

Zbigniew SZCZERBOWSKI, Mieczysław JÓŹWIK  
Akademia Górniczo-Hutnicza, Kraków

## **Analiza przemieszczeń poziomych wybranych rejonów Kopalni Soli „Wieliczka”**

### **Streszczenie**

Celem przedstawionej pracy jest wykazanie konieczności w interpretacji ruchów górotworu uwzględniania geodezyjnych pomiarów przemieszczeń poziomych, które stanowiąc mogą wartościowe źródło informacji nie tylko o kierunkach, ale i o naturze obserwowanych ruchów powierzchni górotworu. Omówione dwa przykłady analizy wyników pomiarów przemieszczeń poziomych (jeden odnoszący się do powierzchni, drugi do górotworu) pokazują znaczenie tego typu pomiarów w kontekście poznania zjawisk wywołujących deformacje. Przedstawiona możliwość prowadzenia pomiarów przemieszczeń poziomych, wykorzystująca nowoczesne technologie pomiarowe i stosowaną metodykę prac geodezyjnych, może mieć istotne znaczenie dla optymalnej oceny ruchów specyficznego górotworu solnego oraz działań zabezpieczających zabytkowe wyrobiska.

### **1. Wstęp**

Na przestrzeni długoletniej historii funkcjonowania wielickiej kopalni rolę jaką pełnili tam geodeci ulegała zmianie. Początkowo specjaliści, zwani wówczas geometrami, pełnili rolę służebną względem potrzeb wynikających z udostępniania złoża i byli jednocześnie geologami, którzy miernicze prace pomiarowe w kopalni traktowali jako nieodłączną część geologicznego fachu. Prowadzone prace geologiczno-miernicze długo związane były głównie z utrzymaniem i funkcjonowaniem kopalni. Wymownym znakiem więzi tych dwóch dyscyplin są np. zachowane mapy ruchu, które zawierają bardzo często, oprócz przedstawionej w rzutach sytuacji wyrobisk, także podłużne lub poprzeczne przekroje geologiczne.

Z biegiem czasu prace miernicze ulegały oddzieleniu od typowych badań geologicznych i obejmowały coraz to bardziej specjalistyczne zadania związane z funkcjonowaniem kopalni.

Obecnie, w sytuacji zaniechania eksploatacji rola pomiarów geodezyjnych obejmuje głównie rozpoznawanie zagrożeń wynikających z zaciskania istniejących pustek, wpisując się w ten sposób w podstawową funkcję, jaką pełni dziś kopalnia, tj. utrzymania, zabezpieczania i udostępniania zabytkowych wyrobisk. Wiąże z tym się rozpoznanie istniejących procesów geodynamicznych czy opis uwarunkowanego sytuacją górniczą ruchu górotworu. Znajomość geomechanicznych własności górotworu solnego oraz procesu jego deformacji ma istotne znaczenie dla podejmowanych prac zabezpieczających. Z kolei dla należytej oceny opisu procesu przemieszczeń konieczny jest dla geodety wybór takiej metodyki prac i technologii pomiarów, aby przedstawione wyniki prac stanowiły wiarygodne źródło informacji. Taka sytuacja istniała zapewne na przestrzeni wieków; mierniczowie, jak możemy domyślać się choćby na podstawie zachowanego materiału kartograficznego, traktowali swoje zajęcie z poczuciem odpowiedzialności, budując prestiż wykonywanego zawodu.

Stosowane wspólnie geodezyjne pomiary: wysokościowe, poziome i pomiary konwergencji mają na celu:

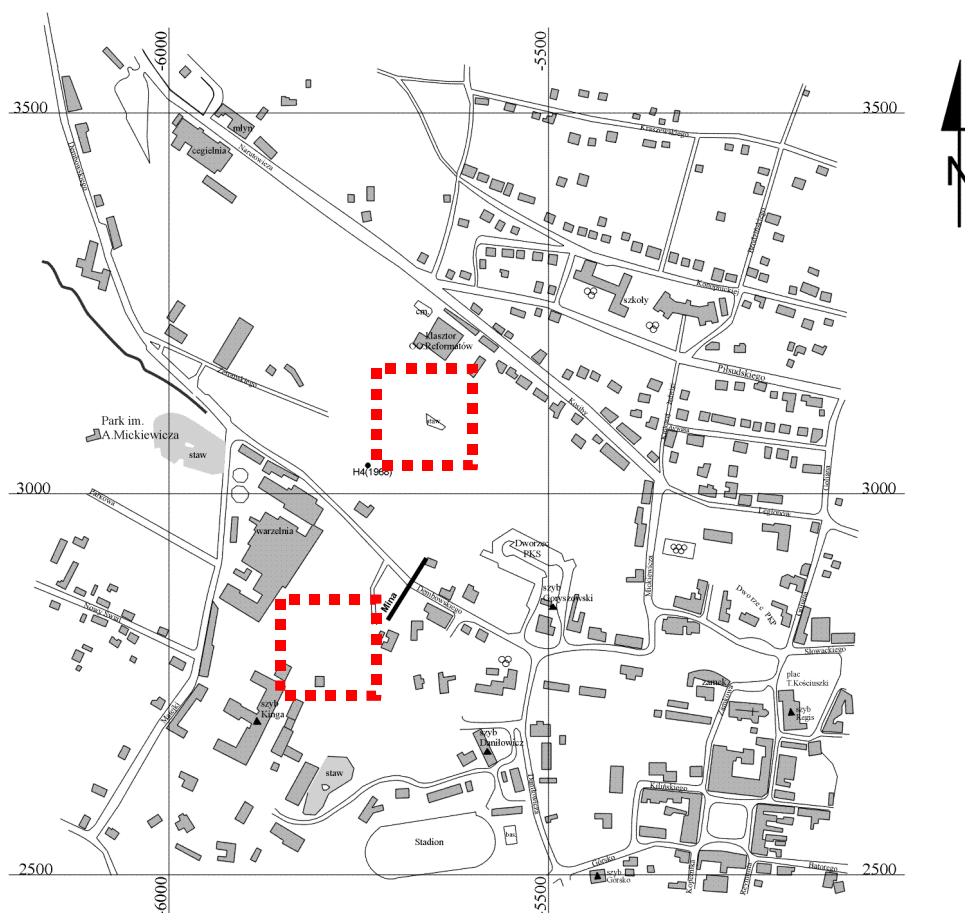
- ocenę stanu geometrycznego wyrobisk i ich bezpieczeństwa,
- określenie charakteru ruchów złoża wynikających z procesu zaciskania się pustek dla prognozy przyszłych deformacji w kontekście prowadzonych prac zabezpieczających,
- ocenę oddziaływania wycieków wodnych,
- inne (w tym prace związane z inwentaryzacją wyrobisk).

Wielkość wyrobisk komorowych sprzyjająca komfortowi pomiarów geodezyjnych jest jednocześnie utrudnieniem w badaniach, mających na celu opis zmian geometrycznych lub w pomiarach kubatury uwzględniających nieforemność pustek. Nieforemność ta wynika m.in.:

- ze starych metod eksploatacji (ociosy ze śladami „kłapci” – komora „*Margielnik*”, „*Mi chał Saurau*”),
- czynników geologicznych określających kierunki eksploatacji („*Pieskowa Skala*”).

Zróżnicowanie budowy geologicznej rzutuje z jednej strony na lokalizację i geometrię wyrobisk, z drugiej zaś na sposób ich deformowania się. Biorąc pod uwagę złożoność sytuacji górniczo-geologicznej należy oczekiwać, że pełny opis ruchu górotworu solnego wymagać będzie odmiennego podejścia w zakresie stosowanej metodyki prac geodezyjnych niż w przypadku np. górotworu karbońskiego na Śląsku. Metodyka tych prac uwzględniać musi odpowiednią technologię pomiarów a także lokalizację i stabilizację znaków obserwacyjnych. Przedstawione w pracy dwa przykłady wykorzystania wyników obserwacji przemieszczeń poziomych mają na celu zaprezentowanie możliwości pozyskiwania dodatkowej wiedzy o ruchach górotworu a także o czynnikach je wywołujących. Dla właściwej oceny zmian zachodzących w górotworze niezwykle istotna jest lokalizacja punktów obserwacyjnych w wyrobiskach górniczych – odpowiednio gęsta i równomierna. Natomiast w przypadku obserwacji prowadzonych na powierzchni o wiele większe znaczenie dla bezpieczeństwa budynków mają wyznaczone pomiarami wskaźniki deformacji poziomych niż zmiany wysokościowe. Deformacje powierzchni wywołane procesami o charakterze sufozyjnym, ruchy osuwiskowe i inne zjawiska nie związane bezpośrednio z eksploatacją nie powinny być odnoszone do modeli opracowanych do opisu deformacji spowodowanych prowadzoną eksploatacją.

Pierwszy z analizowanych przykładów dotyczy prac prowadzonych na powierzchni w celu określenia zmian powstałych na skutek znanego wycieku do poprzeczni „*Mina*”. Przyczyna zmian zaobserwowanych w rejonie klasztoru OO. Reformatów jest oczywista i nie jest związana bezpośrednio z czynnikami górniczymi. Analizowane dla drugiego przypadku zmiany prostoliniowości szybu „*Kinga*”, jak się okazało, również nie nawiązują do sytuacji górniczej. Przedstawione w obu przykładach wnioski powstały na podstawie wyników pomiarów przemieszczeń poziomych. Omawiane w pracy rejon, gdzie przeprowadzone były pomiary przemieszczeń poziomych zostały przedstawione w formie kwadratów (linia przerywana) na mapie na rys. 1.1.



Rys. 1.1 Mapa ilustrująca lokalizacje analizowanych w pracy rejonów prowadzonych prac pomiarowych

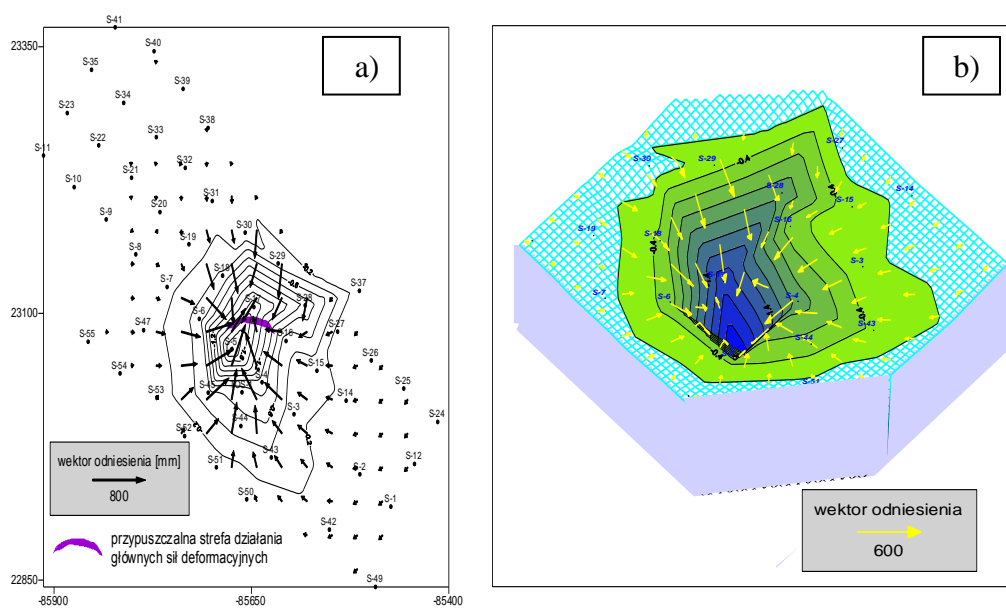
Fig. 1.1 The map illustrating locations of analyzed areas of field works

## 2. Przykład zastosowania pomiarów przemieszczeń poziomych w opisie oceny skutków działania procesów hydrogeologicznych

Opisywana już wielokrotnie w literaturze problematyka związana z wyciekami do poprzeczni „Mina” (w ujęciu różnych dyscyplin naukowych) z reguły nie mogła pominąć zagadnienia wywołanych tym wyciekami deformacji, które wyznaczone były metodami geodezyjnymi. Jednak, odruchowe kojarzenie wycieków w poprzeczni i skutków na powierzchni zwykle przyczyniało się do pomijania faktu o różnej lokalizacji przyczyn i skutków obserwowanych deformacji. Zjawiska towarzyszące wyciekowi związane są z procesem przepływu wód podziemnych, gdzie istotną rolę odgrywa wysoki spadek hydrauliczny na drodze przepływu (opisuje go różnica pomiędzy wysokością zwierciadła wody, rejestrowaną w otworach badawczych a miejscem wycieku w poprzeczni „Mina” (Szczerbowski 1996). Wielkość tego spadku oraz charakter materiału skalnego związanego z przepływem wody determinują charakter procesu podziemnego wypłukiwania cząstek skalnych. Lokalizacja

powstałej w wyniku sufozji niecki obniżeniowej jest nieprzypadkowa – leży ona w miejscu, gdzie następuje wyraźna zmiana wartości spadku hydraulicznego na przypuszczalnej drodze przepływu wody (rejon otworu TOS-1). Obraz powstających w czasie trwania wycieku zmian na powierzchni wyraźnie koresponduje ze zmianami wysokości zwierciadła wody i zmianami wydatku wycieku (także z ilością wynoszonych części stałych) rejestrowanych w poprzeczni „Mina” (Szczerbowski, 1996). Opisujący w literaturze obraz deformacji powierzchni jako efekt hydrogeologicznego działania wycieku, wskazujący na sufozyjny charakter zjawiska (Szczerbowski i Wiewiórka 1997), daje pogląd na znaczenie obserwacji geodezyjnych dla rozumienia procesów zachodzących w górotworze. Opisywane wcześniej wyniki prowadzonych prac ograniczały się jednak tylko do obserwacji wysokościowych, co zawężało analizę obserwowanych zjawisk.

Pomiary obniżenia metodą niwelacji precyzyjnej prowadzone przez zespół z AGH w związku z wyciekami cechowała wysoka dokładność pomiarów - średni błąd wyznaczenia obniżenia wyniósł +/- 1,2 mm (Szewczyk z zespołem 1995). Obraz osiadań za lata 1992-1995 wskazuje, że obniżenia mają charakter niecki o wydłużonej osi, o przebiegu NE-SW (rys. 2.1). Dno niecki leży w strefie kontaktu złoża allochonicznego i autochtonicznego w rejonie punktu geodezyjnego S-5, czyli w pewnym oddaleniu od miejsca wypływu wody w wyrobisku. Maksymalne obniżenia w latach 1992-1994 wyniosły ok. 2,5 m.



Rys. 2.1 Pionowe i poziome przemieszczenia wywołane wyciekami w latach 1992-1995:

- a) rzut poziomy niecki obniżeniowej wraz z wektorami przemieszczeń poziomych,
- b) przestrzenny obraz przemieszczeń

Fig. 2.1 Vertical and horizontal displacements caused by inflow in years 1992-1995:

- a) orthogonal projection of subsidence basin with vectors of horizontal displacements
- b) axonometric projection of displacements

W związku z podjęciem na dużą skalę działań zabezpieczających (prace iniekcyjne na powierzchni) obraz deformacji po roku 1995 został zaburzony (obserwowano nawet niewielkie

wypiętrzania) i nie jest tu analizowany. Ponadto, biorąc pod uwagę zmniejszanie się intensywności wycieku w kolejnych latach i związane z tym znaczne ograniczenie procesu obniżenia nie należy oczekiwać większych zmian również w zakresie przemieszczeń poziomych.

W celu wyznaczenia przemieszczeń poziomych prowadzone były (również przez zespół z AGH) pomiary kątowno-liniowe na punktach sieci obserwacyjnej z wykorzystaniem tachimetru elektronicznego: w roku 1992 i dwukrotnie w 1994 r. Średni błąd położenia punktu wyniósł ok.  $\pm 1$  mm (Mróz z zespołem 1994).

Przestrzenny obraz deformacji obejmujący przemieszczenia pionowe i poziome został przedstawiony w sposób poglądowy na rys. 2.1. Widoczne na tym rysunku wektory przemieszczeń poziomych wykazują następujące własności:

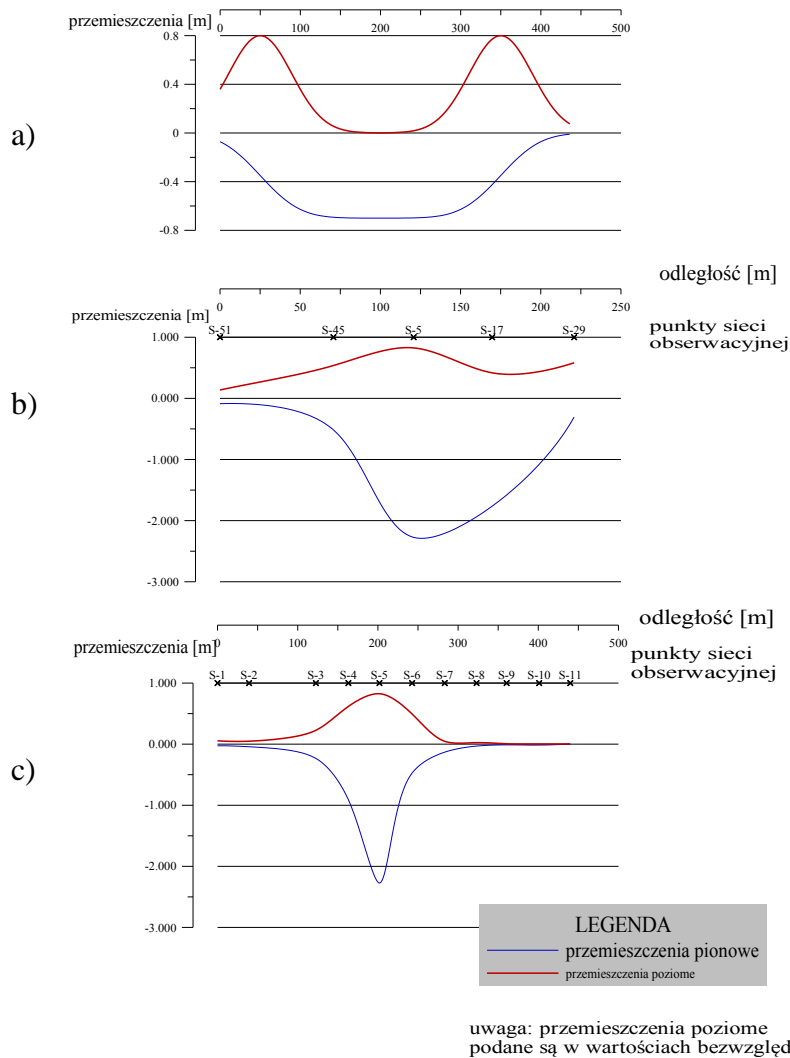
- maksymalne wartości przemieszczeń są rzędu ok. 90 cm (w okresie 1992-1994),
- punkty, w których stwierdzono maksymalne przemieszczenia poziome są jednocześnie punktami o maksymalnych obniżeniach,
- wektory przemieszczeń poziomych układają się generalnie koncentrycznie względem centrum niecki obniżeniowej,
- maksymalne zmiany przemieszczeń występują na kierunku osi niecki obniżeniowej,
- punkty leżące na wschodnim skrzydle niecki obniżenia wykazują większą podatność na przemieszczenia,
- kierunki wektorów przemieszczeń poziomych wskazują na ograniczony obszar o wydłużonym kształcie, sugerującym na istnienie w górotworze struktury o charakterze szczelinowym.

Na podstawie wyżej wymienionych cech obrazu zmian powierzchniowych określonych pomiarami poziomymi nasuwają się następujące wnioski:

1. brak ruchów osuwiskowych w omawianym rejonie,
2. depozycja materiału skalnego powodująca powstanie niecki obniżeniowej odbywa się w ograniczonej strefie,
3. strefa wypłukiwania materiału skalnego, sądząc po kierunkach wektorów, ma prawdopodobnie charakter szczelinowy i zlokalizowana jest w osi niecki obniżeniowej, która określa kierunek migracji wody odprowadzanej do kopalni,
4. kształt powstałej niecki wskazuje na jej odmienny charakter i sugeruje, że ma ona charakter lejka ssącego.

Ostatnia uwaga opiera się na fakcie, że rejony wartości maksymalnych obniżenia i przemieszczeń pokrywają się ze sobą. Oznacza to, że niecka obniżeniowa powstała nie tylko na skutek grawitacyjnego osuwania się mas skalnych, ale ruch ten wywołany był także przez ssące działanie zjawisk sufozyjnych, zachodzących na ograniczonej przestrzeni. Obraz deformacji w zakresie relacji pomiędzy zmianami poziomymi i wysokościowymi w sposób istotny odbiega od modelu deformacji w rejonach prowadzonej eksploatacji. Wynika z tego, że matematyczne modele bazujące na teoriach wpływów eksploatacji są nieadekwatne dla rozpatrywanego przykładu. Ta odmienność w zakresie przemieszczeń wywołanych wyciekami została przedstawiona na rys. 2.2, gdzie wartości przemieszczeń poziomych punktów na profilu biegnącym wzdłuż dłuższej osi niecki oraz na profilu poprzecznym do niej zostały porównane z modelowym rozkładem wartości przemieszczeń poziomych w warunkach prowadzonej eksploatacji.

Zaobserwowana asymetria wektorów przemieszczeń poziomych wskazuje na uprzywilejowane kierunki działania sił deformacji, co może mieć związek z budową geologiczną rejonu po obu stronach dłuższej osi niecki.



Rys. 2.2 Rozkład analizowanych wskaźników deformacji: a) w rejonie prowadzonej eksploatacji (przypadek pola prostokątnego), w analizowanym w pracy rejonie deformacji wywołanych wyciekami do poprzeczni „Mina”: b) na kierunku NE-SW, c) na kierunku SE-NW

Fig. 2. 2 The distribution of analysed deformation parameters: a) in areas of mining exploitation works (on the example of rectangular excavation), On the deformation area of interest, caused by inflow to transverse “The Mina”: b) on direction NE-SW, c) on direction SE-NW

### 3. Przykład zastosowania pomiarów przemieszczeń poziomych w opisie ruchu górotworu

Położony kilkaset metrów na południe od omawianej wcześniej niecki obniżeniowej szyb „Kinga” (rys. 1.1) przechodzi na całej swojej długości zarówno przez sole złoża bryłowego i pokładowego, które formują górotwór solny Wieliczki. Zbudowany on został w XIX wieku i jest najgłębszym (ok. 280 m) czynnym szybem kopalni „Wieliczka”, przecinającym jej 8 po-

ziomów. Zlokalizowany jest on w rejonie centralnym złoża wielickiego. W wyniku przebudowy zaadoptowany został stary szybek zlokalizowany mniej więcej w połowie głębokości dzisiejszego szybu „Kinga”. Zamontowane są w nim dwa naczynia wyciągowe, z prowadnicami ślizgowymi i tocznymi zamocowanymi sztywno, poruszające się w dwóch przedziałach klatkowych szybu wzdłuż torów prowadniczych, którymi są drewniane prowadniki (Jóźwik z zespołem 2000). Na całej długości szybu występują następujące rodzaje obudowy:

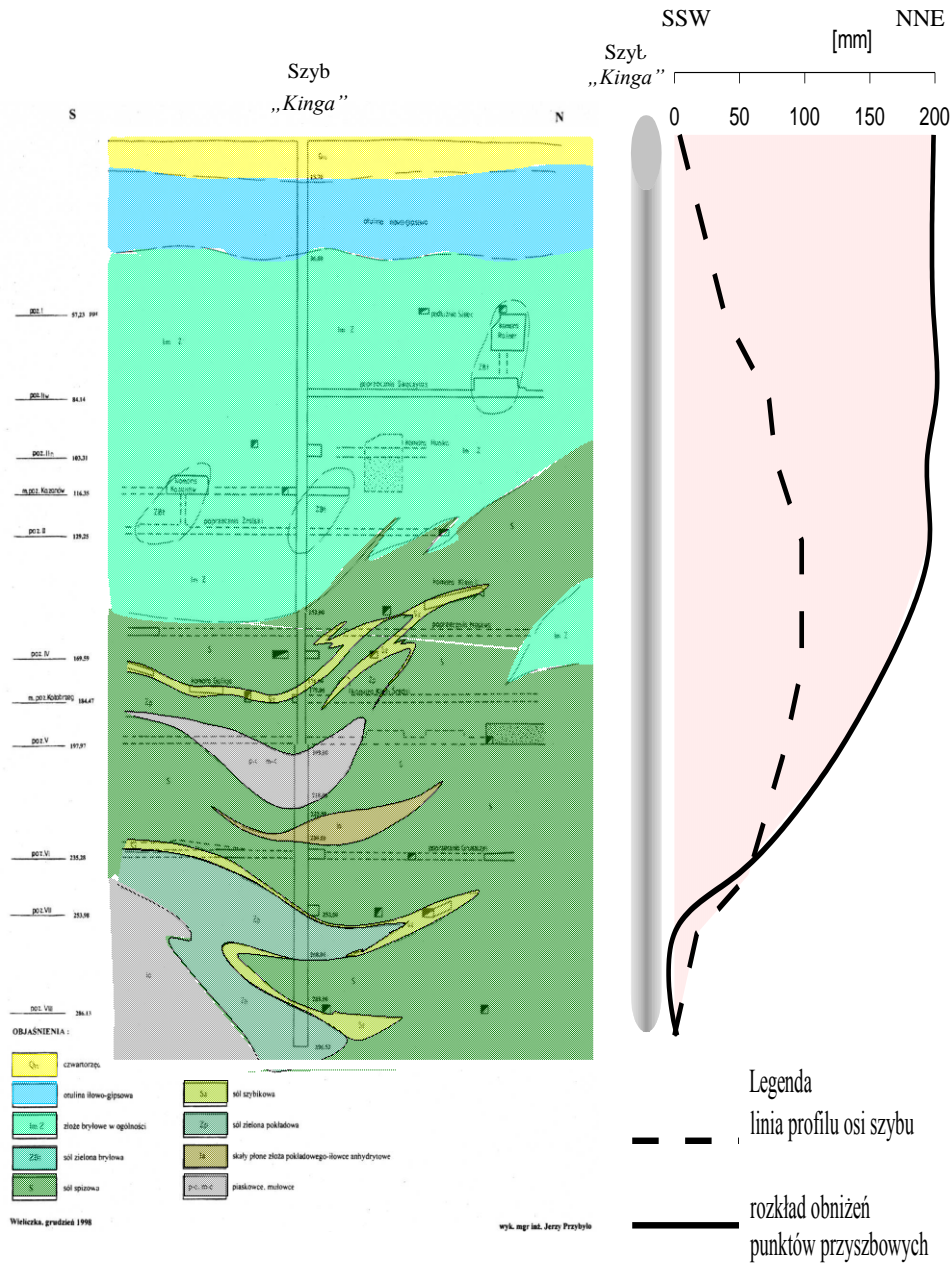
1. murowa beczkowa – w przedziale głębokości 0-156 m,
2. drewniana – w przedziale głębokości 156-196 m (zaobserwowano tu znaczne ograniczenie wymiarów szybu wskutek zaciskania się górotworu),
3. murowa kołowa – w przedziale głębokości 196-283 m.

Szyb „Kinga” przechodzi przez sole złoża bryłowego i pokładowego, a granica kontaktu pomiędzy nimi znajduje się tu pomiędzy IV i V poziomem kopalni (rys. 3.1). Powszechnie przyjmuje się, że utwory złoża bryłowego zostały nasunięte na całkowicie odmiennie wykształcone litologicznie i tektonicznie paraautochtoniczne złoża pokładowe. Geologiczny obraz, który obserwujemy współcześnie w przekroju szybu „Kinga”, jest wynikiem formowania się złoża, które wg Poborskiego następowało w 4 fazach górotwórczych, z których ostatnia rozgrywa się współcześnie. Przejawia się ona działaniem siły tangencjalnej i wywołującej w górotworze stan naprężenia (Poborski 1982). Jak się podejrzewa pomiędzy wymienionymi kompleksami dochodzi do przesunięć tektonicznych, wśród których można wyróżnić dwa zasadnicze kierunki:

1. południkowy, na którym cały układ solny ulega przesunięciu z południa ku północy,
2. pionowy (diapirowy) ruch soli głębszych, wnikających na kształt ostrych klinów w nadległy kompleks soli złoża bryłowego.

Ten ostatni pokrywa się z grawitacyjnym ruchem mas skalnych wynikającym z procesu zaciskania się istniejących pustek. Biorąc pod uwagę geomechaniczne własności soli można założyć, że niewielkie obniżenia obserwowane w kopalni są wypadkową sił tektonicznych i tych wywołanych czynnikami górniczymi. Do tej pory nie publikowano żadnych prac, które opisują ruch poziomy złoża dający pogląd na skalę i zasięg zmian horyzontalnych. Na rysunku (rys.3.1) przedstawiona została sytuacja geologiczna oraz zmiany wysokości punktów przyszybowych wraz z profilem szybu wyznaczonym na podstawie pomiarów w 2000 r. Analizując profil osi szybu widać wyraźnie jego skrzywienie w kierunku północnym. W związku z powyższym nasuwa się pytanie: na ile profil ten wynika z geometrii samej konstrukcji a na ile jest on wynikiem działania sił deformujących szyb. Opisane wcześniej rozważania dotyczące geodynamicznych przyczyn skrzywienia osi szybu (Jóźwik i Szczerbowski 2001), nie zostały jednak poparte wynikami pomiarów potwierdzającymi jego ruch. Wyjaśnienie tego problemu stało się możliwe po uwzględnieniu danych pomiarowych określających prostoliniowość prowadników szybu w poprzednich latach.

W związku z tym przeanalizowano wyniki prac z lat 1990 i 1995 (rys. 3.2). Uzyskano w ten sposób profile wszystkich czterech prowadników. Zmiany tych profili mogą być utożsamiane z przemieszczeniami poziomymi szybu. Przyjmując powyższe założenia można stwierdzić, że w okresie ostatnich 10 lat wartości prędkości przemieszczeń obudowy szybu wynosiły nawet ok. 8 mm/rok (dźwigar 69 dla prowadnika II w okresie 1995-2000, czy dźwigar 25 dla prowadnika I w tym samym okresie czasu). Jednak średnia prędkość przemieszczeń dla najbardziej podatnego na zmiany prowadnika I wyniosła w okresie 1990-2000 ok. 4 mm/rok. Przedstawione na rys. 3.2 zmiany profilu prowadników odnoszą się do kierunku SSW-NNE, który pokrywa się z osią poprzeczną szybu. Zmiany prostoliniowości prowadników wzdłuż osi podłużnej szybu są minimalne a ich wpływ na wartości całkowite odchyłań jest znikomy.



Rys. 3.1 Wykres ilustrujący profil szybu na kierunku SSW-NNE oraz rozkład zmiany wysokości punktów przyszybowych na tle sytuacji geologicznej. Przekrój geologiczny przez szyb „Kinga” wg J. Przybyło

Fig. 3.1 Graph illustrating profile of shaft on direction SSW-NNE and distribution of height changes on background of geologic situation. Geological section is according to J. Przybyło



Zestawiając wartości zmian prostoliniowości przewodników w kolejnych okresach pomiarowych z profilem samego szybu, uzyskuje się zaskakującą zbieżność – profil szybu nawiązuje do wyznaczonych geodezyjnie przemieszczeń poziomych.

Wynika z tego, że obserwowana krzywizna szybu jest efektem oddziaływania górotworu. Maksymalne wychylenia osi szybu mają miejsce w przedziale głębokości 110-230 m. i na analizowanym kierunku wynoszą 50-70 mm (w okresie 1990-2000). W pozostałych przedziałach głębokości zmiany te są mniejsze i w miarę zbliżania się do skrajnych punktów systematycznie wygasają. Strefa zmian maksymalnych jest zarazem tym przedziałem głębokości, gdzie linia profilu osi szybu wykazuje wyraźną zmienność. Punkty załamania krzywej profilu powtarzają się w kolejnych seriach pomiarowych i wydają się mieć związek ze sytuacją geologiczną. Najbardziej charakterystyczne zniekształcenie postaci krzywej ma miejsce na głębokości ok. 160 m., tj. w strefie kontaktu złoża bryłowego i pokładowego. Do tej głębokości krzywa nie wykazuje większych różnicowań. Z kolei poniżej strefy kontaktu obu złóż widoczne jest odchylenie krzywej w kierunku północnym, związane z obserwowanymi przemieszczeniami szybu, poniżej z kolei występuje redukcja wartości przemieszczeń co również znajduje odzwierciedlenie w zmianie przebiegu krzywej. Pierwsza strefa opisywanych zmian pokrywa się z występowaniem w tej partii górotworu soli szybikowej (charakteryzującej się dużą plastycznością). Z kolei druga strefa pokrywa się z obecnością sztywnych, płonnych skał złoża pokładowego. Wymienione prawidłowości występują w przypadku wszystkich przewodników (rys. 3.2) i stają się szczególnie wyraźne w przypadku analizy przemieszczeń szybu a nie tylko jego profilu.

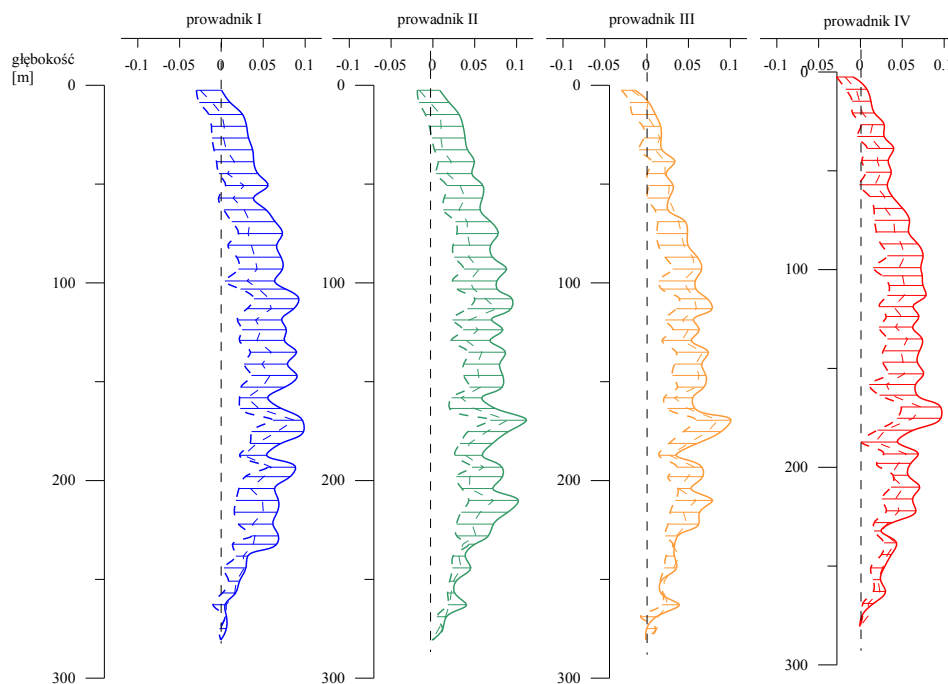
Zróznicowania profilu osi szybu oraz jego przemieszczenia poziome wskazują na związek z sytuacją geologiczną i pozwalają na wyciągnięcie wniosków związanych z ruchem górotworu. Zaprezentowane ostatnio na jednej z konferencji (Jóźwik i Szczerbowski 2001) wstępne rezultaty badań wskazujące na diapirowy charakter odkształcania się górotworu solnego w tym rejonie, gdzie utwory solne złoża pokładowego wyciskane są ku górze, wywołały dyskusję. Pojawiły się w niej wątpliwości związane z kwestią, czy stwierdzony kształt profilu wywołany został odkształceniami konstrukcji obudowy samego szybu, czy też rzeczywistym ruchem górotworu. Zmiany określone na przestrzeni ostatnich 10 lat wykazują jednak jednoznacznie na występującą i trwającą tendencję zmian poziomych szybu. Z kolei charakter obserwowanych zmian prostoliniowości przewodników (wyraźne zróznicowanie profilu przewodników wzdłuż obu osi) wskazuje, że ich przyczyna nie jest związana z sytuacją górniczą. Z sytuacją tą związane są natomiast zmiany wysokościowe punktów przyszybowych.

#### **4. Podsumowanie**

Przedstawiona praca stanowi pewną ocenę ruchów poziomych górotworu solnego Wieliczki na podstawie wyników prowadzonych prac obserwacyjnych. Celem jej jest wypracowanie takiego modelu prac pomiarowych, który w możliwie najlepszy sposób odzwierciedli zmiany geometryczne w przestrzennej sieci wszystkich wyrobisk kopalni.

Opisane w pracy relacje pomiędzy przemieszczeniami poziomymi i pionowymi, o odmiennym charakterze względem tych, jakie obserwuje się zwykle w przypadku prowadzonej eksploatacji górniczej, wskazują na konieczność stosowania pomiarów określających ruch górotworu w sposób kompleksowy. Stosowane technologie dla określenia jednej tylko składowej ruchu, nie dają pełnego opisu tego ruchu i tym samym pełnego obrazu deformacji, co może często prowadzić do niesprawiedliwych zarzutów o nieskuteczności metod geodezyjnych

w ogólności, jako nie spełniających oczekiwań w zakresie prognozowania i uprzedzania o grożącym zniszczeniu wyrobiska.



Rys. 3.2 Zmiany profilu prowadników w latach 1990-2000 na kierunku SSW-NNE  
Fig. 3.2 Changes of shaft guides profiles in years 1990-2000 on direction SSW-NNE

Doceniając znaczenie wyników pomiarów przemieszczeń poziomych dla celów poznawczych należy zauważyć również ich użyteczną wartość. Przemieszczenia te będące kolejnym wskaźnikiem deformacji pełnią istotną rolę w ocenie zagrożeń istniejących na powierzchni budynków i infrastruktury technicznej. Jak już wspomniano ich związek z przemieszczeniami pionowymi w rozpatrywanym przypadku ma odmienną postać od tej, jaka wynika z empirycznych modeli opracowanych dla prowadzonej eksploatacji. Wynika z tego, że dla określenia całościowego obrazu deformacji pomiary wysokościowe, z których wyznacza się wartości innych wskaźników deformacji – nachyleń i krzywizn, w tym przypadku mogą okazać się niewystarczające.

Odnosząc się do wspomnianych wcześniej związków oraz procesu oddzielania się zadań geologicznych i mierniczych w historii kopalni, należy zauważyć, że proces ten nie oznacza ich separacji. Stawiane współcześnie mierniczym zadania związane z opisem ruchu górotworu mają ścisły związek z istniejącą budową geologiczną czy procesami geologicznymi w nim zachodzącymi. Aktualne możliwości techniczne przyrządów geodezyjnych oraz odpowiednich technologii pomiarowych mogą zapewnić wyznaczanie ruchów (także poziomych) górotworu z dużą, kilku milimetrową dokładnością. Przykład wyznaczania takiego ruchu omówiony w przedstawionej pracy może mieć istotne znaczenie dla wiedzy o geologii wielickiego złoża. Opisywany fakt zmian geodynamicznych w rejonie szybu „Kinga” wskazuje na rolę czynnika tektonicznego w procesie jego formowania się. Z kolei charakter tych zmian może potwierdzać

znaczenie własności geomechanicznych skał jako przyczyny tak odmiennego wykształcenia się złożeń bryłowego i pokładowego, na co już zwrócił uwagę J. Wiewiórka (Wiewiórka 1988).

Autorzy mają nadzieję, że uzyskane rezultaty prowadzonych wciąż badań dadzą nowy punkt widzenia w zakresie wiedzy o kryjącym do dziś wiele tajemnic górotworze w Wieliczce.

#### Literatura:

- [1] Józwiak M. z zespołem 2000: Pomiar prostoliniowości luzów przewodniczących szybu „Kinga” KS „Wieliczka”. Operat pomiarowo-obliczeniowy wraz z interpretacją wyników. Materiały niepublikowane. Kopalnia Soli „Wieliczka”.
- [2] Józwiak M., Szczerbowski Z. 2001: Deformacje górotworu w rejonie szybu „Kinga” Kopalni „Wieliczka”. Materiały konferencji: XXIV Zimowa Szkoła Mechaniki Górotworu – Geotechnika Górnicza i Budownictwo Podziemne. Łądek-Zdrój.
- [3] Mróz J. z zespołem 1994: Pomiar odkształceń poziomych siatki obserwacyjnej „Mina” na tle wycieku i zjawisk sufozycznych. Kraków. Materiały niepublikowane. Kopalnia Soli „Wieliczka”.
- [4] Poborski J.: Wprowadzenie geologiczne do zagadnienia zagrożeń geodynamicznych w kopalni soli w Wieliczce. „Studia i Materiały do Dziejów Żup Solnych w Polsce”, t. XI, Wieliczka 1982, s. 17-28.
- [5] Przybyło J., Stecka J. 1998: „Szyb „Kinga” – profil geologiczny oraz rejestrowane zjawiska hydrogeologiczne”.
- [6] Szczerbowski Z., Wiewiórka J. 1997: Zagrożenia zabytkowej Kopalni Soli w Wieliczce oraz powierzchni miasta wynikającego z katastrofalnego wypływu w poprzeczni „Mina”. Studia i Materiały do dziejów żup solnych w Polsce. Tom XX.
- [7] Szczerbowski Z. 1996: Wyniki badań geodezyjnych i geologicznych w rejonie poprzeczni „Mina” w Kopalni Soli „Wieliczka”. Rocznik AGH. Geodezja.
- [8] Szewczyk J. z zespołem 1995: Badanie odkształceń pionowych nad wyciekami „Mina”. Praca niepublikowana. Kopalnia Soli „Wieliczka”.
- [9] Wiewiórka J.: Warunki geologiczne eksploatacji soli w żupach krakowskich [w:] Dzieje żup krakowskich. Wieliczka 1988, s. 37-68.

### Analysis of horizontal displacement on the chosen areas of Wieliczka Salt Mine

The presented paper is related to analysis of changes observed on the area of terrain subsidence basin caused by water inflow and changes of rock mass nearby shaft “Kinga” in “Wieliczka” Salt Mine. The changes, in the opinion of authors, should be explained in the sense of geodynamic aspect and the method used for observation. Observed displacements on the area of analyzed basin possess different characteristics comparing the model of deformation resulting from mining excavation works. The main aim of this work is proof, that in non-typical rock mass existing in Wieliczka, there is a need for full description of its horizontal movement observations as well. The results of such observations are presented. The shaft guides vertical measurement results indicate on directions of geodynamic movements existing in Wieliczka rock mass.

Przekazano: 15 marca 2001