



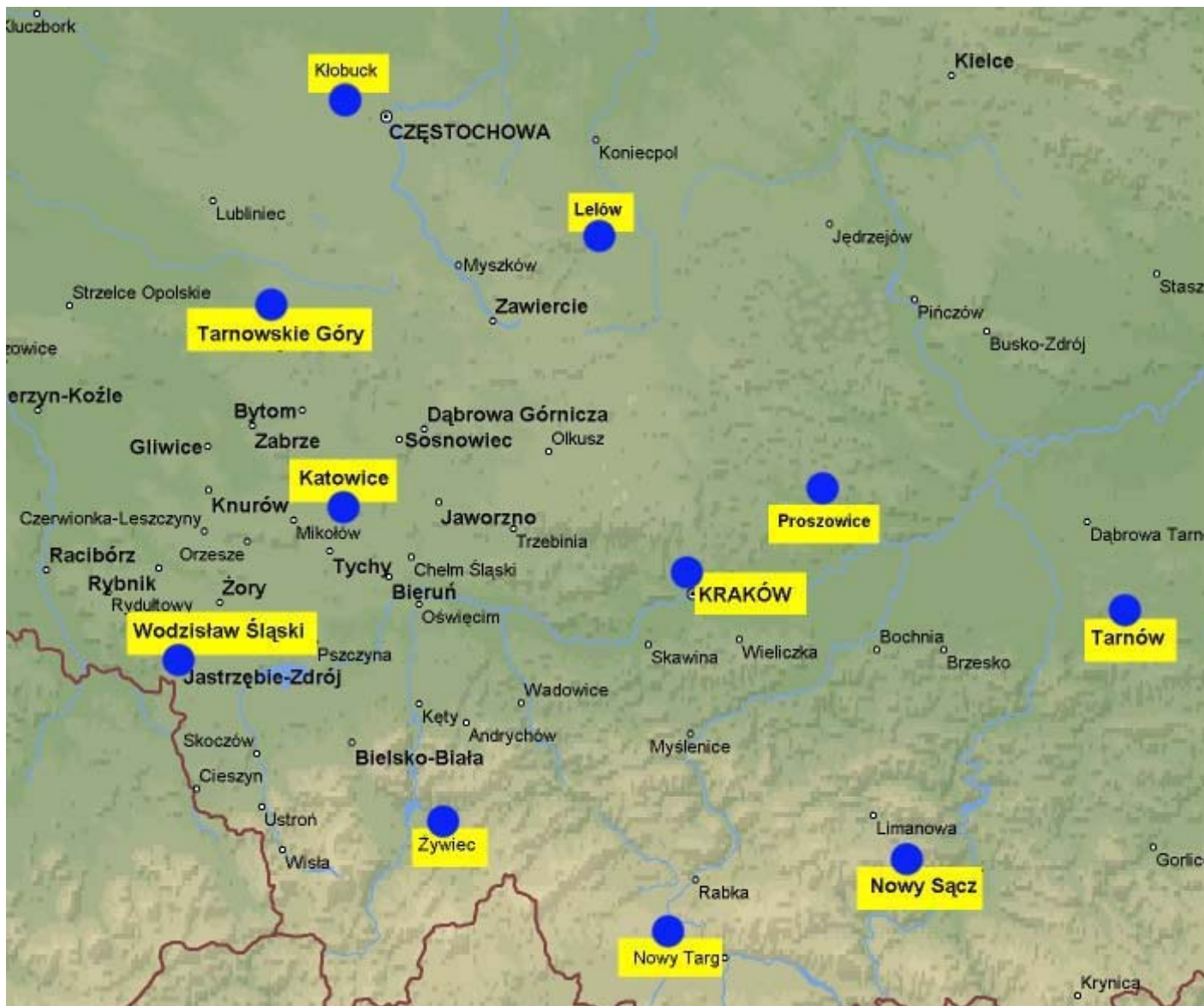
**Akademia Rolnicza
w Krakowie**
im. Hugona Kołłątaja

**OCENA FAKTYCZNEJ DOKŁADNOŚCI POMIARÓW GPS-RTK
WYKONYWANYCH Z WYKORZYSTANIEM KOREKCJI GENEROWANYCH
PRZEZ MAŁOPOLSKI SYSTEM POZYCJONOWANIA SATELITARNEGO**

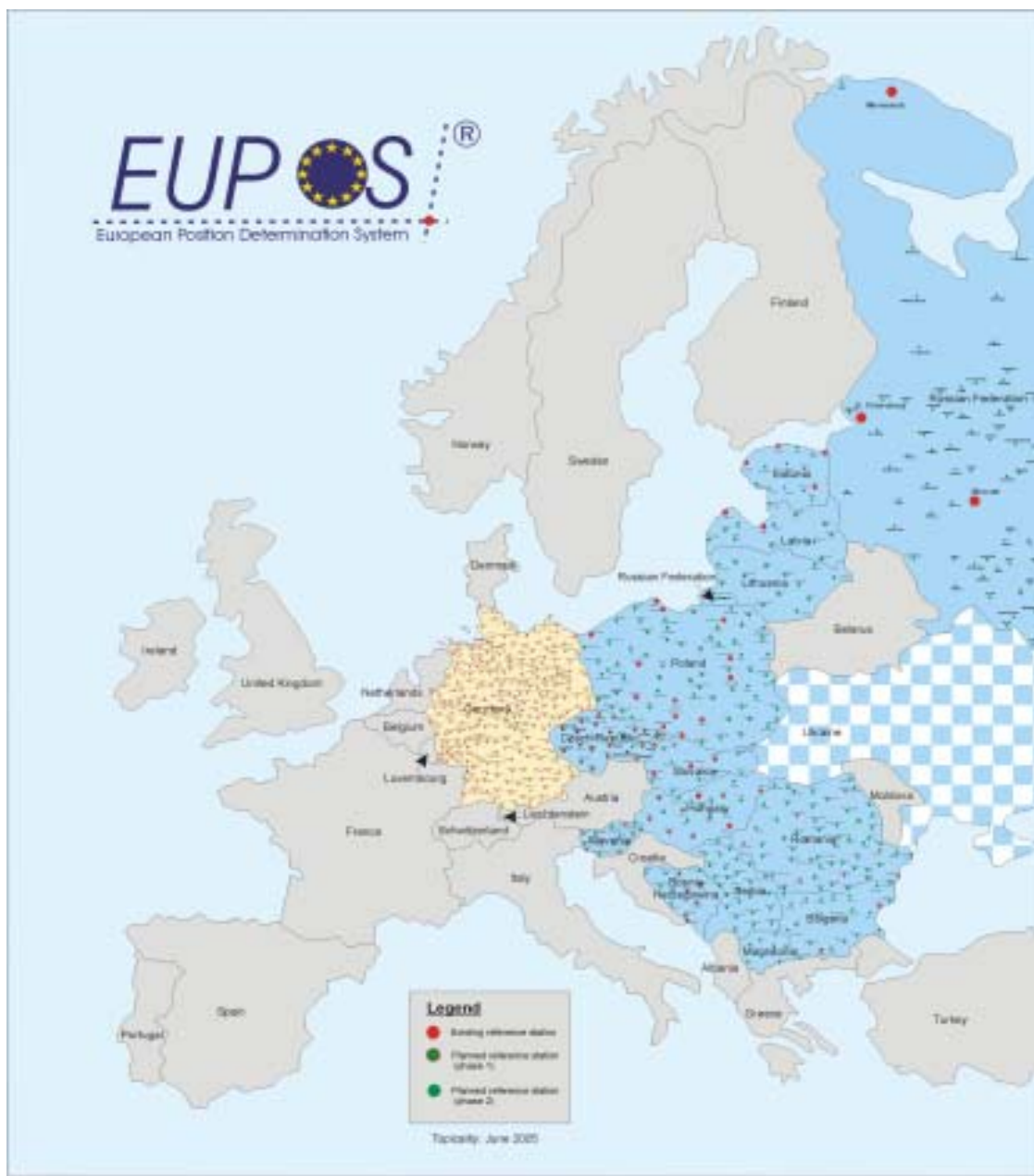
**Zbigniew Siejka
XX Jesienna Szkoła Geodezji
Polanica Zdrój, 16-18.09.2007r.**

Rozmieszczenie Stacji Referencyjnych Małopolskiego Systemu Pozycjonowania Satelitarnego

www.gps.malopolska.pl



PLANOWANE STACJE REFERENCYJNE W PROJEKCIE EUPOS



Małopolski System Pozycjonowania Precyzyjnego działa w oparciu o technologię VRS – Virtual Reference Stations i obejmuje obecnie obszar województw śląskiego i małopolskiego, realizuje następujące zasadnicze cele:

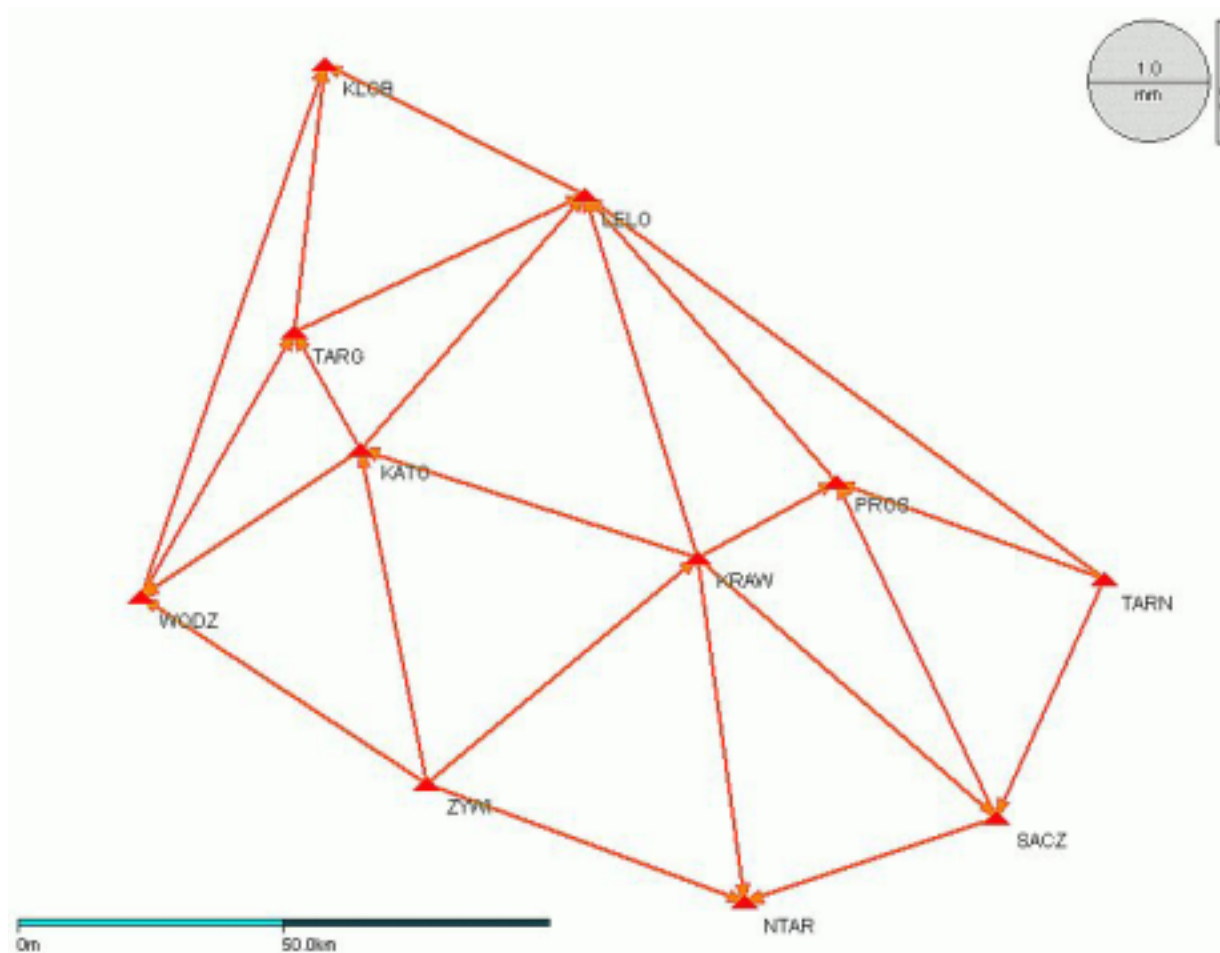
1. Generuje poprawki RTK/DGPS dostępne przez internet, pozwalające na wyznaczenie w czasie rzeczywistym przy wykorzystaniu systemu NAVSTAR GPS współrzędnych z dokładnością nie gorszą niż:
 ± 0.03 m – w poziomie,
 ± 0.05 m – w pionie.
2. Udostępnia dane obserwacyjne ze stacji referencyjnych włączonych do systemu.
3. Tworzy wirtualne dane obserwacyjne dla dowolnego zadanego punktu położonego wewnątrz obszaru stacji referencyjnych lub znajdującego się w bezpośrednim jego zasięgu.
4. Dostarcza aktualnych informacji o warunkach śledzenia satelitów dla każdej stacji referencyjnej.
5. Podaje informacje o możliwych wpływach jonosfery, troposfery i orbit satelitów na wykonywane pomiary.

Dane z Systemu udostępniane są użytkownikom w Internecie za pośrednictwem programu WebServer, który pozwala na wybór, przeglądanie i pobranie danych. Stroną domową serwisu internetowego jest strona o adresie:

<http://89.171.137.204>

<http://www.asg.malopolska.pl>

Długości wektorów sieci



Stacja referencyjna



**Centrum
kontrolne
ASG-
EUPOS**

NMEA

RTCM

RTCM + VRS

**Ruchomy
odbiornik**

**GSM
GPRS**



**Wirtualna stacja
referencyjna**

Stacja referencyjna



TRIMBLE R8 GNSS



72 kanałowy odbiornik sygnałów:
GPS, Glonass, WASS/EGNOS

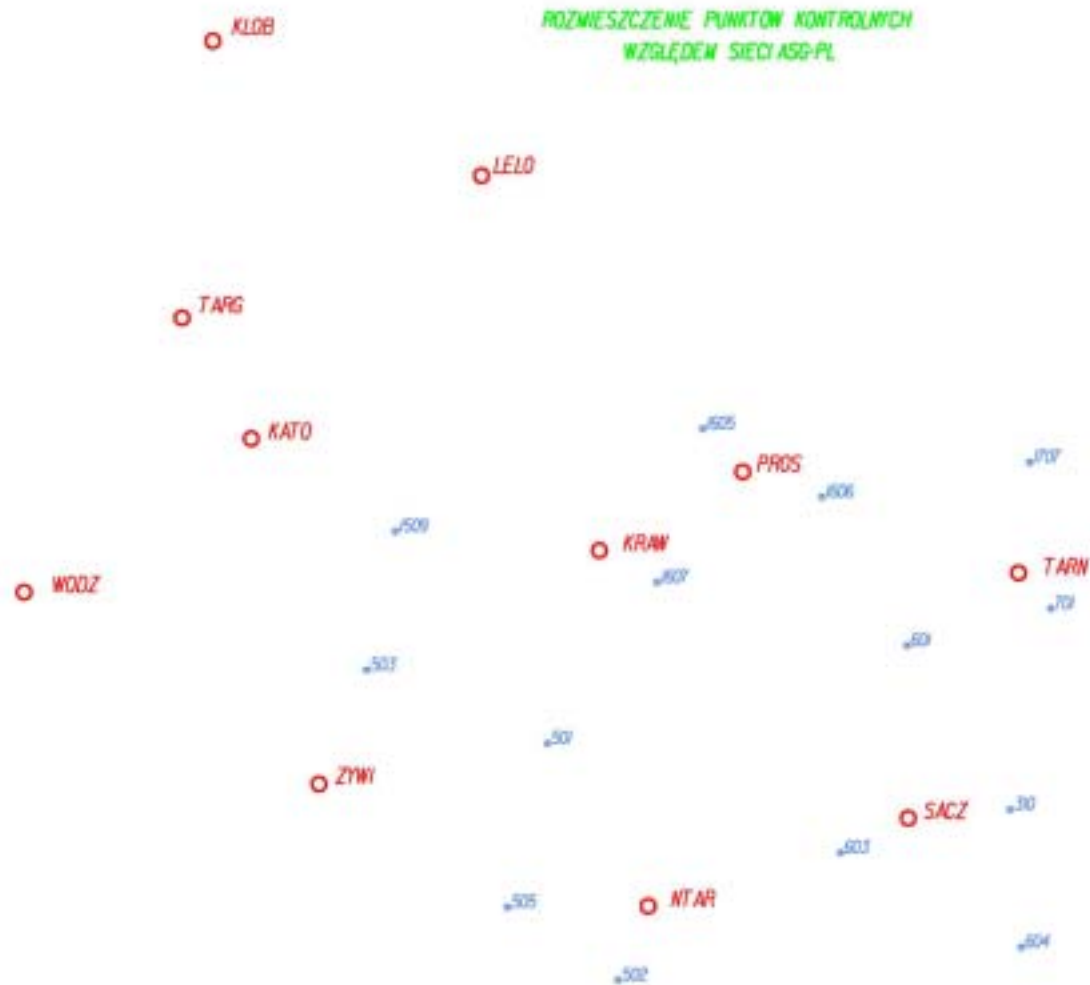
Możliwość odbioru sygnałów **L2C i L5**
Opcja bezprzewodowej stacji bazowej

Dokładność pomiarów kinematycznych:
Poziomo $\pm 10 \text{ mm} + 1 \text{ ppm}$
Pionowo $\pm 20 \text{ mm} + 1 \text{ ppm}$
Czas inicjalizacji 10 sek.+0.5 sek/k

Zestaw do pomiaru RTK-GPS



ROZMIESZCZENIE PUNKTÓW KONTROLNYCH WZGLĘDEM SIECI ASG-PL



Podstawowe statystyki opisowe dla zmiennej dx – poprawki z pojedynczej stacji Tabela 1.

Nr. pkt.	$\bar{x}$	Min.	Max.	$\underline{\Omega}$	S	dS	K	dK
0310	0,012	-0,012	0,036	0,010623	0,085168	0,27740	-0,317752	0,548211
0501	0,018	0,003	0,034	0,007490	-0,609510	0,27740	-0,463477	0,548211
0502	0,024	0,017	0,030	0,003065	-0,265477	0,27740	-0,55552	0,548211
0503	0,012	-0,014	0,024	0,008875	-1,26584	0,27740	1,037677	0,548211
0505	0,017	0,003	0,026	0,006472	-0,495557	0,27740	-1,00884	0,548211
0601	0,003	-0,014	0,017	0,006895	-0,022875	0,27740	-0,18525	0,548211
0603	0,011	-0,009	0,032	0,009411	0,220882	0,27740	-0,382873	0,548211
0604	0,014	-0,004	0,040	0,010651	0,595944	0,27740	-0,722636	0,548211
0701	0,017	-0,002	0,050	0,012900	0,737541	0,27740	-0,42452	0,548211
1509	0,029	0,018	0,041	0,006021	0,192879	0,27740	-0,771768	0,548211
1605	0,010	0,001	0,023	0,003452	1,455209	0,27740	5,122992	0,548211
1606	0,010	-0,001	0,024	0,006122	0,049478	0,27740	-0,686561	0,548211
1607	0,009	-0,001	0,021	0,005138	0,283216	0,27740	-0,739798	0,548211
1707	-0,008	-0,023	0,019	0,010801	0,836192	0,27740	0,17146	0,548211

Podstawowe statystyki opisowe dla zmiennej dy – poprawki z pojedynczej stacji Tabela 2.

Nr. pkt.	$\bar{x}$	Min.	Max.	σ	S	dS	K	dK
0310	-0,005	-0,020	0,015	0,007116	0,583630	0,27740	0,280045	0,548211
0501	0,008	-0,001	0,017	0,004212	-0,531044	0,27740	-0,023194	0,548211
0502	-0,003	-0,010	0,003	0,002684	-0,411871	0,27740	0,24515	0,548211
0503	-0,004	-0,021	0,005	0,006524	-0,52267	0,27740	-0,647503	0,548211
0505	-0,008	-0,023	0,000	0,005586	-0,990207	0,27740	0,56329	0,548211
0601	-0,001	-0,014	0,015	0,008393	0,114276	0,27740	-1,37183	0,548211
0603	0,022	0,006	0,031	0,005696	-0,472706	0,27740	-0,314754	0,548211
0604	-0,003	-0,018	0,017	0,007624	0,073921	0,27740	-0,258893	0,548211
0701	-0,008	-0,018	0,001	0,005386	-0,129732	0,27740	-1,23383	0,548211
1509	-0,019	-0,031	-0,013	0,004529	-0,524791	0,27740	-0,406297	0,548211
1605	-0,003	-0,007	0,001	0,001847	-0,645397	0,27740	-0,162322	0,548211
1606	-0,008	-0,046	0,015	0,017867	-0,888718	0,27740	-0,516012	0,548211
1607	-0,003	-0,014	0,010	0,005414	-0,480407	0,27740	-0,286550	0,548211
1707	-0,012	-0,027	0,003	0,009717	-0,012222	0,27740	-1,55287	0,548211

Podstawowe statystyki opisowe dla zmiennej dh – poprawki z pojedynczej stacji Tabela 3.

Nr. pkt.	$\bar{x}$	Min.	Max.	σ	S	dS	K	dK
0310	0,026	-0,016	0,074	0,024278	0,415323	0,27740	-0,879077	0,548211
0501	-0,054	-0,075	-0,031	0,009961	0,040274	0,27740	-0,628891	0,548211
0502	-0,036	-0,053	-0,015	0,011070	0,272626	0,27740	-1,28386	0,548211
0503	-0,069	-0,083	-0,060	0,005405	-0,13609	0,27740	-0,251480	0,548211
0505	-0,017	-0,043	0,006	0,013674	-0,223170	0,27740	-1,09546	0,548211
0601	-0,078	-0,101	-0,047	0,017297	0,371693	0,27740	-1,51217	0,548211
0603	-0,030	-0,050	-0,009	0,009837	0,468692	0,27740	-0,385419	0,548211
0604	0,018	-0,040	0,072	0,025577	0,258935	0,27740	-0,830129	0,548211
0701	-0,082	-0,114	-0,052	0,017395	-0,175706	0,27740	-1,11423	0,548211
1509	-0,044	-0,069	-0,016	0,012236	0,377012	0,27740	-0,433241	0,548211
1605	-0,049	-0,060	-0,035	0,004975	0,209289	0,27740	0,753913	0,548211
1606	-0,092	-0,155	-0,054	0,031616	-0,755552	0,27740	-0,812073	0,548211
1607	-0,079	-0,100	-0,058	0,009110	0,123076	0,27740	-0,308069	0,548211
1707	-0,102	-0,131	-0,075	0,012052	-0,469904	0,27740	0,04939	0,548211

Podstawowe statystyki opisowe dla zmiennej dx – poprawki VRS Tabela 4.

Nr. pkt.	$\bar{X}$	Min.	Max.	σ	S	dS	K	dK
0310	0,025	-0,016	0,067	0,020536	0,199068	0,27740	-0,998378	0,548211
0501	0,015	-0,024	0,054	0,017642	-0,191207	0,27740	-0,31482	0,548211
0502	0,022	0,016	0,036	0,004359	1,48965	0,27740	1,968900	0,548211
0503	0,004	-0,013	0,026	0,008869	0,070612	0,27740	-0,292151	0,548211
0505	-0,008	-0,027	0,015	0,013104	0,25259	0,27740	-1,42246	0,548211
0601	0,021	0,010	0,033	0,005121	-0,408779	0,27740	-0,446261	0,548211
0603	0,010	-0,021	0,027	0,010181	-0,949768	0,27740	0,709738	0,548211
0604	0,018	0,003	0,040	0,009090	0,79373	0,27740	-0,022772	0,548211
0701	0,017	-0,017	0,063	0,018706	0,746380	0,27740	-0,264304	0,548211
1509	0,020	0,003	0,034	0,006819	-0,765982	0,27740	0,247596	0,548211
1605	0,011	0,002	0,018	0,004497	-0,26334	0,27740	-1,23198	0,548211
1606	0,021	-0,001	0,038	0,008713	-0,148529	0,27740	-0,566819	0,548211
1607	0,022	-0,002	0,036	0,008748	-1,01366	0,27740	-0,07065	0,548211
1707	0,004	-0,013	0,024	0,012124	-0,046292	0,27740	-1,46541	0,548211

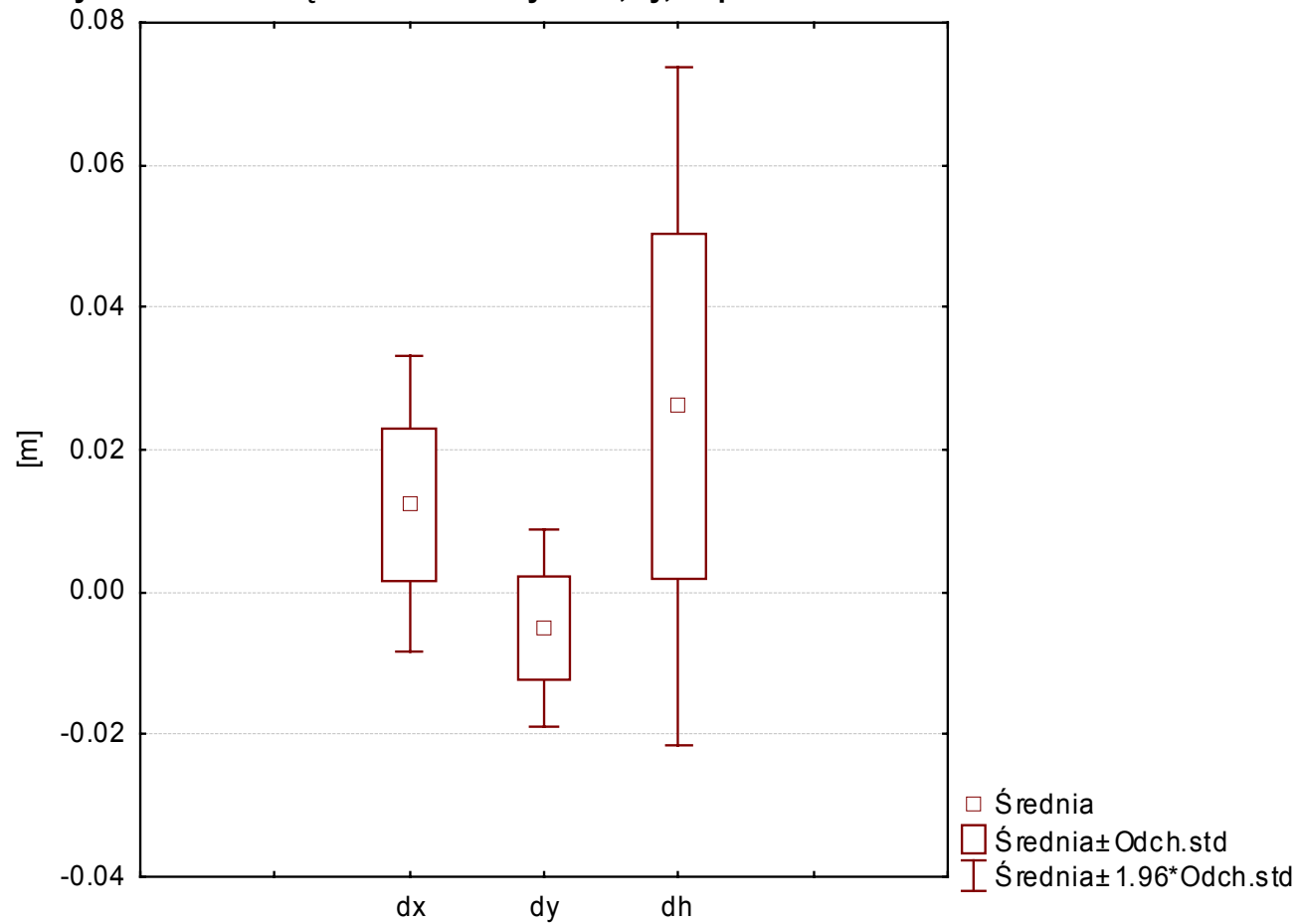
Podstawowe statystyki opisowe dla zmiennej dy – poprawki VRS Tabela 5.

Nr. pkt.	$\bar{x}$	Min.	Max.	σ	S	dS	K	dK
0310	0,001	-0,008	0,012	0,004194	-0,130932	0,27740	-0,465054	0,548211
0501	0,014	0,003	0,030	0,007855	0,453340	0,27740	-1,21968	0,548211
0502	0,006	-0,002	0,009	0,002678	-1,62781	0,27740	1,561292	0,548211
0503	0,001	-0,010	0,010	0,004567	0,068555	0,27740	-0,558332	0,548211
0505	-0,001	-0,021	0,015	0,007835	-0,40501	0,27740	-0,34224	0,548211
0601	-0,004	-0,015	0,008	0,005924	0,458677	0,27740	-0,896635	0,548211
0603	0,019	0,006	0,029	0,005770	-0,552349	0,27740	-0,471790	0,548211
0604	0,006	-0,007	0,020	0,005939	-0,22811	0,27740	-0,499498	0,548211
0701	-0,006	-0,017	0,007	0,005582	-0,463510	0,27740	-0,651906	0,548211
1509	-0,019	-0,028	-0,009	0,004802	0,400981	0,27740	-0,614037	0,548211
1605	-0,004	-0,009	0,003	0,002815	0,33391	0,27740	-0,26036	0,548211
1606	0,010	-0,002	0,022	0,005745	0,110072	0,27740	-0,743826	0,548211
1607	-0,003	-0,011	0,009	0,004281	0,51952	0,27740	0,05655	0,548211
1707	-0,003	-0,012	0,007	0,004382	0,207890	0,27740	-0,17793	0,548211

Podstawowe statystyki opisowe dla zmiennej dh – poprawki VRS Tabela 6.

Nr. pkt.	$\bar{X}$	Min.	Max.	σ	S	dS	K	dK
0310	0,036	0,001	0,094	0,020574	0,765457	0,27740	0,043821	0,548211
0501	-0,065	-0,107	-0,026	0,023923	-0,088269	0,27740	-1,07999	0,548211
0502	-0,048	-0,080	-0,037	0,011200	-1,55705	0,27740	1,172897	0,548211
0503	-0,057	-0,076	-0,031	0,010918	0,659558	0,27740	-0,400372	0,548211
0505	0,016	-0,033	0,044	0,018495	-1,24951	0,27740	1,29602	0,548211
0601	-0,068	-0,123	-0,031	0,023940	-0,239729	0,27740	-0,947830	0,548211
0603	-0,044	-0,065	-0,025	0,008792	0,016385	0,27740	-0,171543	0,548211
0604	-0,035	-0,082	-0,012	0,016086	-1,41639	0,27740	1,831699	0,548211
0701	-0,0770	-0,105	-0,039	0,014636	0,260823	0,27740	-0,731485	0,548211
1509	-0,071	-0,092	-0,031	0,013696	0,844909	0,27740	0,514914	0,548211
1605	-0,047	-0,067	-0,038	0,006739	-1,26175	0,27740	0,89151	0,548211
1606	-0,050	-0,077	-0,030	0,010014	-0,613137	0,27740	0,413364	0,548211
1607	-0,064	-0,106	-0,024	0,023690	0,25207	0,27740	-1,13441	0,548211
1707	-0,077	-0,111	-0,053	0,016426	-0,411971	0,27740	-1,10555	0,548211

Wykres rozkładu błędów dla zmiennych: dx, dy, dh pkt 0310 RTCM



Wykres rozkładu błędów dla zmiennych: dx, dy, dh, pkt 1606 VRS

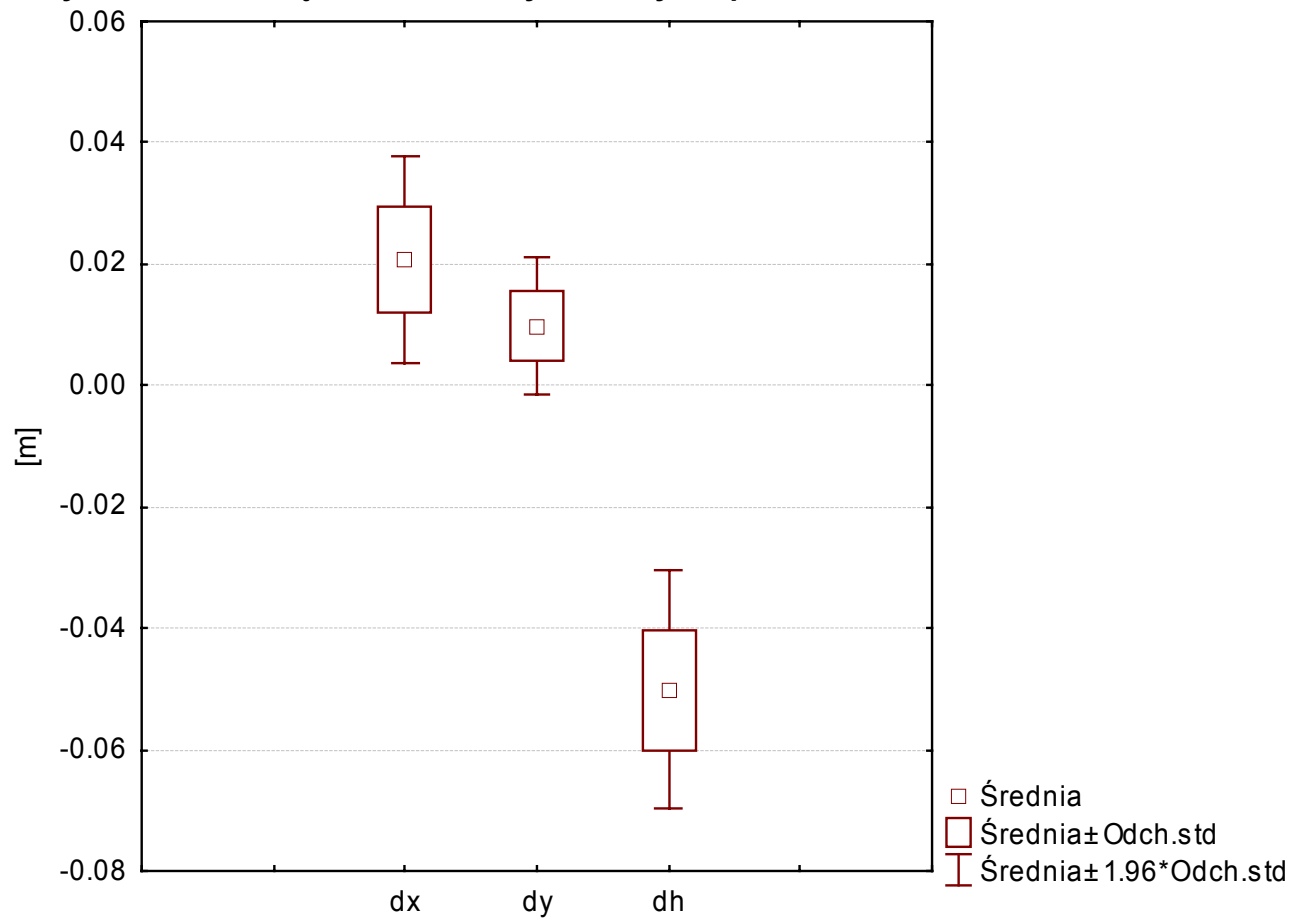
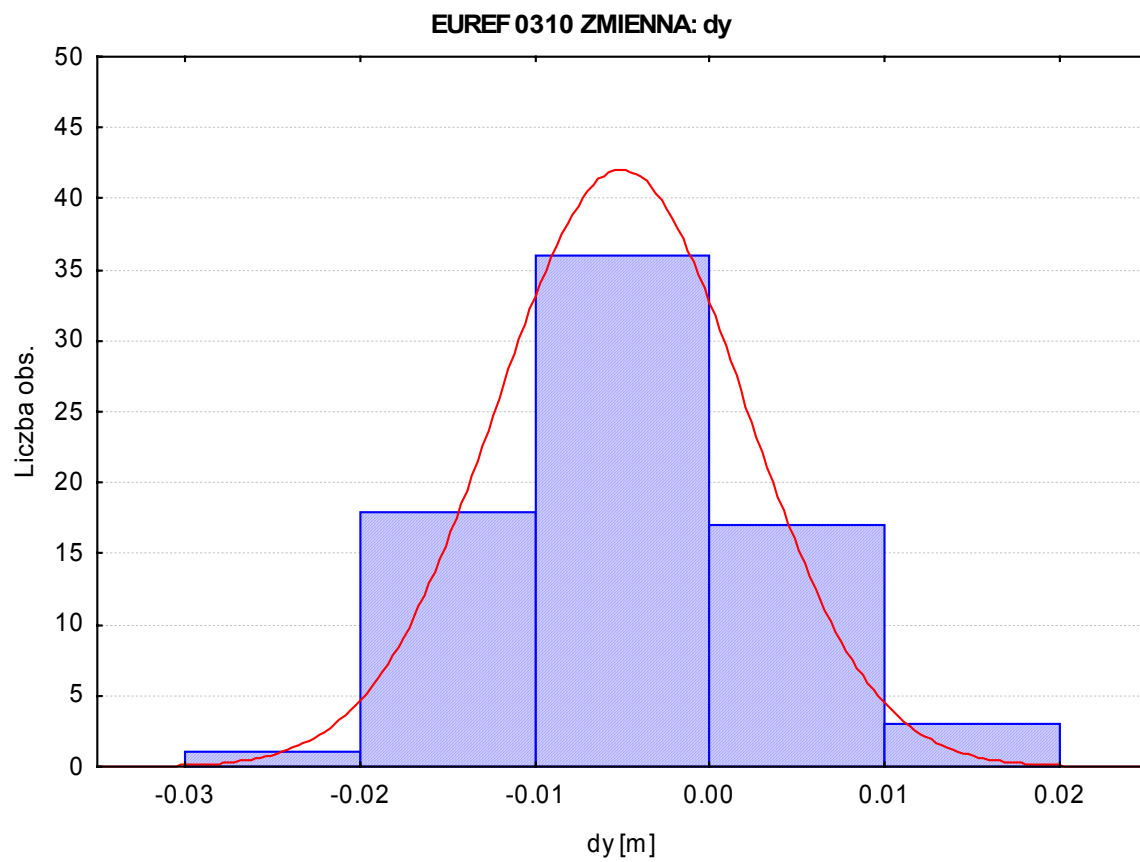


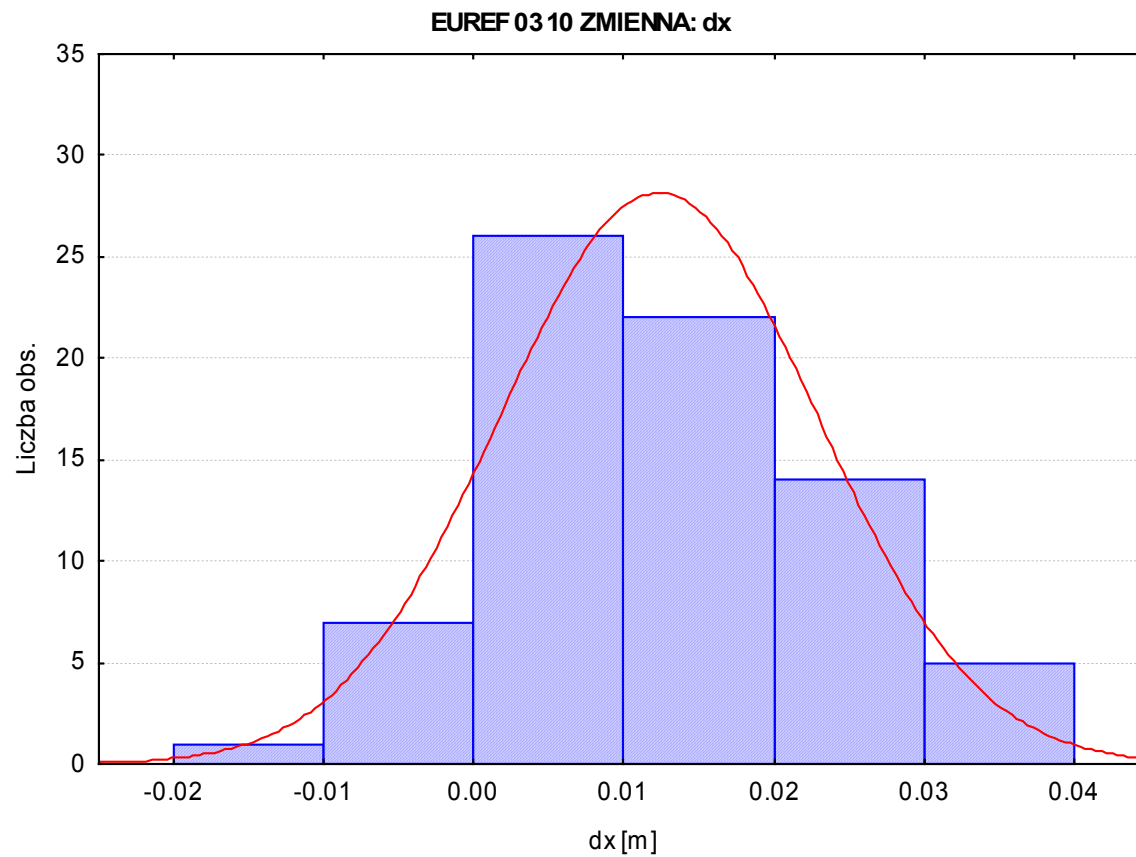
Tabela 7. Wyniki testu statystycznego Kołmogorowa – Smirnowa dla zmiennych wyznaczonych w oparciu o poprawki pochodzące z pojedynczej stacji referencyjnej.

Nr pkt.	0310	0501	0502	0503	0505	0601	0603	0604	0701	1509	1605	1606	1607	1707
Zmienna dx	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	0	1	1	1
Zmienna dy	1	0	1	0	0	1	1	1	1	1	0	0	1	1
Zmienna dh	1	1	1	0	1	0	1	1	1	1	1	0	1	1

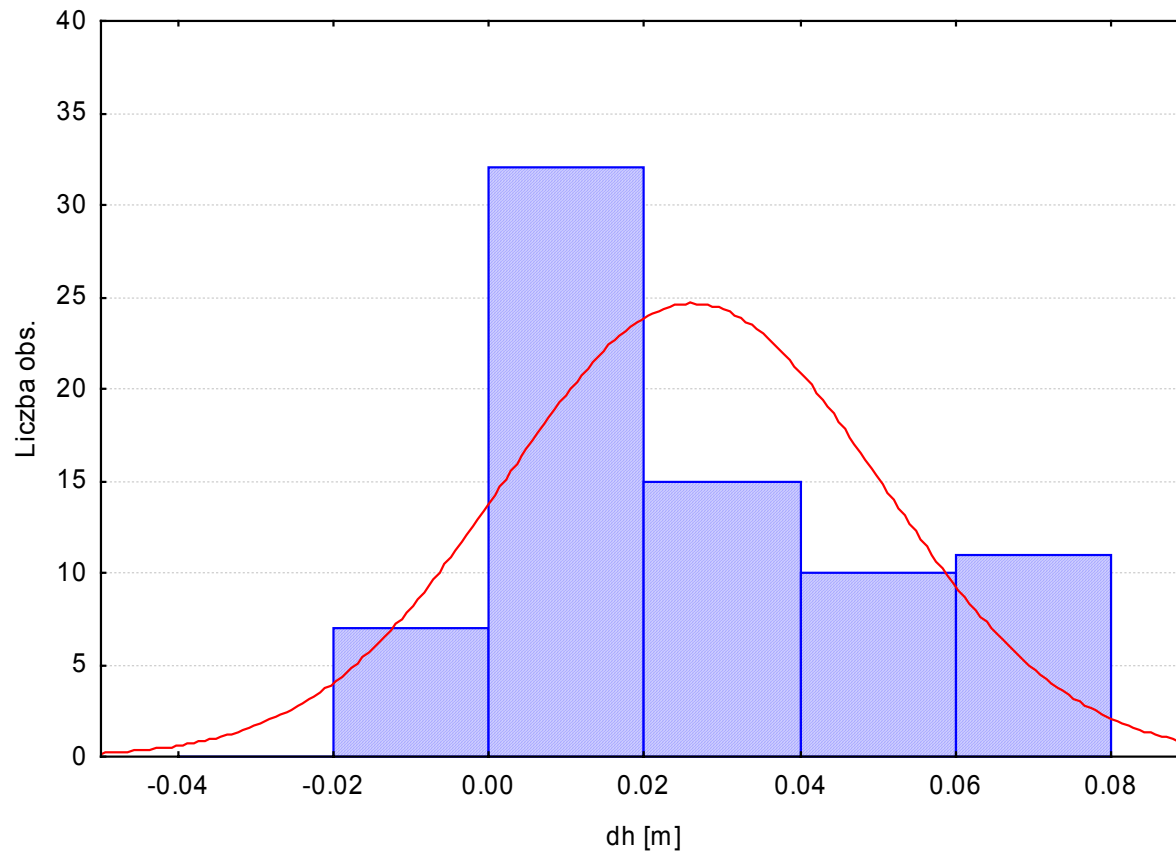
Tabela 8. Wyniki testu statystycznego Kołmogorowa – Smirnowa dla zmiennych wyznaczonych w oparciu o poprawki pochodzące z systemu VRS.

Nr pkt.	0310	0501	0502	0503	0505	0601	0603	0604	0701	1509	1605	1606	1607	1707
Zmienna dx	1	1	0	1	1	0	0	1	1	1	0	1	0	0
Zmienna dy	1	0	0	1	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1
Zmienna dh	1	1	0	1	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1

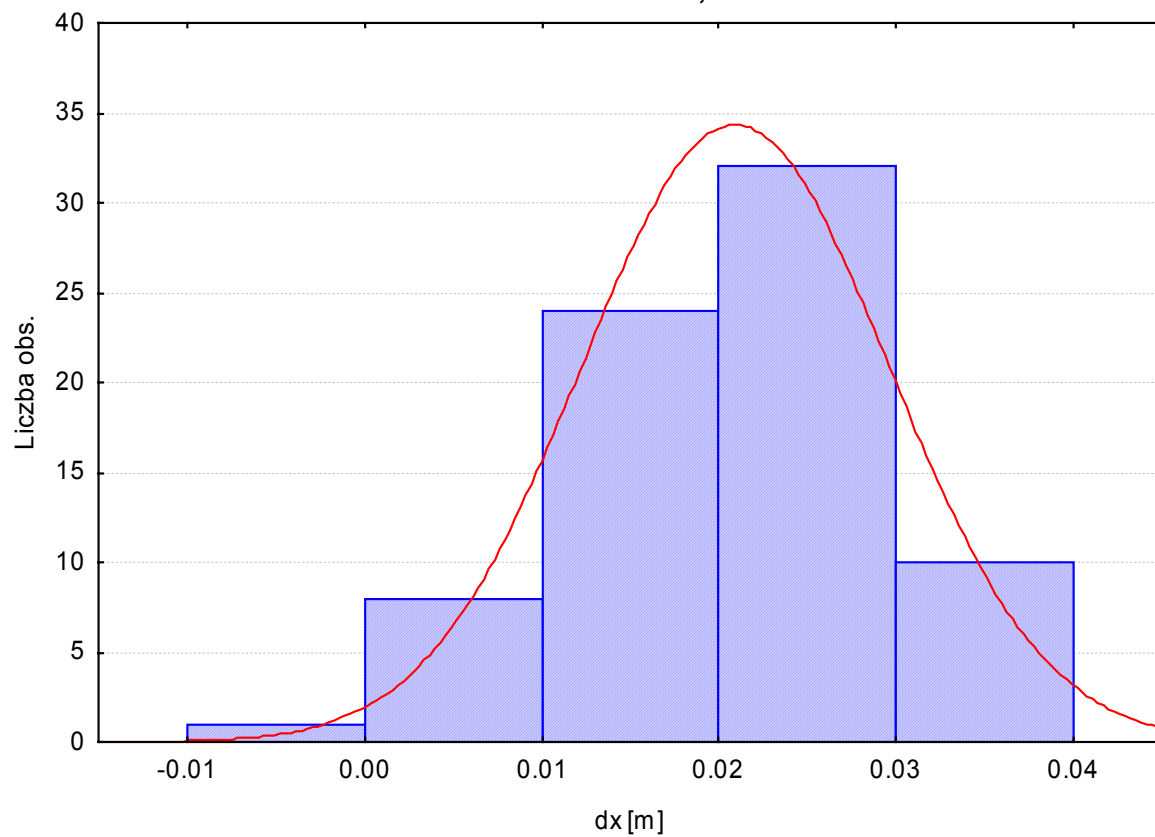


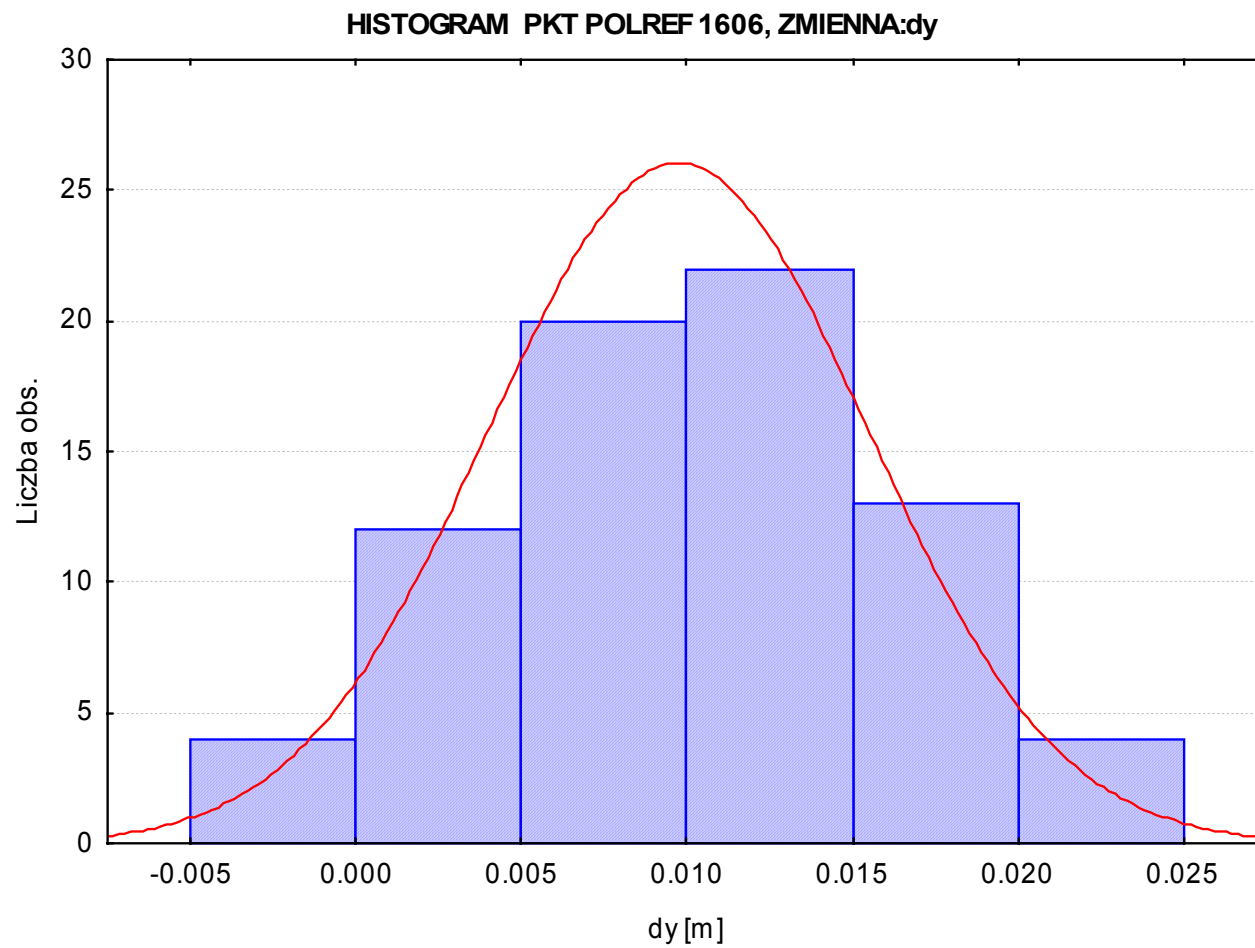


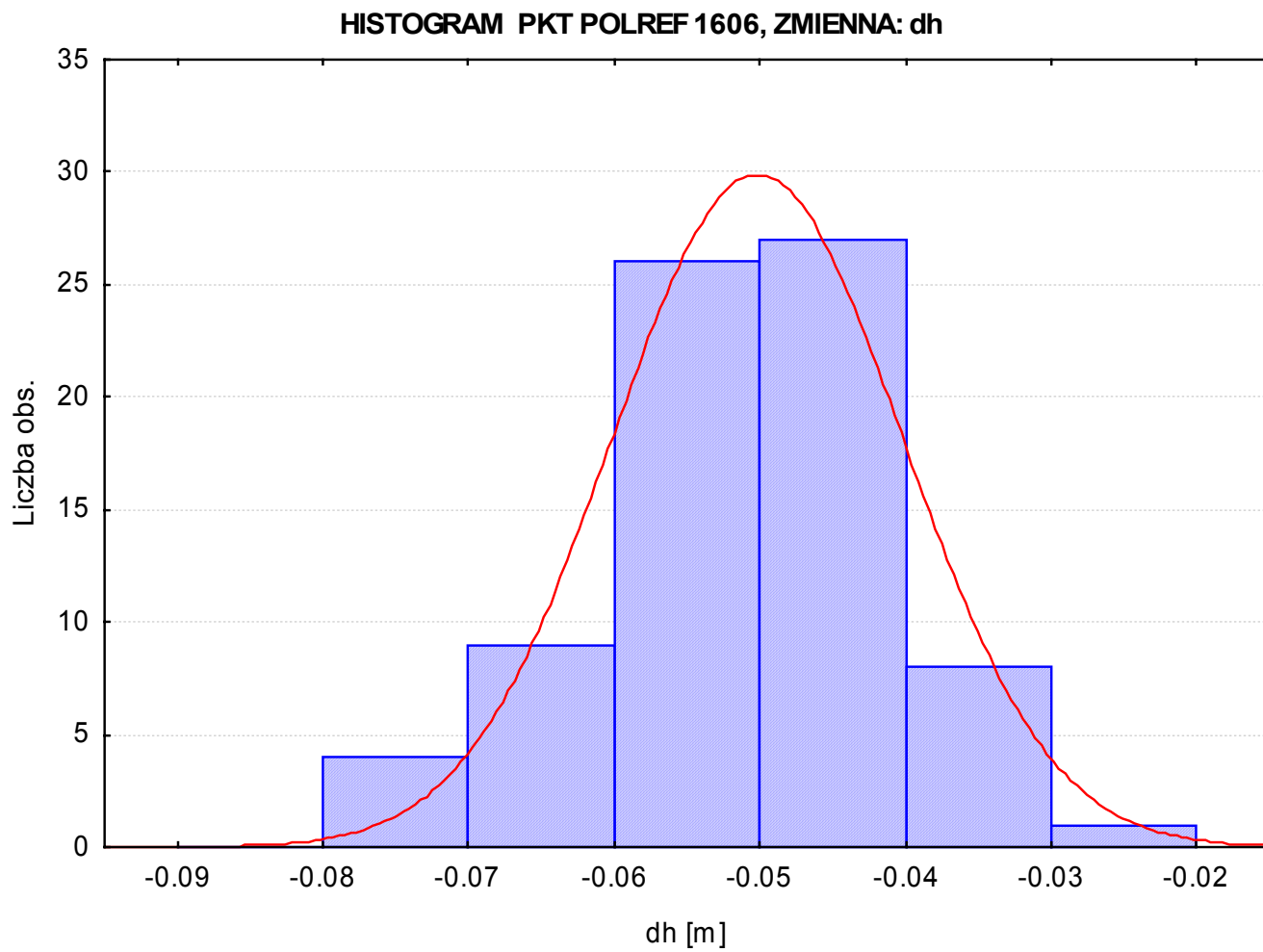
EUREF 03 10 ZMIENNA: dh



HISTOGRAM: PKT POLREF 1606, ZMIENNA dx







WNIOSKI

- Metoda VRS przydatna do pomiarów w trybie RTK,
- Wysoka wewnętrzna zgodność uzyskanych wyników pomiarów,
- Pomiar bardzo szybki – ok. 5 sek. trwał pomiar 1 punktu,
- Jakość prowadzonego pomiaru, może być kontrolowana poprzez CKiZ
- Problemy – ograniczony zasięg transmisji GPRS