

OCENA PRZYDATNOŚCI AKTYWNEJ SIECI GEODEZYJNEJ ASG-EUPOS, DO NAWIĄZANIA OSNÓW REALIZACYJNYCH NA TERENIE POLSKI

© Siejka Z., 2010

*Приведены результаты предварительного анализа точности высокоточного
позиционирования ASG-EUPOS, созданной в форме однообразной сети
спутниковых референциальных станций в Польше.*

*The paper presents a preliminary analysis of the accuracy of precise positioning ASG-EUPOS
created in the form of uniform network of satellite reference stations in Poland.*

Wprowadzenie. W pracy podjęto próbę oceny czy i jakim zakresie uruchomiony w Polsce drugiego czerwca 2008 roku wielofunkcyjny system precyzyjnego pozycjonowania ASG-EUPOS zbudowany w postaci jednorodnej sieci satelitarnych stacji referencyjnych pozwala na zakładanie precyzyjnych osnów realizacyjnych w jednolitym układzie odniesienia.

ASG-EUPOS jest częścią szerszego regionalnego projektu europejskiego EUPOS (European Position Determination Project). EUPOS jest inicjatywą krajów europejskich powstałą w 2002 roku, która zakładała powstanie na obszarze około 10 mln km kwadratowych regionalnego systemu wspomagania pomiarów satelitarnych za pomocą sieci naziemnych stacji referencyjnych zbudowanych na całym obszarze według jednolitych standardów. Sieć docelowo liczyć ma około 1700 stacji referencyjnych, z których około 500 znajdować się będzie na terytorium Federacji Rosyjskiej. Średnia odległość pomiędzy stacjami wynosi około 70 km. Współrzędne stacji referencyjnych wyznaczane są z wysoką dokładnością w układzie ETRF89 i lokalnych układach współrzędnych obowiązujących w poszczególnych krajach poprzez dowiązanie do sieci punktów EUREF. Jako podstawowy sygnał stacji referencyjnych EUPOS w przyszłości będzie wykorzystywany sygnał GALILEO, natomiast obecnie wykorzystywane są sygnały z satelitów GPS i GLONASS. System ma zapewnić poprawki różnicowe DGNSS dla wyznaczania pozycji w czasie rzeczywistym i obserwacji GNSS dla wyznaczania położenia punktów w postprocessingu.

Badania i pomiary testowe. Badania wykonano w oparciu o obserwacje statyczne wykonane na sieci rzeczywistej, opracowane w trybie postprocessingu za pomocą serwisów POZGEO i POZGEO-D. Obliczenia wykonano pod kątem wykorzystania tych serwisów do wyznaczania precyzyjnych współrzędnych w sieciach realizacyjnych i kontrolnych.

Pomiary przeprowadzono w marcu 2009 roku na sieci rzeczywistej która miała kształt liniowy i składała się z 8 punktów. Osnowa ta stanowiła podstawową sieć kontrolno – pomiarową do wyznaczania przemieszczeń terenu w rejonie oddziaływania Kopalni Węgla Brunatnego (KWB) Jasnos na terenie miasta Jastrzębie Zdrój w województwie śląskim. Punkty rozmieszczone były na długości 7070 m (rys. 1) wzdłuż nowo projektowanej drogi szybkiego ruchu.



Rys. 1. Rozmieszczenie punktów testowej osnowy realizacyjnej

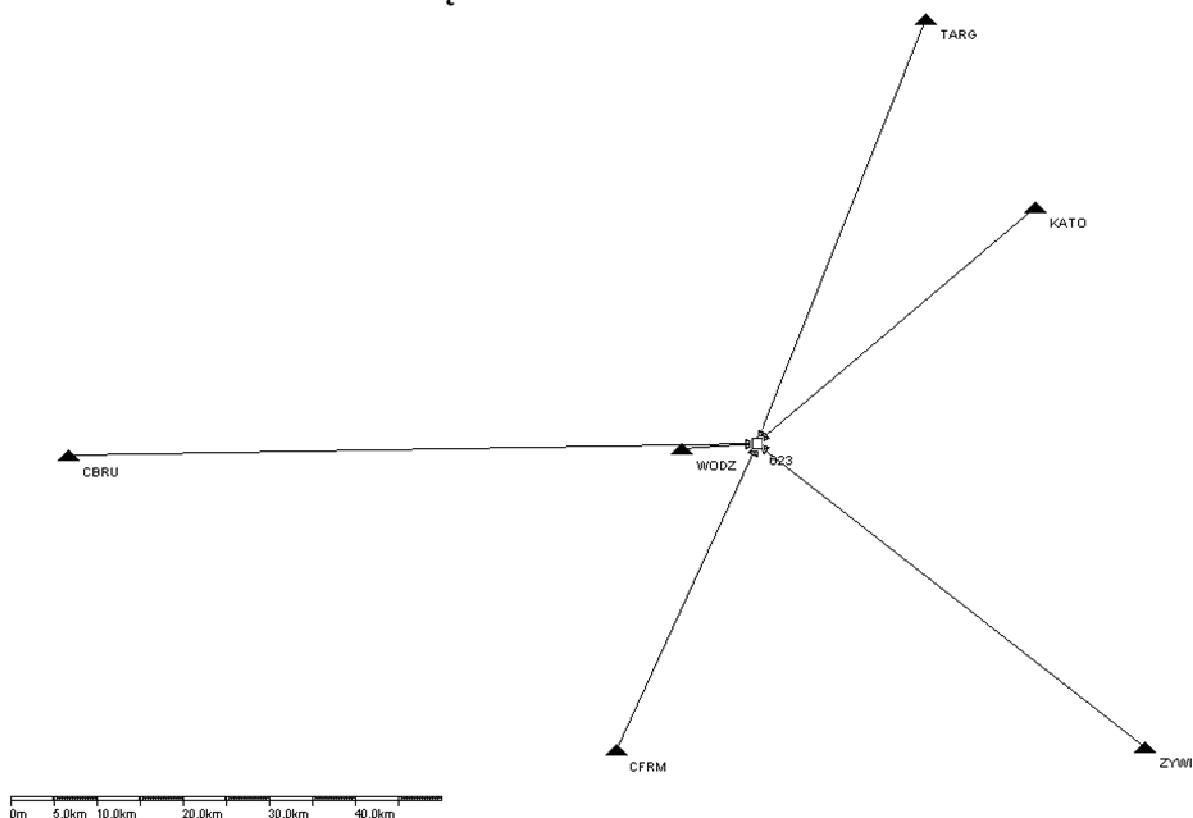
Pomiary wykonane zostały zgodnie z założeniami projektu Wytycznych Technicznych G-1.12 przy wykorzystaniu 8 dwuczęstotliwościowych odbiorników sygnałów satelitarnych GNSS. Były to odbiorniki firmy Trimble: 2 odbiorniki R6, 4 odbiorniki R8 GNSS i 3 odbiorniki serii 4700 z antenami Micro-Centerd L1/L2.

Obserwacje wykonano podczas jednej sesji pomiarowej zakładając 2 godzinne czasy pomiaru na każdym wyznaczanym punkcie. W rzeczywistości najkrótsza sesja pomiarowa trwała 2.5h a najdłuższa 3.5h. Obserwacje zarejestrowano z interwałem danych 5 sekund zakładając kąt obcięcia horyzontu 10° .

Opracowanie obserwacji satelitarnych wykonano wielowariantowo. Pierwszy wariant obejmował opracowanie obserwacji przy wykorzystaniu serwisu POZGEO. W tym celu przesyłano obserwacje z poszczególnych odbiorników w uniwersalnym formacie Rinex na serwer systemu. Moduł automatycznego postprocessingu APPS wykorzystując orbity precyzyjne wyznaczył współrzędne wszystkich pomierzonych punktów i wygenerował raporty z obliczeń z wynikami.

Wyrównanie dla każdego z 8 wyznaczanych punktów zostało wykonane niezależnie w nawiązaniu do 6 najbliższych stacji referencyjnych. Były to 4 stacje polskie systemu ASG-EUPOS (KATO, WODZ, TARG, ZYWI) oraz 2 stacje czeskie systemu CZEPOS (CFRM – Frydek Mistek i CBRU – Bruntal).

ROZWIĄZANIE APPS - POZGEO



Rys. 2. Układ wektorów nawiązania w rozwiązaniu automatycznego postprocessingu APPS

Wyniki obliczeń automatycznego postprocessingu w postaci wyrównanych współrzędnych wraz z błędami średnimi ich wyznaczenia zestawiono w formie tabelarycznej (tabela 1).

Tabela 1

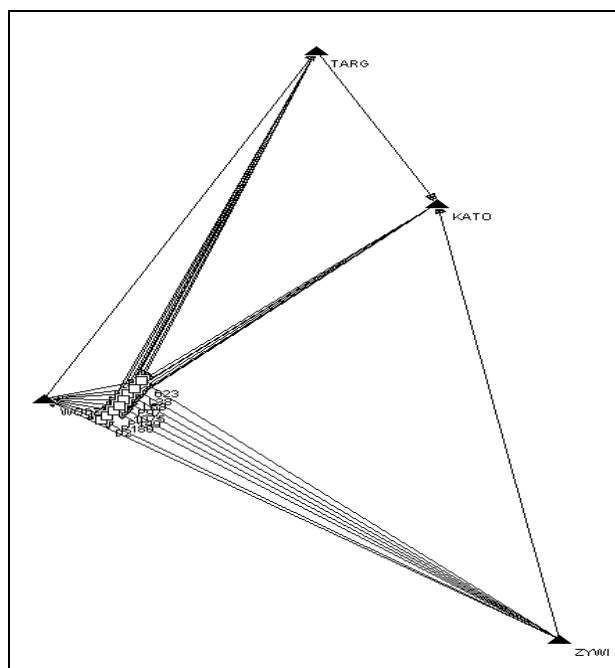
Wykaz współrzędnych kartezjańskich wraz z błędami średnimi ich wyznaczenia za pomocą serwisu POZGEO

Nr pkt.	ROZWIĄZANIE – POZGEO					
	X	mx	Y	my	Z	mz
D2	3896999.247	0.0047	1307056.325	0.0049	4861072.462	0.0045
P180	3896317.525	0.0044	1307576.189	0.0049	4861476.772	0.0040
L149	3895574.853	0.0040	1308048.527	0.0045	4861934.952	0.0038
L123	3894890.052	0.0042	1308420.518	0.0046	4862409.282	0.0040
P97	3894194.173	0.0044	1308614.740	0.0049	4862902.782	0.0042
L68	3893383.209	0.0043	1308921.808	0.0048	4863470.957	0.0041
L38	3892612.204	0.0042	1309312.406	0.0048	4864014.510	0.0040
623	3891567.625	0.0051	1309699.970	0.0059	4864746.192	0.0047
MIN		0.0040		0.0045		0.0038
MAX		0.0051		0.0059		0.0047
SRED		0.0044		0.0049		0.0042
δ		0.0003		0.0004		0.0003

W celu kontroli uzyskanych wyników przeprowadzono alternatywne autonomiczne wyrównania zrealizowanej sieci. W opracowaniach tych wszystkie 8 punktów wyznaczono jako jedną sieć w kilkudziesięciu różnych wariantach nawiązania z wykorzystaniem firmowego oprogramowania TTC (Trimble Total Control) ver. 2.73 oraz serwisu POZGEO-D. W pierwszym etapie tego opracowania przeprowadzono swobodne wyrównanie w nawiązaniu do 1 punktu referencyjnego **P97**, którego współrzędne przyjęto z rozwiązania nawigacyjnego. Było to wyrównanie kontrolne, którego podstawowym celem było sprawdzenie wewnętrznej zgodności uzyskanych wyników pomiarów, bez

ewentualnego obciążania ich błędnością punktów nawiązania. Na tym etapie opracowania sieci wyeliminowano 3 wektory odstające, które nie uzyskały rozwiązania precyzyjnego typu „fixed”.

W następnym etapie przystąpiono do wykonania własnych opracowań sieci w nawiązaniu do stacji referencyjnych systemu ASG-EUPOS. W tym celu za pomocą strony www poprzez serwis POZGEO-D pobrano obserwacje z fizycznych stacji referencyjnych. Jako stacje fizyczne wykorzystano punkty znajdujące się najbliżej realizowanego obiektu (rys. 3), były to stacje: WODZ, KATO, TARG, ZYWI. Przy generowaniu danych założono interwał pomiarowy 5 sekund i czas obserwacji pokrywający się z czasem pomiarów na punktach wyznaczanych.



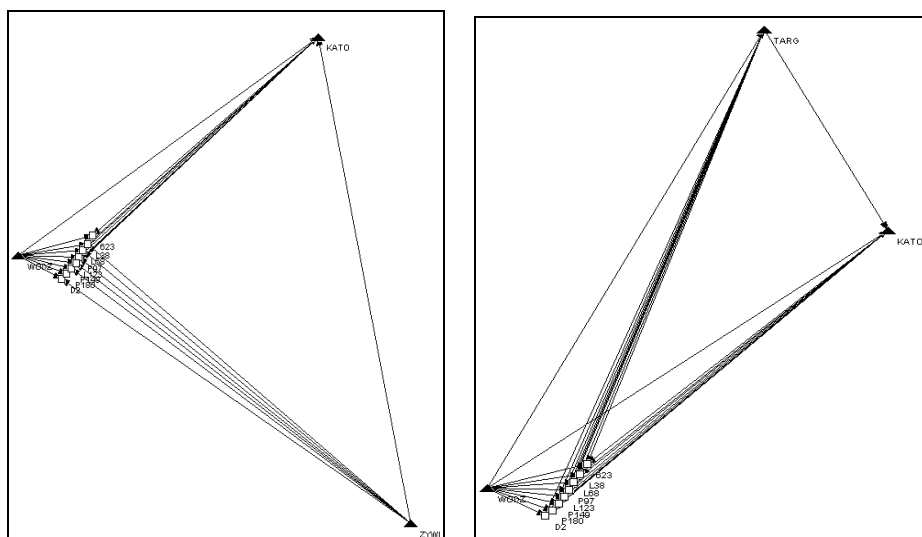
Rys. 3. Rozmieszczenie stacji referencyjnych przyjętych do nawiązania wariant W-1

Następnie przeprowadzono wyrównanie ściśle tak zbudowanej sieci wektorowej a wyniki w postaci współrzędnych z błędami średnimi zestawiono w tabeli 2.

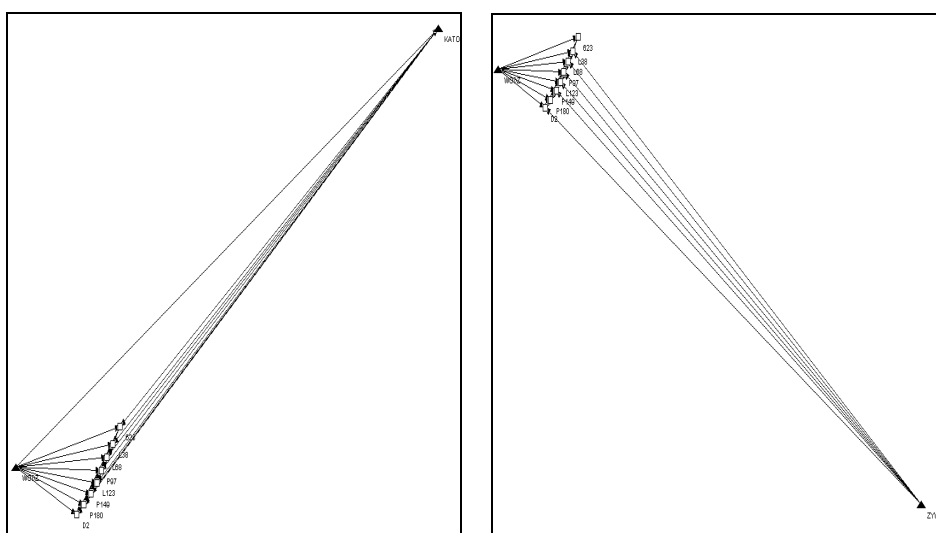
Tabela 2

**Wykaz współrzędnych kartezjańskich wraz z błędami średnimi ich
wyznaczenia za pomocą serwisu POZGEO-D**

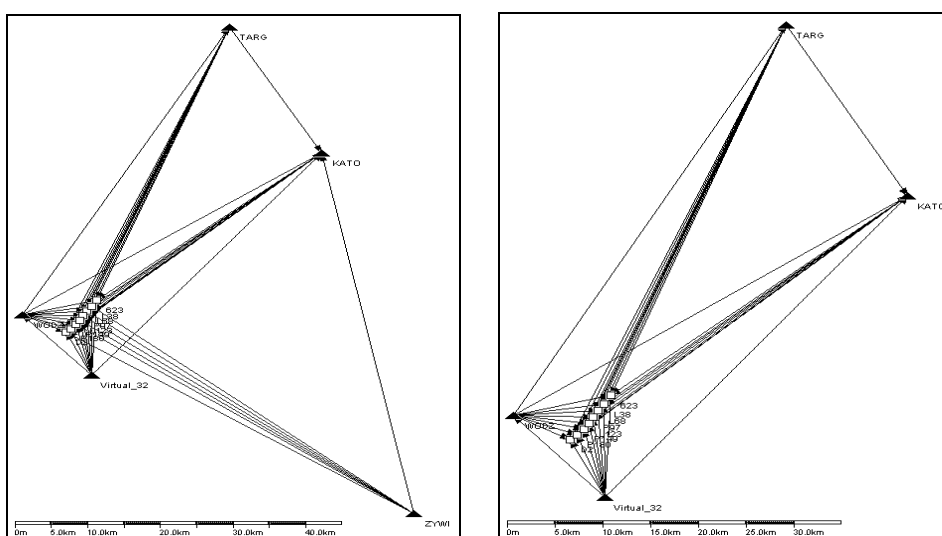
Nr pkt.	ROZWIĄZANIE 1 – POZGEO-D					
	X, [m]	Mx, [mm]	Y, [m]	My, [mm]	Z, [m]	Mz, [mm]
623	3891567.658	1.7	1309699.969	1.5	4864746.231	1.8
D2	3896999.280	1.6	1307056.337	1.4	4861072.494	1.7
L123	3894890.023	1.4	1308420.508	1.3	4862409.244	1.5
L38	3892612.182	1.4	1309312.414	1.3	4864014.472	1.6
L68	3893383.194	1.3	1308921.811	1.2	4863470.928	1.5
P149	3895574.830	1.4	1308048.531	1.3	4861934.928	1.6
P180	3896317.504	1.6	1307576.172	1.4	4861476.734	1.7
P97	3894194.154	1.3	1308614.750	1.2	4862902.753	1.5
MIN		1.7		1.5		1.5
MAX		1.7		1.5		1.8
SRED		1.5		1.3		1.6
δ		0.15059		0.10351		0.1126



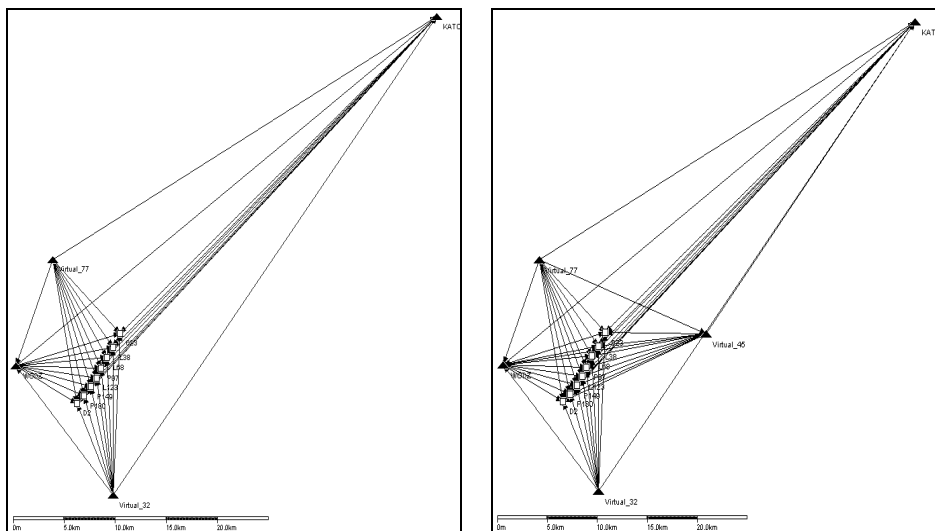
Rys. 4. Rozmieszczenie stacji referencyjnych przyjętych do nawiązania wariant [ROZW.2, ROZW.3]



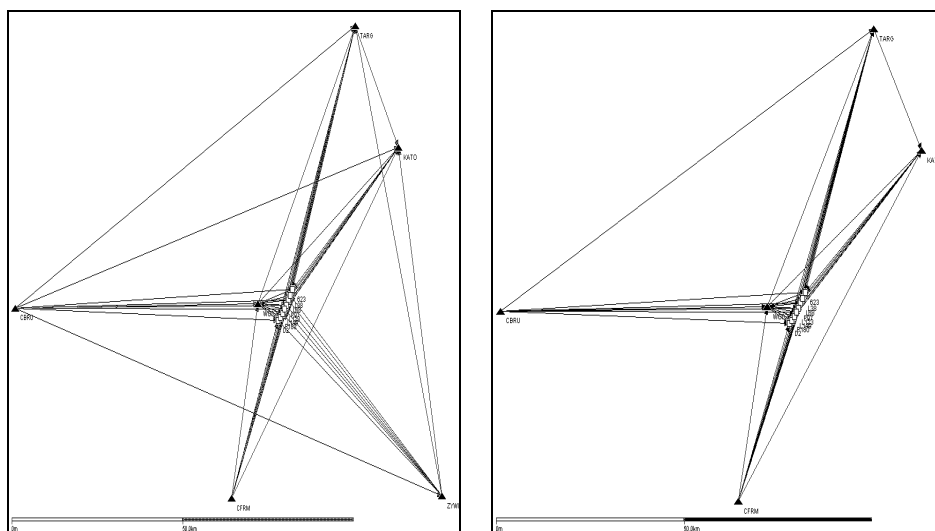
Rys. 5. Rozmieszczenie stacji referencyjnych przyjętych do nawiązania wariant [ROZW.4, ROZW.5]



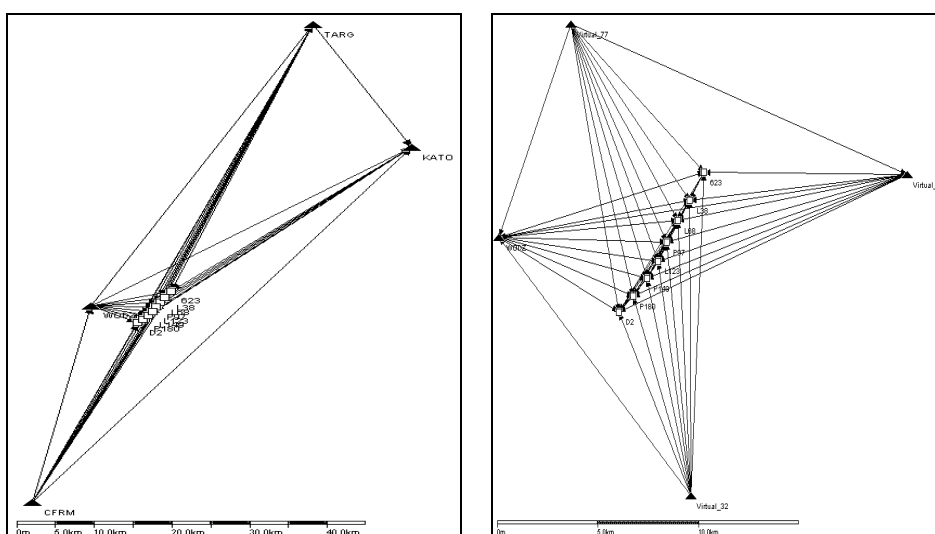
Rys. 6. Rozmieszczenie stacji referencyjnych przyjętych do nawiązania wariant [ROZW.6, ROZW.7]



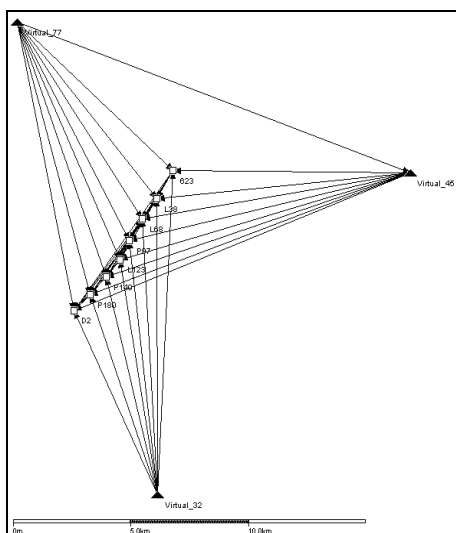
Rys. 7. Rozmieszczenie stacji referencyjnych przyjętych do nawiązania wariant [ROZW.8, ROZW.9]



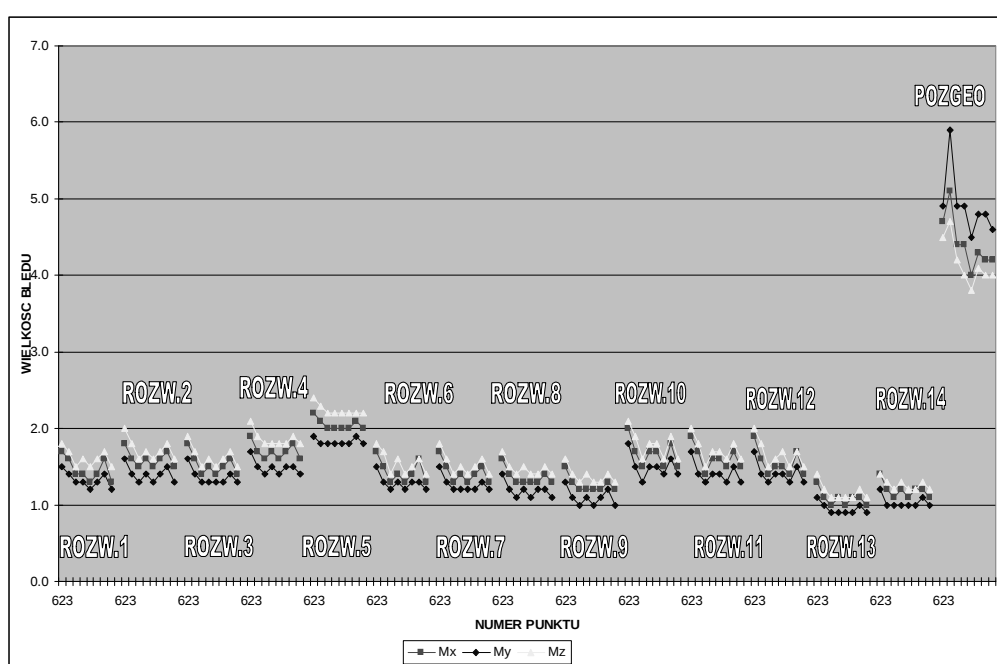
Rys. 8. Rozmieszczenie stacji referencyjnych przyjętych do nawiązania wariant [ROZW.10, ROZW.11]



Rys. 9. Rozmieszczenie stacji referencyjnych przyjętych do nawiązania wariant [ROZW.12, ROZW.13]



Rys. 9. Rozmieszczenie stacji referencyjnych przyjętych do nawiązania wariant [ROZW.14]



Rys. 10. Rozkład błędów średnich wyznaczenia współrzędnych (Mx, My, Mz) dla analizowanych wariantów rozwiązań sieci testowej

Podsumowanie i wnioski.

- Wszystkie rozwiązania własne dały wyniki o wysokim stopniu zgodności wyrównanych współrzędnych poniżej 2 mm.
- Charakterystyka propagacji błędów dla poszczególnych rozwiązań jest zbliżona.
- Skrócenie długości wektorów nawiązania wpływa na zwiększenie dokładności wyznaczanych współrzędnych.
- Dla wszystkich rozwiązań uzyskano bardzo zbliżoną różnicę współrzędnych w stosunku do rozwiązań z serwisu POZGEO – dla współrzędnej x osiągającej wartość do 3 cm.
- Może to dowodzić, że stacje systemu CZEPOS i stacje systemu ASG-EUPOS nie są ze sobą odpowiednio skalibrowane.
- Permanentne stacje referencyjne wprowadzają nową jakość dla realizacji pomiarów satelitarnych.
- Z punktu widzenia parametrów ASG-EUPOS spełnia wymagania pod względem dokładności a także gęstości rozmieszczenia na obszarze Polski, dzięki temu daje praktyczną możliwość dowiązywania pomiarów w codziennej praktyce pomiarowej.