PAŃSTWOWA WYŻSZA SZKOŁA TECHNICZNO-EKONOMICZNA
im. ks. Bronisława Markiewicza
w JAROSŁAWIU

Instytut Inżynierii Technicznej

KIERUNEK: GEODEZJA I KARTOGRAFIA

Studia Stacjonarne pierwszego stopnia

Łukasz Czerwonka
nr albumu 26036

Aleksandra Gontarska
nr albumu 26049

Określenie objętości wybranego zwałowiska materiałów sypkich

Świadomy/a odpowiedzialności prawnej oświadczam, że praca dyplomowa, została napisana przeze mnie samodzielnie i nie była wcześniej podstawą żadnej procedury związanej z nadaniem tytułów zawodowych i dyplomów szkoły wyższej.

Oświadczam również, że praca ta nie narusza praw autorskich w rozumieniu ustawy z dnia 04.02.1994r. o prawie autorskim i prawach pokrewnych (Dz. U. Nr 24, poz. 83 z póź. zm.) oraz dóbr osobistych chronionych prawem.

……..……..……
(podpis autora)

Praca dyplomowa napisana pod kierunkiem:
prof. zw. dr hab. inż. Józef Czaja

Jarosław 2014

Spis treści

1. Wstęp....5
2. Podstawy prawne 7
3. Metody obliczenia objętości mas ziemnych 8
3.1. Metoda siatki kwadratów....8
3.2. Metoda siatki trójkątów 10
3.3. Metoda przekrojów poziomych 11
3.4. Metoda przekrojów poprzecznych....13
4. Metody pomiaru stosowane przy określaniu objętości mas ziemnych 15
4.1. Geodezyjne 15
4.2. Fotogrametryczna 17
4.3. Skaning laserowy....18
5. Opis techniczny wybranego zwałowiska 20
6. Specyfikacja instrumentów pomiarowych 22
7. Założenie geodezyjnej osnowy pomiarowej 25
7.1. Stabilizacja punktów osnowy 25
7.2. Pomiar geodezyjny sieci punktów osnowy....26
8. Obliczenie współrzędnych punktów osnowy pomiarowej....27
8.1. Wyrównanie ścisłe sieci poziomej w programie GEONET 28
8.2. Obliczenie sieci wysokościowej w programie WinKalk 31
9. Wybór i pomiar punktów reprezentujących badaną powierzchnię terenu 32
10. Obliczenie współrzędnych punktów reprezentujących badaną powierzchnię terenu. 34
11. Programy geodezyjne....35
11.1. Program WinKalk 36
11.2. Program C-Geo....39
11.3. Program MicroStation z nakładką Bentley InRoads 43
11.4. Program Surfer....48
11.5. Analiza porównawcza przedstawionych programów 53
12. Podsumowanie 56
13. Załączniki....57
14. Bibliografia 92

1. Wstęp

Pomiary inżynierskie stanowią jedną z podstawowych dziedzin geodezji. W naszej pracy konkretnie skupiliśmy się na jednym z jej aspektów, mianowicie na określenie objętości wybranego zwałowiska materiałów sypkich. Jest to temat bardzo rozległy. Może dotyczyć między innymi: tras komunikacyjnych oraz inżynierskich, jak również inwentaryzacji składowisk materiałów sypkich. Dużą rolę odgrywa także w pracach związanych z budową osiedli mieszkaniowych oraz wszelkiego rodzaju zakładów przemysłowych, czy obiektów wielkopowierzchniowych. W dzisiejszych czasach prace związane z wyznaczaniem objętości są stale aktualne, a rola geodety jest w nich nieoceniona.

W ostatnim czasie prowadzona jest duża liczba prac budowlanych związanych z budownictwem drogowym na naszym obszarze. Prace rozpoczyna się od przygotowania terenu. Dla każdej inwestycji istotne jest określenia bilansu kubatury wykopów i nasypów w celu zminimalizowania robót ziemnych. Precyzyjne określenie bilansu robót ziemnych jest bardzo ważną kwestią ze względu na duże koszty jakie z nimi się wiążą. Nasze zainteresowania związane z geodezyjną obsługą inwestycji i budownictwem drogowym oraz możliwością wykonania zaawansowanych pomiarów inżynierskich zaważyły na wyborze tematu pracy inżynierskiej.

Przedmiotem pracy jest określenie objętości oraz graficzna prezentacja wyników w czterech programach geodezyjnych. Jako obiekt wybrano hałdę kruszywa na terenie wytwórni mas bitumicznych należącej do firmy Polimex-Mostostal S.A. w miejscowości Gniewczyna Łańcucka, w powiecie Przeworskim. Pomiar zwałowiska wykonano metodą tachimetryczną, a uzyskane wyniki wykorzystano w dalszym toku postępowania. Zakres prac obejmuję zarówno część teoretyczną, jak i praktyczną.

Część teoretyczna zawiera:

-analizę obowiązujących aktów prawnych, rozporządzeń oraz instrukcji dotyczących podstawowych zagadnień związanych z robotami ziemnymi,
-podstawowe informacje dotyczące metod pomiaru oraz sposobu wykonywania obliczeń,
-opis techniczny wybranego zwałowiska;
-charakterystyka instrumentów pomiarowych Leica TS02 oraz Trimble SPS882.

Natomiast część praktyczna dotyczy wszystkich przeprowadzonych czynności obliczeniowych, takich jak :

-wyrównanie współrzędnych punktów osnowy w programie GEONET,
-obliczenie współrzędnych punktów reprezentujących badaną powierzchnię terenu,
-obliczenie objętości inwentaryzowanego obiektu w czterech programach geodezyjnych,
-utworzenie siatek trójkątów, a na ich podstawie wygenerowanie modeli 3D,
-analiza otrzymanych wyników wyznaczenia kubatury.

Nowoczesne oprogramowanie geodezyjne pozwala na dużo szybsze opracowanie wyników pomiarów. Zazwyczaj im program bardziej nowoczesny tym praca bardziej efektywna, a rezultaty bardziej zadowalające. Ich wybór uzależniony jest od indywidualnych preferencji użytkownika oraz rodzaju wykonywanych prac.

W pracy skorzystano z czterech programów geodezyjnych w celu opracowania numerycznego modelu terenu, a w efekcie końcowym uzyskano model 3D wraz z wynikiem objętości. Każdy z programów krótko scharakteryzowano, omawiając jego największe zalety oraz wady. Oceniano je pod względem przydatności w obliczeniach kubatury mas ziemnych oraz prezentacji wyników. Jako poziom odniesienia do obliczenia objętości przyjęto średnią z wysokości punktów tworzących obrys obiektu. Na podstawie otrzymanych wyników przeprowadzono analizę porównawczą, zestawiono różnice pomiędzy programami oraz wykonano analizę dokładności obliczeń w poszczególnych programach.

Programy wykorzystane do określenia objętości zwałowiska:

1. WinKalk
   - ✓ wersja *WinKalk 4.03*
2. C-Geo
   - ✓ wersja*C-Geo V8.6*
3. Surfer
   - ✓ wersja*Surfer 11*
4. Bentley MicroStationV8 XM z nakładką Bentley InRoads
   - ✓ wersja*Bentley InRoads V8i*

2. Podstawy prawne [10,12]

Pomiary oraz obliczenia związane z określeniem objętości mas ziemnych powinny być wykonywane zgodnie z obowiązującymi przepisami prawa, takimi jak: rozporządzenia, instrukcje techniczne oraz wytyczne techniczne.

Instrukcja geodezyjna resortu przemysłu ciężkiego mówi, że inwentaryzacji geodezyjnej podlegają następujące zasoby składowisk:
1. surowce hutnicze: rudy, topniki, koks i węgiel;
2. odpady przemysłowe: popioły, żużle z wielkich pieców, stalownie i inne.
Przedmiotem pomiarów w/w składowisk jest:

- ✓ objętości zasobów,
- ✓ rozmieszczenie składowanych materiałów.

Błąd względny wyznaczania objętości zasobów w zasadzie nie może przekraczać
przekraczać:

- ✓ ± 3% dla surowców hutniczych,
- ✓ ± 5% dla odpadów przemysłowych.

Dokładność pomiarów rozmieszczenia składowanych materiałów w przestrzeni należy ustalać dostosowując do wymaganej dokładności wyznaczenia objętości oraz skali mapy nie mniejszej niż 1:500. Dokładność pomiaru objętości mniejsza od wyżej określonej, może być ustalona w wyniku dwustronnego uzgodnienia zleceniodawcy i wykonawcy pomiarów, jeżeli:

- ✓ cel danej inwentaryzacji nie wymaga wyżej określonej dokładności,
- ✓ warunki lokalne składowiska nie pozwalają, bez dodatkowych prac przygotowawczych, na uzyskanie takiej dokładności.

Zgodnie z ***Rozporządzeniem Ministra Gospodarki z dnia 19 czerwca 2002 r. w sprawie dokumentacji mierniczo-geologicznej*** obliczanie objętości wybranych przestrzeni, składowisk kopaliny i zwałowisk odpadów powinno być przeprowadzane w dostosowaniu do wymaganej dokładności obliczeń, przyjętej metody pomiaru oraz kształtu i stopnia zróżnicowania mierzonej przestrzeni. Do obliczania objętości może być stosowana metoda modelowania numerycznego z użyciem elektronicznej techniki obliczeniowej.

Błąd względny pomiaru objętości zwałów i składowisk nie powinien przekraczać dla objętości:

1) od 0 do 20 tys. m3 - 6% objętości,
2) od 20 do 50 tys. m3 - 5% objętości,
3) od 50 do 200 tys. m3 - 4% objętości,
4) od 200 do 500 tys. m3 - 3% objętości,
5) ponad 500 tys. m3 - 2% objętości.

Dodatkowo rozporządzenie to określa czynniki wpływające na dokładność wyznaczenia objętości.
Zaliczamy do nich:
- dokładność wyznaczenia położenia punktów charakterystycznych obszaru
- dokładność uchwycenia zmienności przebiegu powierzchni topograficznej (ilość i rozmieszczenie punktów)
- wpływ ustalenia poziomu odniesienia
- wybrana metoda obliczenia objętości

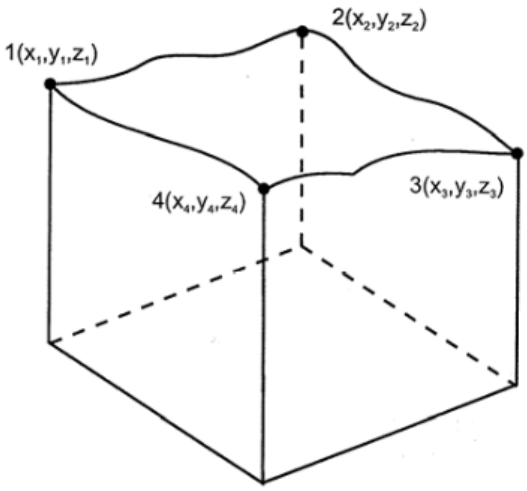
3. Metody obliczenia objętości mas ziemnych

3.1. Metoda siatki kwadratów

Metoda siatki kwadratów wykorzystywana jest w obliczeniach objętości robót ziemnych głównie w przypadku, gdy teren objęty pomiarem jest w przybliżeniu poziomy i mało urozmaicony. Objętość bryły elementarnej *(Rys.1)* oblicza się ze wzoru:

$$V = \frac{1}{4} P \left(z_1 + z_2 + z_3 + z_4\right) \tag{1}$$

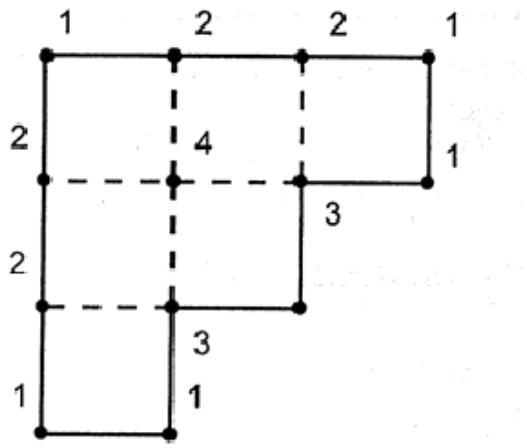
gdzie:
V-objętość bryły elementarnej,
P- pole powierzchni podstawy bryły,
z_1, z_2, z_3, z_4- wysokości punktów węzłowych siatki.



Rys. 1. Bryła elementarna [3]

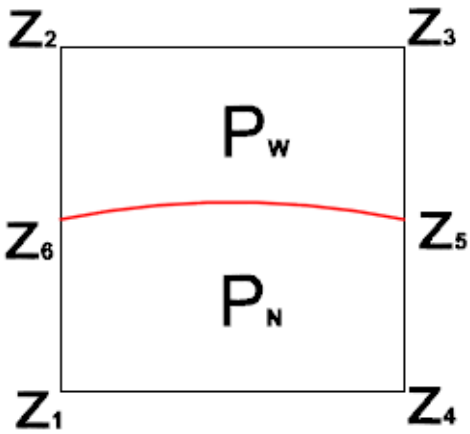
Całkowitą objętość bryły nieregularnej, której podstawę stanowią kwadraty *(Rys.2)* oblicza się ze wzoru:

$$V = \frac{1}{4} P \left(\sum z_1 + 2\sum z_2 + 3\sum z_3 + 4\sum z_4\right) \tag{2}$$



Rys. 2. Podstawa bryły nieregularnej [3]

W przypadku, gdy analizowany teren przecina linia zerowych robót, wówczas należy obliczyć objętość wykopów i nasypów według poniższych wzorów:

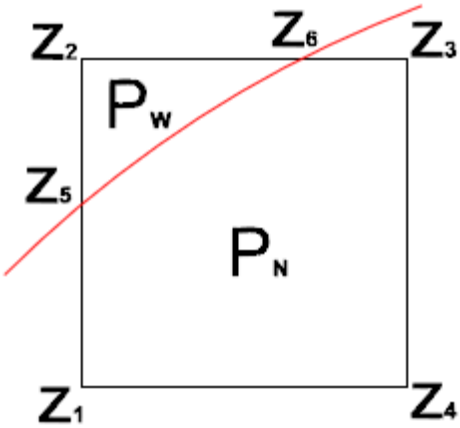


Rys. 3. Cząstkowe powierzchnie nasypu i wykopu
[źródło: opracowanie własne]

$$V_w = P_W \cdot \frac{z_6 + z_2 + z_3 + z_5}{4} \tag{3}$$

$$V_N = P_N \cdot \frac{z_6 + z_5 + z_4 + z_1}{4} \tag{4}$$

gdzie:
V_w, V_N -objętość wykopu i nasypu,
P_w, P_N -pole powierzchni wykopu i nasypu,
z_1, z_2, z_3, z_4, z_5, z_6 -wysokości punktów siatki względem płaszczyzny rozdziału robót ziemnych.



Rys. 4. Cząstkowe powierzchnie nasypu i wykopu
[źródło: opracowanie własne]

$$V_w = P \cdot \frac{z_5 + z_2 + z_6}{3} \tag{5}$$

$$V_N = P_N \cdot \frac{z_5 + z_6 + z_3 + z_4 + z_1}{5} \tag{6}$$

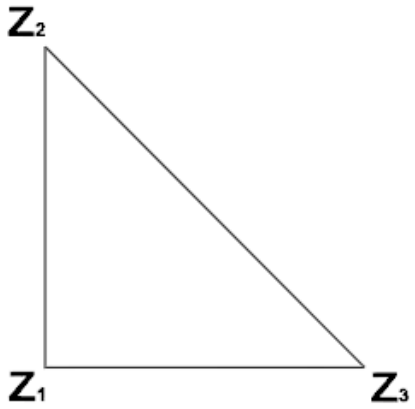
3.2. Metoda siatki trójkątów

Metodę siatki trójkątów stosuje się dla terenów o nieregularnej rzeźbie terenu. W procesie tworzenia numerycznego modelu terenu powstaje siatka trójkątów, utworzona przez punkty reprezentujące badaną powierzchnie terenu. Siatka ta powinna być wykonana w taki sposób, aby trójkąty były w miarę możliwości równoboczne i zostały uwzględnione wszystkie punkty modelu. Całkowita objętość bryły równa się sumie objętości brył elementarnych:

$$V = \sum_{i=1}^{n} V_i \tag{7}$$

V-całkowita objętość bryły,
V_i-objętość i-tej bryły elementarnej

Objętość bryły elementarnej oblicza się ze wzoru:



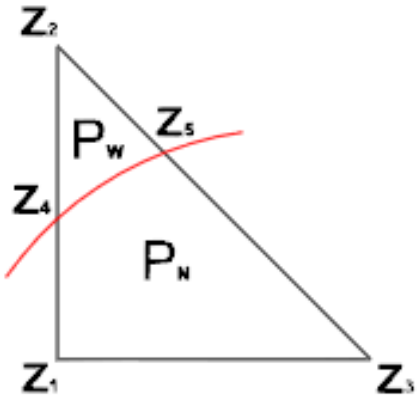
Rys. 5. Trójkąt elementarny
[źródło: opracowanie własne]

$$V = \frac{1}{3}\sum_{i=1}^{n}\left(z_1^i + z_2^i + z_3^i\right) P \tag{8}$$

gdzie:
z_1^i, z_2^i, z_3^i-wysokości punktów terenowych,
P- pole trójkąta wyznaczane ze wzoru:

$$P = \frac{1}{2}\begin{vmatrix} \Delta x_{12} & \Delta y_{12} \\ \Delta x_{13} & \Delta y_{13} \end{vmatrix} \tag{9}$$

W przypadku, gdy w granicach pojedynczego trójkąta występuje częściowo nasyp oraz częściowo wykop, wówczas objętość bryły obliczana jest ze wzoru:



Rys. 6. Trójkąt elementarny z podziałem na wykop i nasyp
[źródło: opracowanie własne]

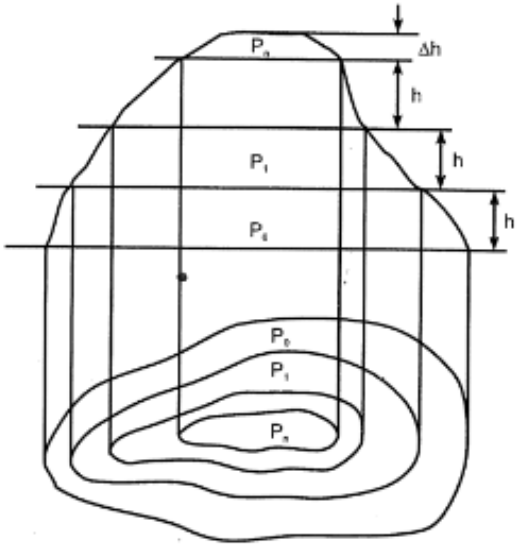
$$V_W = P_W \cdot \frac{z_4 + z_2 + z_5}{3} \tag{10}$$

$$V_N = P_N \cdot \frac{z_1 + z_4 + z_5 + z_3}{4} \tag{11}$$

P_W, P_N – powierzchnie wykopu, nasypu,
z_1, z_2, z_3, z_4, z_5 – wysokości punktów względem linii rozdziału robót ziemnych

3.3. Metoda przekrojów poziomych

Metoda przekrojów poziomych jest to metoda dosyć archaiczna. Wykorzystywana była głównie do określenia objętości różnego rodzaju składowisk. Mając zbiór punktów pomiarowych wyznaczano przebieg warstwic o zadanym cięciu. Następnie, po wyznaczeniu pola powierzchni pomiędzy poszczególnymi warstwicami przystępowano do obliczenia objętości. Objętość bryły w tej metodzie określana jest jako suma objętości elementarnych „plastrów" powstałych z przecięcia całej bryły płaszczyznami poziomymi o założonej wysokości równej cięciu warstwicowemu h *(Rys.7)*.



Rys. 7. Model warstwicowy bryły [3]

Obliczenie objętości wykonuje się na podstawie wzoru:

$$V = \frac{1}{3} h \left(P_0 + P_1 + \sqrt{P_0 P_1} + P_1 + P_2 + \sqrt{P_1 P_2} + \cdots + P_i + P_{i+1} + \sqrt{P_i P_{i+1}} + \cdots + P_{n-1} + P_n + \sqrt{P_{n-1} P_n}\right) + \frac{1}{3} \Delta h \cdot P_n \tag{12}$$

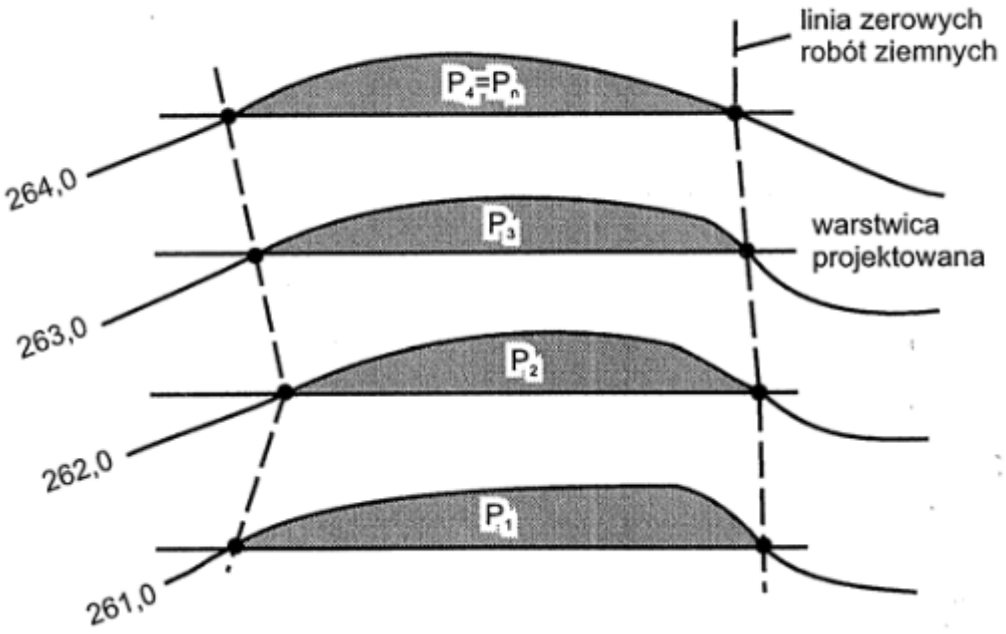
gdzie:
h- skok warstwicowy (cięcie warstwicowe),
Δh- różnica wysokości pomiędzy najwyższą warstwicą, a najwyższym punktem terenu,
P_0- pole powierzchni ograniczone najniższą warstwicą,
P_1- pole powierzchni ograniczone warstwicą o jedną wyżej,
P_n- pole powierzchni ograniczone najwyższą warstwicą.

W przypadku, gdy cięcie warstwicowe jest mniejsze od 0,5m wówczas istnieje możliwość skorzystania ze wzoru uproszczonego:

$$V = \frac{1}{2} h \left(P_0 + 2P_1 + 2P_2 + \cdots + 2P_i + \cdots + 2P_{n-1} + P_n\right) + \frac{1}{3} \Delta h \cdot P_n \tag{13}$$

Metoda ta pozwala również na określenie objętości wykopów i nasypów względem projektowanej płaszczyzny bilansowej. Dla przykładu, wyznaczenie objętości wykopu polega na wyznaczeniu powierzchni ograniczonych jednoimiennymi warstwicami oraz liniami projektowanej płaszczyzny, a następnie skorzystaniu ze wzoru:

$$V_W = \frac{h}{2}(P_1 + 2P_2 + \cdots + 2P_{n-1} + P_n) \tag{14}$$



Rys. 8. Model warstwicowy terenu i powierzchnia projektowa [3]

3.4. Metoda przekrojów poprzecznych

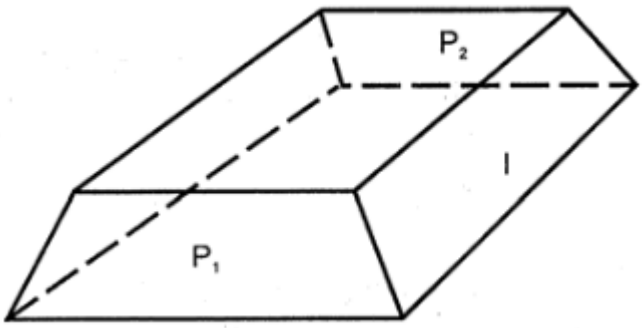
Metoda przekrojów poprzecznych stosowana jest dla obiektów o charakterze liniowym, np. rowy, drogi, linie kolejowe. W obliczeniach stosuje się dane zawarte na profilu podłużnym oraz przekrojach poprzecznych. Pola powierzchni przekrojów wyznaczane są graficznie, bądź w programach typu CAD. Objętość bryły oblicza się ze wzoru:

$$V = \frac{1}{3}\, l\, \left(P_1 + P_2 + \sqrt{P_1 P_2}\right) \tag{15}$$

lub

$$V = \frac{1}{2}\, l\, (P_1 + P_2) \tag{16}$$

gdzie:
P_1, P_2- pola powierzchni przekrojów utworzonych z przecięcia terenu płaszczyznami pionowymi,
$P_{śr}$- pole powierzchni przekroju wykonanego w połowie odległości pomiędzy przekrojami pierwszym i drugim,
l- odległość.



Rys. 9. Obliczanie objętości bryły wydłużonej [3]

Wykorzystywane są także wzory:

- ✓ Wzór Simpsona

$$V = \frac{1}{6} l (P_1 + P_2 + 4P_{sr}) \tag{17}$$

gdzie:
P_{sr} – powierzchnia przekroju usytuowanego w środku pomiędzy P_1 i P_2

W przypadku, gdy górna i dolna podstawa bryły nie są do siebie równoległe oraz dolna podstawa nie jest pozioma, wówczas objętość bryły oblicza się korzystając ze wzoru Jepsena:

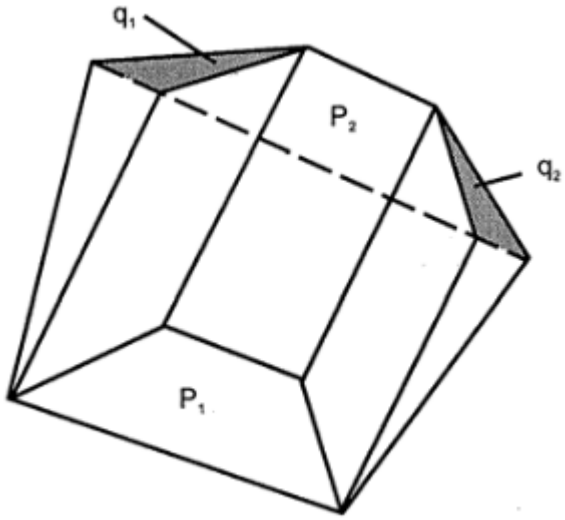
$$V = \left[\frac{P_1 + P_2}{2} - m\frac{(h_2 - h_1)^2}{6}\right] \cdot l \tag{18}$$

gdzie:
h_1, h_2 – wysokości przekrojów poprzecznych w osi podłużnej,
m – spadek terenu w kierunku osi podłużnej.

- ✓ Wzór Winklera

$$V = \left(\frac{P_1 + P_2}{2} - \frac{q_2 + q_1}{2}\right) \cdot l \tag{19}$$

gdzie:
q_1, q_2 – różnice powierzchni pól przekrojów poprzecznych



Rys. 10. Obliczanie objętości bryły wydłużonej sposobem Winklera [3]

4. Metody pomiaru stosowane przy określaniu objętości mas ziemnych

Na wybór metody pomiaru składa się wiele czynników. W większości przypadków zależy ona od rodzaju obszaru, jego wielkości oraz sprzętu pomiarowego, którym dysponujemy. W większości zagadnień realizowanych w pomiarach inżynierskich, gdzie do określenia objętości mamy stosunkowo niewielki obszar i dobre warunki do pomiaru wykorzystuje się metody klasyczne. Zaliczamy do nich: niwelacje siatkową, punktów rozproszonych, przekrojów podłużnych i poprzecznych, tachimetrię oraz GPS RTK. Natomiast w przypadku obszarów rozległych, niedostępnych stosuje się metody fotogrametryczne oraz skaning laserowy.

4.1. Geodezyjne

✓ niwelacja siatkowa

Metoda ta wykorzystywana jest dla powierzchni płaskiej lub przy łagodnie nachylonych stokach. Najlepszym przykładem obiektu, do którego można wykorzystać tę metodę jest pomiar wyjściowy terenu przewidzianego pod budowę boiska sportowego. W tym celu na terenie objętym budową projektuje się siatkę kwadratów i przeprowadza się jej pomiar w celu określenia wysokości punktów terenu. Na podstawie otrzymanych wyników określa się rzędną płaszczyzny bilansującej roboty ziemne, tak aby w jak najwyższym stopniu zminimalizować sumę objętości wykopów z nasypami.

✓ niwelacja punktów rozproszonych

Niwelację punktów rozproszonych stosujemy dla powierzchni falistych o zdecydowanych formach morfologicznych, ale niezbyt zróżnicowanych wysokościach.

✓ niwelacja przekrojów podłużnych i poprzecznych

Niwelację przekrojów podłużnych i poprzecznych używa się dla tras komunikacyjnych i powierzchni częściowo zakrytych i zalesionych. Praktycznym zastosowaniem tej metody są obiekty liniowe np. drogi, linie kolejowe.

✓ tachimetria

Wykorzystywana do pomiarów terenu o urozmaiconej rzeźbie, nagłych zmianach nachyleń, o formach powstałych na skutek działalności człowieka takich jak: wysypiska, hałdy, wyrobiska górnicze. Metoda ta jest najpopularniejsza i najczęściej stosowana w pracy geodetów, lecz z biegiem czasu oraz z pojawianiem się coraz nowocześniejszego sprzętu zastępowana przez pomiary GPS, czy tachimetry skanujące.

- ✓ metoda GPS RTK

Obecnie to jedna z najpopularniejszych geodezyjnych metod pomiaru, która umożliwia również realizację do niedawna niewykonalnych zadań. Jej największym atutem przy określaniu objętości jest szybkość wykonywanych pomiarów. Obecnie RTK to jedna z najnowocześniejszych na świecie technologii dokładnych pomiarów uzyskiwanych w czasie rzeczywistym. Konkurować może z nią tylko interferometria radarowa oraz skaning laserowy. Po zakończonym pomiarze mamy do dyspozycji gotowe współrzędne, na podstawie których przechodzimy do obliczenia objętości w dowolnym programie geodezyjnym. Praca z odbiornikiem GPS nie wymaga dużego nakładu pracy, a do jego obsługi wystarczy jedna osoba.

Foto. 1. Pomiar hałdy metodą RTK [15]

Foto. 2. Pomiar hałdy metodą RTK [15]

4.2. Fotogrametryczna

Metoda fotogrametryczna stosowana jest głównie przy inwentaryzacji obiektów trudno dostępnych, składowisk materiałów będących w ciągłej produkcji, bądź kontroli stanów magazynowanych. Zasada pomiaru opiera się na rejestrowaniu obrazów. Zdjęcia wykonywane są przy wykorzystaniu odpowiedniej kamery. Każdy obiekt fotografowany jest w kilku seriach, dzięki czemu uzyskiwana jest bardzo duża liczba ujęć. Zarejestrowany obraz posiada bardzo dużo informacji, co pozwala w dalszych etapach opracowania wyników na wierniejsze odtworzenie obiektu. Następnie przystępuje się do opracowania kameralnego. W pracowni fotogrametrycznej wykonywane są prace mające na celu wyznaczenie objętości. Przy wykorzystaniu stacji bazowej tworzone są modele mierzonych obiektów, poprzez generację nieregularnej siatki kwadratów. Powstałe w ten sposób modele przekazywane są do środowiska obliczeniowego. W efekcie końcowym powstają raporty z obliczeń oraz różnego rodzaju opracowania graficzne i numeryczne obrazujące stan inwentaryzowanych obiektów.

Głównymi zaletami pomiaru fotogrametrycznego są:

- ✓ krótki czas prac terenowych,
- ✓ precyzja,
- ✓ wysoka dokładność,
- ✓ nieinwazyjność,
- ✓ możliwość pomiaru obiektów niedostępnych.

Metoda ta jest obiektywna. Na wynik pomiaru nie ma wpływu osobista interpretacja pomiarowego. Poprzez automatyczne modelowanie powierzchni, pozwala ona na wierne odtworzenie rzeczywistych kształtów mierzonych hałd. Dzięki temu zostają wyeliminowane czynniki wpływające negatywnie na pomiar, a uzyskane wyniki są wiarygodne i rzetelne.

Foto. 3. Pomiar punktów wraz z wykonywaniem zdjęć na wysięgniku [13]

4.3. Skaning laserowy

Skaning laserowy jest to metoda bardzo nowoczesna i uniwersalna. Polega ona na szybkim wyznaczeniu współrzędnych XYZ dużej liczby punktów. W wyniku pomiaru otrzymywana jest tzw. "chmura punktów", która umożliwia wygenerowanie trójwymiarowego modelu skanowanego obiektu. Skaning laserowy wykorzystywany jest zarówno w pomiarach naziemnych, jak i lotniczych. W pomiarach naziemnych technologię tę realizują dwa systemy: tachimetry skanujące oraz skanery laserowe. Pozyskują one miliony punktów wykonując rejestracje współrzędnych XYZ w dowolnym przestrzennym układzie współrzędnych. W tym celu umieszcza się skaner, bądź tachimetr na statywie geodezyjnym *(Foto.4).* Jeśli zachodzi taka potrzeba i celem pomiaru są obiekty o dużych gabarytach stosuje się pomiar z wielu stanowisk.

Foto. 4. Pomiar objętości tachimetrem skanującym [14]

Natomiast w pomiarach lotniczych skaner laserowy, umieszczony jest nieruchomo pod kadłubem samolotu *(Foto.5).*

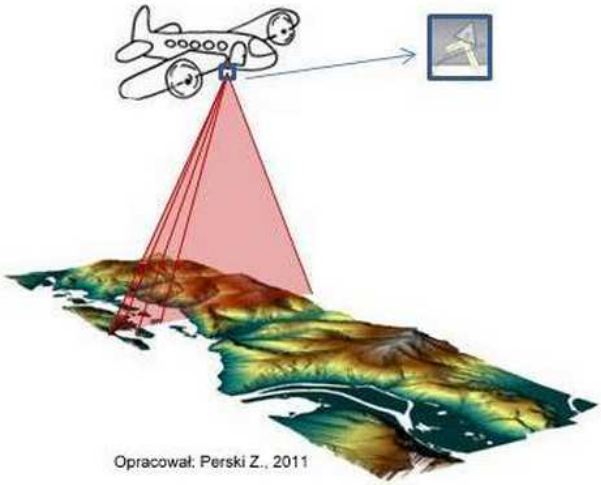


Foto. 5. Samolot wykonujący pomiar rzeźby terenu [14]

Po zakończeniu pomiaru uzyskane wyniki są przetwarzane *(Foto.6)*. Usuwane są te punkty, które w kolejnych etapach opracowania nie zostaną wykorzystane. Następnie na podstawie przetworzonych danych tworzony jest NMT obiektu. Skaning laserowy pozwala na uzyskanie bardzo dokładnych informacji o geometrii obiektu, co z kolei wpływa na jego wierniejsze odwzorowanie. Ponadto metoda ta umożliwia wykonywanie pomiaru w miejscach niedostępnych oraz obszarach stanowiących zagrożenie.

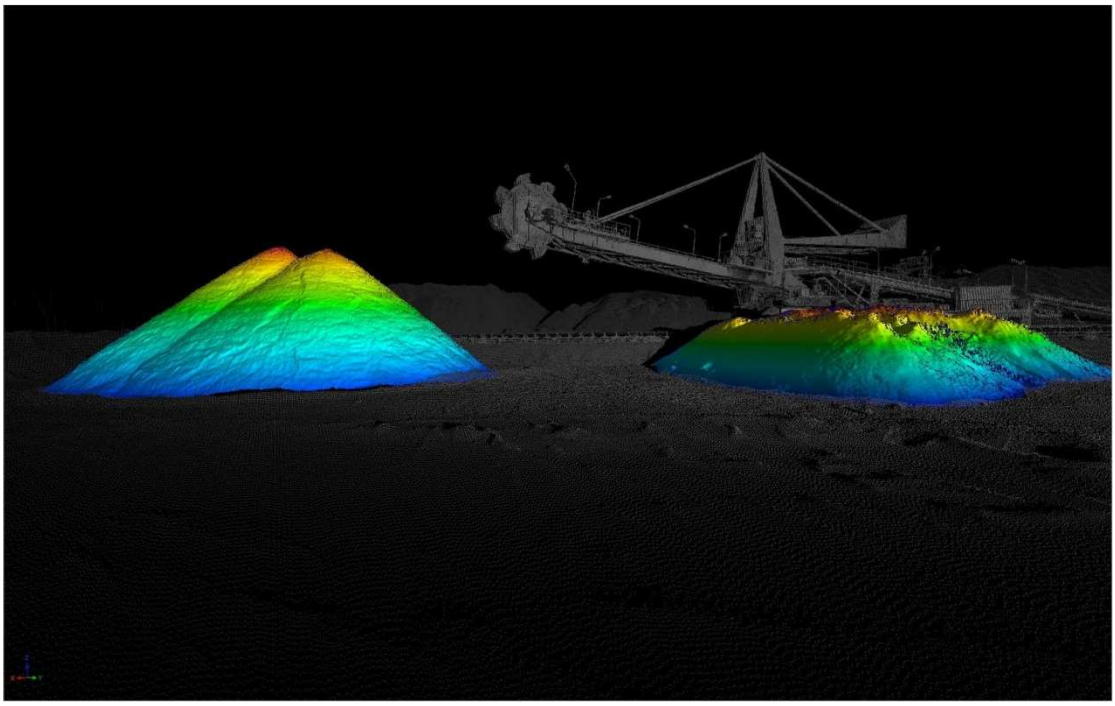


Foto. 6. Etap przetwarzania wyników pomiaru [16]

Podsumowując, wybór metody pomiaru uzależniony jest przede wszystkim od charakteru powierzchni terenu. Coraz częściej stosuje się metody bez fizycznego udziału geodety. W pomiarach fotogrametrycznych oraz z zastosowaniem skaningu pomiar jest niezależny, a na wynik nie wpływa osobista interpretacja pomiarowego. Nie można tego powiedzieć natomiast o metodach klasycznych. W tym przypadku geodeta w trakcie pomiaru w terenie interpretuje na bieżąco kształt hałdy, przez co wynik jest nieobiektywny, a przy wielkich zwałowiskach niezbędna jest generalizacja mierzonego obiektu. Przy wykorzystaniu metod klasycznych, często nie ma możliwości wiernego odtworzenia prawdziwego kształtu obiektu. Z kolei dla metody fotogrametrycznej nieregularne hałdy nie stanowią problemu technicznego. Ponadto metoda fotogrametryczna oraz skaning są ekonomiczne, wystarczająco dokładne, a przy tym ograniczają zakres prac polowych.

5. Opis techniczny wybranego zwałowiska

Mierzona hałda usytuowana jest na terenie otaczarni, w miejscowości Gniewczyna Łańcucka w powiecie przeworskim, województwo podkarpackie. Tymczasowa wytwórnia mas bitumicznych należy do firmy Polimex-Mostostal S.A., której siedziba znajduje się w Warszawie *(Foto.7)*. Powyższa otaczarnia powstała w celu zapewnienia surowca na potrzeby budowy odcinka autostrady A4 łączącej Rzeszów (węzeł Rzeszów Wschód) – Jarosław (węzeł Wierzbna).

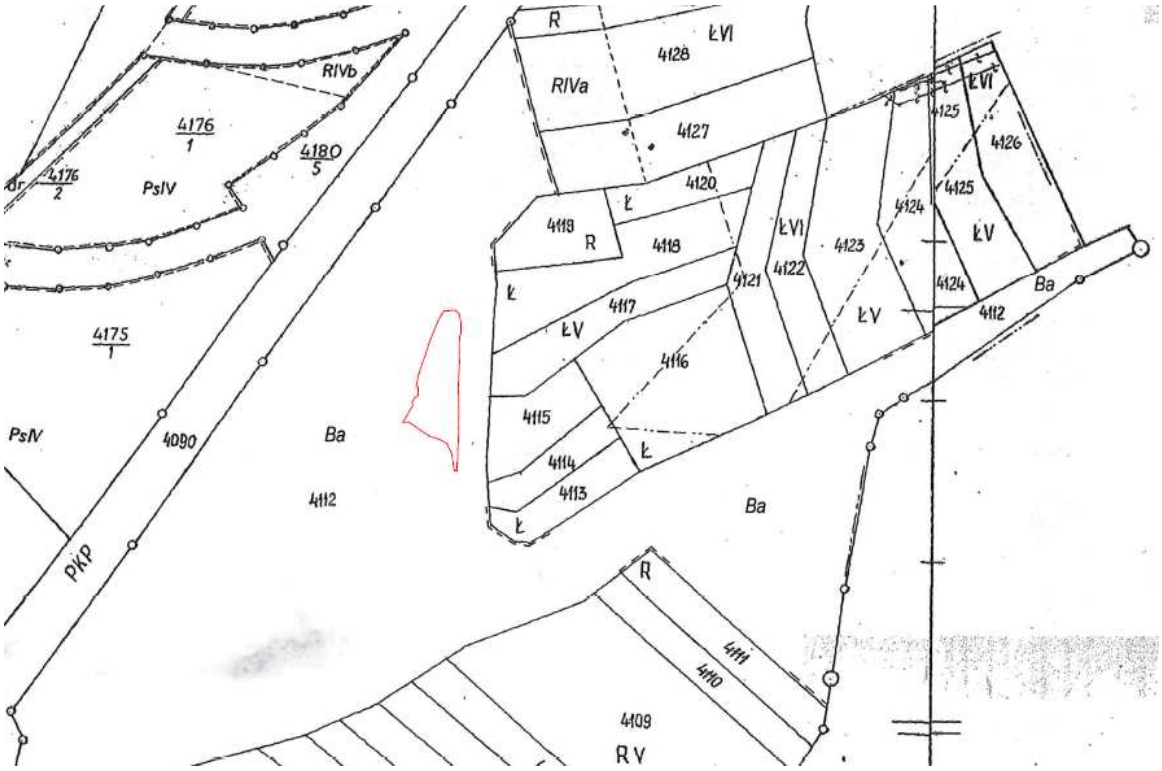
Foto. 7. Wytwórnia mas bitumicznych w Gniewczynie Łańcuckiej
[źródło: fotografia własna]

Spośród wszystkich zwałowisk znajdujących się na terenie wytwórni wybrano jedno, wyróżniające się pod względem wyrazistych kształtów, dogodnych warunków do pomiaru, a także możliwością zaprojektowania odpowiedniej osnowy pomiarowej. Inwentaryzowany obiekt położony jest w północno-wschodniej części działki, na której usytuowana jest otaczarnia. Składowany materiał to kruszywo naturalne, łamane o frakcji 0/4 wapienne, używane jako jeden z komponentów do produkcji mas bitumicznych, wykorzystywane w budownictwie drogowym.

Foto. 8. Inwentaryzowany obiekt od strony północno-wschodniej
[źródło: fotografia własna]

Wymiary inwentaryzowanego obiektu:
- długość około 60 m,
- szerokość, w najszerszym miejscu około 30m, natomiast w najwęższym około 10m,
- wysokość około 7m.

Foto. 9. Inwentaryzowany obiekt od strony południowo-wschodniej
[źródło: fotografia własna]



Rys. 11. Szkic lokalizacyjny inwentaryzowanego obiektu na terenie otaczarni
[źródło: opracowanie własne]

6. Specyfikacja instrumentów pomiarowych

Tachimetr elektroniczny to podstawowe wyposażenie każdego geodezyjnego zespołu pomiarowego. Stanowi on połączenie funkcji teodolitu oraz dalmierza. Przeznaczony jest do pomiaru kątów poziomych i pionowych, a także odległości. Współczesne tachimetry elektroniczne dają możliwość wykonywania bardzo skomplikowanych prac inżynierskich. Wyposażone są w klawiaturę bądź dotykowy ekran, system umożliwiający odczyt oraz różnego rodzaju programy pozwalające na zastosowanie rozmaitych technik pomiarowych. Standardem jest możliwość wykonywania pomiarów bez konieczności korzystania reflektora dalmierczego. Istnieją również tachimetry, które same rozpoznają cel i automatycznie wykonują celowanie, a dodatkowo wiązką lasera skanują cały obiekt. Są to tzw. tachimetry zrobotyzowane do jednoosobowej obsługi. Wszelkiego rodzaju innowacyjne rozwiązania technologiczne zastosowane w tachimetrach sprawiają, że obsługa danego instrumentu staje się prostsza i wymaga mniejszego nakładu pracy. Coraz większy wpływ na wykonywanie pomiarów ma rozwój technologii satelitarnych. Dzięki tym pomiarom możliwe jest wyznaczanie współrzędnych danego obiektu o dowolnej porze, w każdych warunkach atmosferycznych, a także w dowolnym miejscu na kuli ziemskiej. Po za tym pomiar GPS jest znacznie szybszy od klasycznych metod wykonywania pomiarów, natomiast uzyskane wyniki są bardzo dokładne.

Podczas wykonywania pomiarów wykorzystano tachimetr bezlustrowy FlexLine plus TS02 R500 7” firmy Leica *(Foto.10)* oraz zestaw Trimble SPS 882 GNSS *(Foto.11, 12)*. Tachimetry firmy Leica są to urządzenia znane z wysokiej jakości, zapewniające pełną wszechstronność i wydajność w pracach geodezyjnych. Seria FlexLine występuje na rynku w trzech modelach: TS02, TS06, TS09, z pięcioma możliwymi do wyboru dokładnościami kątowymi. Tachimetr TS02 jest idealny do podstawowych pomiarów geodezyjnych. Wyposażony jest w standardową klawiaturę oraz wysokiej rozdzielczości wyświetlacz, dzięki któremu możliwy jest natychmiastowy podgląd pomiarów. Pozwala na wyznaczanie odległości do reflektora na odległość 3500m. Umożliwia także wykonywanie pomiarów bezlustrowych o zasięgu do 500m. Dokładność pomiaru odległości na pryzmat wynosi 1,5mm+2ppm, natomiast do dowolnej powierzchni 2mm+2ppm. Jedną z zalet tego instrumentu jest możliwość eksportu bądź importu danych przez złącze USB lub Bluetooth, dzięki temu użytkownik nie musi łączyć tachimetru z komputerem i ustawiać parametrów transmisji.

Foto. 10. Tachimetr elektroniczny Leica TS02
[źródło: fotografia własna]

Wykorzystany w pomiarach instrument jest prosty w obsłudze, przez co praca przebiegła w sposób szybki i płynny. Jego czytelne menu oraz wskazówki wyświetlane na ekranie zapewniały komfort pracy. Dzięki temu, że tachimetr jest odporny na pył i wodę umożliwiało to pracę w niekorzystnych warunkach atmosferycznych.

Tabela 1. Parametry techniczne tachimetru Leica TS02

POMIAR KĄTA(Hz, V)	
Dokładność	3”(10^{cc}), 5”(15^{cc}), 7”(20^{cc})
Metoda	Absolutna, ciągła, średnicowa
Dokładność wyświetlania	1”/1^{cc}
POMIAR ODLEGŁOŚCI	
Pomiar bezlustrowy	500m
Pomiar na jedno lustro	3,5km
Dokładność pomiaru bezlustrowego	±(2+2ppm x D)mm
Dokładność pomiaru na lustro	±(1,5+2ppm x D)mm
Minimalny odczyt	0.1mm
Czas pomiaru lustrowego	Standard 2s/Śledzenie 0.5s
Czas pomiaru bezlustrowego	Standard 2s/Śledzenie 0.5s
LUNETA	
Powiększenia lunety	30x
Minimalna ogniskowa	1,7m
Pole widzenia lunety	$1^{o}30'$
Obraz	Prosty
Średnica lunety	45mm
Wskaźnik lasera	tak
Zakres pracy kompensatora	±3’
Dokładność kompensatora	2”
LIBELLA	
Czułość libelli pudełkowej	8’/2mm
Czułość libelli rurkowej	20”/2mm(elektroniczna)
WŁAŚCIWOŚCI	
Wyświetlacz	Monochromatyczny, graficzny, podświetlany,160x288 pikseli
Klawiatura	Prosta kodowa
System operacyjny	WindowsCE 5.0core
Waga instrumentu	5.1kg
Transmisja danych	Kabel RS-232C/USB
Pamięć wewnętrzna	24 000 punktów
Czas pracy na jednej baterii	do 30godzin
Temperatura pracy	Od -20°C do +50°C
Pyłoszczelność	IP 5X
Wodoszczelność	IPX5

[źródło: opracowanie własne]

W skład zestawu Trimble SPS882 GNSS wchodzi: odbiornik Trimble SPS882 GNS oraz kontroler TSC2. Odbiornik przeznaczony jest głównie do prac geodezyjnych. Coraz większą rolę odgrywa również w pracach budowlanych i przy sterowaniu pracą maszyn budowlanych. Dzięki zaawansowanej technologii Trimble Maxwell odbiornik daje możliwość śledzenia większej liczby konstelacji satelitów, a co za tym idzie zwiększa się dokładność wykonywanych pomiarów w niesprzyjających warunkach. Sterowanie odbiornikiem odbywa się poprzez kontroler, a przy pomiarach RTK niezbędny jest radiomodem, za pomocą którego poprawki do obserwacji otrzymujemy w czasie rzeczywistym. Praca z odbiornikiem jest niezwykle szybka i prosta.

Foto. 11. Zestaw GPS Trimble SPS 882
[źródło: fotografia własna]

Największymi zaletami odbiornika są:

- ✓ Praca w temperaturze od -40°C do +65°C
- ✓ Wodoszczelność z zanurzeniem do głębokości 1m
- ✓ Pyłoszczelność
- ✓ Dokładność pomiaru RTK: pozioma 8mm+1ppm RMS, pionowa 15mm+1ppm RMS
- ✓ Czas pracy na wbudowanym akumulatorze 5 godzin

Foto. 12. Odbiornik GPS firmy Trimble [17]

7. Założenie geodezyjnej osnowy pomiarowej

Dnia 2 września 2013r. przystąpiono do prac pomiarowych, związanych z określeniem objętości wybranego zwałowiska. Prace rozpoczęto od uzyskania zgody na wejście na teren otaczarni należącej do firmy Polimex-Mostostal S.A. oraz możliwość przeprowadzenia pomiarów. Na podstawie przeprowadzonego wywiadu terenowego stwierdzono, że najlepszą metodą pomiaru osnowy będzie metoda kierunkowa, natomiast najdogodniejszą metodą pomiaru hałdy będzie pomiar tachimetryczny.

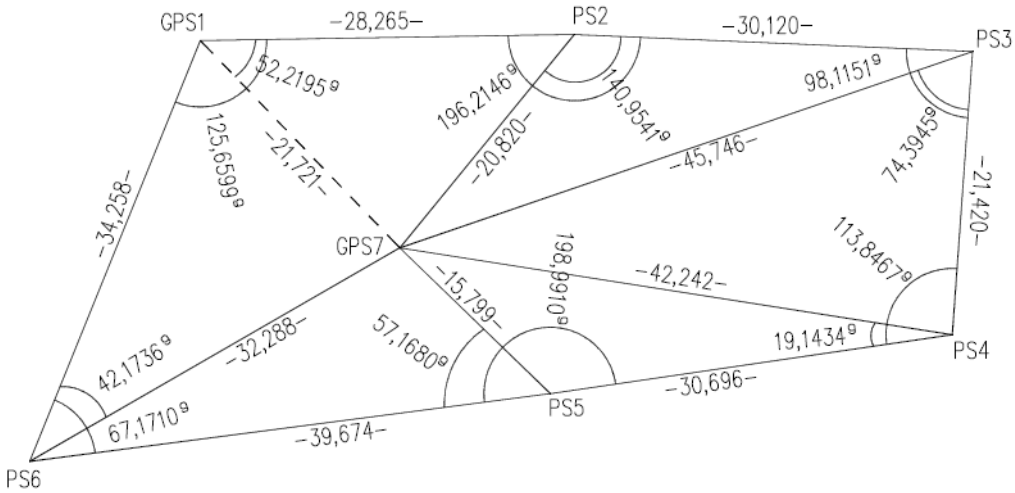
7.1. Stabilizacja punktów osnowy

Pomiar rozpoczęto od założenia osnowy pomiarowej. Osnowa składała się z sześciu punktów, równomiernie rozmieszczonych wokół inwentaryzowanego obiektu. Dodatkowo, w celu wzmocnienia sieci, założono punkt nr GPS7 na szczycie mierzonej hałdy. Punkty zastabilizowano palikami drewnianymi *(Foto.13)*, w miejscach dogodnych do pomiaru z zapewnieniem widoczności między punktami. Z uwagi na ciągłą eksploatacje składowanego kruszywa, tzn. na wybieranie lub dosypywanie zmieniają się jego kształty i wymiary, przez co punkty osnowy pomiarowej stabilizowane są tymczasowo i nie jest konieczne sporządzanie opisów topograficznych. Mając założoną osnowę przystąpiono do jej pomiaru.

Foto. 13. Zastabilizowany punkt osnowy pomiarowej
[źródło: fotografia własna]

7.2. Pomiar geodezyjny sieci punktów osnowy

Do pomiaru kątów w naszej sieci zastosowano metodę trzech statywów. Metoda ta ma na celu ograniczenie do minimum wpływu przypadkowych błędów centrowania tachimetru i sygnałów na błąd pomiaru kierunków i odległości. Jak wspomniano wyżej, pomiar wykonano metodą kierunkową w dwóch położeniach lunety. W celu zwiększenia dokładności pomiar wykonano w dwóch seriach. Wysokości punktów określono za pomocą niwelacji trygonometrycznej. Obejmowała ona pomiar kątów pionowych w dwóch położeniach lunety *(załącznik nr 5)*. Dodatkowo na każdym stanowisku zmierzono wysokość instrumentu oraz sygnałów ustawionych na kierunku lewym oraz prawym. Wyniki sukcesywnie notowano do dzienników pomiarowych *(załącznik nr 4)*.



Rys.12. Szkic osnowy pomiarowej
[źródło: opracowanie własne]

Na dwóch punktach osnowy ustawiono odbiornik GPS i wykonano pomiar statyczny, trwający jedną godzinę, przy interwale rejestracji 1s *(Foto.14)*. Przygotowanie odbiornika do pomiaru obejmowało: zmierzenie wysokości do środka zderzaka, wprowadzenie wszystkich niezbędnych parametrów oraz sporządzenie szkiców przysłonięcia horyzontu satelitarnego *(załącznik nr 3)*. Dzięki pomiarowi GPS uzyskano współrzędne w układzie PUWG 2000 strefa 8 oraz wysokości punktów w układzie Kronsztad 86. Dane te posłużyły do wyrównania osnowy, a także do określenia wysokości pozostałych punktów sieci.

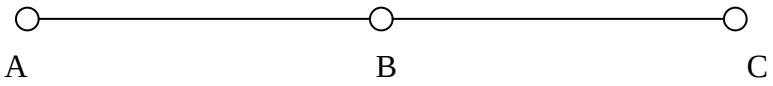
Foto. 14. Odbiornik GPS Trimble podczas pomiaru statycznego
[źródło: fotografia własna]

8. Obliczenie współrzędnych punktów osnowy pomiarowej

Wyznaczenie stałej dalmierza

Stała dalmierza dla instrumentu Leica TS02 wyznaczona została na terenie uczelni PWST-E w Jarosławiu. W tym celu skorzystano z istniejącej osnowy realizacyjnej w postaci filarów. Stałą wyznaczono dla dwóch rodzajów luster pomiarowych GPR1 oraz 360°, z których korzystano podczas wykonywania pomiarów.

W celu określenia stałej wykorzystano trzy filary, z zamontowanymi spodarkami. Na jednym z nich należało ustawić instrument, natomiast na dwóch pozostałym lustro pomiarowe i pomierzyć między nimi odległości. Kolejnym krokiem było przestawienie instrumentu odpowiednio na drugi oraz trzeci filar i wykonanie pomiaru odległości do luster. W wyniku czego uzyskano sześć odległości. Taki sam zestaw czynności wykonano dla drugiego lustra.



Zestawione odległości prezentują się następująco:

Tabela 2. Zestawienie odległości z pomiaru na filarach

Odległość	***Typ lustra***	
	GPR1	***360°***
$\|AB\|$	53,959	53,959
$\|AC\|$	107,955	107,954
$\|BA\|$	53,959	53,958
$\|BC\|$	53,996	53,995
$\|CA\|$	107,955	107,954
$\|CB\|$	53,999	53,995

[źródło: opracowanie własne]

$$|AB| + c + |BA| + c + |BC| + c + |CB| + c = |AC| + c + |CA| + c \tag{20}$$

$$c = \frac{|AC| + |CA| - (|AB| + |BA| + |BC| + |CB|)}{2} \tag{21}$$

Tabela 3. Wielkości stałej dodawania dla obu luster

Stała	***Typ lustra***	
	GPR1	***360***
c	-1,5mm	0,5mm

[źródło: opracowanie własne]

Na podstawie otrzymanej wartości, zostały poprawione wszystkie długości boków osnowy, a następnie wykorzystane w wyrównaniu osnowy pomiarowej.

8.1. Wyrównanie ścisłe sieci poziomej w programie GEONET

Proces wyrównania osnowy przeprowadzono w programie GEONET. W tym celu skorzystano z modułu obliczeniowego *„Osnowa”*, który umożliwia wyrównanie sieci płaskiej oraz wysokościowej. Ponadto program z przeprowadzonego procesu obliczeniowego generuje bardzo czytelny raport zawierający wyniki wyrównania. Wyrównanie sieci poziomej obejmowało wykonanie trzech kroków:

- ✓ wstępnej kontroli sieci poziomej,
- ✓ obliczenie współrzędnych przybliżonych,
- ✓ wyrównanie ścisłe sieci poziomej.

Pierwszy z nich polegał na wykonaniu sprawdzenia istniejących zbiorów obserwacji. Program wykrywa ewentualne błędy grube, bądź pomyłki w numeracji. Następnie automatycznie obliczane są współrzędne przybliżone. Ostatnim etapem jest wyrównanie ścisłe sieci poziomej. Program umożliwia wyrównanie sieci dwoma metodami: najmniejszych kwadratów lub estymacji mocnej. W efekcie końcowym otrzymujemy plik z opisem wyrównania, a także wykaz współrzędnych wyrównanych wraz z parametrami oceny dokładności.

Do wykonania obliczeń niezbędne było stworzenie plików wsadowych do programu, które należało podać przed wyrównaniem sieci. Jeden z nich zawierał uśrednione kąty *(Tabela nr 4)*, natomiast drugi uśrednione długości poprawione o stałą dalmierza *(Tabela nr 5)*. Konieczne było również podanie wartość błędu średniego pomiaru kąta oraz błędu średniego mierzonej długości. Błąd kąta, jaki przyjęto do wagowania to 13^{cc}, uzyskany na podstawie wyrównania par spostrzeżeń jednakowo dokładnych, natomiast dla długości przyjęto błąd 1,5mm odczytany z metryczki instrumentu. Jako stałe w wyrównaniu przyjęto współrzędne punktu nr GPS1 oraz azymut na punkt nr GPS7. Współrzędne punktów uzyskano z pomiaru statycznego w układzie współrzędnych PUWG 2000. Wyrównanie sieci wykonano metodą najmniejszych kwadratów. Ostateczne współrzędne z wyrównania w programie GEONET zestawiono w tabeli nr 6. W wyniku wyrównania otrzymano błędy średnie obserwacji wyrównanych przedstawione w tabeli nr 7. Pełen raport z przeprowadzonego wyrównania sieci płaskiej w programie zamieszczono w załączniku nr 7.

Tabela 4. Zestawienie uśrednionych kątów

Stanowisko	Kierunek			Kąt [^{g}]
	Lewy	Centralny	Prawy	
GPS1	PS2	GPS1	GPS7	52,2195
	PS2	GPS1	PS6	125,6599
PS2	PS3	PS2	GPS7	140,9541
	PS3	PS2	GPS1	196,2146
PS3	PS4	PS3	GPS7	74,3945
	PS4	PS3	PS2	98,1151
PS4	PS5	PS4	GPS7	19,1434
	PS5	PS4	PS3	113,8467
PS5	PS6	PS5	GPS7	57,1680
	PS6	PS5	PS4	198,9910
PS6	GPS1	PS6	GPS7	42,1736
	GPS1	PS6	PS5	67,1710

[źródło: opracowanie własne]

Tabela 5. Zestawienie uśrednionych odległości

Stanowisko	Cel	Odległość [m]
GPS1	PS2	28,265
	GPS7	21,721
	PS6	34,258
PS2	PS3	30,120
	GPS7	20,820
	GPS1	28,265
PS3	PS4	21,420
	GPS7	45,746
	PS2	30,12
PS4	PS5	30,696
	GPS7	42,242
	PS3	21,420
PS5	PS6	39,674
	GPS7	15,799
	PS4	30,696
PS6	GPS1	34,258
	GPS7	32,288
	PS5	39,674

[źródło: opracowanie własne]

Tabela 6. Ostateczne współrzędne osnowy pomiarowej

Nr punktu	***X [m]***	***Y [m]***
GPS1	5552796,9920	8394447,5290
GPS7	5552809,3699	8394465,3780
PS2	5552824,9672	8394451,5910
PS3	5552854,4665	8394457,6826
PS4	5552849,5156	8394478,5234
PS5	5552818,8209	8394478,0399
PS6	5552779,1644	8394476,7859

[źródło: opracowanie własne]

```
------------------------------------------------------------------ geonet_2006--
|                W S P Ó Ł R Z Ę D N E     W Y R Ó W N A N E                   |
-------------------------------------------------------------------------------
| Lp. |     NR PUNKTU     |       X       |       Y       |   Mx    |   My    |   Mp    |Inf|
|     |                   |               |               |   A     |   B     |   Fi    |   |
|-----+-------------------+---------------+---------------+---------+---------+---------+---|
|   1 |                 2 | 5552824.9672  | 8394451.5910  | 0.0007  | 0.0007  | 0.0010  |   |
|     |                   |               |               | 0.0008  | 0.0006  |  49.70  |   |
|-----+-------------------+---------------+---------------+---------+---------+---------+---|
|   2 |                 7 | 5552809.3699  | 8394465.3780  | 0.0000  | 0.0005  | 0.0005  |   |
|     |                   |               |               | 0.0005  | 0.0000  | 100.00  |   |
|-----+-------------------+---------------+---------------+---------+---------+---------+---|
|   3 |                 6 | 5552779.1644  | 8394476.7859  | 0.0008  | 0.0011  | 0.0014  |   |
|     |                   |               |               | 0.0012  | 0.0007  |  67.25  |   |
|-----+-------------------+---------------+---------------+---------+---------+---------+---|
|   4 |                 3 | 5552854.4665  | 8394457.6826  | 0.0008  | 0.0016  | 0.0018  |   |
|     |                   |               |               | 0.0016  | 0.0008  |  88.27  |   |
|-----+-------------------+---------------+---------------+---------+---------+---------+---|
|   5 |                 4 | 5552849.5156  | 8394478.5234  | 0.0009  | 0.0016  | 0.0018  |   |
|     |                   |               |               | 0.0016  | 0.0008  | 120.99  |   |
|-----+-------------------+---------------+---------------+---------+---------+---------+---|
|   6 |                 5 | 5552818.8209  | 8394478.0399  | 0.0007  | 0.0008  | 0.0010  |   |
|     |                   |               |               | 0.0008  | 0.0007  | 125.84  |   |
|-----+-------------------+---------------+---------------+---------+---------+---------+---|
|   7 |                 1 | 5552796.9920  | 8394447.5290  | 0.0000  | 0.0000  | 0.0000  | s |
|     |                   |               |               | 0.0000  | 0.0000  |   0.00  |   |
-------------------------------------------------------------------------------

Przeciętny błąd położenia  Mp(sr) =    0.0013 m
Maksymalny błąd położenia  Mp(max)=    0.0018 m   dla punktu: 4
-------------------------------------------------------------------------------

SKRÓTY I OZNACZENIA:
Mp,Mx,My - błąd położenia i błędy śr. współrzędnych
A,B,Fi - parametry elipsy błędu położenia
s - stały punkt nawiązania
rs - punkt nawiązania z założoną błędnością

INFORMACJE KONTROLNE:
Błąd średni jednostkowy Mo =    1.05291 (w. niemianowana)
Estymaty cząstkowe Mo i liczby stopni swobody:
- dla długości      Mo(1) =    1.14337  f1 =   11.0
- dla kątów         Mo(2) =    0.95025  f2 =    7.4
Globalna wartość Mo wskazuje na poprawność wagowania
Liczba punktów wyznaczanych w sieci bez kontroli: 0
_____________________________________________ geonet 2006 (c)algores-soft__
Koniec obliczeń:17:01:49
```

Rys. 13. Fragment raportu z wyrównania osnowy pomiarowej w programie GEONET
[źródło: opracowanie własne]

Tabela 7. Wartości błędów średnich obserwacji wyrównanych

Błędy średnie obserwacji wyrównanych		
Empiryczny błąd średni jednostkowy	M_0	1.05291
Średni błąd położenia punktu	$Mp_{śr}$	0.0013 m
Maksymalny błąd położenia punktu	Mp_{max}	0.0018 m

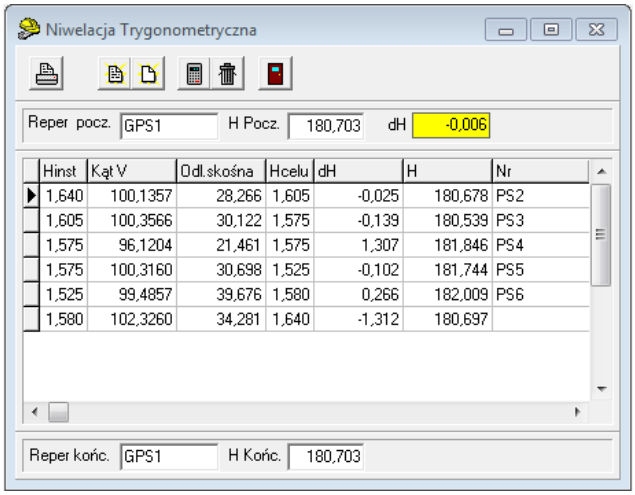
[źródło: opracowanie własne]

8.2. Obliczenie sieci wysokościowej w programie WinKalk

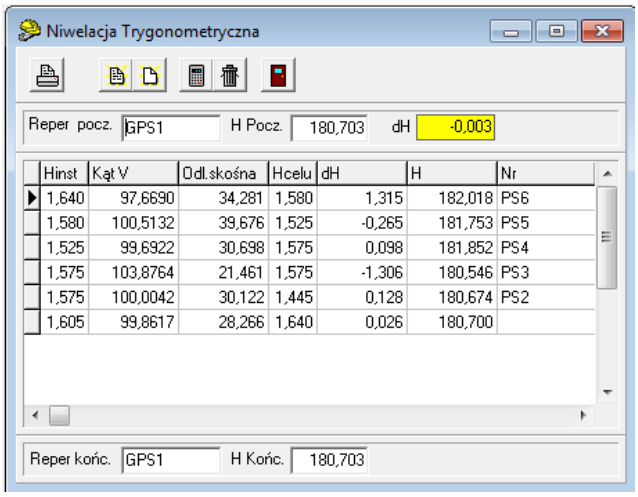
Wyrównanie sieci wysokościowej przeprowadzono w programie WinKalk. Wysokości punktów określono za pomocą niwelacji trygonometrycznej wykonanej „tam'' i „z powrotem". Wielkości przewyższeń w obu kierunkach prezentuję szkic polowy sporządzony w programie AutoCAD *(załącznik nr 2)*. Pomiar wykonywano równocześnie podczas pomiaru sieci płaskiej, co znacznie przyspieszyło prace. Danymi niezbędnymi do obliczeń, które uzyskano z pomiaru terenowego było:

- ✓ kąt zenitalny z dwóch położeń lunety,
- ✓ odległość pozioma pomierzona do punktu w przód oraz wstecz,
- ✓ wysokość instrumentu zmierzona na każdym stanowisku wraz z wysokościami celu

Mając wszystkie dane przystąpiono do obliczeń. W programie WinKalk skorzystano z modułu obliczeniowego *„Twórz niwelacje trygonometryczną"*. W ten sposób pojawiło się okienko obliczeniowe z obserwacjami. Na ich podstawie wykonano obliczenia. Powyższe czynności zrealizowano dla niwelacji wykonanej w dwóch kierunkach: głównym oraz powrotnym *(Rys. 14,15)*.



Rys. 14. Niwelacja w kierunku głównym
[źródło: opracowanie własne]



Rys. 15. Niwelacja w kierunku powrotnym
[źródło: opracowanie własne]

Niezbędne było przeliczenie odległości poziomych na skośne, ponieważ program na takich wykonuje obliczenia. W efekcie końcowym niezamknięcie niwelacji w kierunku głównym wyniosło -0.006m, natomiast w kierunku powrotnym -0.003m. Po rozrzuceniu odchyłek, które program oblicza automatycznie uzyskano wysokości punktów: PS2, PS3,PS4, PS5,PS6. Na podstawie otrzymanych wysokości z dwóch kierunków uśredniono je otrzymując ostateczne wysokości punktów sieci.

Tabela 8. Ostateczne wysokości punktów osnowy pomiarowej

Nr punktu	Wysokość [m]
PS2	180,677
PS3	180,544
PS4	181,851
PS5	181,751
PS6	182,016

[źródło: opracowanie własne]

9. Wybór i pomiar punktów reprezentujących badaną powierzchnię terenu

Na podstawie przeprowadzonego wywiadu terenowego stwierdzono, że najdogodniejszą metodą pomiaru hałdy będzie pomiar tachimetryczny *(Foto.15,16)*. Pomiar ten polega na określeniu położenia sytuacyjnego mierzonych punktów metodą biegunową, natomiast wysokości tych punktów określane są na podstawie niwelacji trygonometrycznej. Czynnościami poprzedzającymi prace pomiarowe było: założenie obiektu, w którym rejestrowano obserwacje, pomierzenie wysokości instrumentu oraz lustra. Następnie przystąpiono do pomiaru hałdy, przy czym na każdym stanowisku wykonywano nawiązanie do dwóch punktów osnowy. Pikiety rozmieszczano w miarę możliwości równomiernie. Stawiano je w taki sposób, aby uwzględnić zróżnicowanie nachylenia zwałowiska, a mianowicie odpowiednio mniej pikiet na łagodniejszych stokach, więcej na stromych. W ten sposób uzyskano współrzędne punktów linii charakterystycznych oraz zmienność formy. W miarę postępu pomiaru sukcesywnie sporządzano szkic polowy, na którym zaznaczono przebieg linii charakterystycznych mierzonego obiektu, stanowisko pomiarowe z którego w danym momencie wykonywano pomiar, punkty osnowy na które wykonano nawiązanie.

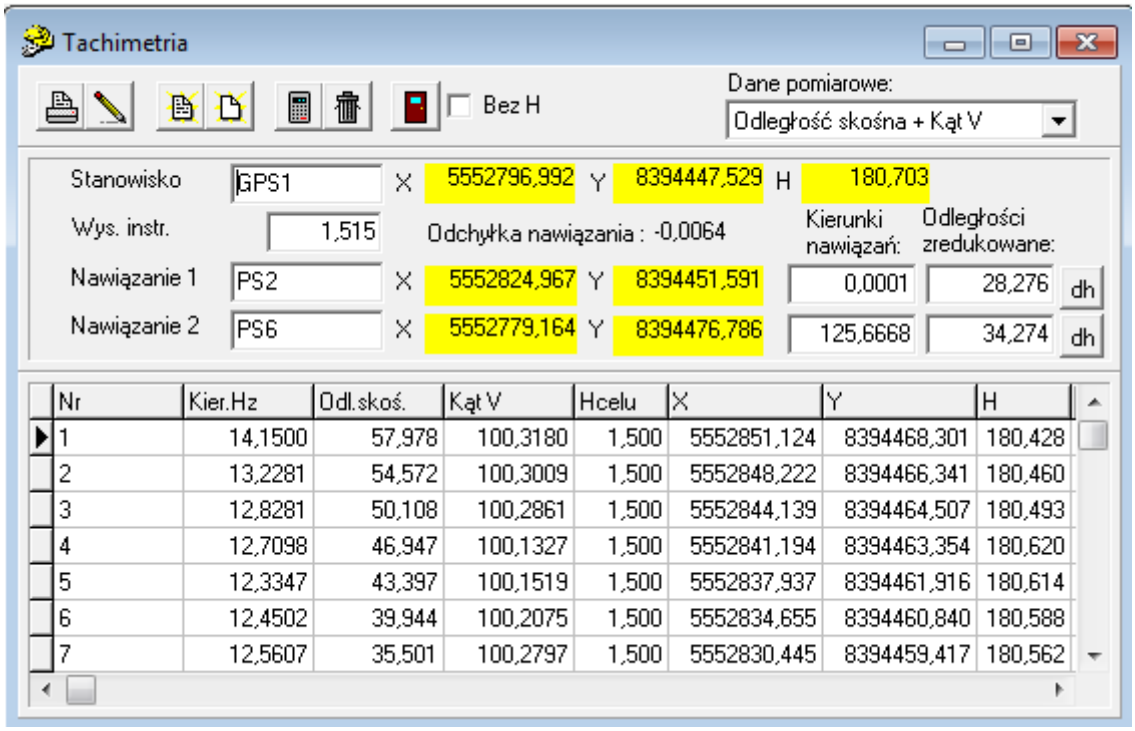
Foto. 15. Pomiar inwentaryzacyjny wybranego zwałowiska
[źródło: fotografia własna]

Foto. 16. Pomiar inwentaryzacyjny wybranego zwałowiska
[źródło: fotografia własna]

Pomiaru dokonano z trzech stanowisk: GPS1,PS4, PS6, w wyniku czego uzyskano 179 pikiet. Sporządzono dwa szkice polowe z ich rozmieszczeniem i numeracją *(załącznik nr 1).* Po zakończonym pomiarze, z wcześniej założonego obiektu zgrano wszystkie obserwacje. Dzienniki z pomiaru tachimetrycznego przedstawia załącznik nr 8. Na podstawie ostatecznych współrzędnych osnowy przystąpiono do obliczenia współrzędnych XYZ punktów reprezentujących mierzoną powierzchnię. Współrzędne te posłużą do utworzenie numerycznego modelu terenu.

10. Obliczenie współrzędnych punktów reprezentujących badaną powierzchnię terenu.

Obliczenie współrzędnych punktów reprezentujących badaną powierzchnię terenu wykonano w programie WinKalk. W tym celu skorzystano z modułu obliczeniowego *„Tachimetria” (Rys.16).* Po wprowadzenia wszystkich niezbędnych danych m.in. współrzędnych stanowiska, nawiązania oraz wysokość instrumentu program automatycznie obliczył współrzędne wszystkich pikiet.



Nr	Kier.Hz	Odl.skoś.	Kąt V	Hcelu	X	Y	H
1	14,1500	57,978	100,3180	1,500	5552851,124	8394468,301	180,428
2	13,2281	54,572	100,3009	1,500	5552848,222	8394466,341	180,460
3	12,8281	50,108	100,2861	1,500	5552844,139	8394464,507	180,493
4	12,7098	46,947	100,1327	1,500	5552841,194	8394463,354	180,620
5	12,3347	43,397	100,1519	1,500	5552837,937	8394461,916	180,614
6	12,4502	39,944	100,2075	1,500	5552834,655	8394460,840	180,588
7	12,5607	35,501	100,2797	1,500	5552830,445	8394459,417	180,562

Rys. 16. Moduł obliczeniowy współrzędnych punktów w programie Winkalk
[źródło: opracowanie własne]

W efekcie końcowym w programie wygenerowano raport z przeprowadzonych obliczeń współrzędnych punktów. Otrzymane raporty zamieszczono w załączniku nr 9. Na podstawie obliczonych współrzędnych pikiet przystąpiono do określenia objętości zwałowiska.

11. Programy geodezyjne

Programy geodezyjne są podstawowym narzędziem pracy każdego geodety. Tak jak żadnego pomiaru geodezyjnego nie można wykonać bez pomocy odpowiedniego sprzętu, tak samo każde opracowanie wyników wymaga odpowiedniego programu.

Wybierając oprogramowanie geodezyjne dla potrzeb działalności swojej firmy każdy geodeta powinien kierować się kilkoma przesłankami pozwalającymi dobrać odpowiednie oprogramowanie do swoich potrzeb. Wykonując drobne roboty geodezyjne skorzysta on z mniej rozbudowanych programów, a co za tym idzie tańszych. W przypadku obsługi dużych inwestycji np. liniowych, budowlanych i drogowych skorzysta z rozbudowanych programów pozwalających na zaawansowane opracowywanie wyników pomiaru. Do wykonania obliczeń związanych z określeniem objętości mierzonego zwałowiska wykorzystano następujące programy:

- ✓ Winkalk,
- ✓ C-Geo,
- ✓ MicroStation z nakładką Bentley InRoads,
- ✓ Surfer.

Każdy z tych programów ma inne zastosowanie i do innych prac może być wykorzystywany. Każdy z nich umożliwia utworzenie NMT, niezbędnego do określenia objętości. W lepszym lub gorszym stopniu odzwierciedlającym jego kształty. Dodatkowo istnieje możliwość wyświetlenia modelu na wiele sposobów, a także edytowanie go w dowolny sposób. Programy typowo obliczeniowe mają gorzej rozbudowane narzędzia do wizualizacji obiektu, przez co model nie prezentuje się tak dobrze jak ma to miejsce w programach typowo graficznych.

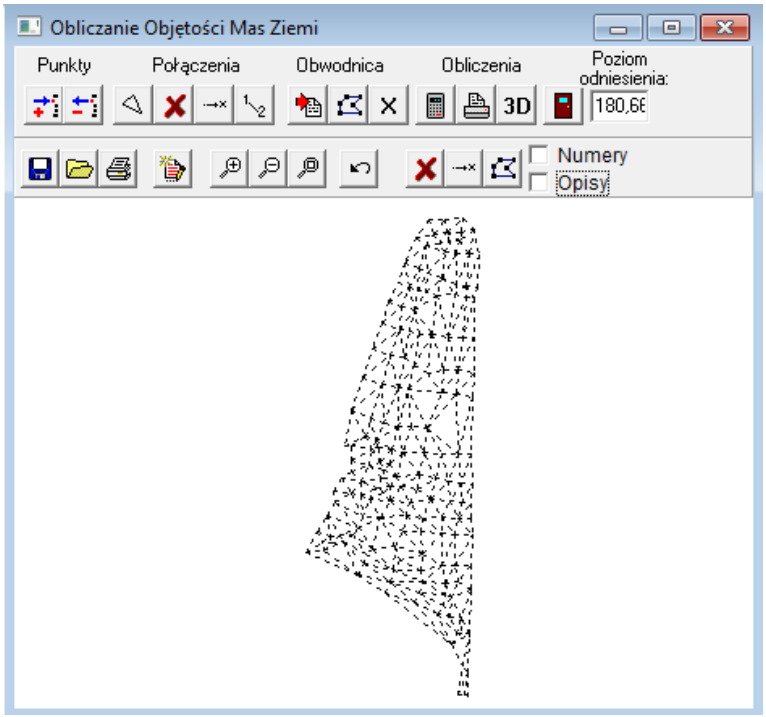
11.1. Program WinKalk

WinKalk to jeden z najbardziej popularnych programów geodezyjnych stosowanych przez geodetów. Wykorzystywany jest głównie do wykonywania podstawowych obliczeń geodezyjnych. Posiada ponad 30 funkcji obliczeniowych. Swoją ogromną popularność zawdzięcza zarówno przejrzystości jak i prostocie obsługi. Dzięki temu każdy użytkownik jest w stanie z nim pracować bez żadnego profesjonalnego szkolenia. Zasada działania programu opiera się na pracy przy użyciu wielu okien. Każde z tych okien spełnia inną funkcję obliczeniową. Ponadto dla bardziej wymagających, firma Coder, która jest twórcą programu WinKalk, umożliwia korzystanie z dodatkowych opcji obliczeniowych. Należą do nich m.in.:

- ✓ Moduł trasy,
- ✓ Moduł rejestrator,
- ✓ Moduł wyrównanie,
- ✓ Moduł niwelacja,
- ✓ Moduł transformacja układów.

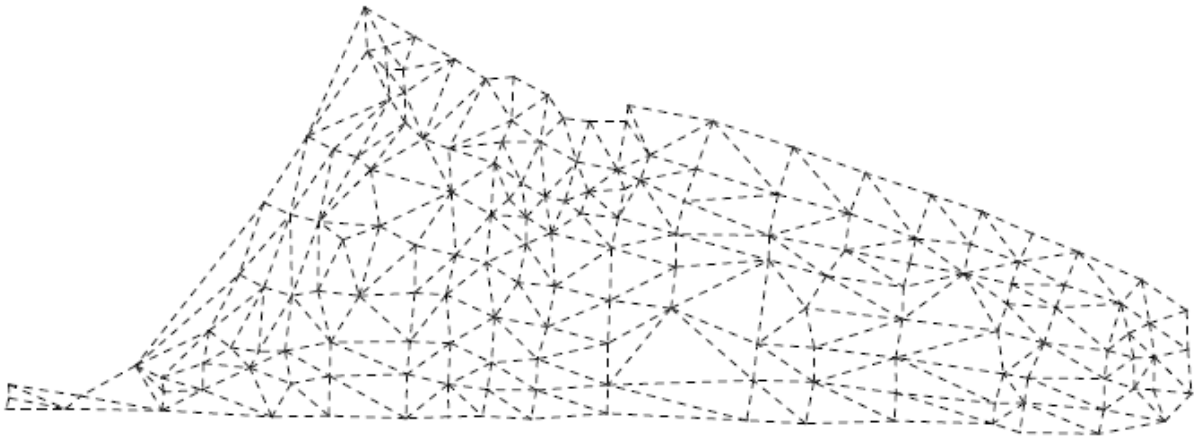
Każda z funkcji oprogramowania umożliwia wygenerowanie raportu z obliczeń oraz sporządzenie szkicu obliczanej konstrukcji geodezyjnej. Wbudowany moduł graficzny pozwala na podstawową edycję rysunku. Możliwa jest również transmisja danych z rejestratora, bądź tachimetru. W wersji bazowej programu zgromadzono większość funkcji obliczeniowych niezbędnych do wykonywania obliczeń w przeciętnej firmie geodezyjnej.

Program WinKalk umożliwia określenie objętości mas ziemnych poprzez dwa moduły obliczeniowe, takie jak:. „Objętość mas ziemi" oraz „Objętość mas graficznie". Do wyznaczenia objętości mierzonego zwałowiska skorzystano z drugiego modułu *(Rys.17)*, ponieważ pozwala on na edycję trójkątów tworzonych przez program.



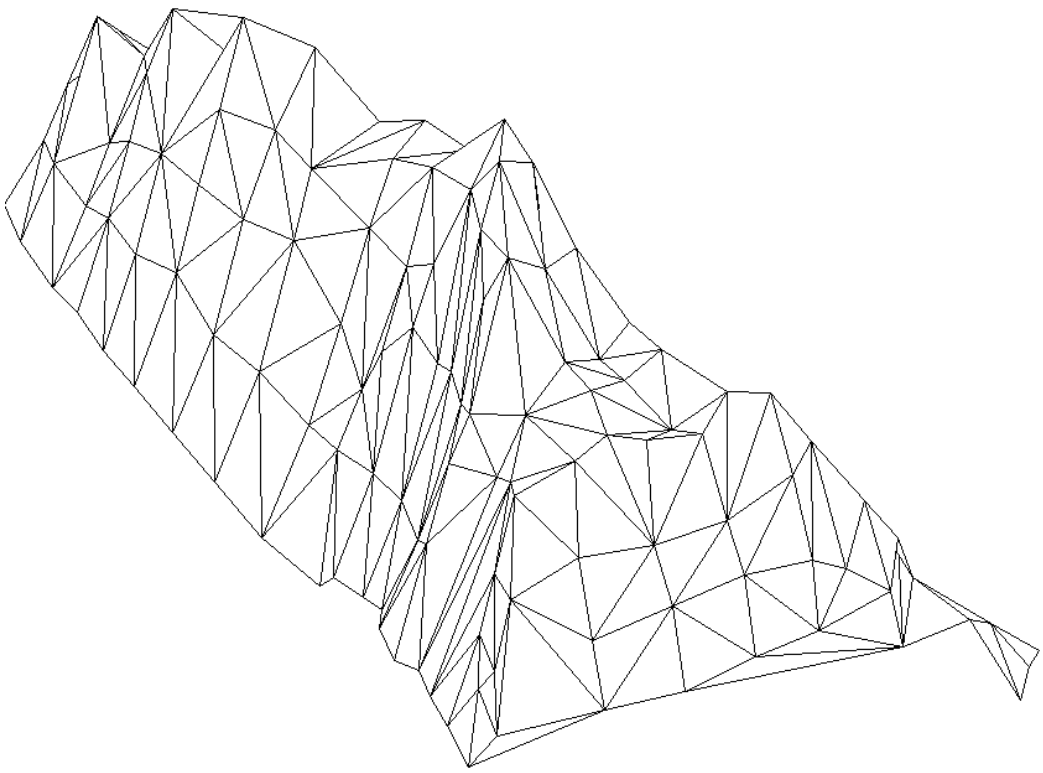
Rys.17. Okno obliczeń „Objętości mas graficznie" programu WinKalk
[źródło: opracowanie własne]

W pierwszej kolejności dokonano wyboru punktów, które posłużą do opracowania modelu terenu. Na ich podstawie program generuję siatkę trójkątów *(Rys.18)*. Użytkownik może ją w dowolny sposób edytować dodając lub usuwając połączenia miedzy punktami.



Rys. 18. Siatka trójkątów wygenerowana przez program Winkalk
[źródło: opracowanie własne]

Na podstawie wygenerowanej siatki trójkątów oraz po edycji połączeń, można przystąpić do określenia kubatury mierzonego obiektu. Proces obliczeniowy uruchamia ikonka *„Oblicz wszystko”*. Dodatkowo program posiada opcję, która pozwala na tworzenie modelu 3D *(Rys.19)*. Model można przeskalować w kierunku osi Z oraz dowolnie obracać.



Rys.19. Model 3D mierzonego obiektu wygenerowany w programie Winkalk
[źródło: opracowanie własne]

W wyniku przeprowadzonych obliczeń otrzymano raport *(Rys.20)*, z którego można odczytać informacje dotyczące:
-przyjętego poziomu odniesienia,
-wyliczonej objętości,
-pola powierzchni skośnego,
-oraz punktów terenu na podstawie, których obliczono kubaturę mierzonego obiektu.
Pełen raport wygenerowany w programie WinKalk prezentuje załącznik nr 10.

Data: 11-12-2013
Obiekt C:\WinKalk\obliczenie pikiet
Układ 2000

OBLICZENIE OBJĘTOŚCI MAS ZIEMI

Poziom odniesienia: 180,66
Objętość: 2899,86
Pole pow. skośne: 1283 m2

Pomierzone punkty:

Nr	X	Y	H
1	5552851,124	8394468,301	180,428
2	5552848,222	8394466,341	180,460
3	5552844,139	8394464,507	180,493
4	5552841,194	8394463,354	180,620
5	5552837,937	8394461,916	180,614
6	5552834,655	8394460,840	180,588
7	5552830,445	8394459,417	180,562
8	5552825,791	8394457,765	180,579
9	5552820,628	8394456,059	180,547
10	5552815,191	8394455,051	180,582

Rys.20. Fragment raportu uzyskanych wyników w programie Winkalk
[źródło: opracowanie własne]

Na podstawie wykonanych obliczeń otrzymano objętość inwentaryzowanego obiektu dla przyjętego poziomu odniesienia równą 2899,9 m^3.

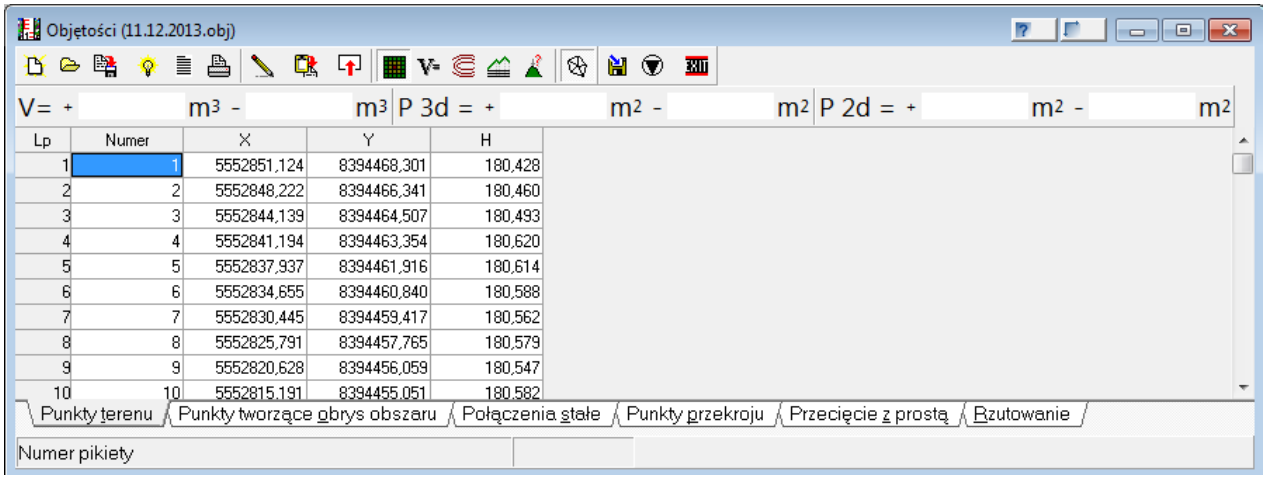
WinKalk jest programem prostym i przejrzystym. Wykonanie obliczeń związanych z określeniem objętości nie sprawiło większych trudności. Dzięki jego czytelnemu menu wynik uzyskano w zaledwie kilku krokach.

Dostępne funkcje programu w zupełności wystarczają do wykonywania podstawowych obliczeń geodezyjnych. Natomiast do bardziej skomplikowanych zagadnień niezbędne jest użycie bardziej zaawansowanych programów oraz funkcji. Świadczyć mogą o tym choćby bardzo ubogie możliwości od strony graficznej, co uwidacznia się brakiem możliwości edytowania modelu. Możliwe jest tylko manipulowanie osią Z oraz obrót modelu w dowolnym kierunku.

11.2. Program C-Geo

C-Geo jest to program nowoczesny i bardzo rozbudowany. Stanowi ogromne narzędzie pracy dla geodetów i projektantów. Posiada on wiele rozwiniętych funkcji geodezyjnych. Jedną z zalet tego oprogramowania jest bezpośrednie połączenie w jednym panelu części obliczeniowej z częścią graficzną. Dzięki temu możliwe jest tworzenie zarówno map na warstwach, jak również wykonywanie obliczeń i generowanie raportów. Dodatkowo poprzez systematyczną aktualizację, C-Geo stale się rozwija. W ten sposób stwarza swoim użytkownikom coraz to większe możliwości przy opracowywaniu wyników z pomiarów. Poprzez szeroką paletę narzędzi pozwala na rozwiązywanie wszelakich zadań obliczeniowych. Umożliwia również współpracę z tachimetrami, niwelatorami kodowymi i rejestratorami. Ponadto daje możliwość wczytywania rastrów w różnych formatach graficznych, ich kalibrację oraz transformację między układami. Posiada także nieograniczoną bazę współrzędnych geodezyjnych, która jest ściśle powiązana z mapą. Program wyposażony jest również w funkcje przyspieszające powstawanie mapy, co wpływa na wzrost efektywności przy wykonywaniu większych opracowań mapowych.

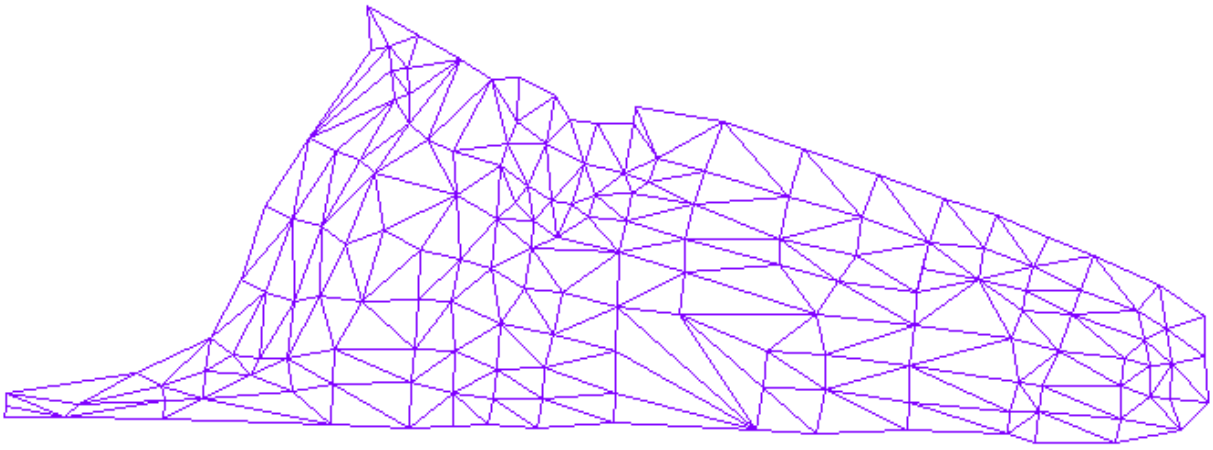
Obliczenie objętości w programie C-Geo rozpoczęto od wyboru modułu obliczeniowego *„Obliczenia objętości, warstwice” (Rys.21).* Funkcja ta umożliwia utworzenie numerycznego modelu terenu i wykorzystanie go do obliczenia objętości, a także do tworzenia przekrojów pionowych i interpolacji warstwic. Składa się ona z sześciu zakładek.



Rys. 21. Okno modułu „Obliczanie objętości, warstwice” programu C-Geo
[źródło: opracowanie własne]

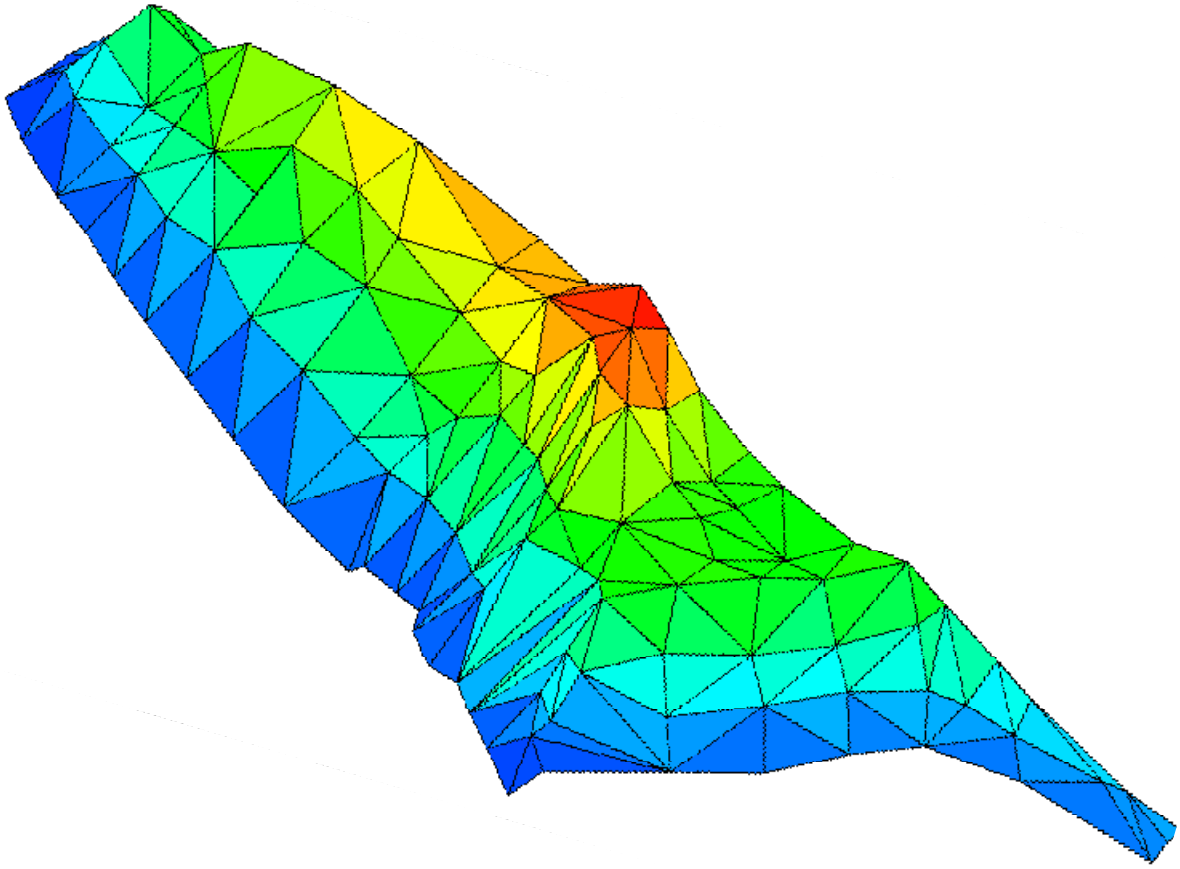
W pierwszej kolejności do zakładki *punkty terenu* należało zaimportować współrzędne z bazy punktów. Następnie w zakładce *punkty tworzące obrys obszaru* wprowadzono współrzędne punktów obwodnicy mierzonego obiektu. Kolejnym krokiem było podanie połączeń między punktami. Oznaczono w ten sposób miejsca charakterystyczne. Wpłynęło to na wierniejsze odtworzenie obiektu oraz zwiększyło dokładność obliczeń objętości. Po wprowadzeniu danych należało określić rodzaj modelu. W programie wyróżnia się dwie metody tworzenia modelu: siatki kwadratów oraz siatki trójkątów. Pierwsza z nich polega na wprowadzeniu zbioru punktów rozproszonych regularnej siatki kwadratów z wyliczonymi wysokościami węzłów. Natomiast, metoda druga jest bardziej dokładna, a model terenu powstaje na podstawie algorytmu automatycznej triangulacji.

Do wykonania obliczeń przyjęto drugą metodę i wygenerowano siatkę trójkątów *(Rys.22).*



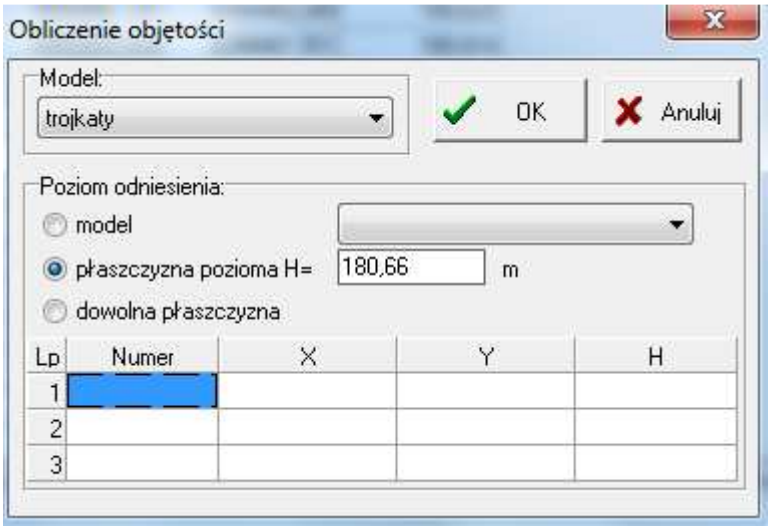
Rys. 22. Siatka trójkątów w programie C-Geo
[źródło: opracowanie własne]

Na podstawie wygenerowanej siatki trójkątów utworzono model 3D *(Rys.23).* Dzięki narzędziom graficznym programu możliwe jest obracanie modelu w dowolnym kierunku, zmiana jego skali w kierunku osi Z oraz nadanie koloru siatce.



Rys. 23. Model 3D obiektu w programie C-Geo
[źródło: opracowanie własne]

Obliczenie objętości wykonano względem przyjętego poziomu odniesienia. Dodatkowo niezbędny jest wybór modelu, na podstawie którego program wykona obliczenia *(Rys.24)*. Program umożliwia także określenie kubatury mierzonego obiektu poprzez podanie dowolnej płaszczyzny zadanej przez trzy punkty. W wyniku końcowym otrzymano również wartość pola przestrzennego modelu oraz jego rzut na płaszczyznę poziomą.



Rys. 24. Okno „Obliczenie objętości” programu C-Geo
[źródło: opracowanie własne]

Uzyskany wynik objętości przedstawia poniższy fragment raportu, utworzony przez program *(Rys.25)*. Pełen raport prezentuje załącznik nr 11. Raport zawiera następujące informacje:
- poziom odniesienia przyjęty do obliczeń,
- obliczoną objętość ponad oraz poniżej płaszczyzny odniesienia,
- wykaz współrzędnych punktów reprezentujących badany obiekt.

OBLICZENIE OBJĘTOŚCI

Płaszczyzna odniesienia pozioma h = 180.660 m.
Obliczona objętość :
- ponad płaszczyznę odniesienia V1 = 2912.49 m3.
- pod płaszczyzną odniesienia V2 = -0.66 m3.

Powierzchnia 3D nasypu = 1275.4376 m2
Powierzchnia 3D wykopu = 12.4187 m2
Powierzchnia 2D nasypu = 1091.3193 m2
Powierzchnia 2D wykopu = 10.7964 m2

Model: trojkaty
WYKAZ WSPÓŁRZĘDNYCH (punkty terenu wykorzystane do interpolacji)

Numer	X	Y	H
1	5552851.124	8394468.301	180.428
2	5552848.222	8394466.341	180.460
3	5552844.139	8394464.507	180.493
4	5552841.194	8394463.354	180.620
5	5552837.937	8394461.916	180.614

Rys. 25. Fragment raportu uzyskanych wyników w programie C-Geo
[źródło: opracowanie własne]

W wyniku obliczeń otrzymano objętość mierzonego obiektu dla przyjętego poziomu odniesienia równą 2911,8 m^3.

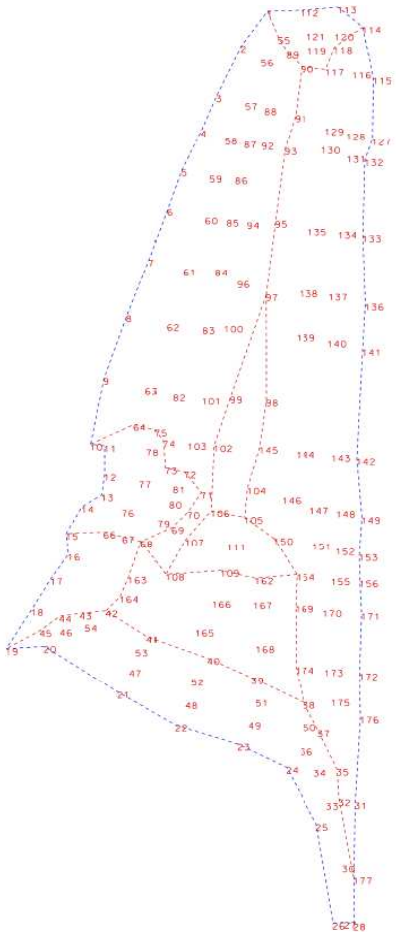
Wartość powyżej poziomu odniesienia = +2912,5 m^3
Wartość poniżej poziomu odniesienia = -0,7 m^3
Objętość mierzonego obiektu= 2911,8 m^3

Program C-Geo jest jednym z najlepiej rozwiniętych programów geodezyjnych, zarówno pod względem obliczeniowym jak i graficznym. Moduł obliczania objętości pozwala w sposób płynny poruszać się między kolejnymi etapami obliczeń, dążąc do utworzenia modelu terenu, a w wyniku końcowym do otrzymania objętości. Dodatkowo umożliwia on wykonanie wielu operacji na utworzonym modelu, m.in.: interpolacja warstwic, przekrój pionowy przez model. Praca w programie jest stosunkowo prosta, aczkolwiek realizacja trudniejszych zagadnień wymaga od użytkownika zapoznania się z instrukcją obsługi.

11.3. Program MicroStation z nakładką Bentley InRoads

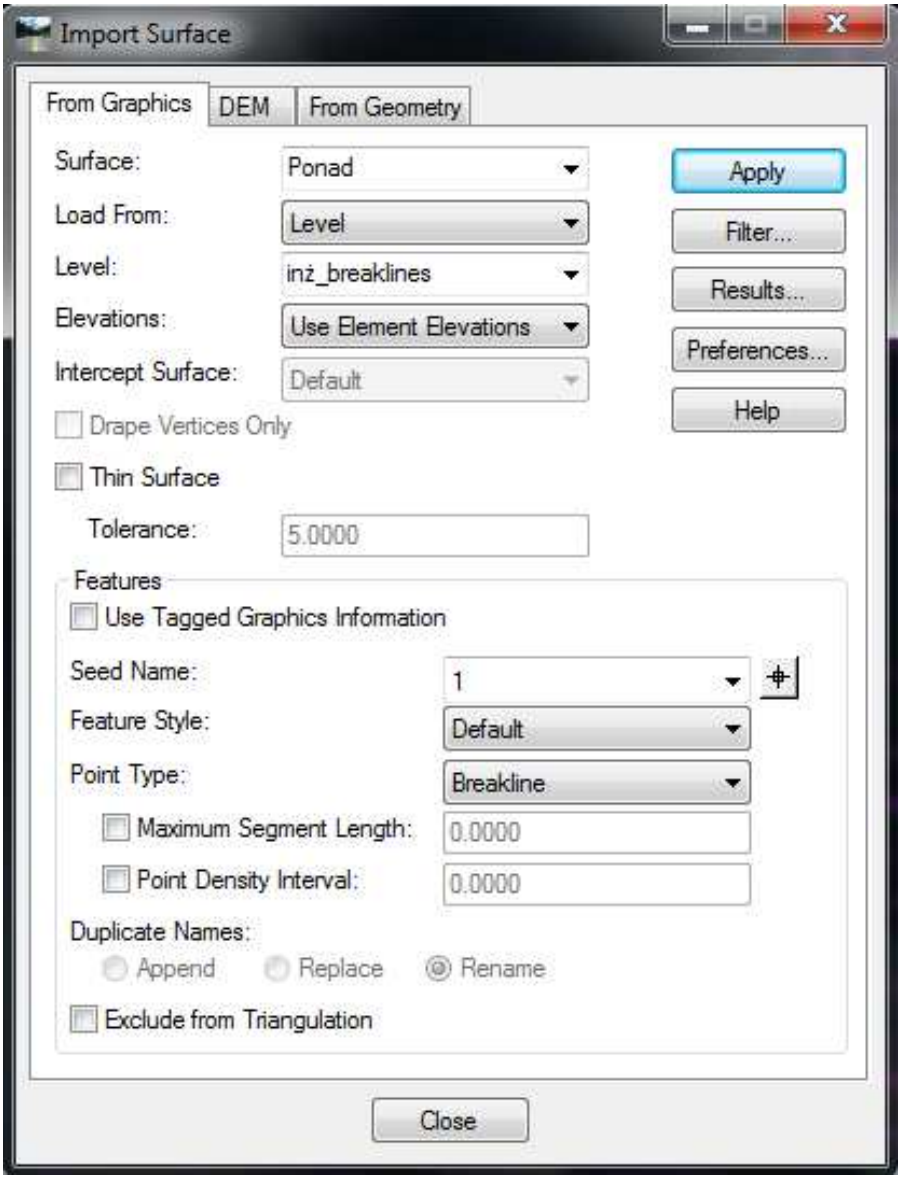
Program MicroStation to jeden z głównych produktów firmy Bentley. Jest on innowacyjną platformą CAD (Computer Aided Design). Przeznaczony jest przede wszystkim do projektowania, konstruowania, a także do zarządzania infrastrukturą. Dzięki rozwiniętym narzędziom pozwala na projektowanie w płaszczyźnie, bądź w przestrzeni, co z kolei ułatwia pracę nawet nad skomplikowanymi projektami. Wszystkie czynności oraz prace w programie wykonuje się na warstwach utworzonych przez użytkownika, które w dowolnym czasie można edytować. Wychodząc na wprost oczekiwaniom klientów firma Bentley stworzyła szereg nakładek. Dzięki temu w zależności od potrzeb, użytkownik może korzystać z funkcji typowych dla danej nakładki. Jedną z takich nakładek jest Bentley InRoads, wykorzystywana głównie w budownictwie drogowym m.in. do określenia objętości mas ziemnych. Zawiera wiele zaawansowanych i przydatnych narzędzi oraz opcji. Umożliwia stworzenie cyfrowego modelu terenu. Wszelkie wizualizacje obiektów, przekroje lub mapy tematyczne tworzone są według standardów oraz indywidualnych wymagań użytkownika. Obecnie na świecie, przy wykorzystaniu programu Bentley InRoads prowadzonych jest wiele kompleksowych projektów.

Pracę w programie Bentley InRoads związaną z określeniem objętości rozpoczęto od stworzenia przydatnych warstw: punkty, breaklines, obrys. Odpowiednio na warstwę punkty zaimportowano współrzędne, na warstwie breaklines narysowano linie charakterystyczne, natomiast na warstwie obrys zaznaczono obwodnice obiektu*(Rys.26).*



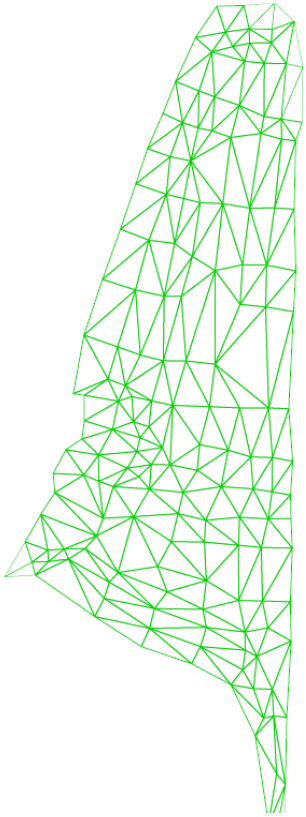
Rys. 26. Obrys obiektu wraz ze wszystkimi punktami oraz liniami charakterystycznymi
[źródło: opracowanie własne]

Dane z utworzonych warstw wykorzystano do stworzenia dwóch powierzchni „Ponad” i „Poniżej”. Na powierzchnię „Ponad”, przy użyciu funkcji *„Import Surface”* zaimportowano współrzędne wszystkich punktów obiektu, linie charakterystyczne oraz obrys. Natomiast powierzchnia „Poniżej” zawiera tylko współrzędne obrysu o jednakowej wysokości wyliczoną ze średniej obrysu. Jednocześnie stanowi ona powierzchnię odniesienia *(Rys.27).*

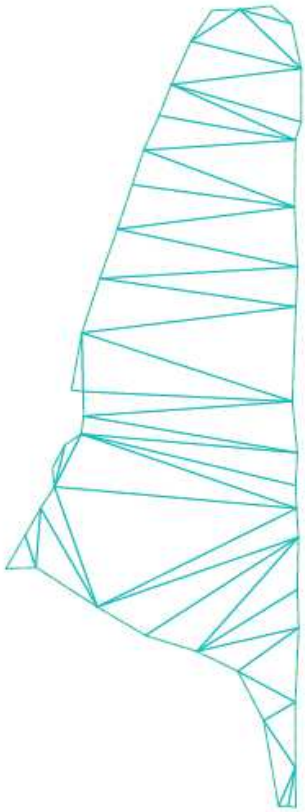


Rys. 27. Okno „Import Surface” programu Bentley InRoads
[źródło: opracowanie własne]

Dodatkową czynnością, którą należało wykonać było wygenerowanie siatki trójkątów dla obu powierzchni terenu, ,,Ponad" oraz ,,Poniżej"*(Rys.28,29).*



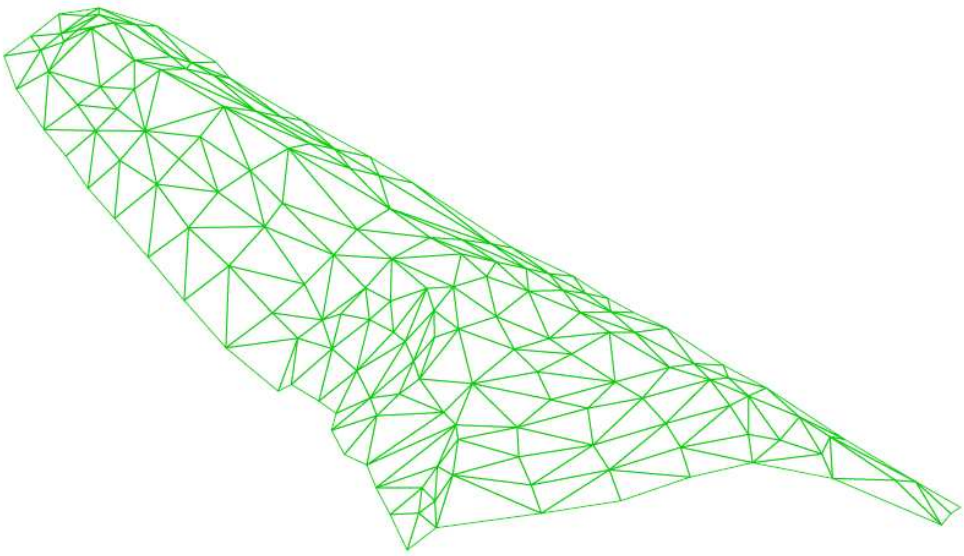
Rys. 28. Siatka trójkątów dla powierzchni ,,Ponad"
[źródło: opracowanie własne]



Rys. 29. Siatka trójkątów dla powierzchni ,,Ponizej"
[źródło: opracowanie własne]

Otrzymany obiekt 3D można dowlonie edytować. Dzięki temu, że program posiada szeroką paletę narzędzi do wizualizacji istnieje możliwość zmiany koloru oraz obrót w dowolnym kierunku *(Rys.30,31).*

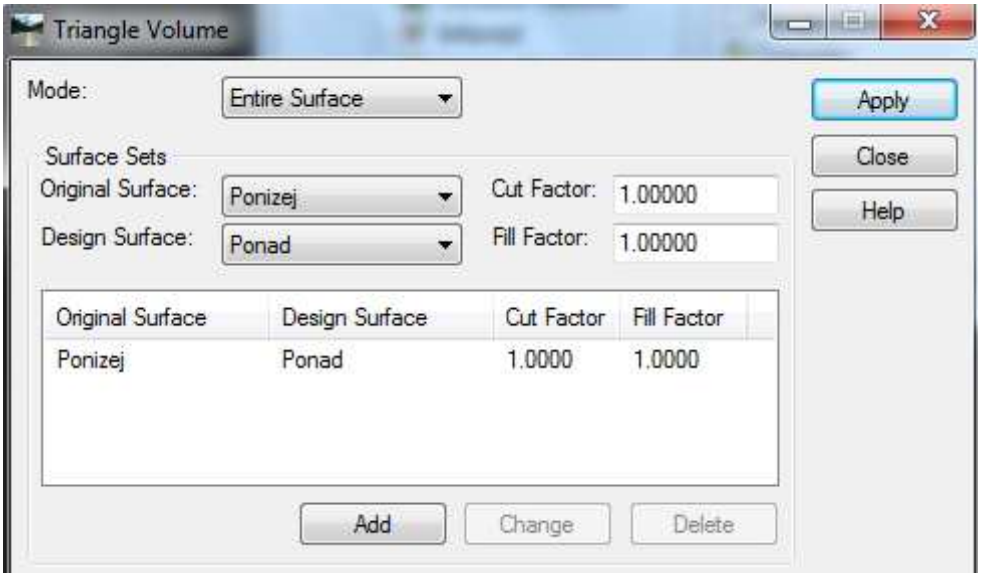
Rys. 30. Model 3D obiektu w programie Bentley InRoads
[źródło: opracowanie własne]



Rys. 31. Model 3D obiektu w programie Bentley InRoads
[źródło: opracowanie własne]

Do obliczenia objętości użyto funkcji *„Triangle Volume" (Rys.32)*, która bazuje na utworzonej siatce trójkątów. W oknie modułu należało określić dwie powierzchnie, na podstawie których program wyznacza objętość:

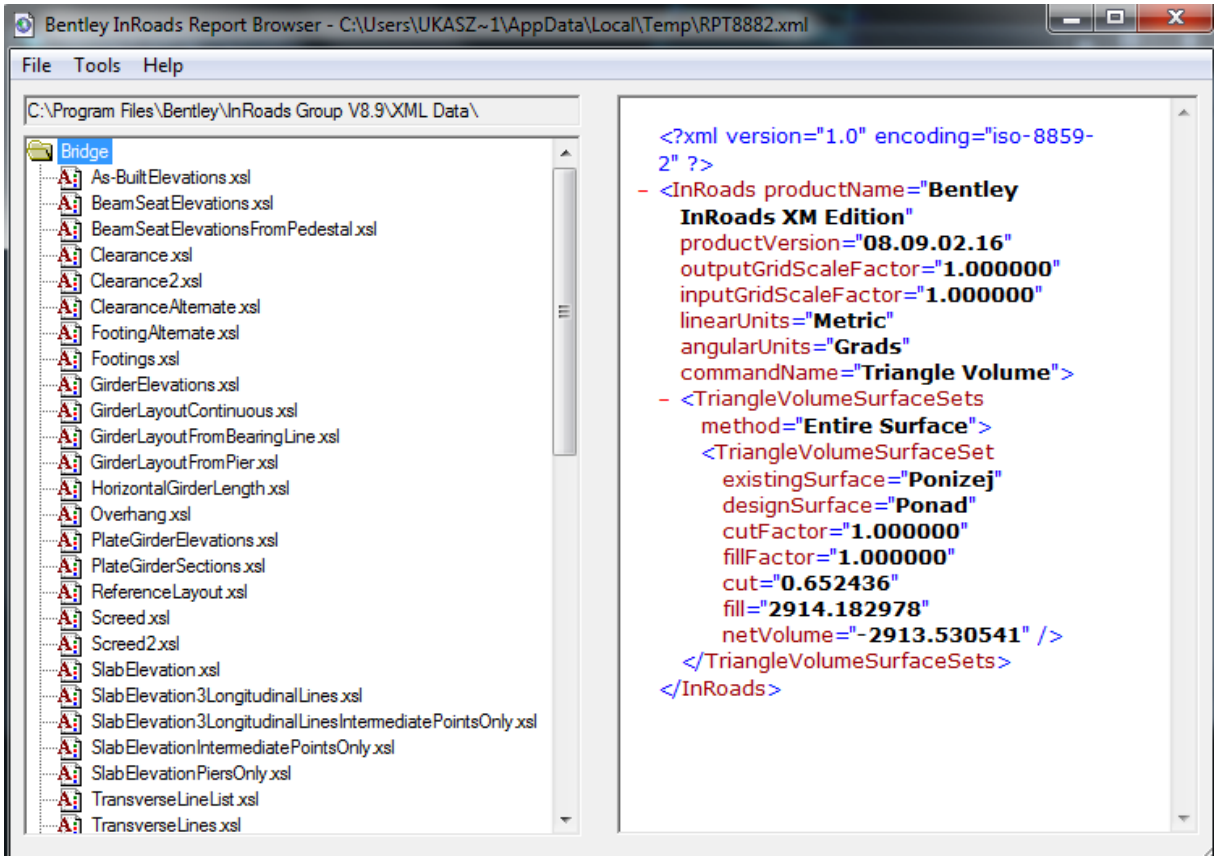
1. *Orginal Surface* - zawiera punkty powierzchni odniesienia,
2. *Design Surface* - zawiera punkty powierzchni pomierzonej.



Rys. 32. Okno „Import Surface" programu Bentley InRoads
[źródło: opracowanie własne]

Uzyskany wynik objętości prezentuje raport *(Rys.33)* zawierający następujące informacje:

- ✓ zadane powierzchnie odniesienia,
- ✓ objętość poniżej oraz powyżej zadanego poziomu odniesienia,
- ✓ bilans objętości.



Rys. 33. Raport uzyskanych wyników w programie Bentley InRoads
[źródło: opracowanie własne]

Na podstawie wykonanych obliczeń otrzymano objętość inwentaryzowanego obiektu dla przyjętego poziomu odniesienia równą 2913.5 m^3.

Program Bentley InRoads jest bardzo rozbudowany. Zawiera wszystkie niezbędne narzędzia oraz funkcje do projektowania infrastruktury drogowej. Bazując na utworzonym modelu 3D, użytkownik ma nieograniczone możliwości dotyczące jego wizualizacji oraz edycji. Obliczenie objętości wykonano w stosunku do przyjętej powierzchni odniesienia. Otrzymany w efekcie końcowym wynik w postaci trójwymiarowego modelu bardzo dobrze odzwierciedla rzeczywisty stan obiektu. Praca w programie dla początkującego użytkownika jest dość trudna i złożona, a więc wymaga od niego zapoznania się z instrukcją obsługi.

11.4. Program Surfer

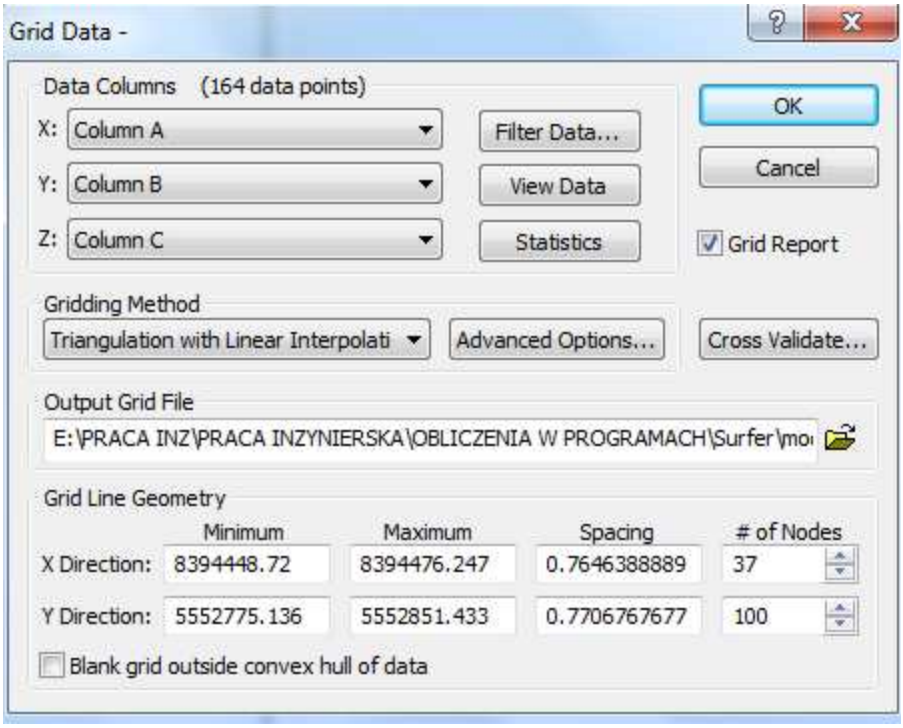
Surfer dzięki swojej wszechstronności w zakresie wizualizacji danych XYZ stał się jednym z najczęściej wykorzystywanych programów do tworzenia map konturowych, wykresów trójwymiarowych oraz modelowania powierzchni terenu. Zaletą tego programu jest prosta obsługa. Na podstawie współrzędnych XYZ jest on w stanie stworzyć w bardzo szybki sposób dowolny model terenu. Powierzchnia obiektu odwzorowywana jest poprzez stworzenie regularnej siatki wartości, której gęstość ustala użytkownik. Proces ten nazywany jest gridingiem. Program udostępnia kilka metod gridingu. Ponadto Surfer poza możliwością wizualizacji danych pozwala również na dokonywanie obliczeń parametrów linii, powierzchni, a także objętości.

Pierwszą czynnością, którą należało wykonać w programie, było przeprowadzenie procesu gridingu. Działanie to miało na celu utworzenie numerycznego modelu terenu, a w efekcie końcowym określenie objętości obiektu. Na podstawie współrzędnych XYZ, zawartych w arkuszu danych, zwanym w programie *„Worksheet” (Rys.34)* wyznaczana jest regularna siatka wartości dla nieregularnie rozłożonych punktów XYZ . Jest to kluczowy etap przetwarzania danych. Ma on zasadniczy wpływ na jakość odwzorowania obiektu w formie mapy.

	A x	B y	C z	D
1	8394468,301	5552851,124	180,428	
2	8394466,341	5552848,222	180,460	
3	8394464,507	5552844,139	180,493	
4	8394463,354	5552841,194	180,620	
5	8394461,916	5552837,937	180,614	
6	8394460,840	5552834,655	180,588	
7	8394459,417	5552830,445	180,562	
8	8394457,765	5552825,791	180,579	
9	8394456,059	5552820,628	180,547	
10	8394455,051	5552815,191	180,582	
11	8394456,092	5552815,046	180,600	

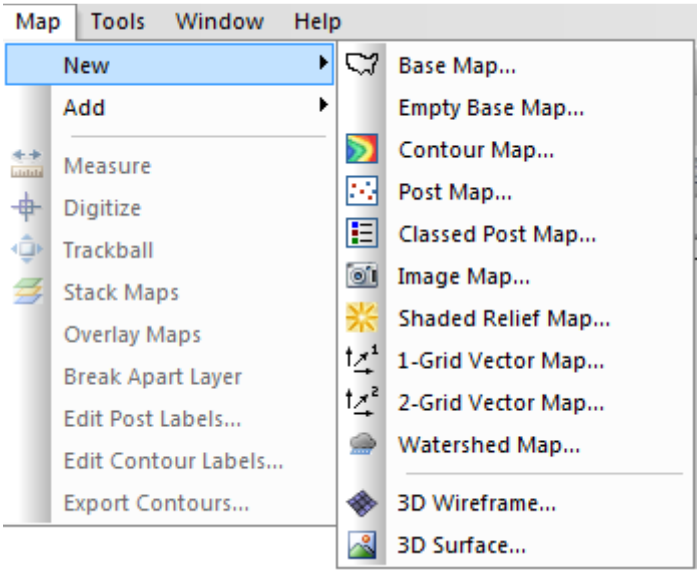
Rys. 34. Arkusz danych zawierających współrzędne XYZ punktów terenu
[źródło: opracowanie własne]

Za pomocą funkcji *„Gird Data” (Rys.35)*, na podstawie obliczonych współrzędnych punktów terenu przeprowadzono proces gridingu. W oknie modułu ustalono parametry wejściowe. Odpowiednio każdej ze współrzędnych przyporządkowano kolumny danych z arkusza *„Worksheet”*. W ten sposób kolumna A odpowiadała współrzędnej X, kolumna B współrzędnej Y i kolumna C współrzędnej Z. Ponadto wybrano metodę generowania siatki typu *„Triangulation with Linear Interpolation”*. Efektem końcowym przeprowadzonych prac był wygenerowany przez program raport zawierający parametry procesu gridingu.



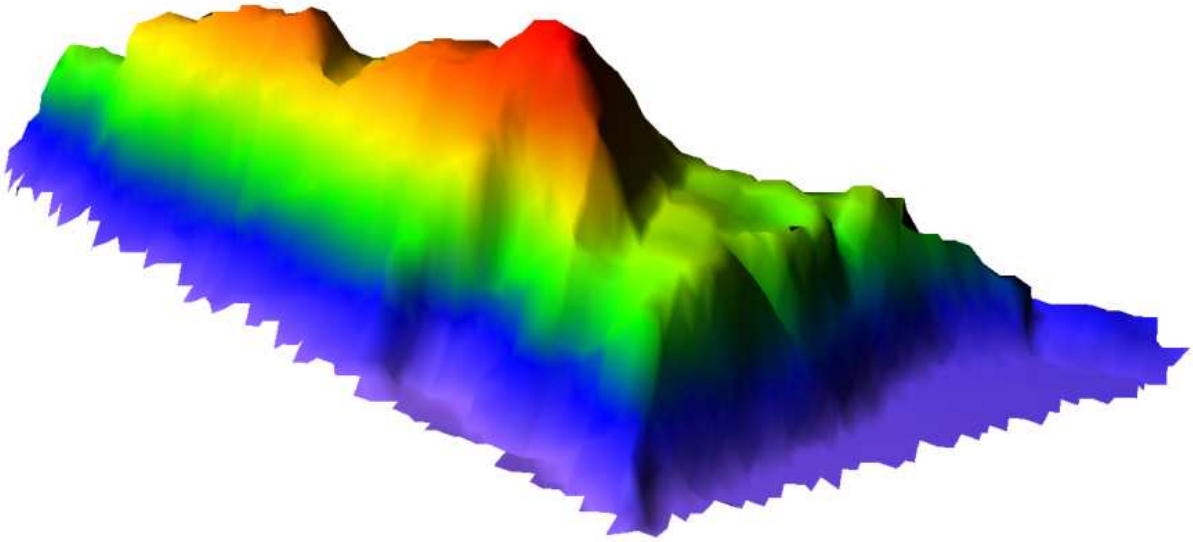
Rys. 35. Okno modułu „Grid Data" programu Surfer
[źródło: opracowanie własne]

Kolejnym etapem było stworzenie modelu trójwymiarowego na podstawie przeprowadzonego wcześniej procesu gridingu. Do wykonania tego modelu użyto funkcji *„3D Surface"(Rys.36).* Funkcja ta umożliwia wizualizację danych przestrzennych. Dodatkowo poprzez okno *„Property Manager"* można dowolnie edytować powstały model.

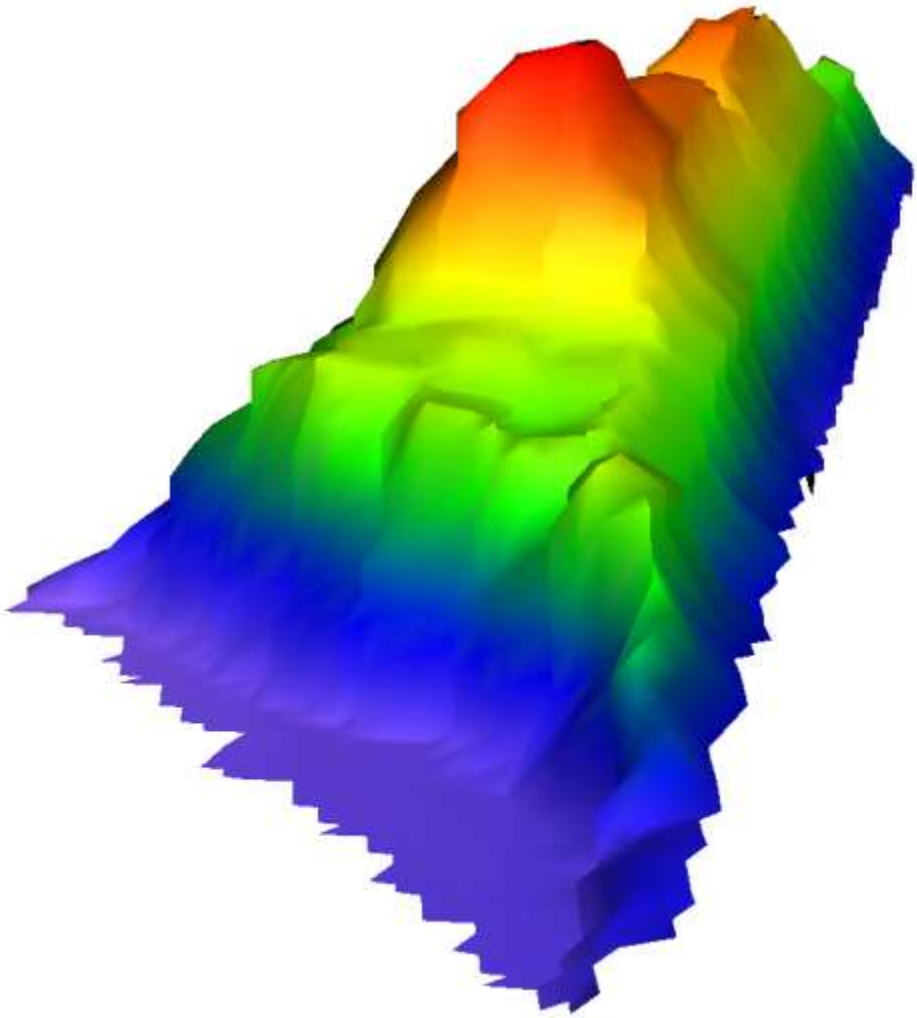


Rys. 36. Okno „Map New" programu Surfer
[źródło: opracowanie własne]

Efekt wizualny modelu przedstawiają poniższe rysunki*(Rys.37,38).* Otrzymany wynik zależy od wyboru rodzaju mapy, a także określenia indywidualnych parametrów. Dzięki rozbudowanym narzędziom do wizualizacji obiektów, model można w dowolny sposób edytować, nadawać mu kolor oraz dodawać legendę zawierającą szczegółowe informację na temat modelu.

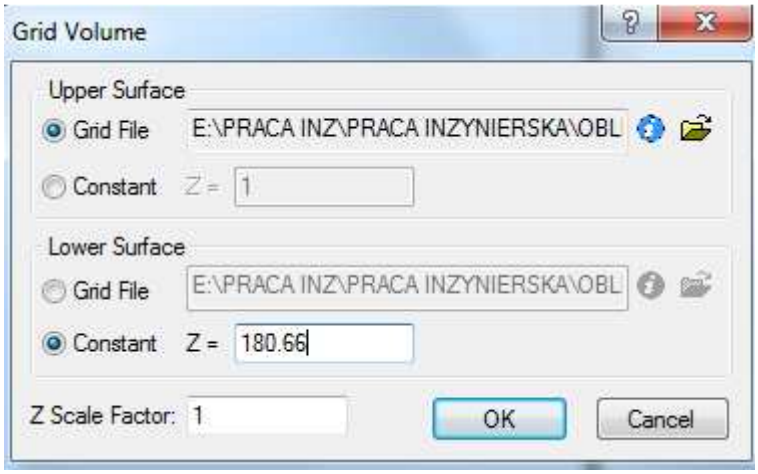


Rys. 37. Model 3D obiektu w programie Surfer
[źródło: opracowanie własne]



Rys. 38. Model 3D obiektu w programie Surfer
[źródło: opracowanie własne]

Objętość mas zmiennych w programie Surfer określono przy użyciu modułu *„Grid Volume”(Rys.39)*. Funkcja ta na podstawie zadanych dwóch powierzchni, górnej oraz dolnej wyznacza kubaturę mierzonego obiektu. Dla każdej z płaszczyzny to użytkownik określa stałą płaszczyznę o wysokości Z, bądź korzysta z wcześniej utworzonego pliku *.grd z danymi siatki.

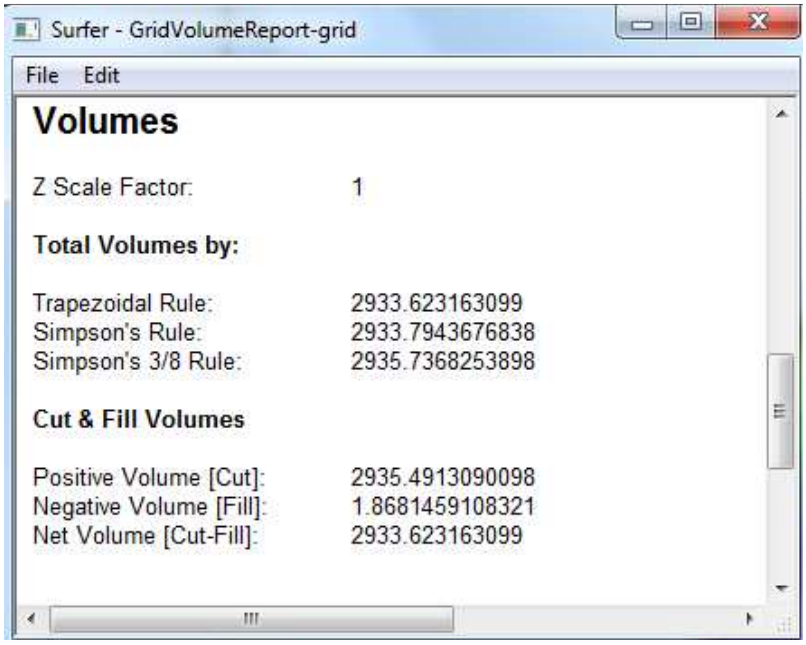


Rys. 39. Okno obliczania objętości programu Surfer
[źródło: opracowanie własne]

Z przeprowadzonych obliczeń program tworzy raport *(Rys.40)*, w którym zawarte są następujące informacje:

- ✓ wynik obliczenia objętości trzema metodami,
- ✓ objętość ponad płaszczyznę odniesienia,
- ✓ objętości poniżej płaszczyzny obniesienia,
- ✓ bilans objętości,
- ✓ dane dotyczące powierzchni ograniczających.

Pełen raport prezentuje załącznik nr 13.



Rys. 40. Fragment raportu uzyskanych wyników w programie Surfer
[źródło: opracowanie własne]

Na podstawie wykonanych obliczeń otrzymano objętość inwentaryzowanego obiektu dla przyjętego poziomu odniesienia równą 2933.6 m^3.

Program Surfer jest prosty w obsłudze. Wykonanie obliczeń nie sprawiło większych trudności. Program ten przeznaczony jest głownie do wizualizacji danych, nie tylko z dziedziny inżynierskiej, ale również z innych dziedzin nauki. Podstawową czynnością jest przeprowadzenie procesu gridingu. Wykorzystywany jest on w dalszych etapach obliczeniowych. W efekcie końcowym otrzymujemy model trójwymiarowy, który bardzo wiernie odwzorowuje rzeczywiste kształty obiektu.

11.5. Analiza porównawcza przedstawionych programów

Określenie objętości opracowywanego obiektu położonego na terenie wytwórni mas bitumicznych w miejscowości Gniewczyna Łańcucka wykonano w czterech programach. Wykorzystane do obliczeń programy, pod względem ich przeznaczenia można zaliczyć do trzech podstawowych grup:

Tabela 9. Główna klasyfikacja programów geodezyjnych

Programy obliczeniowe	**Programy graficzne**	**Programy obliczeniowo-graficzne**
WinKalk	Surfer, Bentley InRoads	C-Geo

[źródło: opracowanie własne]

Schemat obliczeń w każdym z tych programów jest podobny i wygląda następująco:
1. Przygotowanie danych.
2. Opracowanie wyników.
3. Uzyskanie w efekcie końcowym objętości.

W ramach przygotowania danych należy utworzyć wejściowy plik tekstowy ze współrzędnymi. Na podstawie tego pliku każdy z programów tworzy numeryczny model terenu, który jest niezbędny do wygenerowania siatki trójkątów. Dane te z kolei pozwalają na opracowanie modelu 3D.

Określenie objętości w WinKalk-u oraz C-Geo opiera się na pracy w jednym oknie modułu obliczeniowego, co niewątpliwie wpływa na szybkość oraz prostotę wykonywanych prac. Z kolei w programach Bentley InRoads oraz Surfer, prace prowadzące do uzyskania objętości wymagają od użytkownika posługiwania się kilkoma modułami. Znacznie utrudnia to pracę, ale w efekcie końcowym daje lepsze rezultaty. Przekłada to się na wierniejsze odwzorowanie rzeczywistych kształtów obiektu. Dodatkowo każdy z programów generuje raport z przeprowadzonych prac.

Jeśli chodzi o możliwości związane z tworzeniem modelu i jego wizualizacją, pomiędzy programami występują znaczące różnice. Winkalk jest programem typowo obliczeniowym i nie ma rozbudowanej palety narzędzi graficznych. Utworzony model 3D można w ograniczony sposób edytować. Natomiast C-Geo jest programem obliczeniowo-graficznym i jego możliwości związane z prezentacją wyników są nieznacznie większe. Dużym plusem jest możliwość kolorowania modelu. Oba programy umożliwiają tylko proste wyświetlanie modelu. Jedyną możliwością wpłynięcia na prezentowany model jest jego obrót oraz przeskalowanie w kierunku osi Z.

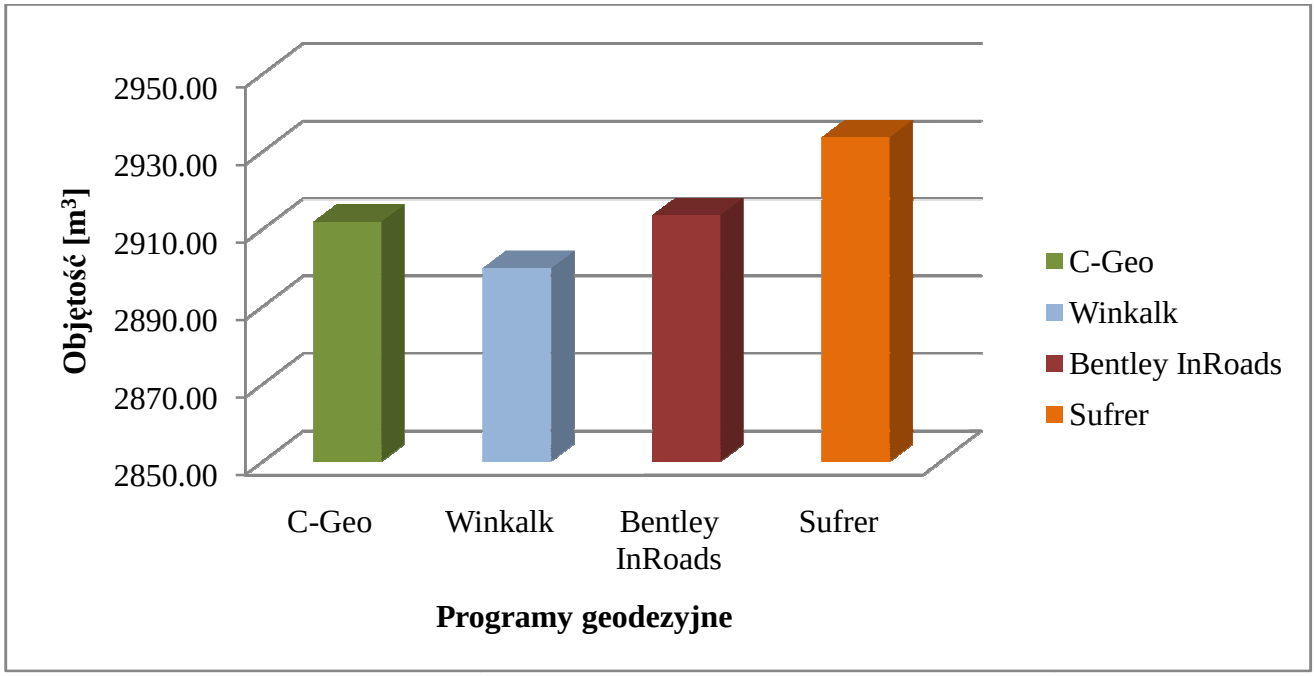
Bentley InRoads oraz Surfer są programami typowo graficznymi. Posiadają wiele rozwiniętych funkcji oraz rozbudowane palety narzędzi. Utworzony model można dowolnie wyświetlać i edytować. Dzięki tym wszystkim opcjom użytkownik ma większe możliwości.

Wyniki obliczenia kubatury w poszczególnych programach przedstawiono w tabeli zbiorczej *(Tabela 10).* W celu lepszego zobrazowania otrzymanych wartości w programach stworzono wykres *(Rys.41).* Dodatkowo sporządzono tabelaryczne zestawienie procentowych różnic pomiędzy poszczególnymi programami *(Tabela 11).*

Tabela 10. Zestawienie objętość w poszczególnych programach

	Objętość [m3]			
	Programy			
Poziom odniesienia	***C-Geo***	***Winkalk***	***Bentley InRoads***	***Surfer***
180.66 m	2911,8	2899,9	2913,5	2933,6

[źródło: opracowanie własne]



Rys. 41. Wyniki wyznaczenia kubatury w poszczególnych programach geodezyjnych
[źródło: opracowanie własne]

Tabela 11. Procentowe różnice pomiędzy programami

Program	**Różnica [%]**
Winkalk - C-Geo	0,41
Winkalk - Bentley InRoads	0,47
Winkalk - Surfer	1,15
C-Geo - Surfer	0,74
Bentley InRoads - C-Geo	0,06
Bentley InRoads - Surfer	0,68

[źródło: opracowanie własne]

Na podstawie uzyskanych wyników objętości z czterech programów można stwierdzić, że wybór oprogramowania nie ma większego wpływu na wynik końcowy. Analizując tabelę 8 widać, że największa rozbieżność występuje pomiędzy programami Winkalk oraz Surfer i wynosi 1,15%. Natomiast najbardziej zbliżony wynik występuję między Bentley InRoads a C-Geo, gdzie różnica wynosi zaledwie 0,06%. Powodem tych nieznacznych różnic jest fakt, iż w każdym z programów siatka trójkątów generowana jest automatycznie, przez co każda w minimalnym stopniu różni się między sobą. W związku z tym pola trójkątów siatki mają nieznacznie inną powierzchnie, co z kolei przekłada się na końcowy wynik objętości mierzonego obiektu.

Analiza wariancji

Tabela 12. Objętości w poszczególnych programach

C-Geo	**Winkalk**	**Bentley InRoads**	**Surfer**
$\mathbf{V_1}$	$\mathbf{V_2}$	$\mathbf{V_3}$	$\mathbf{V_4}$
2911,8 m^3	2899,9 m^3	2913,5 m^3	2933,6 m^3

[źródło: opracowanie własne]

$$V_{śr} = \frac{V_1 + V_2 + V_3 + V_4}{4} \tag{22}$$

$$V_{śr} = 2914{,}7\ m^3$$

- *Odchylenie standardowe:*

$$\delta = \sqrt{\frac{(V_1 - Vsr)^2 + (V_2 - Vsr)^2 + (V_3 - Vsr)^2 + (V_4 - Vsr)^2}{4 - 1}} \tag{23}$$

$$\delta = 14{,}0\ m^3$$

- *Miara niedokładności wyznaczenia parametru V:*

$$\lambda = \frac{\delta}{V_{śr}} \tag{24}$$

$$\lambda = \frac{14{,}0\ m^3}{2914{,}7\ m^3} = 0{,}005 * 100\% = 0{,}5\%$$

Podsumowując, wykonane pomiary i obliczenia wykazują, że objętość mas ziemnych mierzonego zwałowiska posiada niedokładność na poziomie 0,5%. Każdy z wykorzystanych programów spełnił swoje zadanie, a otrzymane wyniki objętości mas ziemnych są zadowalające.

12. Podsumowanie

Prace związane z określaniem objętości są bardzo często realizowane przy wykonywaniu większości inwestycji. Ważną kwestią jest wybór odpowiedniej metody pomiaru oraz obliczeń.

Ze względu na nieregularne ukształtowanie oraz uwarunkowania terenowe inwentaryzowanego zwałowiska, pomiar obiektu wykonano metodą tachimetryczną. Wyniki pomiaru opracowano w czterech programach geodezyjnych. W każdym z nich wygenerowano siatkę trójkątów, na podstawie której utworzono model 3D. W efekcie końcowym uzyskano objętość mierzonego obiektu.

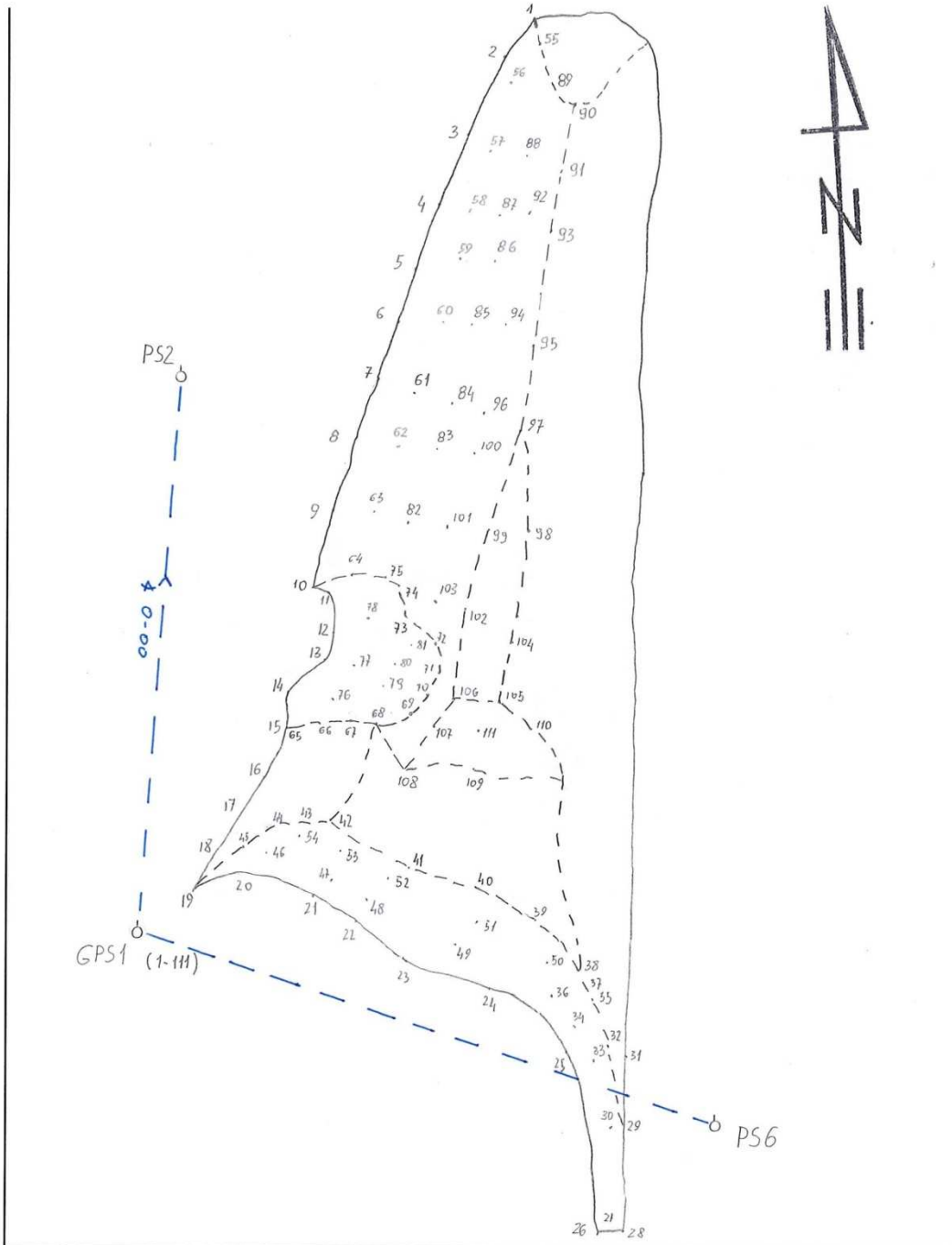
Na podstawie uzyskanych wyników obliczenia objętości z czterech programów stwierdzono, że wybór oprogramowania nie ma większego wpływu na wynik końcowy. Należy pamiętać, że ważną sprawą podczas wykonywania pomiarów jest precyzyjne określenie przebiegu linii charakterystycznych oraz poprawność stawiania pikiet. Należy je w miarę możliwości rozmieszczać równomiernie, aby w pełni odzwierciedlić mierzony obiekt. Bardzo ważne jest również przyjęcie odpowiedniego poziomu odniesienia. W przypadku inwentaryzowanego zwałowiska przyjęto wartość obliczoną ze średniej obrysu.

Rozwój technologii pomiarowej, dostępność coraz nowszego oraz rozbudowanego oprogramowania geodezyjnego, a także dostępność na rynku nowoczesnych urządzeń sprawia, że prace związane z określaniem objętości nie są już tematem trudnym do zrealizowania. Znajomość najnowszych programów geodezyjnych do opracowywania wyników pomiarów pomaga geodecie w pracy, znacznie ją przyspiesza oraz daje dokładniejsze wyniki.

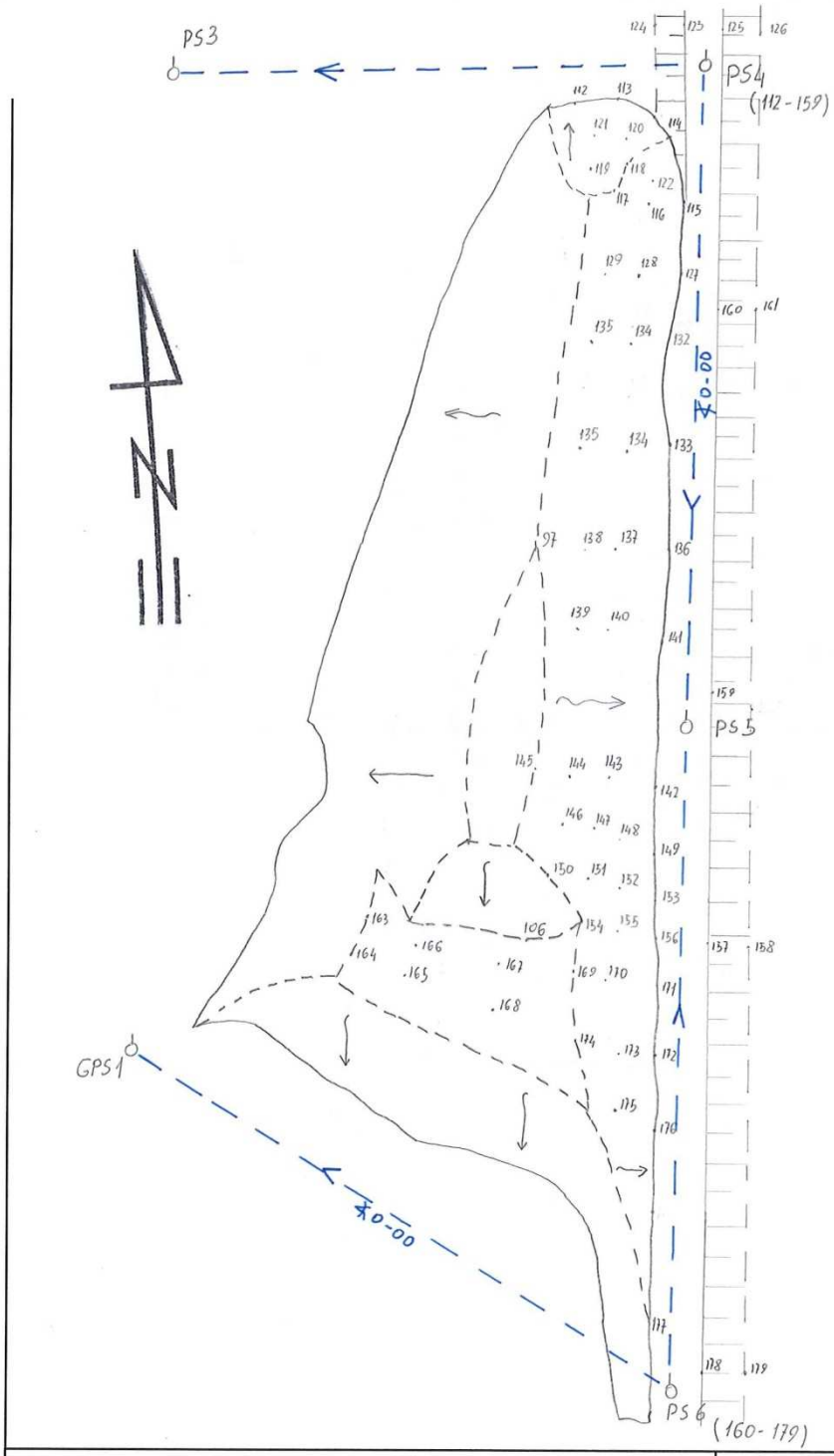
13. Załączniki

1. Szkice polowe.
2. Szkic niwelacji trygonometrycznej.
3. Szkice przysłonięcia horyzontu satelitarnego.
4. Dzienniki pomiaru kąta poziomego.
5. Dzienniki pomiaru kąta pionowego
6. Kopia mapy ewidencyjnej wsi Gniewczyna Łańcucka.
7. Raport z wyrównania osnowy pomiarowej w programie GEONET.
8. Dziennik pomiaru metodą biegunową.
9. Obliczenie współrzędnych punktów pomierzonych metoda biegunową.
10. Raport obliczenia objętości w programie Winkalk.
11. Raport obliczenia objętości w programie C-Geo.
12. Raport obliczenia objętości w programie Bentley InRoads.
13. Raport obliczenia objętości w programie Surfer.

Załącznik nr 1

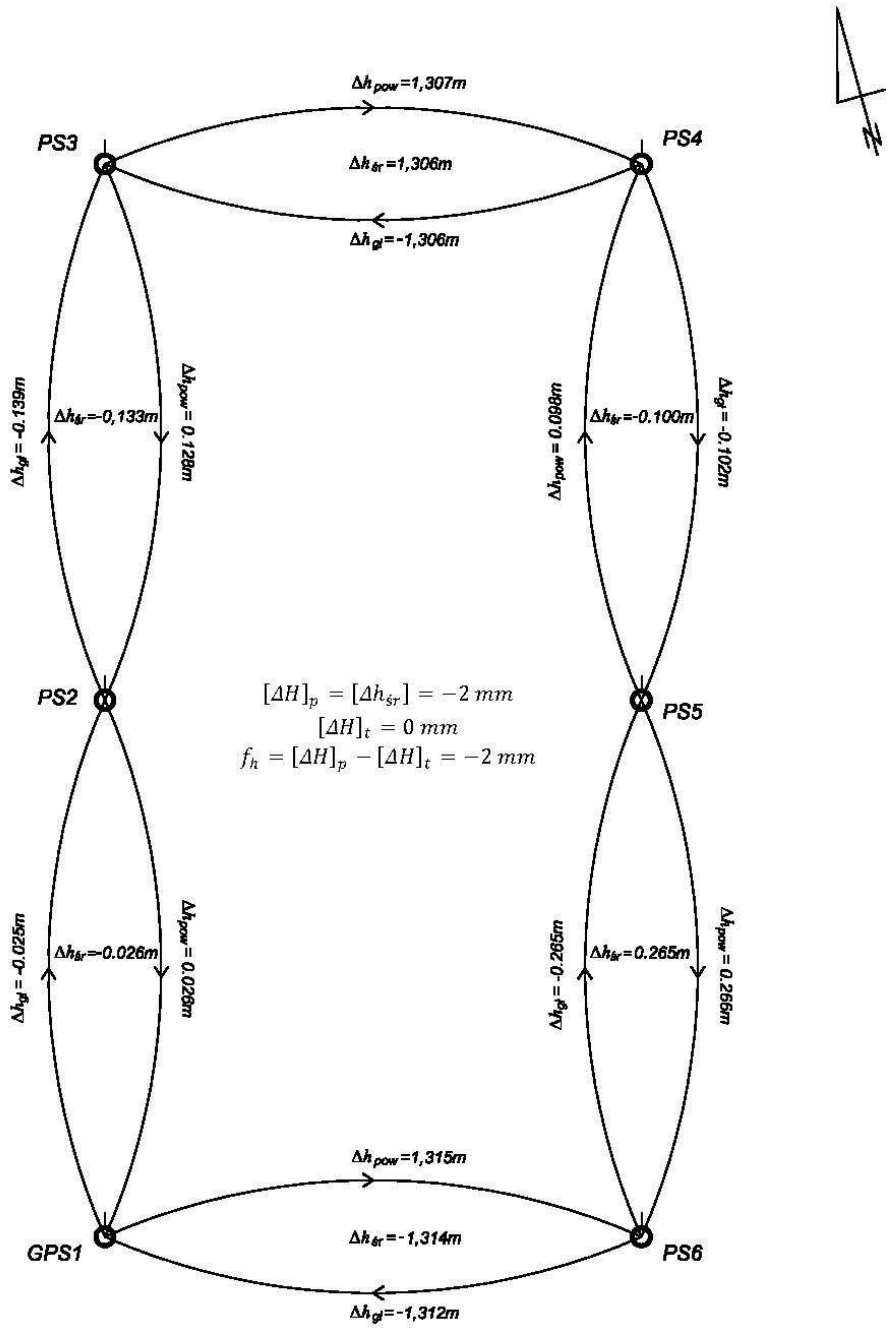


Nazwa lub symbol obiektu: Gniewczyna Łańcucka					Rodzaj pracy: pomiar inwentaryzacyjny
Czynności	Data	Nazwisko i imię wykonawcy	podpis	Sprzęt pomiarowy	
Pomierzył:	04.09.13r.	Gontarska		Województwo: podkarpackie	Nazwa instytucji wykonującej pomiar
Skartował:	04.09.13	Czerwonka		Powiat: przeworski	L. ks. rob.
Wykreślił:				Gmina: Tryńcza	Szkic polowy nr 1
Sprawdził:				Miejscowość: Gniewczyna Łańcucka	Nr sekcji mapy:



Nazwa lub symbol obiektu: Gniewczyna Łańcucka					Rodzaj pracy: pomiar inwentaryzacyjny
Czynności	Data	Nazwisko i imię wykonawcy	podpis	Sprzęt pomiarowy	
Pomierzył:	04.09.13	Gontarska		Województwo: podkarpackie	Nazwa instytucji wykonującej pomiar
Skartował:	04.09.13	Czerwonka		Powiat: przeworski	L. ks. rob.
Wykreślił:				Gmina: Tryńcza	Szkic polowy nr 2
Sprawdził:				Miejscowość: Gniewczyna Łańcucka	Nr sekcji mapy:

Załącznik nr 2



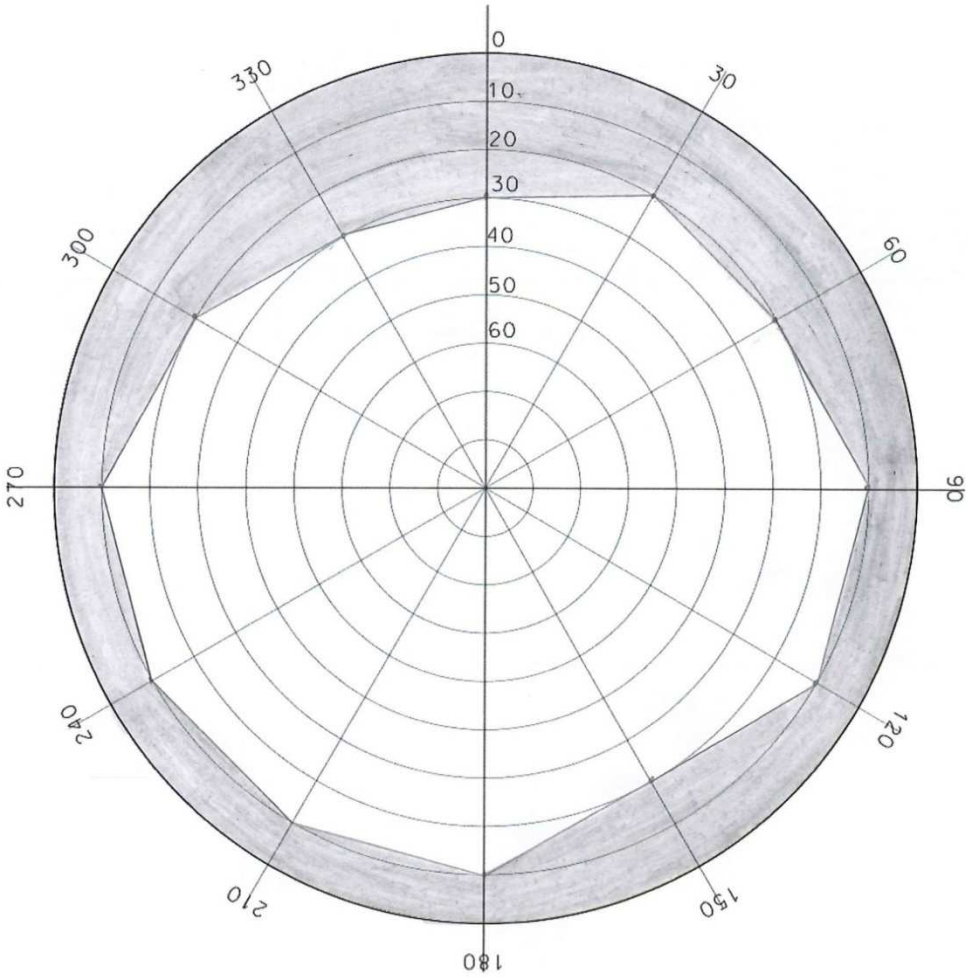
Rodzaj pracy:	Niwelacja trygonometryczna		Obiekt: Osnowa pomiarowa - Gniewczyna Łańcucka	
	Data	Nazwisko Imię Podpis	Szkic nr 3	
Opracował	24.10.13r.	Łukasz Czerwonka	Województwo: Podkarpackie	
Wykreślił	24.10.13r.	Aleksandra Gontarska	Gmina: Tryńcza	
Sprawdził			Miejscowość: Gniewczyna Łań.	(pieczęć)

Załącznik nr 3

Szkic przesłonięcia horyzontu satelitarnego punktu pomiarowego

Nazwa punktu GP51

4-char ID 8990 data 03.09.2013r.

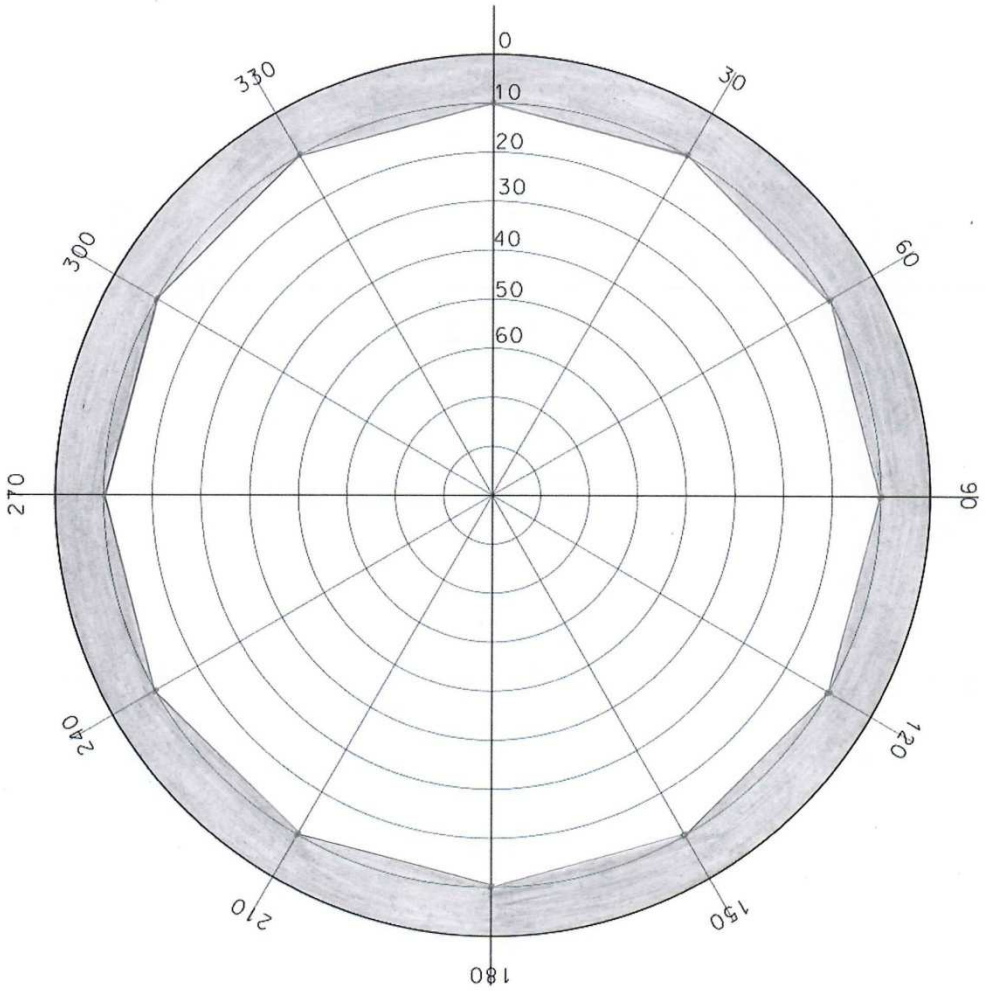


Szkic sporządził Gontarska Aleksandra

Szkic przesłonięcia horyzontu satelitarnego punktu pomiarowego

Nazwa punktu GP57

4-char ID 8990 data 03.09.2013



Szkic sporządził Łukasz Czerwonka

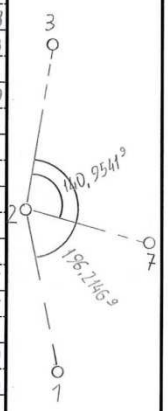
Załącznik nr 4

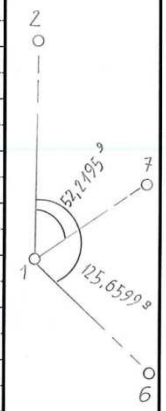
Dziennik pomiaru kątów poziomych

Str. ...1.....

Data: 03.09.13r.
Obserwator: Czerwonka
Sekretarz: Gontarska

Numer stanowiska	Oznaczenie celu	I położenie lunety: Odczyty: A	B		średnia		II położenie lunety: Odczyty: A	B		średnia		Kierunki zred. z położenia: I	II		Średnie kierunki zredukowane			Obliczenia kontrolne: Sumy średnich odczytów I+II dla poszczególnych kierunków			Różnica sum obliczonych w kol. 9 / ½ różnicy = kąt			Szkic kątów Uwagi
		g °	c '	cc "	c '	cc "	g °	c '	cc "	c '	cc "	g °	c '	cc "	g °	c '	cc "	g °	c '	cc "	g °	c '	cc "	
1	2	3			4		5			6		7			8			9			10			11
2	3	0	00 / 00	00 / 00	00	00	199	99 / 99	80 / 79	99	80	0	00 / 00	00 / 00	0	00	00	199	99	80				
	7	140	95 / 95	04 / 00	95	02	340	95 / 95	14 / 14	95	14	140	95 / 95	02 / 34	140	95	-3 / 18	481	90	16	281 / 140	90 / 95	36 / 18	
I serwa	1	196	21 / 21	11 / 12	21	12	396	21 / 21	54 / 58	21	56	196	21 / 21	12 / 76	196	21	-7 / 44	592	42	68	392 / 196	42 / 21	88 / 44	
	3	399	99 / 99	52 / 52	99	52	200	00 / 00	47 / 48	00	48	399 / 0	99 / 00	52 / 68	200	00	-10 / 10	600	00	00	400 / 200	00 / 00	20 / 10	
2	3	67	30 / 30	00 / 00	30	00	267	30 / 30	20 / 22	30	21	0	00 / 00	00 / 00	0	00	00	334	60	21				
	7	208	26 / 26	19 / 20	26	20	8	25 / 25	35 / 35	25	35	140	96 / 95	20 / 14	140	95	67	216	51	55	281 / 140	91 / 95	34 / 67	
II serwa	1	263	51 / 51	67 / 68	51	68	63	51 / 51	60 / 59	51	60	196	21 / 21	68 / 39	196	21	54	327	03	28	392 / 196	43 / 21	07 / 54	
	3	67	30 / 30	10 / 10	30	10	267	30 / 30	10 / 11	30	11	0 / 399	00 / 99	10 / 90	200	00	00	334	60	21	400 / 200	00 / 00	00 / 00	
1	2	66	20 / 20	00 / 00	20	00	266	20 / 20	13 / 11	20	12	0	00 / 00	00 / 00	0	00	00	332	40	12				
	7	118	41 / 41	44 / 42	41	43	318	42 / 42	41 / 42	42	42	52	21 / 22	43 / 30	52	21	+10 / 86	436	83	85	104 / 52	43 / 21	73 / 86	
I serwa	6	191	85 / 85	52 / 51	85	52	391	86 / 86	14 / 10	86	12	125	65 / 66	52 / 00	125	65	+21 / 76	583	71	64	251 / 125	31 / 65	52 / 76	
	2	66	19 / 19	54 / 50	19	52	266	19 / 19	98 / 98	19	98	399	99 / 99	52 / 86	399	99	+31 / 69	332	39	50	399 / 199	99 / 99	38 / 69	
1	2	132	00 / 00	00 / 00	00	00	331	99 / 99	97 / 95	99	96	0	00 / 00	00 / 00	0	00	00	463	99	96				
	7	184	21 / 21	94 / 95	21	95	384	21 / 21	70 / 70	21	70	52	21 / 21	95 / 74	52	21	+9 / 84	568	43	65	104 / 52	43 / 21	69 / 84	
II serwa	6	257	65 / 65	49 / 50	65	50	57	66 / 66	14 / 12	66	13	125	65 / 66	50 / 17	125	65	+17 / 84	315	31	63	251 / 125	31 / 65	67 / 84	
	2	131	99 / 99	99 / 99	99	99	331	99 / 99	99 / 80	99	80	399	99 / 99	65 / 84	399	99	+26 / 74	463	99	45	399 / 199	99 / 99	49 / 74	





Dziennik pomiaru kątów poziomych

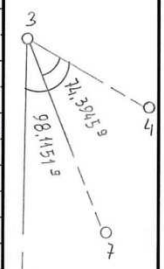
Str. 2

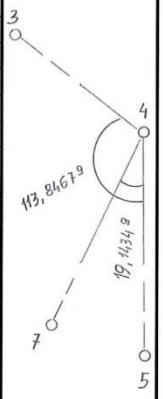
Data: 03.09.2013r

Obserwator: Czerwonka

Sekretarz: Gontowska

Numer stanowiska	Oznaczenie celu	I położenie lunety Odczyty: A			I położenie lunety Odczyty: B			I położenie lunety średnia		II położenie lunety Odczyty: A			II położenie lunety Odczyty: B			II położenie lunety średnia		Kierunki zred. z położenia: I			Kierunki zred. z położenia: II			Średnie kierunki zredukowane			Obliczenia kontrolne: Sumy średnich odczytów I+II dla poszczególnych kierunków			Różnica sum obliczonych w kol. 9 / ½ różnicy = kąt			Szkic kątów Uwagi
		g °	c ′	cc ″	g °	c ′	cc ″	c ′	cc ″	g °	c ′	cc ″	g °	c ′	cc ″	c ′	cc ″	g °	c ′	cc ″	g °	c ′	cc ″	g °	c ′	cc ″	g °	c ′	cc ″	g °	c ′	cc ″	
1	2	3						4		5						6		7						8			9			10			11
3	4	0	00	01	00	00		00	00	199	99	86	99	86		99	86	0	00	00	0	00	00	0	00	00	199	99	86				
	7	74	39	30	39	31		39	30	274	39	32	39	33		39	33	74	39	30	74	39	47	74	39	+2 38	348	78	63	148	78	77	
I seria	2	98	11	42	11	40		11	41	298	11	44	11	40		11	42	98	11	41	98	11	56	98	11	+5 48	396	22	83	196	22	97	
	4	399	99	79	99	75		99	77	199	99	95	99	95		99	95	399	99	77	399	99	77	399	99	+7 93	599	99	72	399	99	86	
																		0	00	09										199	99	93	
3	4	67	10	00	10	00		10	00	267	09	94	09	92		09	93	0	00	00	0	00	00	0	00	00	334	19	93				
	7	141	49	44	49	44		49	44	341	49	54	49	56		49	55	74	39	44	74	39	62	74	39	-3 53	482	98	99	148	79	06	
II seria	2	165	21	62	21	60		21	61	365	21	39	21	40		21	40	98	11	61	98	11	47	98	11	-6 54	530	43	01	196	23	08	
	4	67	10	05	10	06		10	06	267	10	06	10	02		10	04	0	00	06	0	00	11	0	00	-9 09	334	20	10	0	00	17	
																														0	00	09	
4	5	0	00	00	00	00		00	00	200	00	00	00	00		00	00	0	00	00	0	00	00	0	00	00	200	00	00				
	7	19	14	05	14	03		14	04	219	14	56	14	57		14	57	19	14	04	19	14	57	19	14	+2 31	238	28	61	38	28	61	
I seria	3	113	84	53	84	53		84	53	313	84	87	84	85		84	86	113	84	53	113	84	86	113	84	+4 70	427	69	39	227	69	39	
	5	399	99	79	99	80		99	80	200	00	09	00	06		00	08	399	99	80	399	99	80	399	99	+6 94	599	99	88	399	99	88	
																		0	00	08										199	99	94	
4	5	66	25	00	25	00		25	00	266	24	97	24	95		24	96	0	00	00	0	00	00	0	00	00	332	49	96				
	7	85	39	18	39	18		39	18	285	39	53	39	51		39	52	19	14	18	19	14	56	19	14	-1 37	370	78	70	38	28	74	
II seria	3	180	09	36	09	34		09	35	380	09	64	09	64		09	64	113	84	35	113	84	68	113	84	-2 52	560	18	99	227	69	03	
	5	66	24	95	24	93		24	94	266	25	08	25	04		25	06	399	99	94	0	00	-3 03	332	50	00				0	00	04	
																		0	00	10										0	00	02	



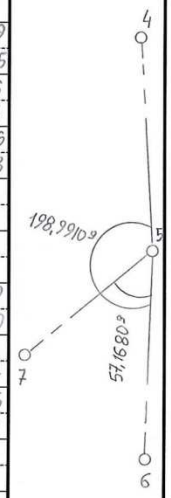


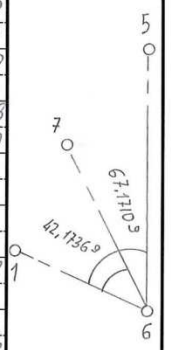
Dziennik pomiaru kątów poziomych

Str. 3

Data: 03.09.13r.
Obserwator: Gonłavska
Sekretarz: Czerwonka

Numer stanowiska	Oznaczenie celu	I położenie lunety Odczyty: A	I położenie lunety Odczyty: B	I położenie lunety średnia		II położenie lunety Odczyty: A	II położenie lunety Odczyty: B	II położenie lunety średnia		Kierunki zred. z położenia: I	Kierunki zred. z położenia: II	Średnie kierunki zredukowane			Obliczenia kontrolne: Sumy średnich odczytów I+II dla poszczególnych kierunków			Różnica sum obliczonych w kol. 9 / ½ różnicy = kąt			Szkic kątów Uwagi
		g °	c ′	cc ″	c ′	cc ″	g °	c ′	cc ″	c ′	cc ″	g °	c ′	cc ″	g °	c ′	cc ″	g °	c ′	cc ″	
1	2	3			4		5			6		7			8			9			10			11
5	6	0	00	00	00	00	200	00	09	00	09	0	00	00	0	00	00	200	00	09				
			00	00				00	09															
	7	57	16	74	16	73	257	17	06	17	05	57	16	73	57	16	+6	314	33	78	114	33	69	
			16	72				17	04				16	96			85				57	16	85	
I seria	4	198	98	89	98	88	398	99	26	99	27	198	98	88	198	99	+11	597	98	15	397	98	06	
			98	87				99	27				99	18			03				198	99	03	
	6	399	99	93	99	93	199	99	83	99	82	399	99	93	399	99	+17	599	99	75	399	99	66	
			99	93				99	81				99	73			83				199	99	83	
5	6	66	00	00	00	00	266	00	24	00	23	0	00	00	0	00	00	332	00	23				
			00	00				00	22															
	7	123	16	56	16	56	323	17	07	17	06	57	16	56	57	16	-1	446	33	62	114	33	39	
			16	56				17	05				16	83			70				57	16	70	
II seria	4	264	99	05	99	04	64	99	33	99	33	198	99	04	198	99	-2	329	98	37	397	98	14	
			99	03				99	33				99	10			07				198	99	07	
	6	66	00	07	00	05	266	00	22	00	23	0	00	05	0	00	-3	332	00	28	0	00	05	
			00	03				00	23				00	00			03				0	00	03	
6	1	0	00	00	00	00	200	00	06	00	06	0	00	00	0	00	00	200	00	06				
			00	00				00	05															
	7	42	17	38	17	37	242	17	48	17	48	42	17	37	42	17	39	284	34	85	84	34	79	
			17	36				17	49				17	42							42	17	39	
I seria	5	67	16	88	16	86	267	17	10	17	10	67	16	86	67	16	95	334	33	96	134	33	90	
			16	84				17	10				17	04							67	16	95	
	1	0	00	00	00	00	200	00	05	00	04	0	00	00	399	99	+1	200	00	04	399	99	98	
			00	00				00	03			399	99	98			99				199	99	99	
6	1	66	00	00	00	00	265	99	86	99	84	0	00	00	0	00	00	331	99	84				
			00	00				99	82															
	7	108	17	04	17	02	308	17	29	17	30	42	17	02	42	17	-8	416	34	32	84	34	48	
			17	00				17	30				17	46			24				42	17	24	
II seria	5	133	16	99	16	99	333	17	00	17	00	67	16	99	67	17	-16	466	33	99	134	34	15	
			16	09				17	00				17	16			08				67	17	08	
	1	66	00	00	00	00	266	00	34	00	33	0	00	00	0	00	-24	332	00	33	0	00	49	
			00	00				00	32				00	49			24				0	00	24	





Załącznik nr 5

Dziennik pomiaru kątów pionowych

Str. ...1.....

Data pomiaru: 02.09.2013r.
Obserwator: Czerwonka
Sekretarz: Gontarska

Numer stanowiska	Oznaczenie celu	I położenie lunety: Odczyt O_I A	I położenie lunety: Odczyt O_I B	I położenie lunety: średnia	II położenie lunety: Odczyt O_{II} A	II położenie lunety: Odczyt O_{II} B	II położenie lunety: średnia	Kąt pionowy z położenia I i II $z_I = O_I$, $z_{II} = 400^g - O_{II}$	Średni kąt pionowy $z = \frac{1}{2}(z_I + z_{II}) = \frac{1}{2}(O_I - O_{II} + 400^g)$	Suma odczytów: $O_I + O_{II}$ / Błąd indeksu $\mu = \frac{1}{2}(O_I + O_{II} - 400^g)$	Kontrola: Kąt pionowy $z = O_I - \mu$ / Błąd indeksu $\mu = O_{II} + z - 400^g$	Uwagi i szkice
		g ° c ′ cc ″	g ° c ′ cc ″	c ′ cc ″	g ° c ′ cc ″	g ° c ′ cc ″	c ′ cc ″	g ° c ′ cc ″	g ° c ′ cc ″	g ° c ′ cc ″	g ° c ′ cc ″	
1	2											11
1	2	100 13 18	13 16	13 17	299 86 17	86 18	86 18	100 13 17	13 82	100 13 50	399 99 35	100 13 50
											-0 00 33	-0 00 32
	7	82 29 99	29 99	29 99	317 69 35	69 37	69 36	82 29 99	30 64	82 30 32	399 99 35	82 30 32
											-0 00 33	-0 00 32
	6	97 66 42	66 44	66 43	302 32 74	32 72	32 73	97 66 43	67 27	97 66 85	399 99 16	97 66 85
											-0 00 42	-0 00 42
1	2	100 13 44	13 42	13 46	299 86 17	86 18	86 18	100 13 46	13 82	100 13 64	399 99 64	100 13 64
											-0 00 18	-0 00 18
	7	82 30 16	30 20	30 18	317 69 60	69 62	69 61	82 30 18	30 39	82 30 28	399 99 79	82 30 29
											-0 00 11	-0 00 10
	6	97 66 88	66 85	66 86	302 32 98	32 98	32 98	97 66 86	67 02	97 66 94	399 99 84	97 66 94
											-0 00 08	-0 00 08
2	3	100 35 33	35 33	35 36	299 64 06	64 04	64 05	100 35 36	35 95	100 35 66	399 99 41	100 35 66
											-0 00 30	-0 00 29
	7	81 40 46	40 47	40 47	318 59 07	59 05	59 06	81 40 47	40 94	81 40 70	399 99 53	81 40 71
											-0 00 24	-0 00 23
	1	99 86 16	86 19	86 18	300 13 53	13 55	13 54	99 86 18	86 46	99 86 32	399 99 72	99 86 32
											-0 00 14	-0 00 14
2	3	100 35 39	35 40	35 40	299 64 00	64 00	64 10	100 35 40	35 90	100 35 65	399 99 50	100 35 65
											-0 00 25	-0 00 25
	7	81 40 96	40 94	40 95	318 59 14	59 12	59 13	81 40 95	40 87	81 40 91	400 00 08	81 40 91
											0 00 04	0 00 04
	1	99 85 87	85 85	85 86	300 13 84	13 80	13 82	99 85 86	86 18	99 86 02	399 99 86	99 86 02
											-0 00 16	-0 00 16
	4	96 11 80	11 79	11 80	303 87 72	87 70	87 71	96 11 80	12 29	96 12 04	399 99 51	96 12 04
											-0 00 24	-0 00 25
3	7	91 12 14	12 12	12 13	308 87 28	87 30	87 29	91 12 13	12 71	91 12 42	399 99 42	91 12 42
											-0 00 29	-0 00 29
	2	100 00 20	00 16	00 18	299 99 45	99 43	99 48	100 00 18	00 52	100 00 35	399 99 66	100 00 35
											-0 00 17	-0 00 17
3	4	96 11 53	11 55	11 84	303 87 75	87 79	87 77	96 11 84	12 23	96 12 04	399 99 61	96 12 04
											-0 0 20	-0 00 19
	7	91 12 17	12 17	12 17	308 87 34	87 32	87 33	91 12 17	12 67	91 12 42	399 99 50	91 12 42
											-0 00 25	-0 00 25
	2	100 00 40	00 39	00 40	299 99 44	99 43	99 43	100 00 40	00 57	100 00 48	399 99 83	100 00 49
											-0 00 09	-0 00 08

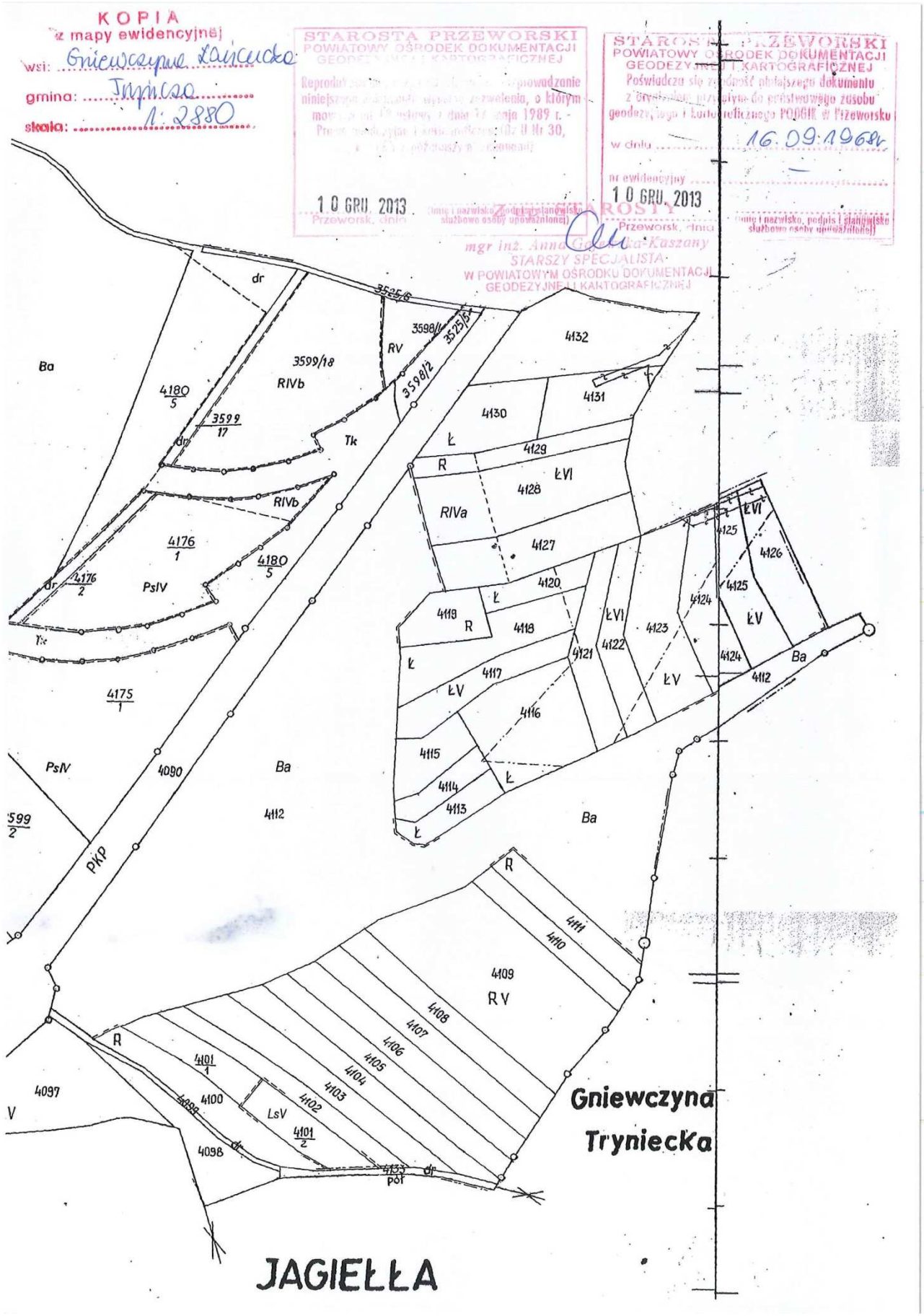
Dziennik pomiaru kątów pionowych

Str. ....2.....

Data pomiaru: 02.09.2013r.
Obserwator: Czerwonka
Sekretarz: Gontarska

Numer stanowiska	Oznaczenie celu	I położenie lunety: Odczyt: O_I (A / B)			I położenie lunety: średnia		II położenie lunety: Odczyt: O_{II} (A / B)			II położenie lunety: średnia		Kąt pionowy: z położenia I i II $z_I = O_I$, $z_{II} = 400^g - O_{II}$			Średni kąt pionowy $z = \frac{1}{2}(z_I + z_{II}) = \frac{1}{2}(O_I - O_{II} + 400^g)$			Suma odczytów: $O_I + O_{II}$ / Błąd indeksu $\mu = \frac{1}{2}(O_I + O_{II} - 400^g)$			Kontrola: Kąt pionowy $z = O_I - \mu$ / Błąd indeksu $\mu = O_I + z - 400^g$			Uwagi i szkice
		g °	c ′	cc ″	c ′	cc ″	g °	c ′	cc ″	c ′	cc ″	g °	c ′	cc ″	g °	c ′	cc ″	g °	c ′	cc ″	g °	c ′	cc ″	
1	2	3			4		5			6		7			8			9			10			11
4	5	100	31	44	31	43	299	68	23	68	23	100	31	43	100	31	60	399	99	66	100	31	61	
			31	42				68	23				31	77				-0	00	17	-0	00	17	
	7	92	33	62	33	61	307	66	59	66	57	92	33	61	92	33	52	400	00	18	92	33	52	
			33	60				66	55				33	43				0	00	09	0	00	09	
	3	103	87	46	87	45	296	12	22	12	21	103	87	45	103	87	62	399	99	66	103	87	62	
			87	44				12	20				87	79				-0	00	17	-0	00	17	
4	5	100	31	42	31	43	299	68	24	68	23	100	31	43	100	31	60	399	99	66	100	31	60	
			31	44				68	22				31	77				-0	00	17	-0	00	17	
	7	92	33	55	33	54	307	66	15	66	16	92	33	54	92	33	69	399	99	70	92	33	69	
			33	53				66	17				33	84				-0	00	15	-0	00	15	
	3	103	87	54	87	54	296	12	20	12	21	103	87	54	103	87	66	399	99	75	103	87	66	
			87	54				12	22				87	79				-0	00	12	399	99	87	
5	6	99	48	79	48	80	300	51	26	51	27	99	48	80	99	48	76	400	00	07	99	48	76	
			48	80				51	28				48	73				0	00	04	0	00	03	
	7	79	50	19	50	20	320	50	00	50	00	79	50	20	79	50	10	400	00	20	79	50	10	
			50	20				50	00				50	00				0	00	10	0	00	10	
	4	99	69	02	69	01	300	30	54	30	53	99	69	01	99	69	24	399	99	54	99	69	24	
			69	00				30	52				69	47				-0	00	23	-0	00	23	
5	6	99	48	16	48	17	300	51	39	51	40	99	48	17	99	48	38	399	99	57	99	48	39	
			48	17				51	40				48	60				-0	00	22	-0	00	21	
	7	79	50	20	50	21	320	49	92	49	93	79	50	21	79	50	14	400	00	14	79	50	14	
			50	22				49	94				50	07				0	00	7	0	00	07	
	4	99	68	99	68	99	300	30	64	30	62	99	68	99	99	69	19	399	99	61	99	69	19	
			68	99				30	60				69	38				-0	00	20	-0	00	19	
6	1	102	33	00	33	02	297	66	76	66	74	102	33	02	102	33	14	399	99	76	102	33	14	
			33	04				66	74				33	26				-0	00	12	-0	00	12	
	7	90	31	66	31	65	309	68	07	68	06	90	31	65	90	31	80	399	99	71	90	31	80	
			31	64				68	05				31	94				-0	00	15	-0	00	14	
	5	100	51	39	51	37	299	48	89	48	90	100	51	37	100	51	24	400	00	27	100	51	23	
			51	35				48	90				51	10				0	00	14	0	00	13	
6	1	102	32	99	32	98	297	66	87	66	86	102	32	98	102	32	06	399	99	84	102	33	06	
			32	97				66	85				33	14				-0	00	08	-0	00	08	
	7	90	31	84	31	83	309	67	90	67	90	90	31	83	90	31	97	399	99	73	90	31	97	
			31	82				67	89				32	10				-0	00	14	-0	00	14	
	5	100	51	05	51	04	299	48	25	48	24	100	51	04	100	51	40	399	99	28	100	51	40	
			51	03				48	23				51	76				-0	00	36	-0	00	36	

Załącznik nr 6



Załącznik nr 7

```
GEONET 2006 - system geodezyjny  (c)ALGORES-SOFT    www.geonet.net.pl
PROGRAM WYRÓWNANIA SIECI POZIOMEJ [max. 20000 punktów],  wersja 5.8va
_____________________________________________________________________
OBIEKT:
WYKONAWCA: Czerwonka, Gontarska
INDEKS ROBOTY:
DATA:2013-09-05

_____________________________________________________________________
Początek obliczeń:15:47:29

OPIS OBIEKTU:
UKŁAD WSPÓŁRZĘDNYCH:   2000  Strefa:  24
PARAMETRY ELIPSOIDY ODNIESIENIA:
 a =  6378137.0000m
 b =  6356752.3141m

-------------------------------------------------------------
| PARAMETRY CAŁKOWITOLICZBOWE SIECI                         |
|-----------------------------------------------------------|
|  Liczba wszystkich punktów sieci             lp =       7 |
|  Liczba stałych punktów nawiązania           ls =       1 |
|  Liczba pseudoobserwacji współrzędnych    lrsxy =       0 |
|  Liczba punktów wyznaczanych                 lr =       6 |
|  Liczba obserwacji kątowych                 lka =      12 |
|  Liczba stacji obserwacji kierunkowych      lst =       0 |
|  Liczba obserwacji kierunkowych             lki =       0 |
|  Liczba azymutów topograficznych           lazt =       1 |
|  Liczba azymutów geodezyjnych (GPS)        lazg =       0 |
|  Liczba długości klasycznych                ldk =      18 |
|  Liczba długości GPS                        ldg =       0 |
|  Liczba niewiadomych współrzednych            n =      12 |
|  Łączna Liczba obserwacji                     m =      31 |
|  Nadwymiarowość układu obserwacyjnego       m-n =      19 |
-------------------------------------------------------------
GLOBALNY WSKAŹNIK NIEZAWODNOŚCI:  z =0.6129  z% =  61.3%

-------------------------------------------------------------------
| WYKAZ PUNKTÓW NAWIĄZANIA                                        |
|-----------------------------------------------------------------|
| NR PUNKTU      |         X   |         Y   | błędności a-priori|
|  (nazwa)       |             |             |-------------------|
|                |             |             |     mX  |    mY   |
|----------------|-------------|-------------|---------|---------|
|               1| 5552796.9920| 8394447.5290|   0.0000|   0.0000|
-------------------------------------------------------------------

OPCJE SPECJALNE WYRÓWNANIA:
 Metoda najmniejszych kwadratów - standard
 Miara gradowa
 Błędy średnie obserwacji wyrównanych są liczone na podstawie
 pełnej macierzy kowariancyjnej
-----------------------------------------------------------------------------
|  WYZNACZALNOŚCI PUNKTÓW                                                   |
|  Ilość obserwacji wiążących dany punkt z innymi punktami sieci:           |
|       q - ogółem (według zbiorów obserwacyjnych),                         |
|      q0 - tylko dla różnych elementów geometrycznych,                     |
|    q-q0 - powtórzenia pomiarów tych samych elementów geometrycznych sieci.|
|  Oznaczenia w komentarzu:                                                 |
|       s - stały punkt nawiązania,                                         |
|      rs - ruchomy punkt nawiązania (z błędnościami współrzędnych)         |
|---------------------------------------------------------------------------|
|  lp |  Numer (nazwa) |    Obserwacje wiążące    |      KOMENTARZE        |
|     |    punktu      |--------------------------|                        |
|     |                |   q    |   q0   |(q-q0)  |                        |
|     |                |[ogólem]| [różne]|        |                        |
|-----|----------------|--------|--------|--------|------------------------|
|    1|               2|      10|       7|       3|                        |
|    2|               6|      10|       7|       3|                        |
|    3|               3|      10|       7|       3|                        |
|    4|               4|      10|       7|       3|                        |
|    5|               5|      10|       7|       3|                        |
|    6|               7|      13|      13|       0|                        |
|    7|               1|      11|       8|       3| s                      |
-----------------------------------------------------------------------------
LICZBA PUNKTÓW BEZ KONTROLI = 0
```

Liczba elementów półpasmowej macierzy normalnej = 74

WYKAZ DANYCH OBSERWACYJNYCH I REDUKCJE ODWZOROWAWCZE
KĄTY, BŁEDY ŚREDNIE, REDUKCJE ODWZOROWAWCZE, KĄTY ZREDUKOWANE

geonet_2006

P L A N Y K Ą T Ó W			KĄT OBS., BŁ.ŚR.,REDUKCJA, KĄT ZRED			
Nr(L)	Nr(C)	Nr(P)	Al(obs)	mAL	d(AL)	Al(zred)
2	1	7	52.21950	18.4	-0.0	52.21950
2	1	6	125.65990	18.4	-0.0	125.65990
3	2	7	140.95410	18.4	-0.0	140.95410
3	2	1	196.21460	18.4	-0.0	196.21460
4	3	7	74.39450	18.4	-0.0	74.39450
4	3	2	98.11510	18.4	-0.0	98.11510
5	4	7	19.14340	18.4	-0.0	19.14340
5	4	3	113.84670	18.4	0.0	113.84670
6	5	7	57.16800	18.4	0.0	57.16800
6	5	4	198.99100	18.4	0.1	198.99101
1	6	7	42.17360	18.4	0.0	42.17360
1	6	5	67.17100	18.4	0.0	67.17100

DŁUGOŚCI BOKÓW, BŁĘDY ŚREDNIE, REDUKCJE ODWZOROWAWCZE

geonet_2006

PLANY BOKÓW		DŁUG.OBS.	BŁ.ŚR	REDUKCJE		OBS.ZREDUK.
Nr(i)	Nr(j)	D(obs)	mD	dD(odwz)	dD(wys)	D(zred)
... długości klasyczne ...						
2	1	28.2650	0.0015	0.0017	-0.0002	28.2665
7	1	21.7210	0.0015	0.0013	-0.0001	21.7222
6	1	34.2580	0.0015	0.0020	-0.0002	34.2599
2	3	30.1200	0.0015	0.0018	-0.0002	30.1216
2	7	20.8200	0.0015	0.0012	-0.0001	20.8211
2	1	28.2650	0.0015	0.0017	-0.0002	28.2665
4	3	21.4200	0.0015	0.0013	-0.0001	21.4212
7	3	45.7460	0.0015	0.0027	-0.0002	45.7485
2	3	30.1200	0.0015	0.0018	-0.0002	30.1216
5	4	30.6960	0.0015	0.0018	-0.0002	30.6977
4	7	42.2420	0.0015	0.0025	-0.0002	42.2443
4	3	21.4200	0.0015	0.0013	-0.0001	21.4212
6	5	39.6740	0.0015	0.0024	-0.0002	39.6762
5	7	15.7990	0.0015	0.0009	-0.0001	15.7999
5	4	30.6960	0.0015	0.0018	-0.0002	30.6977
6	1	34.2580	0.0015	0.0020	-0.0002	34.2599
6	7	32.2880	0.0015	0.0019	-0.0002	32.2898
6	5	39.6740	0.0015	0.0024	-0.0002	39.6762

AZYMUTY, BŁEDY ŚREDNIE, REDUKCJE ODWZOROWAWCZE

geonet_2006

PLANY AZYMUTÓW			BŁ.ŚR	REDUKCJA	OBS.ZREDUK.
Nr(i)	Nr(j)	Az(dany)	mAz	dAz(odwz)	Az(zred)
... kąty kierunkowe ...					
7	1	261.39940	0.0	0.0	261.39940

```
 IERACJA = 1  KONTROLNE PARAMETRY NUMERYCZNE
 Sumy krańcowe w równaniach normalnych:
 [pLL]           = 278422971076076298.0000000 (z wyrazów wolnych równań obserwacji)
 [pvv]+[pdd]     =      21.1141904
       [pdd]     =       0.0000000 (z poprawek dX,dY dla punktów nawiązania)
 Empiryczny błąd średni jednostkowy:
           ~Mo   = 121053048.6313805 (z wyrazów wolnych)
            Mo   =       1.0541694 (z poprawek V i d)
 Średniokwadratowy przyrost współrzędnej:
    NORM(dx,dy)  =           0.010 m
-----------------------------------------------------------------------------
 IERACJA = 2  KONTROLNE PARAMETRY NUMERYCZNE
 Sumy krańcowe w równaniach normalnych:
 [pLL]           = 88194506683.1210119 (z wyrazów wolnych równań obserwacji)
 [pvv]+[pdd]     =      21.0637061
       [pdd]     =       0.0000000 (z poprawek dX,dY dla punktów nawiązania)
 Empiryczny błąd średni jednostkowy:
           ~Mo   =   68130.8750950 (z wyrazów wolnych)
            Mo   =       1.0529084 (z poprawek V i d)
 Średniokwadratowy przyrost współrzędnej:
    NORM(dx,dy)  =           0.000 m
```

```
-----------------------------------------------------------------------------
  IERACJA = 3  KONTROLNE PARAMETRY NUMERYCZNE
  Sumy krańcowe w równaniach normalnych:
  [pLL]           =      21.0644739 (z wyrazów wolnych równań obserwacji)
  [pvv]+[pdd]     =      21.0637061
        [pdd]     =       0.0000000 (z poprawek dX,dY dla punktów nawiązania)
  Empiryczny błąd średni jednostkowy:
            ~Mo   =       1.0529276 (z wyrazów wolnych)
             Mo   =       1.0529084 (z poprawek V i d)
  Średniokwadratowy przyrost współrzędnej:
     NORM(dx,dy)  =           0.000 m
-----------------------------------------------------------------------------
  IERACJA = 4  KONTROLNE PARAMETRY NUMERYCZNE
  Sumy krańcowe w równaniach normalnych:
  [pLL]           =      21.0637072 (z wyrazów wolnych równań obserwacji)
  [pvv]+[pdd]     =      21.0637061
        [pdd]     =       0.0000000 (z poprawek dX,dY dla punktów nawiązania)
  Empiryczny błąd średni jednostkowy:
            ~Mo   =       1.0529084 (z wyrazów wolnych)
             Mo   =       1.0529084 (z poprawek V i d)
  Średniokwadratowy przyrost współrzędnej:
     NORM(dx,dy)  =           0.000 m
-----------------------------------------------------------------------------
 WYNIKI WYRÓWNANIA SIECI
 PROCES ITERACYJNY GAUSSA - NEWTONA

 WYKAZ WYRÓWNANYCH MIAR KĄTÓW lub KIERUNKÓW
 ------------------------------------------------------------------------------ geonet_2006------
 |             P L A N Y   K Ą T Ó W                |  OBSERWACJE   |     WIELKOŚCI WYRÓWNANE    |
 |--------------------------------------------------+---------------+----------------------------|
 |       Nr(L)    |       Nr(C)    |       Nr(P)    | Al(obs) |mA*Mo|    V | mV  | Al(wyr) |mAwyr|
 |                |                |                |  [ g ]  |[cc] |  [cc]|[cc] |  [ g ]  |[cc] |
 |----------------+----------------+----------------+---------+-----+------+-----+---------+-----|
 |              2|              1|              7| 52.21950| 19.3|   4.3| 11.6| 52.21993| 15.5|
 |              2|              1|              6|125.65990| 19.3|   5.3| 11.3|125.66042| 15.7|
 |              3|              2|              7|140.95410| 19.3| -10.7| 10.1|140.95303| 16.5|
 |              3|              2|              1|196.21460| 19.3|   8.5| 11.3|196.21545| 15.7|
 |              4|              3|              7| 74.39450| 19.3| -25.0| 15.2| 74.39200| 12.0|
 |              4|              3|              2| 98.11510| 19.3|   7.6| 14.6| 98.11586| 12.6|
 |              5|              4|              7| 19.14340| 19.3|  -9.8| 16.5| 19.14242| 10.0|
 |              5|              4|              3|113.84670| 19.3| -12.8| 12.7|113.84543| 14.6|
 |              6|              5|              7| 57.16800| 19.3|  -5.4|  9.1| 57.16746| 17.1|
 |              6|              5|              4|198.99101| 19.3|  -6.6| 10.3|198.99035| 16.4|
 |              1|              6|              7| 42.17360| 19.3| -27.7| 15.4| 42.17083| 11.7|
 |              1|              6|              5| 67.17100| 19.3|  14.9| 14.8| 67.17249| 12.5|
 ------------------------------------------------------------------------------------------------
   ANALIZA STATYSTYCZNA POPRAWEK KĄTÓW:
    Liczba poprawek "-" istotnych (> 0.1) : 7
    Liczba poprawek "+" istotnych (<-0.1) : 5
    Liczba poprawek bliskich zera         : 0   (|v| < 0.1[cc])
    Liczba "odstających" obs. kątowych    : 0   (|v| > 3 * Mv)

 WYRÓWNANIE DŁUGOŚCI BOKÓW
 ------------------------------------------------------------------------ geonet_2006-----
 |           PLANY BOKÓW           |    OBSERWACJE   |       WYNIKI WYRÓWNANIA         |
 |---------------------------------+-----------------+---------------------------------|
 |          Nr(i) |          Nr(j) |D+redukcje| mD*Mo|    V   |  mV  |    Dwyr  | mDwyr|
 |----------------+----------------+----------+------+--------+------+----------+------|
 |      ... długości klasyczne ...                                                      |
 |              2|              1|   28.2665|0.0016|  0.0021|0.0014|   28.2686|0.0008|
 |              7|              1|   21.7222|0.0016| -0.0012|0.0015|   21.7210|0.0006|
 |              6|              1|   34.2599|0.0016|  0.0007|0.0014|   34.2606|0.0008|
 |              2|              3|   30.1216|0.0016|  0.0000|0.0013|   30.1216|0.0008|
 |              2|              7|   20.8211|0.0016| -0.0039|0.0014|   20.8173|0.0007|
 |              2|              1|   28.2665|0.0016|  0.0021|0.0014|   28.2686|0.0008|
 |              4|              3|   21.4212|0.0016| -0.0004|0.0013|   21.4208|0.0009|
 |              7|              3|   45.7485|0.0016| -0.0001|0.0014|   45.7484|0.0007|
 |              2|              3|   30.1216|0.0016|  0.0000|0.0013|   30.1216|0.0008|
 |              5|              4|   30.6977|0.0016|  0.0008|0.0014|   30.6985|0.0008|
 |              4|              7|   42.2443|0.0016| -0.0012|0.0014|   42.2431|0.0007|
 |              4|              3|   21.4212|0.0016| -0.0004|0.0013|   21.4208|0.0009|
 |              6|              5|   39.6762|0.0016|  0.0002|0.0014|   39.6763|0.0008|
 |              5|              7|   15.7999|0.0016|  0.0003|0.0014|   15.8001|0.0007|
 |              5|              4|   30.6977|0.0016|  0.0008|0.0014|   30.6985|0.0008|
 |              6|              1|   34.2599|0.0016|  0.0007|0.0014|   34.2606|0.0008|
 |              6|              7|   32.2898|0.0016| -0.0018|0.0014|   32.2880|0.0007|
 |              6|              5|   39.6762|0.0016|  0.0002|0.0014|   39.6763|0.0008|
 ---------------------------------------------------------------------------------------
```

```
ANALIZA STATYSTYCZNA POPRAWEK:
Liczba poprawek "-" istotnych  : 6
Liczba poprawek "+" istotnych  : 9
Liczba poprawek bliskich zera  : 3  (|v| < 0.0001m )
Liczba obserwacji "odstających": 0  (|v| > 3 * Mv )
Ocena wielkości błędu:
Postulat ewentualnej korekty systematycznej:
- współczynnik korekty długości :   -0.0000000018
  [ matematyczna eliminacja błędu odpowiada
  np. zmianie wysokości n.p.m. o wartość:
         0.01m
STWIERDZONO: 0 OBSERWCJI "ODSTAJĄCYCH"
[z poprawkami przekraczającymi błąd graniczny]

AZYMUTY
------------------------------------------------------------------ geonet_2006---
|         P L A N Y  AZYMUTÓW     |  OBSERWACJE   |    WIELKOŚCI  WYRÓWNANE    |
|---------------------------------+---------------+----------------------------|
|          Nr(I) |          Nr(J) | Az(zred)|mA.Mo|   V  |  mV | Az(wyr) |mAwyr|
|----------------+----------------+---------+-----+------+-----+---------+-----|
|    ... kąty kierunkowe ...                                                    |
|               7|               1|261.39940|  0.0|  -0.0|  0.0|261.39940|  0.0|
-------------------------------------------------------------------------------
    ANALIZA STATYSTYCZNA POPRAWEK AZYMUTÓW:
     Liczba poprawek "-" istotnych  : 0
     Liczba poprawek "+" istotnych  : 0
     Liczba poprawek bliskich zera  : 1   (|v| < 0.1[cc])
     Liczba azymutów "odstających"  : 0   (|v| > 3 * Mv)

    ------------------------------------------------------------------- geonet_2006--
    |                W S P Ó Ł R Z Ę D N E     W Y R Ó W N A N E                      |
    ---------------------------------------------------------------------------------
    | Lp. |    NR PUNKTU   |      X      |        Y    |   Mx   |   My   |   Mp   |Inf|
    |     |                |             |             |   A    |   B    |   Fi   |   |
    |-----+----------------+-------------+-------------+--------+--------+--------+---|
    |    1|               2| 5552824.9672| 8394451.5910|  0.0008|  0.0007|  0.0011|   |
    |     |                |             |             |  0.0008|  0.0006|   42.03|   |
    |-----+----------------+-------------+-------------+--------+--------+--------+---|
    |    2|               6| 5552779.1644| 8394476.7859|  0.0008|  0.0011|  0.0014|   |
    |     |                |             |             |  0.0012|  0.0006|   65.91|   |
    |-----+----------------+-------------+-------------+--------+--------+--------+---|
    |    3|               3| 5552854.4665| 8394457.6826|  0.0008|  0.0016|  0.0018|   |
    |     |                |             |             |  0.0016|  0.0008|   88.27|   |
    |-----+----------------+-------------+-------------+--------+--------+--------+---|
    |    4|               4| 5552849.5156| 8394478.5234|  0.0009|  0.0016|  0.0018|   |
    |     |                |             |             |  0.0016|  0.0008|  122.13|   |
    |-----+----------------+-------------+-------------+--------+--------+--------+---|
    |    5|               5| 5552818.8209| 8394478.0399|  0.0007|  0.0007|  0.0010|   |
    |     |                |             |             |  0.0007|  0.0007|   77.88|   |
    |-----+----------------+-------------+-------------+--------+--------+--------+---|
    |    6|               7| 5552809.3699| 8394465.3780|  0.0004|  0.0005|  0.0006|   |
    |     |                |             |             |  0.0006|  0.0000|   61.40|   |
    |-----+----------------+-------------+-------------+--------+--------+--------+---|
    |    7|               1| 5552796.9920| 8394447.5290|  0.0000|  0.0000|  0.0000| s |
    |     |                |             |             |  0.0000|  0.0000|    0.00|   |
    ---------------------------------------------------------------------------------

    Przeciętny błąd położenia  Mp(sr) =    0.0013 m
    Maksymalny błąd połozenia  Mp(max)=    0.0018 m   dla punktu: 4
    ---------------------------------------------------------------------------------

    SKRÓTY I OZNACZENIA:
    Mp,Mx,My - błąd położenia i błędy śr. współrzędnych
    A,B,Fi - parametry elipsy błędu położenia
    s - stały punkt nawiązania
    rs - punkt nawiązania z założoną błędnością

    INFORMACJE KONTROLNE:
    Błąd średni jednostkowy Mo =    1.05291 (w. niemianowana)
    Estymaty cząstkowe Mo i liczby stopni swobody:
    - dla długości      Mo(1) =    1.14337  f1 =   11.0
    - dla kątów         Mo(2) =    0.95025  f2 =    7.4
    Globalna wartość Mo wskazuje na poprawność wagowania
    Liczba punktów wyznaczanych w sieci bez kontroli: 0
    ___________________________________________________ geonet 2006 (c)algores-soft__
    Koniec obliczeń:15:47:29
```

Załącznik nr 8

Data: 11-12-2013
Obiekt C:\WinKalk\obliczenie pikiet 11.12.2013
Układ 2000

DZIENNIK POMIARÓW METODĄ BIEGUNOWĄ

Stanowisko	H inst.	Pikieta	Typ	Hz	D	V	H cel
GPS1	1,515	PS2	1	0,0001	28,276	100,0851	1,500
		PS6	1	125,6668	34,299	97,5667	1,500
		1		14,1500	57,978	100,3180	1,500
		2		13,2281	54,572	100,3009	1,500
		3		12,8281	50,108	100,2861	1,500
		4		12,7098	46,947	100,1327	1,500
		5		12,3347	43,397	100,1519	1,500
		6		12,4502	39,944	100,2075	1,500
		7		12,5607	35,501	100,2797	1,500
		8		12,5649	30,563	100,2900	1,500
		9		12,8733	25,127	100,4334	1,500
		10		15,7748	19,691	100,4391	1,500
		11		19,0187	19,981	100,3760	1,500
		12		22,5987	17,880	100,5782	1,500
		13		25,0213	16,304	100,4792	1,500
		14		21,7230	14,715	100,3932	1,500
		15		21,6648	12,212	100,8392	1,500
		16		27,3497	10,756	100,7585	1,500
		17		27,3998	8,348	100,8172	1,500
		18		29,5507	5,434	100,8142	1,500
		19		40,4059	1,703	101,9872	1,500
		20		69,7262	4,267	99,9560	1,500
		21		106,9938	9,827	99,3233	1,500
		22		113,9347	14,774	99,4662	1,500
		23		113,4048	19,676	99,3241	1,500
		24		114,9272	23,761	99,0923	1,500
		25		123,1111	27,834	99,2469	1,500
		26		135,6169	33,523	99,4316	1,500
		27		134,5432	34,185	98,6587	1,500
		28		134,0105	34,833	98,3389	1,500
		29		126,7039	32,077	98,1778	1,500
		30		127,4516	31,352	98,0504	1,500
		31		116,8829	29,696	98,1494	1,500
		32		117,6995	28,581	96,2075	1,500
		33		118,9441	27,782	97,8307	1,500
		34		113,8554	25,874	97,2275	1,500
		35		112,5863	27,554	95,3275	1,500
		36		110,5013	24,346	96,8273	1,500
		37		106,5187	25,403	92,8170	1,500
		38		101,3552	23,968	90,5033	1,500
		39		96,6383	19,832	89,6855	1,500
		40		91,5058	16,558	86,8732	1,500
		41		82,0625	12,290	81,6884	1,500
		42		64,1604	9,946	79,9514	1,500

Stanowisko	H inst.	Pikieta	Typ	Hz	D	V	H cel
		43		57,9718	7,975	83,4701	1,500
		44		51,4735	6,489	87,4001	1,500
		45		52,1911	4,585	90,2604	1,500
		46		61,1907	5,911	91,6613	1,500
		47		95,6171	10,455	94,2980	1,500
		48		106,0546	15,047	94,7175	1,500
		49		107,7532	20,015	95,9843	1,500
		50		105,7381	24,185	93,6994	1,500
		51		101,8292	20,203	94,0579	1,500
		52		98,1043	15,259	91,7345	1,500
		53		86,5736	11,086	87,8909	1,500
		54		66,4590	7,837	86,4015	1,500
		55		15,9884	56,074	98,8823	1,500
		56		15,4524	53,892	98,8135	1,500
		57		15,7813	50,102	98,7901	1,500
		58		15,4144	46,805	98,1809	1,500
		59		15,6022	43,445	98,0570	1,500
		60		17,1948	40,112	97,6240	1,500
		61		17,5989	35,560	97,7793	1,500
		62		19,1662	30,864	97,1371	1,500
		63		21,1361	25,414	96,4499	1,500
		64		22,8140	22,368	95,7099	1,500
		65		21,7003	12,196	100,8275	1,500
		66		33,6467	13,717	93,5314	1,500
		67		40,2453	14,368	88,2582	1,500
		68		45,8980	15,147	85,9098	1,500
		69		48,9063	17,833	82,6495	1,500
		70		48,2926	19,607	81,2883	1,500
		71		46,3976	21,421	81,9525	1,500
		72		39,4707	21,476	86,0234	1,500
		73		35,2577	20,717	88,4134	1,500
		74		30,6243	22,326	91,2886	1,500
		75		27,5756	22,742	93,3285	1,500
		76		33,3205	15,978	95,9113	1,500
		77		31,7768	18,633	95,8986	1,500
		78		28,3405	21,089	96,2643	1,500
		79		44,0995	17,162	88,4942	1,500
		80		42,1733	18,862	88,8213	1,500
		81		39,8427	19,932	89,6281	1,500
		82		26,6128	25,910	92,8231	1,500
		83		24,4784	31,732	93,3726	1,500
		84		21,6070	36,415	94,9535	1,500
		85		19,7621	40,496	95,5809	1,500
		86		18,3652	43,927	95,9587	1,500
		87		17,4696	46,958	96,6067	1,500
		88		17,7480	50,173	97,6202	1,500
		89		17,2921	55,119	97,6907	1,500
		90		19,1120	54,405	96,2999	1,500
		91		20,7891	50,521	96,1010	1,500
		92		19,2087	47,322	95,3059	1,500
		93		21,6463	47,628	94,1101	1,500
		94		22,1518	40,937	93,9171	1,500
		95		25,0198	42,014	92,1797	1,500
		96		25,1687	36,306	92,4433	1,500

Stanowisko	H inst.	Pikieta	Typ	Hz	D	V	H cel
		97		29,5418	36,522	90,2788	1,500
		98		40,3295	29,884	88,3626	1,500
		99		35,4800	28,285	88,3538	1,500
		100		27,2101	32,654	91,6389	1,500
		101		31,5935	26,871	89,7801	1,500
		102		40,0608	24,605	85,0693	1,500
		103		35,4102	23,327	88,2529	1,500
		104		51,8371	24,373	82,4495	1,500
		105		57,1330	22,850	82,3944	1,500
		106		51,7318	21,200	79,9385	1,500
		107		54,4688	18,162	80,3819	1,500
		108		60,3452	15,150	85,6916	1,500
		109		65,9860	18,950	87,7287	1,500
		110		63,9708	23,729	87,3182	1,500
		111		60,7133	20,456	84,6318	1,500
		PS2	1	0,0019	28,272	100,0801	1,500
PS4	1,475	PS5	1	399,9995	30,710	100,1663	1,500
		PS3	1	113,8376	21,466	103,8155	1,500
		112		112,5964	7,999	110,4030	1,500
		113		122,8748	5,396	115,2580	1,500
		114		102,9921	3,202	118,3434	1,500
		115		31,4656	4,683	107,2858	1,500
		116		49,8069	5,325	96,8029	1,500
		117		63,1202	7,068	85,7157	1,500
		118		78,0177	5,541	90,3993	1,500
		119		83,3105	7,435	93,5256	1,500
		120		92,3660	5,135	99,5998	1,500
		121		94,9184	7,243	101,9969	1,500
		122		49,5003	5,266	96,7291	1,500
		123		181,6531	6,091	107,2198	1,500
		124		167,1019	6,520	111,4253	1,500
		125		223,4066	5,548	104,0531	1,500
		126		241,6687	6,649	112,6470	1,500
		127		15,0190	9,458	104,1494	1,500
		128		27,5911	9,818	98,2211	1,500
		129		37,0607	10,529	90,6847	1,500
		130		33,5734	11,995	91,6587	1,500
		131		22,9230	11,534	98,4922	1,500
		132		15,7133	11,274	103,6014	1,500
		133		10,2732	17,486	101,8339	1,500
		134		16,7167	17,795	97,3197	1,500
		135		24,2505	18,715	91,5612	1,500
		136		7,0466	23,113	101,2896	1,500
		137		14,6119	23,128	96,0713	1,500
		138		20,4487	23,900	91,7052	1,500
		139		18,1083	27,444	92,5039	1,500
		140		12,6132	26,924	96,5640	1,500
		141		6,4099	26,889	100,8112	1,500
		142		5,3448	35,892	100,7950	1,500
		143		8,6061	36,059	98,4562	1,500
		144		13,2228	36,647	95,2665	1,500
		145		17,9300	37,406	92,4770	1,500
		146		13,4811	40,766	94,2751	1,500

Stanowisko	H inst.	Pikieta	Typ	Hz	D	V	H cel
		147		10,0945	40,869	96,4359	1,500
		148		6,9835	40,569	98,7825	1,500
		149		4,0169	40,718	100,4844	1,500
		150		13,2910	44,184	94,9081	1,500
		151		9,0393	43,728	97,0697	1,500
		152		6,4611	43,723	98,6391	1,500
		153		3,9488	43,852	100,3951	1,500
		154		10,1648	46,547	96,7503	1,500
		155		6,5345	46,265	98,5955	1,500
		156		3,6577	46,019	100,3617	1,500
		157		397,5697	45,697	100,1760	1,500
		158		393,7929	46,090	101,5940	1,500
		159		396,7506	30,361	100,7811	1,500
		160		308,0646	1,978	108,7043	1,500
		161		309,8988	4,257	120,6572	1,500
		PS5	1	399,9957	30,700	100,1720	1,500
PS6	1,415	GPS1	1	0,0003	34,290	102,2786	1,500
		PS5	1	67,1786	39,685	100,2858	1,500
		162		41,4192	26,174	94,7904	1,500
		163		23,2118	30,993	96,7988	1,500
		164		20,0657	30,135	96,2163	1,500
		165		26,4114	24,472	94,5360	1,500
		166		32,2647	25,785	94,1818	1,500
		167		39,2085	24,343	94,6074	1,500
		168		35,3942	21,018	94,9666	1,500
		169		46,9211	23,013	94,0237	1,500
		170		52,5406	22,229	96,9709	1,500
		171		60,7230	21,761	100,5431	1,500
		172		58,7858	16,822	101,4906	1,500
		173		49,3579	17,378	95,7619	1,500
		174		41,9176	18,176	92,6668	1,500
		175		48,7888	14,843	95,3812	1,500
		176		57,3025	13,190	101,3628	1,500
		177		359,1815	2,175	109,3963	1,500
		178		173,5637	2,671	102,2406	1,500
		179		169,9723	5,413	114,2637	1,500
		GPS1	1	0,0060	34,292	102,2880	1,500

Załącznik nr 9

OBLICZENIE WSPÓŁRZĘDNYCH PUNKTÓW POMIERZONYCH METODĄ BIEGUNOWĄ (ST. GPS1)

Stanowisko: GPS1 X=5552796,992 Y=8394447,529 H=180,703
Nawiązanie: PS2 X=5552824,967 Y=8394451,591 D=28,276
Odchyłka md=-0,009 dH=-0,002
Kierunek nawiązania 0,0001
Nawiązanie: PS6 X=5552779,164 Y=8394476,786 D=34,274
Odchyłka md=-0,015 dH=-0,012
Kierunek nawiązania 125,6668
Odchyłka nawiązania -0,0064
Wysokość instrumentu Hi = 1,515

Nr	Kier. Hz	Odl. skoś.	Kąt V	H celu	X	Y	H
1	14,1500	57,978	100,3180	1,500	5552851,124	8394468,301	180,428
2	13,2281	54,572	100,3009	1,500	5552848,222	8394466,341	180,460
3	12,8281	50,108	100,2861	1,500	5552844,139	8394464,507	180,493
4	12,7098	46,947	100,1327	1,500	5552841,194	8394463,354	180,620
5	12,3347	43,397	100,1519	1,500	5552837,937	8394461,916	180,614
6	12,4502	39,944	100,2075	1,500	5552834,655	8394460,840	180,588
7	12,5607	35,501	100,2797	1,500	5552830,445	8394459,417	180,562
8	12,5649	30,563	100,2900	1,500	5552825,791	8394457,765	180,579
9	12,8733	25,127	100,4334	1,500	5552820,628	8394456,059	180,547
10	15,7748	19,691	100,4391	1,500	5552815,191	8394455,051	180,582
11	19,0187	19,981	100,3760	1,500	5552815,046	8394456,092	180,600
12	22,5987	17,880	100,5782	1,500	5552812,691	8394456,087	180,556
13	25,0213	16,304	100,4792	1,500	5552811,000	8394455,872	180,595
14	21,7230	14,715	100,3932	1,500	5552810,008	8394454,394	180,627
15	21,6648	12,212	100,8392	1,500	5552807,798	8394453,216	180,557
16	27,3497	10,756	100,7585	1,500	5552806,026	8394453,367	180,590
17	27,3998	8,348	100,8172	1,500	5552804,000	8394452,066	180,611
18	29,5507	5,434	100,8142	1,500	5552801,451	8394450,634	180,649
19	40,4059	1,703	101,9872	1,500	5552798,204	8394448,725	180,665
20	69,7262	4,267	99,9560	1,500	5552798,380	8394451,564	180,721
21	106,9938	9,827	99,3233	1,500	5552794,523	8394457,041	180,822
22	113,9347	14,774	99,4662	1,500	5552791,746	8394461,340	180,842
23	113,4048	19,676	99,3241	1,500	5552790,158	8394465,980	180,927
24	114,9272	23,761	99,0923	1,500	5552788,209	8394469,606	181,057
25	123,1111	27,834	99,2469	1,500	5552783,473	8394471,859	181,047
26	135,6169	33,523	99,4316	1,500	5552775,303	8394473,091	181,017
27	134,5432	34,185	98,6587	1,500	5552775,321	8394473,960	181,438
28	134,0105	34,833	98,3389	1,500	5552775,139	8394474,642	181,627
29	126,7039	32,077	98,1778	1,500	5552779,861	8394474,635	181,636
30	127,4516	31,352	98,0504	1,500	5552779,939	8394473,823	181,678
31	116,8829	29,696	98,1494	1,500	5552785,177	8394474,762	181,581
32	117,6995	28,581	96,2075	1,500	5552785,301	8394473,556	182,420
33	118,9441	27,782	97,8307	1,500	5552785,122	8394472,631	181,665
34	113,8554	25,874	97,2275	1,500	5552787,842	8394471,707	181,845
35	112,5863	27,554	95,3275	1,500	5552787,779	8394473,420	182,739
36	110,5013	24,346	96,8273	1,500	5552789,595	8394470,694	181,931
37	106,5187	25,403	92,8170	1,500	5552790,832	8394472,009	183,578
38	101,3552	23,968	90,5033	1,500	5552793,089	8394470,909	184,280
39	96,6383	19,832	89,6855	1,500	5552795,207	8394467,021	183,917

Nr	Kier. Hz	Odl. skoś.	Kąt V	H celu	X	Y	H
40	91,5058	16,558	86,8732	1,500	5552796,818	8394463,736	184,108
41	82,0625	12,290	81,6884	1,500	5552798,609	8394459,203	184,205
42	64,1604	9,946	79,9514	1,500	5552800,838	8394456,169	183,799
43	57,9718	7,975	83,4701	1,500	5552800,795	8394454,233	182,766
44	51,4735	6,489	87,4001	1,500	5552800,679	8394452,714	181,994
45	52,1911	4,585	90,2604	1,500	5552799,576	8394451,252	181,417
46	61,1907	5,911	91,6613	1,500	5552799,623	8394452,766	181,490
47	95,6171	10,455	94,2980	1,500	5552796,209	8394457,913	181,653
48	106,0546	15,047	94,7175	1,500	5552793,438	8394462,098	181,965
49	107,7532	20,015	95,9843	1,500	5552791,742	8394466,803	181,980
50	105,7381	24,185	93,6994	1,500	5552791,405	8394470,940	183,108
51	101,8292	20,203	94,0579	1,500	5552793,532	8394467,345	182,601
52	98,1043	15,259	91,7345	1,500	5552795,265	8394462,562	182,694
53	86,5736	11,086	87,8909	1,500	5552797,718	8394458,391	182,814
54	66,4590	7,837	86,4015	1,500	5552799,852	8394454,634	182,379
55	15,9884	56,074	98,8823	1,500	5552848,737	8394469,119	181,702
56	15,4524	53,892	98,8135	1,500	5552846,895	8394467,860	181,722
57	15,7813	50,102	98,7901	1,500	5552843,287	8394466,669	181,670
58	15,4144	46,805	98,1809	1,500	5552840,333	8394465,156	182,055
59	15,6022	43,445	98,0570	1,500	5552837,171	8394464,008	182,044
60	17,1948	40,112	97,6240	1,500	5552833,688	8394463,663	182,215
61	17,5989	35,560	97,7793	1,500	5552829,435	8394462,040	181,958
62	19,1662	30,864	97,1371	1,500	5552824,821	8394460,808	182,106
63	21,1361	25,414	96,4499	1,500	5552819,545	8394459,160	182,135
64	22,8140	22,368	95,7099	1,500	5552816,552	8394458,278	182,224
65	21,7003	12,196	100,8275	1,500	5552807,781	8394453,215	180,559
66	33,6467	13,717	93,5314	1,500	5552807,666	8394456,032	182,109
67	40,2453	14,368	88,2582	1,500	5552807,070	8394457,426	183,353
68	45,8980	15,147	85,9098	1,500	5552806,577	8394458,778	184,043
69	48,9063	17,833	82,6495	1,500	5552807,502	8394461,114	185,519
70	48,2926	19,607	81,2883	1,500	5552808,618	8394462,262	186,399
71	46,3976	21,421	81,9525	1,500	5552810,208	8394463,288	186,710
72	39,4707	21,476	86,0234	1,500	5552812,126	8394462,033	185,395
73	35,2577	20,717	88,4134	1,500	5552812,603	8394460,624	184,468
74	30,6243	22,326	91,2886	1,500	5552814,927	8394460,474	183,764
75	27,5756	22,742	93,3285	1,500	5552815,945	8394459,873	183,097
76	33,3205	15,978	95,9113	1,500	5552809,515	8394457,400	181,744
77	31,7768	18,633	95,8986	1,500	5552811,871	8394458,683	181,918
78	28,3405	21,089	96,2643	1,500	5552814,495	8394459,231	181,955
79	44,0995	17,162	88,4942	1,500	5552808,301	8394460,066	183,803
80	42,1733	18,862	88,8213	1,500	5552809,844	8394460,938	184,013
81	39,8427	19,932	89,6281	1,500	5552811,113	8394461,221	183,951
82	26,6128	25,910	92,8231	1,500	5552818,777	8394461,253	183,633
83	24,4784	31,732	93,3726	1,500	5552824,246	8394463,448	184,016
84	21,6070	36,415	94,9535	1,500	5552829,133	8394464,407	183,602
85	19,7621	40,496	95,5809	1,500	5552833,290	8394465,268	183,527
86	18,3652	43,927	95,9587	1,500	5552836,794	8394465,909	183,505
87	17,4696	46,958	96,6067	1,500	5552839,838	8394466,589	183,220
88	17,7480	50,173	97,6202	1,500	5552842,715	8394468,108	182,593
89	17,2921	55,119	97,6907	1,500	5552847,385	8394469,778	182,717
90	19,1120	54,405	96,2999	1,500	5552846,034	8394470,878	183,878
91	20,7891	50,521	96,1010	1,500	5552841,937	8394470,399	183,810
92	19,2087	47,322	95,3059	1,500	5552839,574	8394467,882	184,204
93	21,6463	47,628	94,1101	1,500	5552838,968	8394469,605	185,118

Nr	Kier. Hz	Odl. skoś.	Kąt V	H celu	X	Y	H
94	22,1518	40,937	93,9171	1,500	5552832,909	8394466,784	184,624
95	25,0198	42,014	92,1797	1,500	5552832,819	8394468,866	185,866
96	25,1687	36,306	92,4433	1,500	5552827,924	8394466,049	185,018
97	29,5418	36,522	90,2788	1,500	5552826,618	8394468,155	186,274
98	40,3295	29,884	88,3626	1,500	5552817,933	8394468,147	186,151
99	35,4800	28,285	88,3538	1,500	5552818,240	8394465,479	185,864
100	27,2101	32,654	91,6389	1,500	5552824,221	8394465,042	184,995
101	31,5935	26,871	89,7801	1,500	5552818,263	8394463,380	185,013
102	40,0608	24,605	85,0693	1,500	5552814,117	8394464,248	186,436
103	35,4102	23,327	88,2529	1,500	5552814,526	8394462,309	184,998
104	51,8371	24,373	82,4495	1,500	5552810,474	8394466,721	187,353
105	57,1330	22,850	82,3944	1,500	5552808,090	8394466,505	186,957
106	51,7318	21,200	79,9385	1,500	5552808,606	8394464,004	187,289
107	54,4688	18,162	80,3819	1,500	5552806,347	8394462,090	186,227
108	60,3452	15,150	85,6916	1,500	5552803,796	8394460,638	184,095
109	65,9860	18,950	87,7287	1,500	5552804,066	8394464,731	184,348
110	63,9708	23,729	87,3182	1,500	5552806,515	8394468,751	185,414
111	60,7133	20,456	84,6318	1,500	5552806,041	8394465,212	185,609

OBLICZENIE WSPÓŁRZĘDNYCH PUNKTÓW POMIERZONYCH METODĄ BIEGUNOWĄ (ST. PS4)

Stanowisko: PS4 X=5552849,516 Y=8394478,523 H=181,851
Nawiązanie: PS5 X=5552818,821 Y=8394478,040 D=30,710
Odchyłka md=-0,013 dH=0,005
Kierunek nawiązania 399,9995
Nawiązanie: PS3 X=5552854,466 Y=8394457,683 D=21,427
Odchyłka md=-0,008 dH=0,001
Kierunek nawiązania 113,8376
Odchyłka nawiązania 0,0074
Wysokość instrumentu Hi = 1,475

Nr	Kier. Hz	Odl. skoś.	Kąt V	H celu	X	Y	H
112	112,5964	7,999	110,4030	1,500	5552851,189	8394470,810	180,525
113	122,8748	5,396	115,2580	1,500	5552851,436	8394473,646	180,545
114	102,9921	3,202	118,3434	1,500	5552849,708	8394475,459	180,916
115	31,4656	4,683	107,2858	1,500	5552845,455	8394476,252	181,291
116	49,8069	5,325	96,8029	1,500	5552845,803	8394474,715	182,093
117	63,1202	7,068	85,7157	1,500	5552845,835	8394472,698	183,399
118	78,0177	5,541	90,3993	1,500	5552847,743	8394473,340	182,659
119	83,3105	7,435	93,5256	1,500	5552847,712	8394471,350	182,581
120	92,3660	5,135	99,5998	1,500	5552848,982	8394473,416	181,858
121	94,9184	7,243	101,9969	1,500	5552849,053	8394471,298	181,599
122	49,5003	5,266	96,7291	1,500	5552845,826	8394474,775	182,096
123	181,6531	6,091	107,2198	1,500	5552855,345	8394476,895	181,137
124	167,1019	6,520	111,4253	1,500	5552855,143	8394475,442	180,662
125	223,4066	5,548	104,0531	1,500	5552854,651	8394480,595	181,473
126	241,6687	6,649	112,6470	1,500	5552854,624	8394482,573	180,514
127	15,0190	9,458	104,1494	1,500	5552840,375	8394476,172	181,210
128	27,5911	9,818	98,2211	1,500	5552840,675	8394474,261	182,100
129	37,0607	10,529	90,6847	1,500	5552840,906	8394472,659	183,361
130	33,5734	11,995	91,6587	1,500	5552839,334	8394472,376	183,393
131	22,9230	11,534	98,4922	1,500	5552838,789	8394474,290	182,099

Nr	Kier. Hz	Odl. skoś.	Kąt V	H celu	X	Y	H
132	15,7133	11,274	103,6014	1,500	5552838,645	8394475,601	181,189
133	10,2732	17,486	101,8339	1,500	5552832,309	8394475,442	181,322
134	16,7167	17,795	97,3197	1,500	5552832,420	8394473,637	182,575
135	24,2505	18,715	91,5612	1,500	5552832,405	8394471,355	184,300
136	7,0466	23,113	101,2896	1,500	5552826,591	8394475,608	181,358
137	14,6119	23,128	96,0713	1,500	5552827,122	8394472,916	183,252
138	20,4487	23,900	91,7052	1,500	5552827,150	8394470,687	184,931
139	18,1083	27,444	92,5039	1,500	5552823,479	8394470,462	185,050
140	12,6132	26,924	96,5640	1,500	5552823,242	8394472,815	183,279
141	6,4099	26,889	100,8112	1,500	5552822,809	8394475,398	181,483
142	5,3448	35,892	100,7950	1,500	5552813,803	8394474,948	181,378
143	8,6061	36,059	98,4562	1,500	5552813,875	8394473,100	182,700
144	13,2228	36,647	95,2665	1,500	5552813,877	8394470,422	184,548
145	17,9300	37,406	92,4770	1,500	5552814,000	8394467,636	186,236
146	13,4811	40,766	94,2751	1,500	5552809,959	8394469,362	185,487
147	10,0945	40,869	96,4359	1,500	5552809,327	8394471,443	184,113
148	6,9835	40,569	98,7825	1,500	5552809,271	8394473,445	182,602
149	4,0169	40,718	100,4844	1,500	5552808,923	8394475,313	181,516
150	13,2910	44,184	94,9081	1,500	5552806,576	8394468,714	185,356
151	9,0393	43,728	97,0697	1,500	5552806,374	8394471,658	183,838
152	6,4611	43,723	98,6391	1,500	5552806,100	8394473,407	182,761
153	3,9488	43,852	100,3951	1,500	5552805,795	8394475,113	181,554
154	10,1648	46,547	96,7503	1,500	5552803,740	8394470,407	184,201
155	6,5345	46,265	98,5955	1,500	5552803,583	8394473,057	182,847
156	3,6577	46,019	100,3617	1,500	5552803,618	8394475,154	181,565
157	397,5697	45,697	100,1760	1,500	5552803,827	8394479,545	181,700
158	393,7929	46,090	101,5940	1,500	5552803,591	8394482,283	180,672
159	396,7506	30,361	100,7811	1,500	5552819,174	8394479,593	181,453
160	308,0646	1,978	108,7043	1,500	5552849,237	8394480,463	181,556
161	309,8988	4,257	120,6572	1,500	5552848,828	8394482,499	180,469

OBLICZENIE WSPÓŁRZĘDNYCH PUNKTÓW POMIERZONYCH METODĄ BIEGUNOWĄ (ST. PS6)

Stanowisko: PS6 X=5552779,164 Y=8394476,786 H=182,016
Nawiązanie: GPS1 X=5552796,992 Y=8394447,529 D=34,268
Odchyłka md=-0,009 dH=-0,002
Kierunek nawiązania 0,0003
Nawiązanie: PS5 X=5552818,821 Y=8394478,040 D=39,685
Odchyłka md=-0,011 dH=-0,002
Kierunek nawiązania 67,1786
Odchyłka nawiązania -0,0058
Wysokość instrumentu Hi = 1,415

Nr	Kier. Hz	Odl. skoś.	Kąt V	H celu	X	Y	H
162	41,4192	26,174	94,7904	1,500	5552803,459	8394467,280	184,071
163	23,2118	30,993	96,7988	1,500	5552803,639	8394457,832	183,489
164	20,0657	30,135	96,2163	1,500	5552802,010	8394457,213	183,721
165	26,4114	24,472	94,5360	1,500	5552799,168	8394462,843	184,029
166	32,2647	25,785	94,1818	1,500	5552801,490	8394464,099	184,284
167	39,2085	24,343	94,6074	1,500	5552801,433	8394467,168	183,991
168	35,3942	21,018	94,9666	1,500	5552797,869	8394467,341	183,591
169	46,9211	23,013	94,0237	1,500	5552801,143	8394470,310	184,088
170	52,5406	22,229	96,9709	1,500	5552800,935	8394472,412	182,988

Nr	Kier. Hz	Odl. skoś.	Kąt V	H celu	X	Y	H
171	60,7230	21,761	100,5431	1,500	5552800,873	8394475,269	181,745
172	58,7858	16,822	101,4906	1,500	5552795,898	8394475,104	181,537
173	49,3579	17,378	95,7619	1,500	5552795,973	8394472,525	183,087
174	41,9176	18,176	92,6668	1,500	5552796,031	8394470,338	184,020
175	48,7888	14,843	95,3812	1,500	5552793,482	8394473,020	183,007
176	57,3025	13,190	101,3628	1,500	5552792,252	8394475,162	181,649
177	359,1815	2,175	109,3963	1,500	5552778,963	8394474,644	181,611
178	173,5637	2,671	102,2406	1,500	5552778,813	8394479,432	181,837
179	169,9723	5,413	114,2637	1,500	5552778,766	8394482,049	180,728

Załącznik nr 10

Data: 11-12-2013
Obiekt C:\WinKalk\obliczenie pikiet
Układ 2000

OBLICZENIE OBJĘTOŚCI MAS ZIEMI

Poziom odniesienia: 180,66
Objętość: 2899,86
Pole pow. skośne: 1283 m2

Pomierzone punkty:

Nr	X	Y	H
1	5552851,124	8394468,301	180,428
2	5552848,222	8394466,341	180,460
3	5552844,139	8394464,507	180,493
4	5552841,194	8394463,354	180,620
5	5552837,937	8394461,916	180,614
6	5552834,655	8394460,840	180,588
7	5552830,445	8394459,417	180,562
8	5552825,791	8394457,765	180,579
9	5552820,628	8394456,059	180,547
10	5552815,191	8394455,051	180,582
11	5552815,046	8394456,092	180,600
12	5552812,691	8394456,087	180,556
13	5552811,000	8394455,872	180,595
14	5552810,008	8394454,394	180,627
15	5552807,798	8394453,216	180,557
16	5552806,026	8394453,367	180,590
17	5552804,000	8394452,066	180,611
18	5552801,451	8394450,634	180,649
19	5552798,204	8394448,725	180,665
20	5552798,380	8394451,564	180,721
21	5552794,523	8394457,041	180,822
22	5552791,746	8394461,340	180,842
23	5552790,158	8394465,980	180,927
24	5552788,209	8394469,606	181,057
25	5552783,473	8394471,859	181,047
26	5552775,303	8394473,091	181,017
27	5552775,321	8394473,960	181,438
28	5552775,139	8394474,642	181,627
30	5552779,939	8394473,823	181,678
31	5552785,177	8394474,762	181,581
32	5552785,301	8394473,556	182,420
33	5552785,122	8394472,631	181,665
34	5552787,842	8394471,707	181,845
35	5552787,779	8394473,420	182,739
36	5552789,595	8394470,694	181,931
37	5552790,832	8394472,009	183,578
38	5552793,089	8394470,909	184,280
39	5552795,207	8394467,021	183,917
40	5552796,818	8394463,736	184,108
41	5552798,609	8394459,203	184,205
42	5552800,838	8394456,169	183,799
43	5552800,795	8394454,233	182,766

Nr	X	Y	H
44	5552800,679	8394452,714	181,994
45	5552799,576	8394451,252	181,417
46	5552799,623	8394452,766	181,490
47	5552796,209	8394457,913	181,653
48	5552793,438	8394462,098	181,965
49	5552791,742	8394466,803	181,980
50	5552791,405	8394470,940	183,108
51	5552793,532	8394467,345	182,601
52	5552795,265	8394462,562	182,694
53	5552797,718	8394458,391	182,814
54	5552799,852	8394454,634	182,379
55	5552848,737	8394469,119	181,702
56	5552846,895	8394467,860	181,722
57	5552843,287	8394466,669	181,670
58	5552840,333	8394465,156	182,055
59	5552837,171	8394464,008	182,044
60	5552833,688	8394463,663	182,215
61	5552829,435	8394462,040	181,958
62	5552824,821	8394460,808	182,106
63	5552819,545	8394459,160	182,135
64	5552816,552	8394458,278	182,224
66	5552807,666	8394456,032	182,109
67	5552807,070	8394457,426	183,353
68	5552806,577	8394458,778	184,043
69	5552807,502	8394461,114	185,519
70	5552808,618	8394462,262	186,399
71	5552810,208	8394463,288	186,710
72	5552812,126	8394462,033	185,395
73	5552812,603	8394460,624	184,468
74	5552814,927	8394460,474	183,764
75	5552815,945	8394459,873	183,097
76	5552809,515	8394457,400	181,744
77	5552811,871	8394458,683	181,918
78	5552814,495	8394459,231	181,955
79	5552808,301	8394460,066	183,803
80	5552809,844	8394460,938	184,013
81	5552811,113	8394461,221	183,951
82	5552818,777	8394461,253	183,633
83	5552824,246	8394463,448	184,016
84	5552829,133	8394464,407	183,602
85	5552833,290	8394465,268	183,527
86	5552836,794	8394465,909	183,505
87	5552839,838	8394466,589	183,220
88	5552842,715	8394468,108	182,593
89	5552847,385	8394469,778	182,717
90	5552846,034	8394470,878	183,878
91	5552841,937	8394470,399	183,810
92	5552839,574	8394467,882	184,204
93	5552838,968	8394469,605	185,118
94	5552832,909	8394466,784	184,624
95	5552832,819	8394468,866	185,866
96	5552827,924	8394466,049	185,018
97	5552826,618	8394468,155	186,274

Nr	X	Y	H
98	5552817,933	8394468,147	186,151
99	5552818,240	8394465,479	185,864
100	5552824,221	8394465,042	184,995
101	5552818,263	8394463,380	185,013
102	5552814,117	8394464,248	186,436
103	5552814,526	8394462,309	184,998
104	5552810,474	8394466,721	187,353
105	5552808,090	8394466,505	186,957
106	5552808,606	8394464,004	187,289
107	5552806,347	8394462,090	186,227
108	5552803,796	8394460,638	184,095
109	5552804,066	8394464,731	184,348
111	5552806,041	8394465,212	185,609
112	5552851,189	8394470,810	180,525
113	5552851,436	8394473,646	180,545
114	5552849,708	8394475,459	180,916
115	5552845,455	8394476,252	181,291
116	5552845,803	8394474,715	182,093
117	5552845,835	8394472,698	183,399
118	5552847,743	8394473,340	182,659
119	5552847,712	8394471,350	182,581
120	5552848,982	8394473,416	181,858
121	5552849,053	8394471,298	181,599
127	5552840,375	8394476,172	181,210
128	5552840,675	8394474,261	182,100
129	5552840,906	8394472,659	183,361
130	5552839,334	8394472,376	183,393
131	5552838,789	8394474,290	182,099
132	5552838,645	8394475,601	181,189
133	5552832,309	8394475,442	181,322
134	5552832,420	8394473,637	182,575
135	5552832,405	8394471,355	184,300
136	5552826,591	8394475,608	181,358
137	5552827,122	8394472,916	183,252
138	5552827,150	8394470,687	184,931
139	5552823,479	8394470,462	185,050
140	5552823,242	8394472,815	183,279
141	5552822,809	8394475,398	181,483
142	5552813,803	8394474,948	181,378
143	5552813,875	8394473,100	182,700
144	5552813,877	8394470,422	184,548
145	5552814,000	8394467,636	186,236
146	5552809,959	8394469,362	185,487
147	5552809,327	8394471,443	184,113
148	5552809,271	8394473,445	182,602
149	5552808,923	8394475,313	181,516
150	5552806,576	8394468,714	185,356
151	5552806,374	8394471,658	183,838
152	5552806,100	8394473,407	182,761
153	5552805,795	8394475,113	181,554
154	5552803,740	8394470,407	184,201
155	5552803,583	8394473,057	182,847
156	5552803,618	8394475,154	181,565
162	5552803,459	8394467,280	184,071

Nr	X	Y	H
163	5552803,639	8394457,832	183,489
164	5552802,010	8394457,213	183,721
165	5552799,168	8394462,843	184,029
166	5552801,490	8394464,099	184,284
167	5552801,433	8394467,168	183,991
168	5552797,869	8394467,341	183,591
169	5552801,143	8394470,310	184,088
170	5552800,935	8394472,412	182,988
171	5552800,873	8394475,269	181,745
172	5552795,898	8394475,104	181,537
173	5552795,973	8394472,525	183,087
174	5552796,031	8394470,338	184,020
175	5552793,482	8394473,020	183,007
176	5552792,252	8394475,162	181,649
177	5552778,963	8394474,644	181,611

H średnie = 2,205 Przybliżona objętość (Hśr*powierzchnia) = 2829,44

Załącznik nr 11

OBLICZENIE OBJĘTOŚCI

Płaszczyzna odniesienia pozioma h = 180.660 m.
Obliczona objętość :
- ponad płaszczyznę odniesienia V1 = 2912.49 m3.
- pod płaszczyzną odniesienia V2 = -0.66 m3.

Powierzchnia 3D nasypu = 1275.4376 m2
Powierzchnia 3D wykopu = 12.4187 m2
Powierzchnia 2D nasypu = 1091.3193 m2
Powierzchnia 2D wykopu = 10.7964 m2

Model: trojkaty
WYKAZ WSPÓŁRZĘDNYCH (punkty terenu wykorzystane do interpolacji)

Numer	X	Y	H
1	5552851.124	8394468.301	180.428
2	5552848.222	8394466.341	180.460
3	5552844.139	8394464.507	180.493
4	5552841.194	8394463.354	180.620
5	5552837.937	8394461.916	180.614
6	5552834.655	8394460.840	180.588
7	5552830.445	8394459.417	180.562
8	5552825.791	8394457.765	180.579
9	5552820.628	8394456.059	180.547
10	5552815.191	8394455.051	180.582
11	5552815.046	8394456.092	180.600
12	5552812.691	8394456.087	180.556
13	5552811.000	8394455.872	180.595
14	5552810.008	8394454.394	180.627
15	5552807.798	8394453.216	180.557
16	5552806.026	8394453.367	180.590
17	5552804.000	8394452.066	180.611
18	5552801.451	8394450.634	180.649
19	5552798.204	8394448.725	180.665
20	5552798.380	8394451.564	180.721
21	5552794.523	8394457.041	180.822
22	5552791.746	8394461.340	180.842
23	5552790.158	8394465.980	180.927
24	5552788.209	8394469.606	181.057
25	5552783.473	8394471.859	181.047
26	5552775.303	8394473.091	181.017
27	5552775.321	8394473.960	181.438
28	5552775.139	8394474.642	181.627
30	5552779.939	8394473.823	181.678
31	5552785.177	8394474.762	181.581
32	5552785.301	8394473.556	182.420
33	5552785.122	8394472.631	181.665
34	5552787.842	8394471.707	181.845
35	5552787.779	8394473.420	182.739
36	5552789.595	8394470.694	181.931
37	5552790.832	8394472.009	183.578
38	5552793.089	8394470.909	184.280
39	5552795.207	8394467.021	183.917
40	5552796.818	8394463.736	184.108
41	5552798.609	8394459.203	184.205
42	5552800.838	8394456.169	183.799
43	5552800.795	8394454.233	182.766
44	5552800.679	8394452.714	181.994
45	5552799.576	8394451.252	181.417
46	5552799.623	8394452.766	181.490
47	5552796.209	8394457.913	181.653
48	5552793.438	8394462.098	181.965

49	5552791.742	8394466.803	181.980
50	5552791.405	8394470.940	183.108
51	5552793.532	8394467.345	182.601
52	5552795.265	8394462.562	182.694
53	5552797.718	8394458.391	182.814
54	5552799.852	8394454.634	182.379
55	5552848.737	8394469.119	181.702
56	5552846.895	8394467.860	181.722
57	5552843.287	8394466.669	181.670
58	5552840.333	8394465.156	182.055
59	5552837.171	8394464.008	182.044
60	5552833.688	8394463.663	182.215
61	5552829.435	8394462.040	181.958
62	5552824.821	8394460.808	182.106
63	5552819.545	8394459.160	182.135
64	5552816.552	8394458.278	182.224
66	5552807.666	8394456.032	182.109
67	5552807.070	8394457.426	183.353
68	5552806.577	8394458.778	184.043
69	5552807.502	8394461.114	185.519
70	5552808.618	8394462.262	186.399
71	5552810.208	8394463.288	186.710
72	5552812.126	8394462.033	185.395
73	5552812.603	8394460.624	184.468
74	5552814.927	8394460.474	183.764
75	5552815.945	8394459.873	183.097
76	5552809.515	8394457.400	181.744
77	5552811.871	8394458.683	181.918
78	5552814.495	8394459.231	181.955
79	5552808.301	8394460.066	183.803
80	5552809.844	8394460.938	184.013
81	5552811.113	8394461.221	183.951
82	5552818.777	8394461.253	183.633
83	5552824.246	8394463.448	184.016
84	5552829.133	8394464.407	183.602
85	5552833.290	8394465.268	183.527
86	5552836.794	8394465.909	183.505
87	5552839.838	8394466.589	183.220
88	5552842.715	8394468.108	182.593
89	5552847.385	8394469.778	182.717
90	5552846.034	8394470.878	183.878
91	5552841.937	8394470.399	183.810
92	5552839.574	8394467.882	184.204
93	5552838.968	8394469.605	185.118
94	5552832.909	8394466.784	184.624
95	5552832.819	8394468.866	185.866
96	5552827.924	8394466.049	185.018
97	5552826.618	8394468.155	186.274
98	5552817.933	8394468.147	186.151
99	5552818.240	8394465.479	185.864
100	5552824.221	8394465.042	184.995
101	5552818.263	8394463.380	185.013
102	5552814.117	8394464.248	186.436
103	5552814.526	8394462.309	184.998
104	5552810.474	8394466.721	187.353
105	5552808.090	8394466.505	186.957
106	5552808.606	8394464.004	187.289
107	5552806.347	8394462.090	186.227
108	5552803.796	8394460.638	184.095
109	5552804.066	8394464.731	184.348
111	5552806.041	8394465.212	185.609
112	5552851.189	8394470.810	180.525
113	5552851.436	8394473.646	180.545

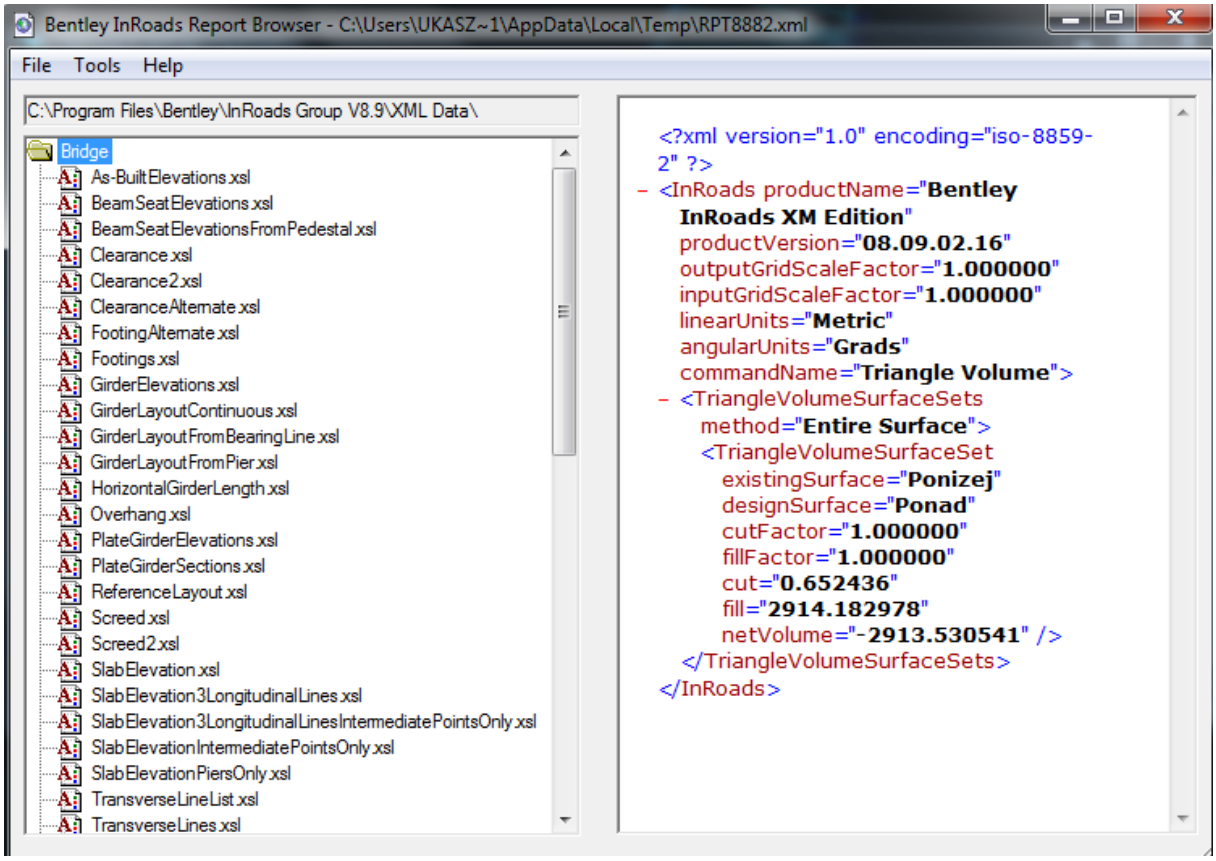
114	5552849.708	8394475.459	180.916
115	5552845.455	8394476.252	181.291
116	5552845.803	8394474.715	182.093
117	5552845.835	8394472.698	183.399
118	5552847.743	8394473.340	182.659
119	5552847.712	8394471.350	182.581
120	5552848.982	8394473.416	181.858
121	5552849.053	8394471.298	181.599
127	5552840.375	8394476.172	181.210
128	5552840.675	8394474.261	182.100
129	5552840.906	8394472.659	183.361
130	5552839.334	8394472.376	183.393
131	5552838.789	8394474.290	182.099
132	5552838.645	8394475.601	181.189
133	5552832.309	8394475.442	181.322
134	5552832.420	8394473.637	182.575
135	5552832.405	8394471.355	184.300
136	5552826.591	8394475.608	181.358
137	5552827.122	8394472.916	183.252
138	5552827.150	8394470.687	184.931
139	5552823.479	8394470.462	185.050
140	5552823.242	8394472.815	183.279
141	5552822.809	8394475.398	181.483
142	5552813.803	8394474.948	181.378
143	5552813.875	8394473.100	182.700
144	5552813.877	8394470.422	184.548
145	5552814.000	8394467.636	186.236
146	5552809.959	8394469.362	185.487
147	5552809.327	8394471.443	184.113
148	5552809.271	8394473.445	182.602
149	5552808.923	8394475.313	181.516
150	5552806.576	8394468.714	185.356
151	5552806.374	8394471.658	183.838
152	5552806.100	8394473.407	182.761
153	5552805.795	8394475.113	181.554
154	5552803.740	8394470.407	184.201
155	5552803.583	8394473.057	182.847
156	5552803.618	8394475.154	181.565
162	5552803.459	8394467.280	184.071
163	5552803.639	8394457.832	183.489
164	5552802.010	8394457.213	183.721
165	5552799.168	8394462.843	184.029
166	5552801.490	8394464.099	184.284
167	5552801.433	8394467.168	183.991
168	5552797.869	8394467.341	183.591
169	5552801.143	8394470.310	184.088
170	5552800.935	8394472.412	182.988
171	5552800.873	8394475.269	181.745
172	5552795.898	8394475.104	181.537
173	5552795.973	8394472.525	183.087
174	5552796.031	8394470.338	184.020
175	5552793.482	8394473.020	183.007
176	5552792.252	8394475.162	181.649
177	5552778.963	8394474.644	181.611

WYKAZ WSPÓŁRZĘDNYCH (punkty tworzące obrys obszaru)

Numer	**X**	**Y**	**H**
1	5552851.124	8394468.301	180.428
2	5552848.222	8394466.341	180.460
3	5552844.139	8394464.507	180.493
4	5552841.194	8394463.354	180.620
5	5552837.937	8394461.916	180.614

6	5552834.655	8394460.840	180.588
7	5552830.445	8394459.417	180.562
8	5552825.791	8394457.765	180.579
9	5552820.628	8394456.059	180.547
10	5552815.191	8394455.051	180.582
11	5552815.046	8394456.092	180.600
12	5552812.691	8394456.087	180.556
13	5552811.000	8394455.872	180.595
14	5552810.008	8394454.394	180.627
15	5552807.798	8394453.216	180.557
16	5552806.026	8394453.367	180.590
17	5552804.000	8394452.066	180.611
18	5552801.451	8394450.634	180.649
19	5552798.204	8394448.725	180.665
20	5552798.380	8394451.564	180.721
21	5552794.523	8394457.041	180.822
22	5552791.746	8394461.340	180.842
23	5552790.158	8394465.980	180.927
24	5552788.209	8394469.606	181.057
25	5552783.473	8394471.859	181.047
26	5552775.303	8394473.091	181.017
27	5552775.321	8394473.960	181.438
28	5552775.139	8394474.642	181.627
177	5552778.963	8394474.644	181.611
31	5552785.177	8394474.762	181.581
172	5552795.898	8394475.104	181.537
171	5552800.873	8394475.269	181.745
156	5552803.618	8394475.154	181.565
153	5552805.795	8394475.113	181.554
149	5552808.923	8394475.313	181.516
142	5552813.803	8394474.948	181.378
141	5552822.809	8394475.398	181.483
136	5552826.591	8394475.608	181.358
133	5552832.309	8394475.442	181.322
132	5552838.645	8394475.601	181.189
127	5552840.375	8394476.172	181.210
115	5552845.455	8394476.252	181.291
114	5552849.708	8394475.459	180.916
113	5552851.436	8394473.646	180.545
112	5552851.189	8394470.810	180.525
1	5552851.124	8394468.301	180.428

Załącznik nr 12



Załącznik nr 13

Grid Volume Computations

Wed Dec 11 17:04:09 2013

Upper Surface

Grid File Name: E:\PRACA INZ\PRACA INZYNIERSKA\OBLICZENIA W PROGRAMACH\Surfer\grid.grd

Grid Size:	100 rows x 37 columns
X Minimum:	8394448.725
X Maximum:	8394476.252
X Spacing:	0.76463888890834
Y Minimum:	5552775.139
Y Maximum:	5552851.436
Y Spacing:	0.77067676766992
Z Minimum:	180.51481914029
Z Maximum:	187.2911780156

Lower Surface

Level Surface defined by Z = 180.66

Volumes

Z Scale Factor:	1

Total Volumes by:

Trapezoidal Rule:	2933.6163005796
Simpson's Rule:	2933.7883200626
Simpson's 3/8 Rule:	2935.7296055249

Cut & Fill Volumes

Positive Volume [Cut]:	2935.483883132
Negative Volume [Fill]:	1.8675825524335
Net Volume [Cut-Fill]:	2933.6163005796

Areas

Planar Areas

Positive Planar Area [Cut]:	1190.9160202361
Negative Planar Area [Fill]:	19.484463517382
Blanked Planar Area:	889.82703528129
Total Planar Area:	2100.2275190348

Surface Areas

Positive Surface Area [Cut]:	1357.7939581411
Negative Surface Area [Fill]:	19.778095353695

14. Bibliografia

Literatura

[1] Bajkowska E. i inni: *Elementy geodezji w pomiarach inżynierskich*, wydawnictwo Politechniki Białostockiej, Białystok 1995.

[2] Czaja J.: *Wybrane zagadnienia z geodezji inżynieryjnej*, wydawnictwo AGH, Kraków 1993.

[3] Gocał J.: *Geodezja inżynieryjno – przemysłowa. Część I*, wydawnictwo AGH, Kraków 1999.

[4] Jagielski A.: *Podstawy geodezji inżynieryjnej. Standardy, pomiary realizacyjne, trasy, objętości.*, wydawnictwo Geodpis, Kraków 2012.

[5] Jamka M., Zielina L.: *Geodezja inżynieryjna. Podręcznik dla studentów wyższych szkół technicznych.*, wydawnictwo Politechniki Krakowskiej, Kraków 2001.

[6] Poręba M.: *Nowoczesne metody pomiarów mas ziemnych*, Archiwum Fotogrametrii, Kartografii i Teledetekcji AGH, Kraków 2009.

[7] Rola F. i inni: *Geodezja inżynieryjno – przemysłowa. Wykłady. Część II*, wydawnictwo AGH, Kraków 1985.

[8] Zieliński T.: *Materiały pomocnicze do ćwiczeń dla studentów Wydziału Inżynierii Lądowej Politechniki Warszawskiej*, Politechnika Warszawska Instytut Dróg i Mostów, Zakład Inżynierii Komunikacyjnej, Warszawa 2003.

Akty prawne

[10] Ministerstwo Przemysłu Ciężkiego: *Instrukcja geodezyjna resortu przemysłu ciężkiego*, Warszawa 1976.

[11] Polski Komitet Normalizacyjny: *Polska norma PN-B-06050, Geotechnika. Roboty ziemne. Wymagania ogólne.*, Warszawa 1999.

[12] Rozporządzenie Ministra Gospodarki z dnia 19 czerwca 2002 roku *w sprawie dokumentacji mierniczo-geologicznej*, (Dz. U. 2002 nr 92 poz. 819), Warszawa.

Strony internetowe

[13] *http://www.wrogeo.pl*
[14] *http://www.pgi.gov.pl*
[15] *http://www.tpi.com.pl*
[16] *http://www.skanowanielaserowe3d.blogspot.com* (artykuł na temat skaningu laserowego);
[17] *http://www.trimetch.com.pl*
[18] *http://www.coder.pl* (opis programu Winkalk)'
[19] *http://www.softline.xgeo.pl* (opis programu C-Geo);
[20] *http://www.surfer.net.pl* (opis programu Surfer);
[21] *http://www.bentley.com/pl-pl* (opis programu Bentley InRoads);
[22] *http:// www.home.agh.edu.pl/~kocierz*(konspekt do ćwiczeń z geodezji inżynieryjnej).

Wykaz tabel

Tabela 1. Parametry techniczne tachimetru Leica TS02
Tabela 2. Zestawienie odległości z pomiaru na filarach
Tabela 3. Wielkości stałej dodawania dla obu luster
Tabela 13. Zestawienie uśrednionych kątów
Tabela 14. Zestawienie uśrednionych odległości
Tabela 6. Ostateczne współrzędne osnowy pomiarowej
Tabela 7. Wartości błędów średnich obserwacji wyrównanych
Tabela 8. Ostateczne wysokości punktów osnowy pomiarowej
Tabela 915. Główna klasyfikacja programów geodezyjnych
Tabela 10. Zestawienie objętość w poszczególnych programach
Tabela 11. Procentowe różnice pomiędzy programami
Tabela 12. Objętości w poszczególnych programach

Wykaz fotografii

Foto. 17. Pomiar hałdy metodą RTK
Foto. 18. Pomiar hałdy metodą RTK
Foto. 19. Pomiar punktów wraz z wykonywaniem zdjęć na wysięgniku
Foto. 20. Pomiar objętości tachimetrem skanującym
Foto. 21. Samolot wykonujący pomiar rzeźby terenu
Foto. 22. Etap przetwarzania wyników pomiaru
Foto. 23. Wytwórnia mas bitumicznych w Gniewczynie Łańcuckiej
Foto. 24. Inwentaryzowany obiekt od strony północno-wschodniej
Foto. 25. Inwentaryzowany obiekt od strony południowo-wschodniej
Foto. 26. Tachimetr elektroniczny Leica TS02
Foto. 27. Zestaw GPS Trimble SPS 882
Foto. 28. Odbiornik GPS firmy Trimble [
Foto. 29. Zastabilizowany punkt osnowy pomiarowej
Foto. 30. Odbiornik GPS Trimble podczas pomiaru statycznego
Foto. 31. Pomiar inwentaryzacyjny wybranego zwałowiska

Wykaz rysunków

Rys. 42. Bryła elementarna
Rys. 43. Podstawa bryły nieregularnej
Rys. 44. Cząstkowe powierzchnie nasypu i wykopu
Rys. 45. Cząstkowe powierzchnie nasypu i wykopu
Rys. 46. Trójkąt elementarny
Rys. 47. Trójkąt elementarny z podziałem na wykop i nasyp
Rys. 48. Model warstwicowy bryły
Rys. 49. Model warstwicowy terenu i powierzchnia projektowa
Rys. 50. Obliczanie objętości bryły wydłużonej
Rys. 51. Obliczanie objętości bryły wydłużonej sposobem Winklera
Rys. 52. Szkic lokalizacyjny inwentaryzowanego obiektu na terenie otaczarni
Rys. 53. Szkic osnowy pomiarowej
Rys. 54. Fragment raportu z wyrównania osnowy pomiarowej w programie GEONET
Rys. 55. Niwelacja w kierunku głównym
Rys. 56. Niwelacja w kierunku powrotnym
Rys. 57. Moduł obliczeniowy współrzędnych punktów w programie Winkalk
Rys. 58. Okno obliczeń „Objętości mas graficznie” programu WinKalk
Rys. 59. Siatka trójkątów wygenerowana przez program Winkalk
Rys. 60. Model 3D mierzonego obiektu wygenerowany w programie Winkalk
Rys. 61. Fragment raportu uzyskanych wyników w programie Winkalk
Rys. 62. Okno modułu „Obliczanie objętości, warstwice” programu C-Geo
Rys. 63. Siatka trójkątów w programie C-Geo
Rys. 64. Model 3D obiektu w programie C-Geo
Rys. 65. Okno „Obliczenie objętości” programu C-Geo
Rys. 66. Fragment raportu uzyskanych wyników w programie C-Geo
Rys. 67. Obrys obiektu wraz ze wszystkimi punktami oraz liniami charakterystycznymi
Rys. 68. Okno „Import Surface” programu Bentley InRoads
Rys. 69. Siatka trójkątów dla powierzchni ,,Ponad”
Rys. 70. Siatka trójkątów dla powierzchni ,,Ponizej”
Rys. 71. Model 3D obiektu w programie Bentley InRoads
Rys. 72. Model 3D obiektu w programie Bentley InRoads
Rys. 73. Okno „Import Surface” programu Bentley InRoads
Rys. 74. Raport uzyskanych wyników w programie Bentley InRoads
Rys. 75. Arkusz danych zawierających współrzędne XYZ punktów terenu
Rys. 76. Okno modułu „Grid Data” programu Surfer
Rys. 77. Okno „Map New” programu Surfer
Rys. 78. Model 3D obiektu w programie Surfer
Rys. 79. Model 3D obiektu w programie Surfer
Rys. 80. Okno obliczania objętości programu Surfer
Rys. 81. Fragment raportu uzyskanych wyników w programie Surfer
Rys. 82. Wyniki wyznaczenia kubatury w poszczególnych programach geodezyjnych