

Uwagi do badań stałości punktów odniesienia w wysokościowych sieciach obserwacyjnych na obszarach górniczych

Stanisław Latoś, Edward Preweda
Akademia Górniczo-Hutnicza w Krakowie

Wydział Geodezji Górniczej i Inżynierii Środowiska, Zakład Informacji o Terenie

1. Wprowadzenie

Każda eksploatacja górnicza oraz towarzyszące jej roboty hydrogeologiczno-inżynierskie wywołują określone przemieszczenia mas górotworu i powierzchni terenu położonego w jej sąsiedztwie. Przemieszczenia te mają najczęściej charakter ruchów przestrzennych, a do ich wyznaczenia powszechnie wykorzystuje się metody geodezyjne, które pozwalają określić składowe tych przemieszczeń - zarówno o charakterze względnym jak i bezwzględnym - na dowolnie dużym obszarze. Przy stosowaniu tych metod zakłada się, że badany górotwór czy powierzchnia terenu reprezentowane są przez grupę punktów tworzących sieci obserwacyjne, zwanych kontrolowanymi lub badanymi, utrwalonych w ustalonych miejscach za pomocą odpowiednich znaków pomiarowych. Sposób rozmieszczenia oraz gęstość punktów kontrolowanych na badanym obszarze zależą od charakteru przewidywanych ruchów, celu i sposobu prowadzonych badań oraz istniejących warunków terenowych. Nie bez znaczenia są również koszty badań. Dążenie do ich obniżenia powoduje konieczność minimalizacji zarówno liczby punktów tych sieci jak i ich wymiarów geometrycznych.

Wartości przestrzennych przemieszczeń punktów badanych można wyznaczać w sposób dwojaki, a mianowicie:

- niezależnie przemieszczenia pionowe, wykorzystując w tym celu sieci niwelacyjne i niezależnie przemieszczenia poziome, wykorzystując do tego celu sieci poziome oraz
- łącznie wszystkie trzy składowe tych przemieszczeń, stosując do tego celu sieci przestrzenne.

This paper should be cited as:

Latoś S., Preweda, E.: Uwagi do badań stałości punktów odniesienia w wysokościowych sieciach obserwacyjnych na obszarach górniczych. Aktualne problemy naukowe i techniczne prac geodezyjnych, VIII Sesja Naukowo-Techniczna, Olsztyn 1995

W praktyce, w większości przypadków, z różnych względów, stosuje się sposób wymieniony jako pierwszy. W wielu przypadkach ogranicza się badanie tylko do wyznaczenia wartości przemieszczeń pionowych. W każdym jednak przypadku dąży się powszechnie do tego, aby określane parametry przemieszczenia miały charakter bezwzględny, co wymaga wyszukiwania punktów stałych względem siebie w okresach dzielących poszczególne pomiary okresowe wspomnianych sieci obserwacyjnych, weryfikujących stałość układu odniesienia zdefiniowanego przez pomiar pierwotny.

2. Identyfikacja punktów stałych i obliczanie wartości przemieszczeń pionowych.

Problem wyszukiwania i identyfikacji punktów stałych jest przedmiotem wielu prac naukowych, między innymi [1], [2], [3]. Podstawą poszukiwania punktów stałych są wyniki uzgodnienia obserwacji w pomiarze wyjściowym i aktualnym. Za punkty stałe, tworzące układ odniesienia niezbędny dla wyznaczenia bezwzględnych wartości przemieszczeń pionowych, przyjmuje się te z nich, które zachowują wzajemną stałość. Założenie powyższe jest jednak uzasadnione tylko wówczas, gdy wykluczmy możliwość wystąpienia jednakowych przemieszczeń wszystkich lub znacznej części punktów, co może mieć miejsce na obszarach górniczych.

Przy wyznaczaniu przemieszczeń pionowych stosuje się dwie metody prowadzenia obliczeń:

- uzgodnienie niezależnie w pomiarze wyjściowym i w pomiarze aktualnym przyrostów wysokości,
- uzgodnienie różnic przyrostów wysokości z pomiaru wyjściowego i aktualnego.

Pod względem merytorycznym, poszczególne pomiary okresowe powinny być uzgadniane niezależnie ponieważ stanowią one niezależne układy obserwacyjne. W metodzie różnicowej uzależnienie względem siebie dwóch pomiarów prowadzi do wzajemnej redukcji błędów o tym samym znaku lub do nakładania się błędów o różnych znakach. Porównywalne wyniki dla obydwu sposobów postępowania uzyskuje się tylko wówczas, gdy wagi przyrostów wysokości w obydwu rozpatrywanych pomiarach będą odpowiednio równe lub proporcjonalne. Oznacza to, że metodę tę możnaby stosować w przypadku występowania w odpowiadających sobie ciągach niwelacyjnych obydwu pomiarów okresowych tej samej lub proporcjonalnej liczby stanowisk. Z uwagi na rozległy obszar objęty badaniem oraz specyfikę działalności górniczej i inżynierskiej prowadzonej na tych terenach, pewna część punktów ulega zniszczeniu. Często występuje też potrzeba

zakładania punktów nowych. Ponieważ w związku z tym zmienia się kształt geometryczny sieci, metodę różnicową należy wykluczyć, pozostając przy niezależnym uzgadnianiu wyników obserwacji w poszczególnych pomiarach okresowych.

Dla każdego pomiaru okresowego zakłada się jeden reper definiujący poziom odniesienia. Dzięki temu uzgodnione przyrosty wysokości mają charakter niezmienniczy, czyli nie zależą od tego który z punktów przyjmujemy za stały. Przy różnych wariantach ustalania punktu odniesienia otrzymuje się natomiast różne macierze wariancyjno-kowariancyjne. Przy pomocy prostej transformacji liniowej macierze te można wprawdzie przekształcać dla różnych wariantów wyboru punktu stałego, praktycznie jednak korzystniej jest przyjąć zarówno w pomiarze wyjściowym jak i aktualnym jeden i ten sam punkt odniesienia.

Dla zidentyfikowania punktów stałych niezbędne jest ustalenie kryterium wzajemnej ich stałości. Kryterium to określa się na podstawie parametrów oceny dokładności rozpatrywanych sieci niwelacyjnych, przy czym rozważać można jedynie parametry o charakterze niezmienniczym, jak błędy średnie różnic wysokości czy parametr globalny jakim jest wyznacznik z macierzy wariancyjno-kowariancyjnej. Bazując na powyższych parametrach oceny dokładności, w praktyce stosuje się dwie metody identyfikacji reperów stałych, to jest metodę przemieszczeń pozornych i metodę "każdy z każdym".

2.1. Metoda przemieszczeń pozornych

Identyfikację punktów nieprzesuniętych względem siebie wykonuje się na podstawie uzgodnionych różnic wysokości reperów w dwóch okresowych pomiarach. Pozorne przemieszczenia punktów kontrolnych oblicza się jako ich różnicę wysokości :

$$u_i^p = Z_i^A - Z_i^W \quad (1)$$

gdzie

- u_i^p - pozorne przemieszczenie i-tego reperu,
- Z_i^W - wysokość i-tego reperu ustalona na podstawie pomiaru wyjściowego,
- Z_i^A - wysokość i-tego reperu ustalona na podstawie pomiaru aktualnego.

Kolejnym krokiem identyfikacji punktów stałych jest wyszukanie ze zbioru pozornych przemieszczeń grup punktów których pozorne przemieszczenia spełniają kryterium:

$$\left| u_{\min}^p - u_{\max}^p \right| \leq K \quad (2)$$

przy czym u_{\min}^p , u_{\max}^p oznaczają ekstremalne wartości pozornego przemieszczenia reperów spełniającego kryterium K.

Kryterium wzajemnej stałości punktów w metodzie prof. J. Czaji ustala się, bazując na macierzach wariancyjno-kowariancyjnych pomiaru wyjściowego i aktualnego, ustalonych względem tego samego punktu odniesienia. Jak wiadomo, wyznacznik z macierzy wariancyjno-kowariancyjnej ma charakter niezmienniczy, może więc być globalnym parametrem oceny dokładności sieci niwelacyjnej. W interpretacji geometrycznej stanowi on wartość proporcjonalną do kwadratu objętości elipsoidy błędów w n-wymiarowej przestrzeni.

$$\det|\text{cov}(\mathbf{X})| = \frac{1}{\Pi^2} [\varepsilon]^2 \quad (3)$$

W praktyce stosuje się parametr pochodny

$$r = \sqrt[2n]{\det|\text{cov}(\mathbf{X})|} \quad (4)$$

który w interpretacji geometrycznej określa promień hipersfery w przestrzeni n-wymiarowej o objętości równej objętości hiperelipsoidy błędów w tej przestrzeni.

Ponieważ pomiary okresowe są względem siebie niezależne, macierz wariancyjno-kowariancyjna dla pozornych przemieszczeń punktów jest sumą macierzy wariancyjno-kowariancyjnych z rozpatrywanych pomiarów okresowych.

$$\text{cov}(\mathbf{u}^P) = \text{cov}(\mathbf{X}^W) + \text{cov}(\mathbf{X}^A) \quad (5)$$

Kryterium K wzajemnej stałości reperów określa się zatem według zależności

$$K = p \times \sqrt[2n]{\det|\text{cov}(\mathbf{u}^P)|} \quad (6)$$

Kryterium powyższe można również obliczać jako

$$K = p \times \sqrt{(r^W)^2 + (r^A)^2} \quad (7)$$

gdzie p jest parametrem zawierającym się w przedziale od 1 do 3, wynikającym z zasad statystyki matematycznej.

Analityczna metoda poszukiwania najliczniejszej grupy punktów odniesienia spełniających kryterium wzajemnej stałości polega na uszeregowaniu pozornych przemieszczeń według ich wartości, a następnie na kolejnym sprawdzaniu liczby punktów, których przemieszczenia pozorne mieszczą się w ustalonych przedziałach.

W praktyce, kryterium wzajemnej stałości spełnia najczęściej kilka grup punktów o różnej liczbie punktów w grupie. Teoretycznie, za punkty nieprzesunięte uważa się te które występują w grupie najliczniejszej, a w przypadku grup o jednakowej liczbie punktów - tę grupę punktów, która ma najmniejszy rozstęp lub zawiera punkty najkorzystniej położone w sieci. W przypadku badań prowadzonych na dużych obszarach przy tak specyficznych uwarunkowaniach jakie stwarzają tereny górnicze, nie można ograniczyć się tylko do analizy punktów stanowiących najliczniejsze grupy. Praktyka wykazuje, że bardzo często duża liczebność punktów wzajemnie stałych jest wynikiem ich położenia w strefie gdzie występują przemieszczenia zbliżone co do wartości.

2.2. Metoda "każdy z każdym"

W metodzie tej analizuje się również wyniki niezależnego uzgodnienia przyrostów wysokości w pomiarze wyjściowym i aktualnym. Kryterium wzajemnej stałości reperów ustala się natomiast niezależnie dla każdej pary punktów. Ponieważ liczba wymaganych sprawdzeń jest bardzo duża, należałoby w pierwszej kolejności wyeliminować z badań punkty, które z tytułu swojego położenia względem frontu prowadzonej eksploatacji czy centrum odwodnienia, czyli na obszarach ulegających zdecydowanie przemieszczeniom, nie mogą być brane pod uwagę jako punkty bezwzględnie stałe.

Dla każdej rozważanej pary punktów określa się przemieszczenie względne

$$u_i^w = Z_i^A - Z_i^W \quad (8)$$

przy czym $i = 0.5 \times n \times (n - 1)$, natomiast n jest liczbą rozpatrywanych punktów.

W przypadku punktów wzajemnie stałych, wartość przemieszczenia u_i^w powinna mieścić się w granicach błędu średniego $m_{u_i^w}$ danego przemieszczenia.

Wobec tego, kryterium wzajemnej stałości można zapisać wzorem

$$\left| \frac{u_i^w}{m_{u_i^w}} \right| \leq p \quad (9)$$

Średni błąd różnicy przewyższeń oblicza się jako średni błąd funkcji estymowanych parametrów.

Doświadczenia autorów w zakresie wyszukiwania punktów stałych wskazują, że metoda przemieszczeń pozornych i metoda "każdy z każdym" dają porównywalne ze sobą wyniki, szczególnie jeżeli liczba rozpatrywanych punktów nie jest zbyt duża. Przy analizie dużych i różnych w sensie geometrycznym sieci, zauważa się jednak pewne różnice w identyfikacji punktów stałych. Różnice te wynikają z tego, że w przypadku analizowania każdej pary punktów niezależnie, uwzględnia się lokalną geometrię sieci zawartą w macierzy wariancyjno-kowariancyjnej. Z tego tytułu, w procesie identyfikacji punktów stałych większe przemieszczenia dopuszcza się na tych punktach, które mają większe błędy wyznaczenia przemieszczeń względnych.

2.3 Obliczanie wartości przemieszczeń pionowych punktów

Po zidentyfikowaniu w sieci obserwacyjnej punktów stałych można przystąpić do ostatecznego uzgodnienia obserwacji, obliczenia wysokości punktów i oceny dokładności. Jeśli na podstawie wysokości punktów mają być obliczone przemieszczenia pionowe według wzoru

$$u = Z^A - Z^W \quad (10)$$

to wysokości punktów w pomiarze wyjściowym i aktualnym muszą być określone względem tego samego układu odniesienia. Układ taki można zrealizować przez wspólne uzgodnienie obserwacji pomiaru wyjściowego i aktualnego. Polega to na rozwiązaniu układu składającego się z dwu niezależnych bloków równań obserwacji połączonych warunkiem wspólnego dla obydwu pomiarów układu odniesienia.

Warunek ten można wyrazić zależnością:

$$\tilde{Z}_1^A + dz_1^A - \tilde{Z}_1^W - dz_1^W + \tilde{Z}_2^A + dz_2^A - \tilde{Z}_2^W - dz_2^W + \dots + \tilde{Z}_i^A + dz_i^A - \tilde{Z}_i^W - dz_i^W = 0 \quad (11)$$

Do obliczenia przybliżonych wysokości \tilde{Z}_i konieczne jest ustalenie wysokości jednego punktu. W tym celu przyjmuje się wysokość dowolnego, ale uznanego za stały, punktu z pomiaru wyjściowego.

Po rozwiązanie całego układu równań metodą najmniejszych kwadratów otrzymuje się wysokości punktów badanych w obydwu pomiarach wraz z ich charakterystyką dokładności.

Należy zwrócić uwagę, że w wyniku tak prowadzonych obliczeń, po kolejnych pomiarach okresowych otrzymuje się nowe wysokości punktów dla pomiaru wyjściowego. Różnice wysokości tych punktów będą jednak zaniedbywalnie małe i mają charakter czysto formalny.

3. Weryfikacja efektywności identyfikacji punktów stałych na obszarach górniczych metodą J.Czaji i wnioski ogólne dotyczące rozpatrywanego problemu

Biorąc pod uwagę omówione powyżej uwarunkowania obszarów górniczych oraz cechy i możliwości wymienionych sposobów identyfikacji punktów stałych, postanowiono metodę J.Czaji - jako rokującą duże nadzieje i możliwości - zweryfikować na dwóch obiektach, a mianowicie: na obszarze górniczym kopalni odkrywkowej "Zesławice" oraz na obszarze górniczym kopalni podziemnej ZG „Trzebionka” S.A. w Trzebini.

Odkrywka "Zesławice" jest wyrobiskiem wgłębnym położonym na zboczu o nachyleniu północnym. Jej kształt zbliżony jest do czworokąta rozciągającego się z północy na południe na odległość około 0.5 km i ze wschodu na zachód od około 0.3 km -na północy, do około 0.4 km - na południu (rys. 1). Od strony południowej wkop zakończony jest nieukształtowanym zboczem, utworzonym z kilku nieregularnych skarp i dzielących je półek. Wysokość tego zbocza dochodzi do 20 m. Na zboczu tym obserwowane są wizualnie ruchy osuwiskowe.

Zbocze wschodnie ma kształt zbliżony do wysmukłego trójkąta którego wysokość zmienia się od 0 - na północy do około 20 m - na południowym krańcu. Zbocze to posiada również profil nieukształtowany. Tworzą go nieregularne skarpy i dzielące je półki. Pozostałe zbocza w klasycznej postaci nie występują z uwagi na małe różnice wysokości rzędnych dna wkopu i przyległego do nich terenu.

Złoże użyteczne w odkrywce stanowią ility i łowce o miąższości do 25 m które eksploatowane są z północy na południe na czterech poziomach systemem ścianowym, przy użyciu koparki łyżkowej, po zdjęciu nadkładu o miąższości około 0.5 m. Ze względu na nieprzepuszczalny charakter kopaliny może nastąpić odwodnienie górotworu wokół wgłębnego wyrobiska poeksploatacyjnego.

Rozmieszczenie punktów i kształt sieci obserwacyjnej założonej dla badania przemieszczeń powierzchni terenu w rejonie rozpatrywanej odkrywki w chwili obecnej pokazano na rysunku 1. Należy podkreślić, że liczba punktów tej sieci z biegiem lat, wskutek prowadzonej eksploatacji górniczej i występujących w rejonie odkrywki ruchów osuwiskowych, ulega dużym zmianom. Pierwotnie sieć zawierała 8 punktów odniesienia, z numerowanymi od 1 do 8, położonych w strefie uznanej za spokojną (poza górną krawędzią wkopu udostępniającego), oraz 21 punktów kontrolowanych, o numerach od 11 do 31, położonych głównie na zboczu południowym, gdzie obserwowano ruchy osuwiskowe oraz wschodnim, gdzie zlokalizowany jest wodociąg wody pitnej, chroniony przed uszkodzeniem lub zniszczeniem ze względu na jego rolę i przeznaczenie. Pomiarów elementów tej sieci prowadzone są w okresach półrocznych, począwszy od lipca 1986 roku do chwili obecnej. Z biegiem czasu, po zniszczeniu lub uszkodzeniu punktów o numerach od 4 do 8 w ich rejonie założono nowe, z numerowanymi odpowiednio: 40, 50, 60, 70 i 80. Następnie sieć rozbudowano, poszerzając jej zakres zarówno w głąb odkrywki (punkty o numerach od 35 do 39) i na jej zbocze zachodnie (punkty od 301 do 315) oraz na zewnątrz, w strefie spokojnej, od strony południowej (punkty 9,10,41 i 400) i północnej (punkt 100).

Na podstawie wyników okresowych pomiarów opisanej powyżej sieci wyznaczano wartości bezwzględnych przemieszczeń badanych punktów, stosując do identyfikacji punktów stałych metodę J. Czaji. Poniżej w tabeli 1 zestawiono efekty badania tą metodą stałości punktów na rozpatrywanym obiekcie w okresie od pomiaru 12 do 19, wraz z komentarzem do wyników tych badań, wynikającym z uwarunkowań górniczo-geologicznych panujących w tym obszarze. W tabeli 2 dla okresu dzielącego pomiar 12 i 13 przedstawiono procedurę i dalszy tok badań szczegółowych polegający na eliminacji niektórych punktów uznanych za stałe, zamieszczonych w tabeli 1, aż do osiągnięcia zadowalającego efektu.

Na rysunku 2 przedstawiono szkic przeglądowy sytuacji dotyczącej dotychczasowej eksploatacji przez ZG „Trzebionka” S.A. rud cynku i ołowiu o zmiennej miąższości, zalegających na głębokości średnio 250 m. Eksploatowane rudy są mocno zawodnione. Ich podziemna eksploatacja prowadzona systemem ścianowym i filarowym z podsadzką wymaga ich odwodnienia. Efekty tego odwodnienia oraz eksploatacji złoża ujawniają się na powierzchni terenu w postaci jego pionowych przemieszczeń których wielkość uzależniona jest zarówno od położenia frontu poszczególnych eksploatacji jak i miejsca zczyrpywania wód podziemnych oraz warunków hydrogeologicznych górotworu, Wartości tych przemieszczeń są prognozowane według ustalonej teorii. Dla ich kontroli w rejonie projektowanej eksploatacji o dużej miąższości założono sieć obserwacyjną przedstawioną schematycznie na rysunku 2. Tworzą ją linia nr 7 o długości około 5 km, wychodząca po obu stronach nieznacznie poza obszar objęty wpływami eksploatacji, oraz prostopadła do niej linia nr 16, położona bezpośrednio nad tą eksploatacją. Sieć ta stanowi fragment obserwowanej na tym obszarze od kilkunastu lat sieci znacznie rozbudowanej, której wyniki opracowywano stosowaną ówczesznie do wyznaczania przemieszczeń metodą. Do tej metody dostosowano również konstrukcję obecnej sieci, opuszczając znaczną liczbę badanych punktów położonych na linii nr 7 poza obszarem leżącym nad wspomnianą eksploatacją o dużej miąższości. To stanowi podstawowe ograniczenie i brak w chwili obecnej pozytywnego rezultatu badania stałości punktów w tej sieci metodą J. Czaji, o czym świadczą wyniki tych badań zestawione w tabeli 3. Wydaje się, że uzyskanie tą metodą pozytywnych wyników będzie możliwe po zmianie konstrukcji omawianej sieci, polegającej na zwiększeniu długości linii nr 7 w obu kierunkach i zwiększeniu gęstości punktów obserwowanych na obu odcinkach tej linii, traktowanych jako ciągi nawiązujące.

Reasumując wyniki dokonanych analiz i weryfikacji metodą J. Czaji stałości punktów odniesienia na terenach górniczych można zauważyć, że daje ona pozytywne rezultaty tylko w przypadku odpowiedniej konstrukcji sieci obserwacyjnej, Chodzi głównie o zapewnienie odpowiedniej gęstości punktów tej sieci w jej części położonej w strefie spokojnej. Akceptacja wyników przeprowadzonych badań musi być jednak dokonywana przy uwzględnieniu znajomości uwarunkowań górniczych, geologicznych i hydrogeologicznych, pozwalających na prognozowanie przebiegu granic dzielących strefy spokojne i przemieszczające się oraz na prognozowanie wartości przemieszczeń i ich rozkładu w poszczególnych strefach badanego obiektu.

Tabela 1

Lp	pa- ra- me- -tr p	Analizo- wane pomiar y o nume- rach	Wa- riant nr	Lista zidentyfi- kowan ych punktów stałych	Licze- bność pun- któw w grupie	Przes. pozio- mu odnies. [mm]	Komentarz uwzględniający uwarunkowania górnicze i hydrogeologiczne
1	3	12- 13	1	24,25,26,27,28, 29,30,36,60,70, 210	11	-3.25	Lista nie do zaakceptowania. Wymagane są dalsze badania w mniej licznych grupach (por. Tab.2)
2			2	24,25,26,27,28, 29,30,60,70,80, 210	11	-3.10	jak w wierszu 1
3	3	12 - 14	1	3,7,23,25,26,27, 28,29,30,31,38, 70,80,310	14	-2.04	jak w wierszu 1
4	3	12 - 15	1	7,9,25,26,27,29, 30,41,70,80	10	-2.53	jak w wierszu 1
5			2	1,9,10,26,27,28, 29,30,70,80	10	-1.49	Wynik zadowalający
6	3	12 - 16	1	24,25,26,27,30, 80,310	7	-1.85	jak w wierszu 1
7	3	12 -17	1	27,29,30,41,80	5	-3.34	jak w wierszu 1
8			2	9,26,27,28,29	5	-2.08	jak w wierszu 1
9	3	12 - 18	1	1,10,26,27,28	5	0.16	Wynik zadowalający
10			2	1,9,10,27,28	5	-0.24	jak w wierszu 1
11	3	12 -19	1	9,29,41,80	4	-3.24	jak w wierszu 1
12			2	10,26,27,28	4	-0.83	jak w wierszu 1
13			3	1,10,26,28	4	-0.48	Wynik zadowalający
14	2	12 - 13	1	24,25,26,27,30, 60,70,210	8	-3.02	jak w wierszu 1
15			2	24,25,26,27,28, 29,60,70	8	-3.29	jak w wierszu 1
16			3	24,25,27,30,60, 70,80,210	8	-2.88	jak w wierszu 1

Tabela 2

Lp	pa- ra- me- -tr p	Analizo- wane pomiar y o nume- rach	Wa- riant nr	Lista zidentyfi- kowan ych punktów stałych	Licze- bność pun- któw w grupie	Przes. pozio- mu odnies. [mm]	Komentarz uwzględniający uwarunkowania górnicze i hydrogeologiczne
1	2	12 -13	1	3,9,23,31,41	5	-1.46	Lista nie do zaakceptowania
2			2	23,30,41,80,210	5	-2.26	Lista nie do zaakceptowania
3			3	7,28,29,36,38	5	-4.10	Lista nie do zaakceptowania
4			4	30,60,70,80,210	5	-2.74	Lista nie do zaakceptowania
5			5	3,9,23,31,200	5	-1.25	Lista nie do zaakceptowania
6			6	1,9,10,200,315	5	-0.46	Wynik zadowalający

Tabela 3

Lp	pa- ra- me- -tr p	Analizo- wane pomiar y o nume- rach	Wa- riant nr	Lista zidentyfikowanych punktów stałych	Licze- bność pun- któw w grupie	Przes. poziomu odniesienia [mm]	Komentarz uwzględniający uwarunkowania górnictwa i hydrogeologiczne
1	3	53 - 54	1	402,403,404,405,409,410,412,726,729,730,733,738,739,1113,1114,1117,1119,1121,1122,1130	20	-5.48	Lista nie do zaakceptowania.
2			402,403,404,405,409,412,726,729,730,733,738,739,1107,1113,1114,1117,1119,1121,1122,1130	20	-5.51	Lista nie do zaakceptowania.	
3			402,403,404,405,409,410,412,726,729,730,733,738,739,764,1113,1114,1117,1119,1121,1130	20	-5.45	Lista nie do zaakceptowania.	
4	3	53 - 55	1	414,725,726,727,728,729,730,731,733,734,735,736,737,738,739,741,760,761,765,766,770,1107,1120,1121,1123,1124,1125,1127,1128,1130	30	-7.78	Lista nie do zaakceptowania.
5			2	398,414,725,726,727,728,729,730,731,733,734,735,736,737,738,739,741,760,765,766,770,1107,1120,1121,1123,1124,1125,1127,1128,1130	30	-7.78	Lista nie do zaakceptowania.
6	3	54 - 55	1	406,407,409,410,411,412,413,727,749,763,1109,1111,1115,1117,1127,1128	16	-11.42	Lista nie do zaakceptowania.
7			2	407,409,410,412,413,727,749,752,761,763,765,1109,1111,1115,1117,1127	16	-11.58	Lista nie do zaakceptowania.

Literatura

- [1] Czaja J. : Wyznaczanie przemieszczeń punktów w geodezyjnych sieciach odniesienia. ZN Politechniki Śląskiej, seria Budownictwo z.76, Gliwice 1991.
- [2] Czaja J. : Geodezja inżyniersko-przemysłowa. Skrypt AGH, Kraków 1992.
- [3] Hermanowski A, Laudyn I. : Obliczanie pionowych przemieszczeń budowli. Prace IGiK, tom XXVII, z.3, Warszawa 1980.
- [4] Latoś S., Preweda E. i inni : Operaty z badania przemieszczeń górotworu i powierzchni terenu w rejonie odkrywki "Zesławice". Kraków. Prace niepublikowane.
- [5] Latoś S., Preweda E. i inni : Operaty z badania przemieszczeń powierzchni terenu na obszarze górniczym ZG "Trzebieńka" SA. Kraków. Prace niepublikowane.