile Mapper potwierdzają raczej dane producenta zawarte między innymi w artykule: MobileMapper Post-Processed Accuracy White Paper niż w artykule: White Paper firmy Trimble. Niemniej jednak jeśli mówimy o porównaniu dokładności pomiaru różnymi urządzeniami powinniśmy opierać się eksperymencie pomiarowym wykonywanymi tymi urządzeniami w takich samych warunkach.

Podsumowując dokładność pomiaru na ortofotomapie, to uzyskany błąd położenia punktu (0.9m) był nieco większy niż oczekiwany (0.6m)

## 5. LITERATURA


http://www.compasstoolsinc.com/support/GeoXTvsMobileMapperCEWhitePaper.pdf

http://www.starpal.com/Reports/MobileMapper_CE_Bulletin.html

http://pro.magellangps.com/en/support/faq/mm_post_processing.asp


## THE COMPARISON OF THE DATA BASE GIS ACTUALIZATION POSIBILITY USING ORTOPHOTOMAP AND THE REVICER SETS GPS OF TYPE: MOBILE MAPPER


KEY WORDS: GPS, MOBILE MAPPER, ORTOFOTOMAPA


SUMMARY


SUMMARY: Spatial database updating applying Mobile Mapper CE, Mobile Mapper CX and orthophotomap digitalization was in the paper presented. Two areas: country and urban was chosen, where objects like: point, line, area were measured .The tests of Mobile Mapper CE and digitalization was conducted on both terrains. Leica System 500 was assumed as a reference. Varying GPS accuracy was obtained according to measurements methods. Maximum accuracy (even centimeters) was achieved using Mobile Mapper CX with external antenna and time of measurements of 10 seconds. From ortophotomap generated on the basis on the aerial photos of the scale of 1:13 000 accuracy of 0.9 m was obtained. The paper was prepared in the AGH project: 11.150.459.



Dane autorów:
Tytuł naukowy, imię i nazwisko: dr hab. inż. Beata Hejmanowska, prof. AGH
e-mail: galia@agh.edu.pl
telefon: 012 617 22 72
fax: 012 633 17 91
mgr inż Joanna Grabowska
e-mail: j.gajewska77@wp.pl