

## ZARYS METODYKI IDENTYFIKACJI DAWNYCH WYROBISK GÓRNICZYCH, TZW. KOPANEK PONAFTOWYCH, NA OBSZARZE UZDROWISKA IWONICZ-ZDRÓJ

### AN OUTLINE OF THE METHODOLOGY OF THE FORMER MINING EXCAVATIONS IDENTIFICATION, SO CALLED “KOPANKI” IN THE AREA OF IWONICZ-ZDRÓJ HEALTH RESORT

EWA LIPIŃSKA<sup>1</sup>, PAULINA KUSTROŃ-MLECZAK<sup>2</sup>, STANISŁAW RYMAR<sup>2</sup>

**Abstrakt.** Roboty górnicze w poszukiwaniu ropy naftowej prowadzone były na terenie Iwonicza-Zdroju już od 1860 r. Wrobiska górnicze miały charakter studni kopanych, potocznie nazywanych przez ówczesnych górników kopanką. Kluczowym dokumentem ewidencjonującym rozmieszczenie studni kopanych jest fragment starej mapy katastralnej wykonany na pergaminie, z wyrysiem działek katastralnych, z zaznaczonymi punktami lokalizacyjnymi wyrobisk górniczych. Stał się on podstawą do wyznaczenia w terenie 14 punktów badawczych. Współrzędne punktów badawczych wyznaczono techniką geodezyjnych pomiarów satelitarnych, natomiast wstępne rozpoznanie wglębne w obszarze wyznaczonych punktów – metodą badań georadarowych. Do określenia współrzędnych geograficznych oraz prostokątnych punktów badawczych wykorzystano odbiornik satelitarny Trimble R6. Pomiar sytuacyjny i wysokościowy wykonano w terenie bardzo różnicowanym pod względem morfologicznym, jak również porośniętym gęstą zielenią wysoką. Zastosowana metoda pomiaru pozwoliła uzyskać współrzędne punktów badawczych ze średnim błędem położenia sytuacyjnego 1,03 m oraz ze średnim błędem położenia wysokościowego 1,62 m. Uzyskana dokładność położenia sytuacyjnego i wysokościowego spełnia kryteria oceny przydatności reprezentacji. Celem prowadzonych prac badawczych jest ocena wpływu współwystępowania źródeł węglowodorów z leczniczymi wodami mineralnymi na rozwój uzdrowiska.

**Słowa kluczowe:** kopanki, budowa geologiczna, pomiar georadarowy, pomiar współrzędnych, GPS, źródło Bełkotka, Iwonicz-Zdrój.

**Abstract.** Mining works connected with prospecting for oil within the area of Iwonicz-Zdrój started in 1860, in the form of mine wells, so called “kopanki”. The key document, which keeps a record of mine wells distribution, constitutes an old greaseproof document including cadastral plots containing the localization of points of excavations. It was treated as a basis for outlining 14 research points of this study. The coordinates of research points were outlined using satellite geodetic measurement techniques, whereas the initial depth identification within the area of outlined points – using the Ground Penetrating Radar (georadar) method. In order to determine the geographic coordinates as well as the rectangular research points, a Trimble R6 satellite receiver was employed. Topographic and height surveys were performed in the area significantly diversified in terms of its morphology, as well as covered with dense, high vegetation. The applied measurement method allowed to obtain coordinates of the research points with the mean error of situational position 1.03 m, as well as with the mean error of altitude position 1.62 m. The obtained accuracy of situational and altitude positions fulfils the accuracy requirements included in the outlines of the project, and is justified by the subject of the study as well as by its aim.

**Key words:** “kopanki”, geological structure, georadar measurement, coordinates measurement, GPS, Bełkotka spring, Iwonicz-Zdrój.

<sup>1</sup> Podkarpacki Wojewódzki Inspektor Ochrony Środowiska, ul. Gen. Langiewicza 26, 35-101 Rzeszów; lipinskaewa@interia.pl

<sup>2</sup> Państwowa Wyższa Szkoła Zawodowa w Krośnie, Instytut Politechniczny, Zakład Inżynierii Środowiska, ul. Wyspiańskiego 20, 38-400 Krosno; kustron.mleczak@interia.pl; s.rymar@interia.pl

## WSTĘP

Gmina miejsko-wiejska Iwonicz-Zdrój z racji położenia geograficznego, walorów krajobrazowych i przyrodniczych, wód mineralnych o właściwościach leczniczych, a także kompleksów leśnych i nielicznych źródeł emisji ropy naftowej i gazu ziemnego do środowiska, pełni funkcję uzdrowiskową i turystyczno-rekreacyjną. Do obszaru wiejskiego gminy można dodać także funkcję rolniczą.

Uzdrowiskiem w rozumieniu ustawy o lecznictwie uzdrowiskowym, uzdrowiskach i obszarach ochrony uzdrowiskowej oraz o gminach uzdrowiskowych jest obszar, na terenie którego prowadzone jest lecznictwo uzdrowiskowe, wydzielony w celu wykorzystania i ochrony znajdujących się na jego obszarze naturalnych surowców leczniczych (Ustawa, 2005). Ustawa ta obowiązuje między innymi do wydzielenia na obszarze ochrony uzdrowiskowej trzech stref ochronnych (A, B i C), określających zasady gospodarki przestrzennej, ochrony walorów krajobrazowych, klimatycznych oraz ochronę złóż naturalnych i surowców leczniczych.

Status uzdrowiska może być nadany obszarowi gminy, jeśli posiada m.in. złoża naturalnych surowców leczniczych o potwierdzonych właściwościach leczniczych i klimat o walorach leczniczych. Statut Uzdrowiska Iwonicz-Zdrój został ustanowiony w 1973 r. Aktualny statut dla gminy Iwonicz-Zdrój, posiadającej status uzdrowiska, ustanowiono w 2009 r. Dokument obowiązuje w granicach administracyjnych gminy Iwonicz-Zdrój.

W Polsce są 44 uzdrowiska statutowe. Spośród nich 4 uzdrowiska są położone w województwie podkarpackim: Horyniec-Zdrój, Iwonicz-Zdrój, Polańczyk i Rymanów-Zdrój (WIOŚ, 2011).

Uzdrowisko Iwonicz-Zdrój jest jednym z najstarszych polskich uzdrowisk. W źródłach historycznych wzmianka o istnieniu w miejscowości wód mineralnych pochodzi z 1413 r. Iwonicki zakład zdrojowy znany był już w XVII wieku, jednak dynamiczny rozwój Iwonicza jako uzdrowiska nastąpił w XIX wieku. Ponad 400-letnia tradycja lecznictwa uzdrowiskowego oraz walory przyrodnicze, krajobrazowe i klimatyczne obszaru przyczyniły się do tego, że Iwonicz-Zdrój stał się popularnym ośrodkiem sanatoryjno-wypoczynkowym w Polsce.

Mniej znanym jest fakt, że na terenach Iwonicza-Zdroju już od około 1860 r. były prowadzone roboty górnicze w poszukiwaniu ropy naftowej, dosyć prymitywnymi metodami – mające charakter studni kopanych, tzw. kopanek (Lipińska, 2010, 2011). Koncentrowano je głównie w okolicach źródła Bełkotka, które obejmuje obszar Natura 2000. Studnie kopane węglowodorowe, porzucone, niezbyt dokładnie zlikwidowane mogą stanowić zagrożenie wystąpienia szkody w środowisku, głównie poprzez spływ zanieczyszczeń z wodami opadowymi do wód powierzchniowych, w tym przypadku do Potoku Iwonickiego, przepływającego przez centrum uzdrowiska. Mogą być też przyczyną zamknięcia uzdrowiska.

Obecnie głównym celem ochrony wód jest utrzymanie lub poprawa ich jakości oraz biologicznych stosunków w środowisku wodnym i na terenach podmokłych. Ochrona wód podziemnych będących wodami mineralnymi podlega szczególnym przepisom ochrony środowiska (Rozporządzenie..., 2006).

## OBSZAR BADAŃ I CHARAKTER WÓD LECZNICZYCH

Gmina miejsko-wiejska Iwonicz-Zdrój została utworzona w 1973 r. Podział administracyjny gminy przedstawia się następująco (WIOŚ, 2011): powierzchnia gminy 4550 ha, z czego 589 ha zajmuje miasto Iwonicz-Zdrój (strefa A i B ochrony uzdrowiskowej), a 3961 ha – obszar wiejski Iwonicza-Zdroju (strefa C ochrony uzdrowiskowej).

Obszar gminy Iwonicz-Zdrój obejmuje fragmenty dwóch naturalnych jednostek fizyczno-krajobrazowych. Gmina położona jest w prowincji Zewnętrzne Karpaty Zachodnie, w obrębie dwóch makroregionów: Beskidu Środkowego i Pogórza Środkowobeskidzkiego. Przez obszar gminy przebiega granica między dwoma mezoregionami fizyczno-geograficznymi. Południowa część gminy znajduje się w mezoregionie Beskidu Niskiego, północną i środkową część obejmuje mezoregion Pogórza Bukowskiego. Obie jednostki fizyczno-geograficzne różnią się rzeźbą terenu (Kondracki, 1994).

Rozpoznanie budowy geologicznej terenu Iwonicza-Zdroju zawdzięcza się przemysłowi naftowemu. Pionierzy

przemysłu naftowego rozpoczęli tu prace badawcze w 1860 r., a od 1888 r. ropę naftową wydobywano już za pomocą urządzeń wiertniczych i skoncentrowano je w okolicach źródła Bełkotka, mimo występujących tam leczniczych wód mineralnych (fig. 1).

Fakt istnienia kopalń ropy naftowej w Iwonicy potwierdza „Ilustrowany przewodnik po Galicyi” Orłowicza (1919), gdzie zawarty jest opis źródła Bełkotka: *Największą osobliwością Iwonicza jest palące się źródło „Bełkotka”. Leży ono około 20 minut drogi z Zakładu Kąpielowego w zachodnim kierunku, w lesie. Dobywa się z niego wraz z wodą ogromna ilość gazu bagiennego, który wydaje głośny bulgot, od którego pochodzi nazwa źródła. Za przyłożeniem zapalki gaz się zapala i nie gaśnie, dopóki się go nie zgasi przy pomocy świerkowych gałęzi (...) Wartość zdrojowiska obniżają też psujące powietrze, stojące w bezpośrednim sąsiedztwie budynków zakładowych szyby naftowe.*

Nad źródłem wmurowano tablicę z wrytym fragmentem wiersza Wincentego Pola „Pieśń o ziemi naszej”.



Fig. 1. Źródło Belkotka i tablica z wrytym fragmentem wiersza Wincentego Pola „Pieśń o ziemi naszej”

Belkotka spring and a marble plaque with a poem by Wincenty Pol, titled “Pieśń o ziemi naszej”

Obszar gminy Iwonicz-Zdrój znajduje się w południowej części centralnego synklinorium karpackiego, w obrębie antykliny. Pod względem morfologicznym jest to pasmo górskie o długości około 40 km i szerokości 5 km, ciągnące się od Nowego Żmigrodu przez Lubatówkę, Iwonicz-Zdrój, Rymanów-Zdrój, Rudawkę Rymanowską do Baligrodu. W okolicach Iwonicza wyniesienie to, nazwane antykliną iwoniczką, budują utwory fliszowe paleogenu i kredy górnej. Dominują twarde i odporne na wietrzenie piaskowce ciężkowickie. W rejonie Iwonicza-Zdroju wydzielono cztery poziomy piaskowca ciężkowickiego, z których poziomy II i III są najzasobniejsze w wody lecznicze (WIOŚ, 2011).

Utwory fliszowe Karpat przykryte są osadami czwartorzędowymi, które wykształcone są w postaci pokrywy zwietrzelinowej. W obrębie dolin potoków czwartorzęd reprezentowany jest przez utwory aluwialne.

Bezpośrednio z budową geologiczną wiąże się występowanie surowców mineralnych. Eksploatację występujących na obszarze gminy Iwonicz-Zdrój złóż ropy naftowej rozpoczęto w połowie XIX w. Złożom ropy naftowej towarzyszą wody mineralne. Stopniowe wyczerpywanie się złóż ropy naftowej na tym obszarze umożliwiło pobór wód mineralnych za pomocą zrekonstruowanych odwiertów ponaftowych.

W granicach administracyjnych gminy Iwonicz-Zdrój występują dwa udokumentowane i eksploatowane złoża ropy naftowej i gazu ziemnego (WIOŚ, 2011):

– złożo Iwonicz-Zdrój, eksploatowane od ok. 1880 r. Poziomy roponośne zalegają w obrębie piaskowców ciężkowickich i piaskowców istebniańskich na głębokości 230–1100 m. Podzielone jest uskokami tektonicznymi na szereg pól różniących się jakością i właściwościami wydobywanej ropy naftowej;

– złożo Iwonicz-Północ, zlokalizowane w północnej części gminy i obejmujące swym zasięgiem również gminę Rymanów. Występuje tutaj ropa naftowa ciężka, parafinowa i bezparafinowa oraz gaz ziemny.

Głównym bogactwem naturalnym gminy Iwonicz-Zdrój są wody mineralne o właściwościach leczniczych, będące podstawą utworzenia i funkcjonowania uzdrowiska. Wody te pochodzą z poziomu II i III piaskowca ciężkowickiego płaszczowiny śląskiej i eksploatowane są z dwóch złóż: Iwonicz-Zdrój oraz Lubatówka. Są to wody chlorkowo-wodorowęglanowo-sodowe oraz wodorowęglanowo-chlorkowo-sodowe, zawierające bromki, jodki i dwutlenek węgla. Iwoniczkie lecznicze wody mineralne stosowane są do kuracji pitnej, kąpeli mineralnych, inhalacji, produkcji soli jodowo-bromowej, a także do produkcji kosmetyków i parafarmaceutyków. Ze złoża Lubatówka istnieje możliwość uzyskania wód termalnych o temperaturze ponad 20°C na wypływie. Wody te wykorzystywane są obecnie w procesie warzenia soli iwoniczkiej, naturalnego produktu leczniczego wytwarzanego od 1867 r. z mineralnych wód jodobromowych, stosowanych w leczeniu uzdrowiskowym (Baran, Hałas, 2011, WIOŚ, 2011).

## OCHRONA WÓD I UZDROWISK – STREFY OCHRONY UZDROWISKOWEJ

Współcześnie jednolite części wód podziemnych muszą być tak użytkowane, by można było uniknąć niekorzystnych zmian ich stanu ilościowego i chemicznego, odwrócić znaczące i utrzymujące się tendencje wzrostowe zanieczyszczenia powstałego w wyniku działalności człowieka, zapewnić równowagę pomiędzy poborem i zasilaniem wód podziemnych oraz zachować lub osiągnąć dobry stan ilościowy i chemiczny.

W warstwach wodonośnych substancje szkodliwe rozpraszają się w zależności od fizycznych właściwości ruchu wód gruntowych, rozpuszczalności substancji szkodliwych, opóźnienia spowodowanego sorpcją substancji szkodliwych na powierzchni ciał stałych.

W ochronie wód nie wyklucza się takiego zjawiska jak „czasowe” pogorszenie stanu jednolitych części wód. Oko-

liczności takie są dopuszczalne, tylko gdy mają naturalny charakter lub gdy są następstwem zdarzeń nieprzewidywalnych (np. ekstremalne zjawiska powodziowe czy długotrwała susza).

W celu ochrony czynników leczniczych i naturalnych surowców leczniczych, walorów środowiska i urządzeń uzdrowiskowych na obszarze uzdrowiska Iwonicz-Zdrój zostały wydzielone trzy strefy ochrony uzdrowiskowej: A, B i C. Dla każdej strefy określone są działania, które ze względu na negatywny wpływ na właściwości lecznicze uzdrowiska są zabronione. Dotyczą one przede wszystkim wymagań sanitarnych, ochrony przed hałasem oraz ochrony naturalnych surowców leczniczych.

Strefa A jest obszarem o powierzchni 155 ha, gdzie zlokalizowane są urządzenia i obiekty lecznictwa uzdrowiskowego oraz inne obiekty służące lecznictwu uzdrowiskowemu lub obsłudze pacjenta czy turysty w zakresie nieutrudniającym funkcjonowanie lecznictwa uzdrowiskowego. Tereny zielone stanowią 89% powierzchni strefy. W strefie tej zabronione jest przede wszystkim lokalizowanie zakładów przemysłowych oraz budownictwa wielorodzinnego i jednorodzinnego (z wyjątkiem modernizacji obiektów istniejących) oraz obiektów mogących znacząco oddziaływać na środowisko. Wszystkie czynności zabronione, określone dla strefy ochronnej B i C, dotyczą również strefy A.

Strefa B jest obszarem przylegającym do strefy A i stanowiącym jej otoczenie. Zajmuje powierzchnię 434 ha, a procentowy udział terenów biologicznie czynnych (tj. terenów nieutwardzonych i niezabudowanych) wynosi 90%. Strefa ta jest przeznaczona dla niemających negatywnego wpływu na właściwości lecznicze uzdrowiska oraz nieuciążliwych dla pacjentów obiektów usługowych, turystycznych, rekreacyjnych, sportowych i komunalnych, budownictwa mieszkaniowego oraz innych związanych z zaspokajaniem potrzeb osób przebywających na tym obszarze. Strefa B ochrony uzdrowiskowej przebiega w granicach administracyjnych miasta Iwonicz-Zdrój. Wszystkie czynności zabronione, ujęte w wykazie dla strefy ochronnej C, dotyczą również strefy B.

Strefa C jest obszarem mającym wpływ na zachowanie walorów krajobrazowych, klimatycznych oraz ochronę złóż naturalnych surowców leczniczych. Zajmuje powierzchnię 3961 ha, przylega do strefy B i stanowi jej otoczenie. Teren biologicznie czynny stanowi 85% powierzchni strefy. Granica strefy C ochrony uzdrowiska Iwonicz-Zdrój pokrywa się z granicą administracyjną gminy Iwonicz-Zdrój.

Liczba osób korzystających z noclegów w turystycznych obiektach zbiorowego zakwaterowania w Iwoniczu-Zdroju, w tym w zakładach uzdrowiskowych, wykazuje tendencję wzrostową: w 2008 r. skorzystało z nich ponad 18 tys. osób, natomiast w 2010 r. – prawie 25 tysięcy.

## METODYKA BADAŃ

Przytoczone źródła literaturowe, jak również badania rozproszonych dokumentów archiwalnych o występowaniu węglowodorowych studni kopanych dają ogólny zarys lokalizacji pierwszych wyrobisk górniczych w XIX wieku. Na tym etapie niemożliwa była do określenia ich liczba w obrębie samego Iwonicza-Zdroju.

Na podstawie badań archiwalnych dokumentacji z XIX i początków XX wieku odnaleziono 70 miejscowości w południowej części województwa podkarpackiego, gdzie w XIX wieku były źródła emisji ropy naftowej. Z niektórych takich źródeł, z płytkich wyrobisk wydobywano ręcznie ropę naftową. Natrafiono też na mapę katastralną z przełomu XIX i XX wieku, wykonaną na pergaminie, z wyrysem działek, z zaznaczonymi punktami lokalizacyjnymi wyrobisk górni-

czych (fig. 2). Mapa ta obejmuje obszar w obrębie źródła Bełkotka. Niestety, na mapie nie ma daty jej wykonania, a na podstawie analogii występujących nazwisk można przyjąć, że jest to około 1900 r. Nie można także dokładnie określić liczby wyrobisk wykonanych lub planowanych do wykonania, zaznaczonych na cytowanym dokumencie.

Po przeanalizowaniu dostępnych materiałów w rejonie źródła Bełkotka wyznaczono 14 punktów badawczych, biorąc za podstawę odnalezioną mapę katastralną z 1900 r. oraz istniejącą do dzisiaj jedną czynną, niezlikwidowaną kopankę. Punkty badawcze wyznaczono techniką geodezyjnych pomiarów satelitarnych. Wstępne rozpoznanie wgłębne w obszarze wyznaczonych punktów wyznaczono metodą badań georadarowych (temat innego referatu).

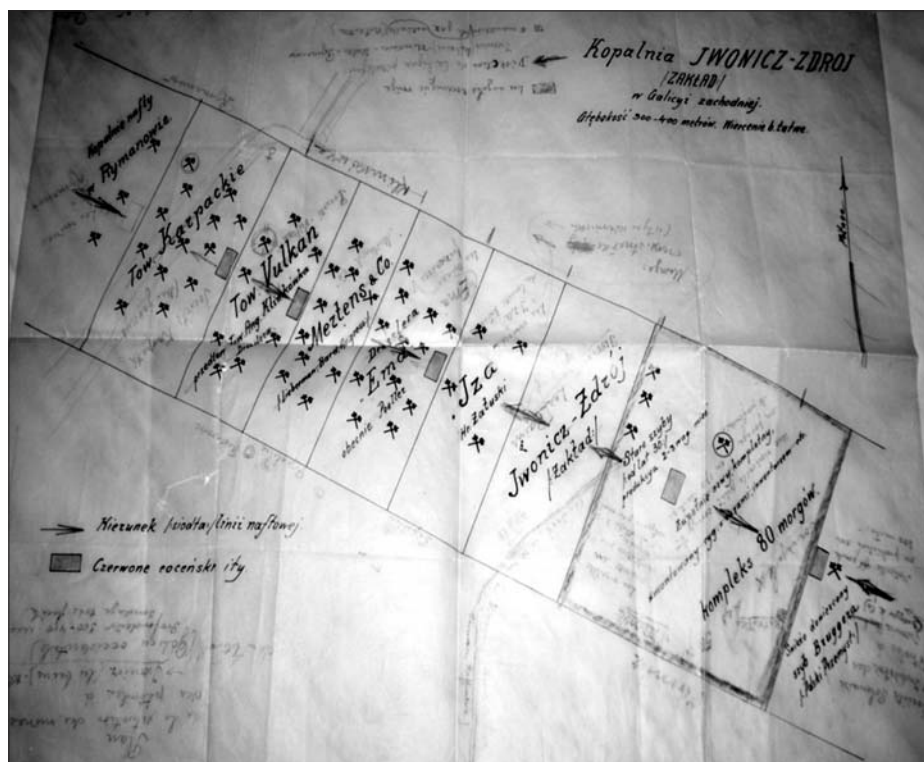


Fig. 2. Mapa z wrysem działek katastralnych, z zaznaczonymi punktami lokalizacyjnymi wyrobisk (Dunikowski, 1900)

The greaseproof document containing the localisation points of cadastral plots extract with localization points of excavations (Dunikowski, 1900)

## SATELITARNA TECHNIKA BADAŃ GEODEZYJNYCH I JEJ PRZYDATNOŚĆ W WARUNKACH SKOMPLIKOWANEJ BUDOWY MORFOLOGICZNEJ

Określenie położenia sytuacyjnego i wysokościowego punktów pomiarowych, ustalonych w trakcie czynności terenowych, jest nieodzownym elementem wykonywanych badań. Pomiar sytuacyjny wykonywany jest przy użyciu metod tradycyjnych, z wykorzystaniem m.in. tachimetrów elektronicznych, teodolitów optycznych z nasadkami dalmierzczymi (Jagielski, 1999), lub nowoczesnymi technikami GPS. Podstawą prac terenowych pomiarów tradycyjnych jest znajomość lokalizacji i współrzędnych tzw. punktów osnowy geodezyjnej, na których zostaje oparty pomiar sytuacyjny. Uzyskanie informacji o lokalizacji i współrzędnych punktów osnowy geodezyjnej jest odpłatne i następuje wyłącznie w określonym celu i na wniosek zainteresowanych (Rozporządzenie, 1999). Wykorzystanie technologii GPS uniezależnia określenie położenia sytuacyjnego i wysokościowego punktów od procedury związanej z udostępnianiem informacji o lokalizacji i współrzędnych punktów osnowy geodezyjnej z Państwowego Zasobu Geodezyjnego i Kartograficznego. Ponadto zastosowanie techniki pomiarowej przy użyciu odbiornika GPS przyczynia się do zwiększenia efektywności pomiaru.

Przy wykorzystaniu tradycyjnych metod pomiaru określenie współrzędnych 14 punktów w terenie o tak złożonej

rzeźbie zajęłoby około 1 tygodnia: odszukanie punktów osnowy geodezyjnej, założenie i obliczenie ciągów sytuacyjnych, pomiar współrzędnych punktów metodą biegunową, obliczenie współrzędnych punktów podczas prac kameralnych. Wykorzystując odbiornik GPS, kompletne prace terenowe wraz z określeniem lokalizacji wszystkich punktów trwały około 1,5 godziny. Wykorzystanie nowoczesnych, wielofunkcyjnych systemów precyzyjnego pozycjonowania satelitarne jest obecnie nieodzownym elementem niemal wszystkich dziedzin gospodarki. Systemy te pozwalają na określenie położenia obiektów w czasie rzeczywistym na podstawie sygnałów z satelitarnych systemów nawigacyjnych i odpowiednio obliczonych poprawek uzyskanych bezpośrednio z sieci stacji referencyjnych.

Do wyznaczania pozycji punktów pomiarowych na podstawie mapy katastralnej posłużył system precyzyjnego pozycjonowania satelitarne ASG-EUPOS (z wykorzystaniem serwisu NAWGEO), który oparty jest na sieci stacji naziemnych, odbierających sygnały satelitów GNSS. Dzięki pomiarom odległości do satelitów, których położenie w danym momencie jest znane, zostają za pomocą przestrzennego liniowego wcięcia wstecz wyznaczone współrzędne położe-

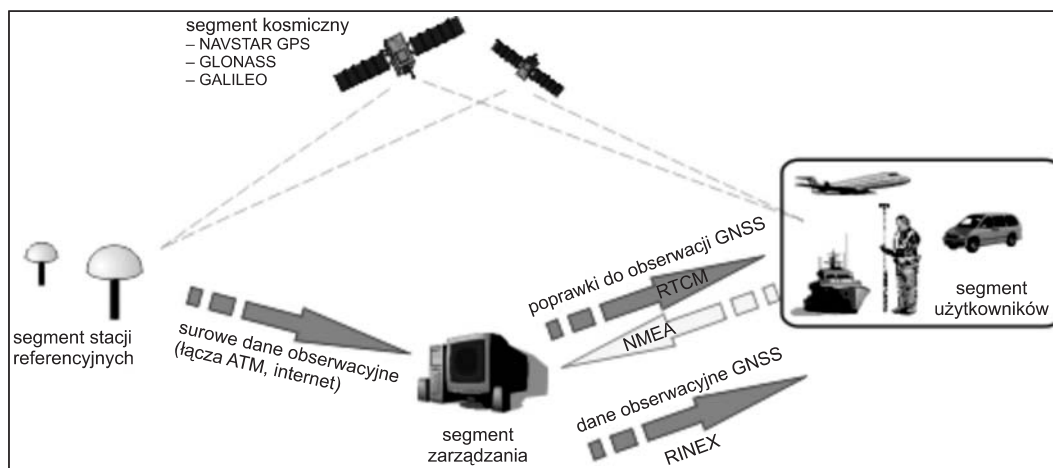


Fig. 3. Zasada działania systemu ASG-EUPOS (www.asgeupos, 2011)

Working principle of the ASG-EUPOS System (www.asgeupos, 2011)

nia anteny satelitarnej odbierającej sygnały satelitarne. Błędy wyznaczenia orbit satelitów, opóźnienia jonosferyczne i troposferyczne, błędy zegarów satelitarnych i odbiorników GNSS powodują, że uzyskuje się dokładność wyznaczenia pozycji w pomiarach GNSS na poziomie od 5 do 7 m. Dzięki sieci ASG-EUPOS generowane są poprawki różnicowe na bazie obserwacji GNSS, pozwalające wykonać pomiar położenia z dokładnością centymetrową.

System ASG-EUPOS złożony jest z czterech podstawowych segmentów (fig. 3):

- segmentu kosmicznego (satelitarne), który tworzą satelity rozmieszczone tak, aby z każdego punktu powierzchni Ziemi widoczne były co najmniej cztery satelity,
- segmentu naziemnego (stacji referencyjnych, odbiorczych), który tworzy sieć stacji referencyjnych (81 stacji krajowych z modułem GPS, 18 stacji krajowych z modułem GPS/GLONASS, 22 stacje zagraniczne); na podstawie obserwacji pochodzących ze stacji referencyjnych uzys-

kiwane są poprawki RTK/DGNSS, udostępniane użytkownikom systemu,

- segmentu zarządzania, jako systemu monitorującego i kontrolnego; zlokalizowany w Katowicach i Warszawie,
- segmentu użytkownika, na który składają się odbiorniki GPS.

Do nawigacji satelitarnej oraz zbierania danych pozycyjnych wykorzystano odbiornik satelitarne Trimble R6. W trakcie prac terenowych określono współrzędne 14 punktów pomiarowych (fig. 4). Punkty badawcze określono na podstawie mapy z wrysem działek katastralnych. Badania georadarowe zostały przeprowadzone, w zależności od warunków terenowych, w promieniu 1,5 m od wyznaczonych punktów.

Pomiar punktów badawczych wykonano w odniesieniu do elipsoidy Krasowskiego 1940, korzystając ze stacji bazowej nr PRS650238539378. Uzyskano dokładność sytuacyjnego wyznaczenia położenia mierzonych punktów w grani-

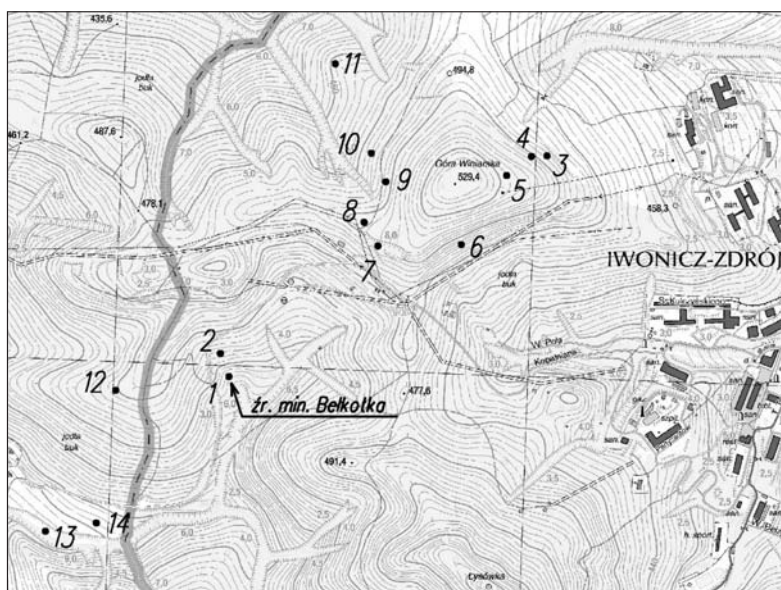


Fig. 4. Mapa topograficzna terenu badań z naniesionymi punktami pomiarowymi. Opracowanie własne na podstawie mapy topograficznej w skali 1:10 000

Topographic map of the analyzed area with the measurement points.  
Author's study based on a topographic map 1:10 000

Tabela wektorów GPS:

Stacja bazowa	Numer Punktu	Rozwiązanie	Data i godzina	Wysokość anteny	ECEF ΔX	ECEF ΔY	ECEF ΔZ	Prec Hz [m]	Prec V [m]	PDOP	RMS [mm]	Sat	Czas
PRS650238539378	1	Fixed	2011-04-20 09:18:15	2.000	9063.173	3981.438	-8236.948	0.524	0.863	3.8		6	6
PRS650238539378	2	Fixed	2011-04-20 09:24:42	2.000	9058.625	3973.810	-8223.091	1.107	1.682	5.2		5	10
PRS650238539378	3	Fixed	2011-04-20 09:33:28	2.000	8900.370	4133.337	-8137.459	0.885	2.325	17.3		4	13
PRS650238539378	4	Fixed	2011-04-20 09:39:49	2.000	8903.884	4124.014	-8138.431	1.151	1.965	20.5		4	9
PRS650238539378	5	Fixed	2011-04-20 09:42:02	2.000	8915.465	4111.652	-8149.257	0.968	1.629	5.5		5	7
PRS650238539378	6	Fixed	2011-04-20 09:46:03	2.000	8954.364	4096.106	-8180.591	0.816	1.306	3.0		6	7
PRS650238539378	7	Fixed	2011-04-20 09:51:57	2.000	8974.935	4047.774	-8180.138	1.107	1.644	7.5		4	12
PRS650238539378	8	Fixed	2011-04-20 09:54:03	2.000	8966.689	4035.104	-8171.419	1.032	1.640	35.0		4	11
PRS650238539378	9	Fixed	2011-04-20 09:57:40	2.000	8946.264	4041.984	-8151.208	1.051	1.696	7.7		4	14
PRS650238539378	10	Fixed	2011-04-20 10:00:13	2.000	8940.156	4029.676	-8135.425	1.689	2.686	45.4		4	9
PRS650238539378	11	Fixed	2011-04-20 10:08:31	2.000	8915.151	3996.039	-8090.051	1.624	1.659	7.1		4	8
PRS650238539378	12	Fixed	2011-04-20 10:24:04	2.000	9103.500	3920.154	-8232.881	0.712	1.031	2.8		6	8
PRS650238539378	13	Fixed	2011-04-20 10:30:25	2.000	9187.727	3905.223	-8283.955	1.087	1.648	5.7		5	7
PRS650238539378	14	Fixed	2011-04-20 10:35:22	2.000	9168.060	3931.834	-8286.493	0.746	0.970	3.9		5	8

Fig. 5. Raport z pomiaru położenia punktów techniką GPS. Źródło: odbiornik Trimble R6

Report on the measurement of the points positions using the GPS technique. Source: Trimble R6 receiver

cach od 0,71 do 1,69 m, dokładność położenia wysokościowego w granicach od 0,97 do 2,69 m, przy współczynniku rozmycia pozycji (współczynnik charakteryzujący geometryczny rozkład satelitów GNSS widocznych w danym miejscu i czasie) w przedziale od 2,8 do 45,4. Ze szczegółowego raportu GPS RTK wynika, że dwa punkty pomiarowe zostały określone przy bardzo dobrym rozkładzie satelitów, położenie kolejnych czterech punktów zostało określone przy akceptowalnym ich układzie, natomiast położenie 50% punktów zostało określonych z błędem przekraczającym tolerancję pomiarów precyzyjnych. Zastosowana metoda pomiaru pozwoliła uzyskać współrzędne punktów badawczych ze średnim błędem położenia sytuacyjnego 1,03 m oraz ze średnim błędem położenia wysokościowego 1,62 m. Wynik ten jest uzasadniony biorąc pod uwagę fakt, że badany teren porośnięty jest zielenią wysoką, uniemożliwiającą ścisły po-

miar precyzyjny. Warunki wykonania pomiaru (m.in. stacja bazowa, PDOP, liczba widocznych satelitów oraz liczba epok pomiaru każdego z punktów) przedstawia raport z pomiaru położenia punktów techniką GPS (fig. 5).

Na mapie Iwonicza-Zdroju w skali 1:500, jak również na mapie topograficznej w skali 1:10 000 brak jest informacji o lokalizacji kopanek. Jedynym śladem ich istnienia w terenie jest wyrys działek katastralnych z 1900 r. z zaznaczonymi punktami lokalizacyjnymi wyrobisk. Wykorzystanie starych map w korelacji z nowoczesnymi technikami geodezyjnymi (w tym uzyskanie współrzędnych przez proces digitalizacji, pomiar GPS) pozwala na wykonywanie badań geosrodowiskowych z większą efektywnością i precyzją lokalizacji, stwarza możliwość prezentacji przestrzennej na różnych poziomach rozdzielczości oraz stanowi materiał do modelowania migracji zanieczyszczeń.

## PODSUMOWANIE

Celem analizy danych przestrzennych jest uzyskanie pełnego obrazu powiązań cech środowiska przyrodniczego ze zjawiskami społeczno-gospodarczymi i połączenie wiedzy teoretycznej z praktycznymi zastosowaniami. Zastosowana metoda pomiaru przy użyciu odbiornika GPS Trimble R6 z wykorzystaniem systemu pozycjonowania satelitarne-

go ASG-EUPOS spełnia wymogi dokładności pomiaru, jakie zostały przyjęte na etapie badań cząstkowych. Metoda ta umożliwia określenie pozycji sytuacyjnej i wysokościowej w sposób prosty i szybki; czas określenia położenia jednego punktu pomiarowego trwa około 5 sekund, co znacznie wpływa na efektywność pomiaru.

Wyrobiska górnicze były wykonywane jako studnie o przekroju kwadratowym, o wymiarach przekątnych od 1 do 2 m. Uzyskanie dokładności pomiarów w tych warunkach terenowych spełnia wymagania w zakresie ustalenia ich lokalizacji. Precyzja lokalizacyjna poszukiwanych wyrobisk górniczych w następnej fazie badań będzie potwierdzona rozpo-

znawaniem georadarowym, płytą dynamiczną, a ostatecznie potwierdzenie uzyskanych wyników zostanie porównane przez kontrolne wiercenia geologiczno-inżynierskie.

*Projekt został sfinansowany ze środków Narodowego Centrum Nauki.*

## LITERATURA

- BARAN A., HAŁAS S., 2011 — Badania izotopowe wód mineralnych Iwonicza-Zdroju i Lubatówki. *Biul. Państw. Inst. Geol.*, **444**: 5–14.
- DUNIKOWSKI S., 1900 — Mapa, szkic kopalni Iwonicz-Zdrój (Zakład) w Galicji Zachodniej. Krosno.
- JAGIELSKI A., 1999 — Wykłady i ćwiczenia z geodezji. Szkoła Wiedzy o Terenie, Kraków.
- KONDRACKI J., 1994 — Geografia Polski. Mezoregiony fizyczno-geograficzne. Wyd. Nauk. PWN, Warszawa.
- LIPIŃSKA E.J., 2010 — Podkarpacki cud natury. W: Raport o stanie środowiska w województwie podkarpackim w 2009 roku (red. E.J. Lipińska). WIOŚ, Rzeszów.
- LIPIŃSKA E.J., 2011 — Naturalna emisja płynów złożowych w sprzężeniu z celami ochrony uzdrowiskowej. W: Raport o stanie środowiska w województwie podkarpackim w 2010 roku (red. E.J. Lipińska). WIOŚ, Rzeszów.
- ORŁOWICZ M., 1919 — Ilustrowany przewodnik po Galicji. Lwów.
- ROZPORZĄDZENIE Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji w sprawie standardów technicznych dotyczących geodezji, kartografii oraz krajowego systemu informacji o terenie z dnia 24 marca 1999 roku. Dz.U. 1999 Nr 30, poz. 297).
- ROZPORZĄDZENIE Rady Ministrów z 14 lutego 2006 r. w sprawie złóż wód podziemnych zaliczonych do solanek, wód leczniczych i termalnych oraz złóż innych kopalin leczniczych, a także zaliczenia kopalin pospolitych z określonych złóż lub jednostek geologicznych do kopalin podstawowych. Dz.U. 2006 Nr 32, poz. 220).
- USTAWA z 20 lipca 2005 r. o lecznictwie uzdrowiskowym, uzdrowiskach i obszarach ochrony uzdrowiskowej oraz o gminach uzdrowiskowych. Dz.U. 2005 Nr 167, poz. 1399 z późn. zm.).
- WIOŚ, 2011 — Charakterystyka społeczno-gospodarcza uzdrowiska Iwonicz-Zdrój z uwarunkowaniami ekologicznymi – strefa ochronna A, B, C. Rzeszów (tekst niepublikowany).

## SUMMARY

Mining works connected with prospecting for oil within the area of Iwonicz-Zdrój started in 1860, in the form of mine wells, so called “kopanki”. They were concentrated around Bełkotka spring – an area, which was later granted the protected area status. Abandoned, yet not completely liquidated, mine wells “kopanki” may bring danger particularly due to the surface flow of contaminated rainwater into surface water, in this case into Potok Iwonicki (Iwonicz Stream), which flows across the centre of the health resort.

The key document, which keeps a record of mine wells distribution constitutes an old greaseproof document of cadastral plots containing the localization of excavations. It served as a basis for outlining 14 research points.

The coordinates of research points were outlined using satellite geodetic measurement techniques, whereas the initial depth identification within the area of outlined points – using the georadar method.

In order to outline the position of measurement points, the precise satellite positioning system ASG-EUPOS (with the application of NAWGEO service) was employed. It is based on a field station network, receiving signals from GNSS satellites. In satellite navigation and during collecting the positioning data, a Trimble R6 satellite receiver was employed. Topographic and height surveys were performed in the area significantly diversified in terms of its morphology, as well as covered with dense, high vegetation. The applied measurement method allowed to obtain coordinates of the research points with the mean error of situational position 1.03 m, as well as with the mean error of altitude position 1.62 m. The obtained accuracy of situational and altitude position fulfils the accuracy requirements included in the outlines of the project and is justified by the subject of the study as well as by its aim.