

PROBLEMATYKA GEOLOGICZNA SUPERGŁĘBOKICH OTWORÓW WIERTNICZYCH W POLSCE*)

UKD 551.26:560.922.6.02+550.832(438), 1960/1975+1976/1980

Badania geologiczne kraju, prowadzone od wielu lat za pomocą metod geofizycznych i głębokich otworów wiertniczych, wpłynęły na znacznie lepsze rozpoznanie wglębnej budowy geologicznej całego obszaru Polski na głębokości 4500—5000 m. Nastąpiło to głównie dzięki intensyfikacji w latach sześćdziesiątych i siedemdziesiątych regionalnych badań geologicznych prowadzonych przez Instytut Geologiczny oraz badań i poszukiwań złóż węglowodorów wykonywanych przez Zjednoczenie Górnictwa Naftowego. Znaczny wkład mają tu również resortowe służby geologiczne (zwłaszcza w rozpoznaniu południowych rejonów kraju) — Ministerstwa Przemysłu Ciężkiego, Chemicznego i Opieki Społecznej i in.

Nagromadzony w tym okresie materiał umożliwił dokonanie wielu syntez geologicznych zarówno dla całego obszaru Polski, jak i poszczególnych regionów. Efektem badań są m. in. mapy geologiczne i geofizyczne ogólne, w skali 1:1 000 000 i 1:500 000 dla całej Polski oraz 1:200 000 i większej dla oddzielnych jednostek strukturalno-tektonicznych. Z dokonanej analizy wynikły dalsze kierunki badań w celu wyjaśnienia budowy podłoża basenu pińskiego oraz otworów staropaleozoicznego pierza strukturalnego na Niżu Polskim i podłoża Karpat fliszowych oraz fałdów wglębnych i głębokiego fliszu Karpat. Badania te wymagają zastosowania nowoczesnej techniki wiertniczej, umożliwiającej wykonanie wierceń 6000—7000 m. Prowadzone one

będą głównie dla Instytutu Geologicznego, który przewiduje rozpoczęcie pierwszych wierceń w 1976 r.

Określenia otwory wiertnicze „supergłębokie” w polskich warunkach używamy dla wierceń prowadzonych do głębokości poniżej 6000 m, pomimo że ten zakres głębokościowy dawno został przekroczony w wiertnictwie światowym i termin ten stosowany jest dla otworów wiertniczych rzędu 10 000 m. Obecnie najgłębszym otworem w Polsce jest wiercenie Łopiennik IG-1 (głębokość 5632 m) zaprojektowane przez dr A. Żelichowskiego z Zakładu Geologii Struktur Wglębnych Niżu Instytutu Geologicznego i wykonanego przez PG Warszawa pod kierunkiem Józefa Rysza.

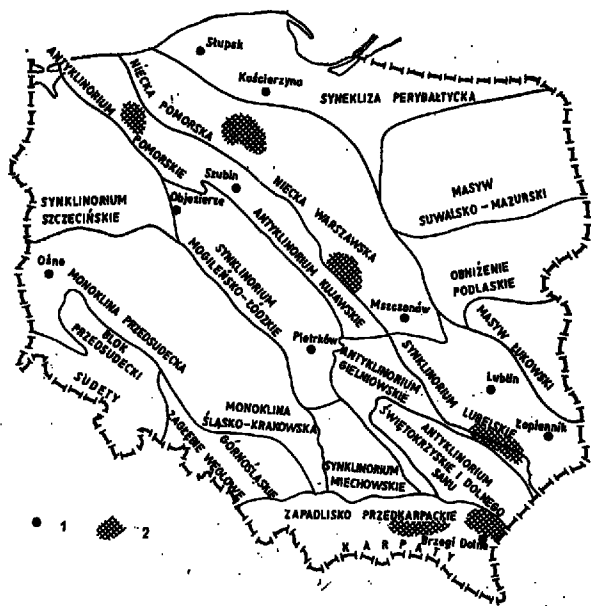
Rekord głębokości w wiertnictwie światowym osiągnięty został w Stanach Zjednoczonych (ponad 9000 m); w Związku Radzieckim najgłębszy otwór osiągnął 8000 m, a w NRD ponad 7000 m.

PROBLEMATYKA BADAŃ

Polska położona jest na pograniczu dwóch wielkich jednostek strukturalno-tektonicznych zachodniej części prekambryjskiej platformy wschodnioeuropejskiej i epikaledońsko-hercyńskiej platformy paleozoicznej. Na południu, w części zachodniej występuje prekambryjsko-paleozoiczny masyw Sudetów wraz z blokiem przedsudeckim, a w części wschodniej utwory najmłodszego cyklu orogenicznego-alpidy, reprezentowane przez Tatry i Pieniny, flisz karpacki i zapadlisko przedkarpackie.

Powyższa rejonizacja strukturalno-tektoniczna determinuje problematykę geologiczną supergłębokich otworów wiertniczych w poszczególnych regionach, ponieważ w tych samych zakresach głębokościowych ze względu na zróżnicowaną wglębną budowę geologiczną badań będziemy różne kompleksy litologiczno-stratygraficzne.

Na podstawie dotychczasowego rozpoznania wiertniczego, które w Karpatach lokalnie osiągnęło ponad 5400 m (Rymanów PN-1, Brzegi Dolne IG-1), a na Niżu Polskim 5100—5600 m (Kościerzyna IG-1, Słupsk IG-1, Łopiennik IG-1) oraz interpretacji budowy geologicznej z wykorzystaniem wyników badań geofizycznych, a zwłaszcza sejsmiki refleksyjnej i refrakcyjnej — ramowo określono model przestrzenny geologii wglębnej w wyżej wymienionych jednostkach tektoniczno-strukturalnych. Model ten dla północnej części platformy prekambryjskiej należy uznać za wysoce wiarygodny, ponieważ obszar ten odznacza się stosunkowo prostą budową tektoniczną, płaskim zaleganiem skał i stosunkowo niewielką, nie przekraczającą 5000—6000 m miąższości pokrywą osadową, leżącą bezpośrednio na fundamencie krystalicznym. Pokrywa osadowa reprezentowana tu jest przez dwa kompleksy utworów — staropaleozoiczny i permo-mezozoiczny. Osady starszego paleozoiku stanowią gruboklastyczne i drobnoklastyczne osady kambru o miąższości do 660 m, cienkich (80—120 m) osadów węglanowo-ilastych ordowiku i miąższych utworów mułowcowo-ilastych syluru, osiągających w rejonie Słupska rekordową miąższość ponad 3300 m. Brak jest utworów dewonu i karbonu — przy czym istnieją różne interpretacje tego zjawiska. Część badaczy uważa,



Szkic geologiczno-strukturalny Polski wg J. Sokołowskiego z lokalizacją wykonanych i projektowanych przez Instytut Geologiczny otworów wiertniczych głębszych od 5000 m.

1 — otwory wiertnicze 5000 m i głębsze, 2 — rejonny projektowanych otworów supergłębokich.

Geological-structural sketch map of Poland (after J. Sokołowski) and location of boreholes more than 5000 m deep, made or projected by the Geological Institute.

1 — boreholes 5000 m deep or deeper, 2 — location of projected super-deep boreholes.

* W nr 2/76 „Techniki Poszukiwań Geologicznych” ukaże się artykuł J. Smoleńca pt.: „Techniczne problemy supergłębokich wierceń strukturalno-poszukiwawczych wykonanych w PG Warszawa w 1975 r. (Brzegi Dolne i Łopiennik)”.

że jest to pierwotny brak sedymentacyjny, inni natomiast, opierając się na analogii do sąsiednich obszarów uważają, że brak ten spowodowany został erozją epigenetyczną.

Powyżej, z nieznaczną niezgodnością kątową leżą utwory permio-mezozoiczne, rozpoczynające się przeważnie osadami cechsztynu: perm dolny znany jest jedynie z pojedynczych wystąpień. Osady mezozoiku są z reguły zredukowane, ich łączna miąższość nie przekracza 1200 m. Pomimo pewnej niezgodności kątowej, utwory permio-mezozoiczne często odwzorowują układ staropaleozoiczny, który z kolei determinowany jest blokowym charakterem podłoża krystalicznego. W rejonie tym nie przewiduje się prowadzenia wierceń supergłębokich.

W południowej części platformy prekambryjskiej, na obszarze synklinorium lubelskiego lokalne rozpoznanie wiertnicze pokrywy osadowej osiąga ponad 5600 m (zakończony w 1975 r. otwór wiertniczy Łopiennik IG-1 koło Krasnegostawu projektowany pierwotnie do głębokości 5300 m); do głębokości tej zbadano występujące w wyniesionym bloku utwory dewonu i starszego paleozoiku (sylur, ordowik, kambr) oraz utwory osadowe wendu.

W odróżnieniu od obszaru północnego, miąższość osadów syluru jest tu znacznie mniejsza i nie przekracza 1500 m. Oprócz staropaleozoicznego piętra strukturalnego, występują tu również utwory najstarszej ryfejskiej i wendyjskiej pokrywy osadowej assyntyjskich pięter strukturalnych reprezentowane przez poleską serię arkozową, wulkaniczno-efuzyjną serię wołyńską o miąższości do 330 m (otwór Busowno IG-1), arkozową serię siemiątycką oraz mułowcowo-illastą serię lubelską, stanowiącą odpowiednik nadbałtyckich warstw laminarytowych. Miąższość osadów serii prekambryjskich jest niepełna i rozpoznana jedynie fragmentarycznie.

W okolicach Lublina, głębokim otworem rozpoznano utwory młodszego paleozoiku (karbon, dewon) do głębokości 5000 m; w utworach dewonu stwierdzono intensywne objawy gazu palnego, co potwierdza pozytywną ocenę perspektyw ropo-gazonośności głębszych stref rowu lubelskiego. W strefie tej nie znane jest wykształcenie osadów starszego paleozoiku, a przypuszczalna miąższość pokrywy osadowej (do skonsolidowanego podłoża) wynosi około 7000 m. Zadaniem otworu badawczego zlokalizowanego w tej strefie będzie zbadanie pełnej miąższości i wykształcenia litologiczno-facjalnego dewonu środkowego i dolnego, syluru, ordowiku i górnej części osadów kambru. Występujące powyżej utwory dewonu górnego, karbonu i mezozoiku są dobrze rozpoznane i nie będą przedmiotem badań.

W Polsce środkowej w rejonie Łowicza — Sochaczewa przewiduje się wykonanie otworu badawczego o głębokości poniżej 6000 m w celu rozpoznania utworów podpermskich na zachodnim skraju platformy prekambryjskiej na kontakcie z platformą paleozoiczną, w strefie dostępnej dla techniki wiertniczej. Wykonany przez Zjednoczenie Górnicztwa Naftowego na SE od Sochaczewa otwór (Sochaczew PN-2) stwierdził, pod cienkimi utworami czerwonego spągowca, na głębokości około 4350 m, występowanie osadów karbonu górnego; nie znana jest tu miąższość utworów karbonu i budowa geologiczna jego podłoża. Na podstawie wyników sejsmicznych badań refrakcyjnych należy przypuszczać, że strop skonsolidowanego podłoża występuje na głębokości 6000—7000 m, przy czym istnieją różnorodne interpretacje odnośnie do litologii i przynależności stratygraficznej utworów skonsolidowanych. Nie wykluczając możliwości występowania podłoża krystalicznego, bardziej prawdopodobne jest przypuszczenie, że horyzont refrakcyjny związany jest tu z silnie zdiagenezowanymi, być może częściowo zmetamorfizowanymi utworami paleozoicznymi — prawdopodobnie staropaleozoicznego wieku. Poważną trudność w prowadzeniu prac wiertniczych mogą stanowić utwory solonośnego cechsztynu o miąższości 550—700 m, które występują na głębokości poniżej 4000—4500 m.

Kluczowym dla geologii regionalnej zagadnieniem jest wyjaśnienie wglębnej budowy geologicznej strefy kontaktowej platformy paleozoicznej i prekambryjskiej w rejonie Chojnic, gdzie bezpośrednio pod cechsztynem występują utwory syluru i ordowiku przy jednoczesnym zwiększeniu ich miąższości (nie przewiercone w otworze ZGN Chojnice 5 do gł. 5050 m). Na północo-wschód od tej strefy występują, leżące poziomo, platformowe osady starszego paleozoiku, które zbadane zostały do podłoża krystalicznego otworami wiertniczymi Kościerzyna IG-1 (5200) i Słupsk (5120), gdzie stwierdzono potężny, ponad 3300-metrowej miąższości kompleks osadów mułowcowo-illastego syluru.

Zadaniem supergłębokiego otworu wiertniczego będzie określenie charakteru wykształcenia litologiczno-facjalnego oraz pozycji tektonicznej utworów kambru w strefie fałdowań kaledońskich. Ze względu na (przypuszczalnie) zmienne, a nawet strome ułożenie utworów staropaleozoicznych, należy się liczyć z możliwością „sypania” i klinowania w trakcie głębienia otworu.

W centralnej części antyklinorium pomorskiego, dla zbadania utworów permu (a zwłaszcza czerwonego spągowca) i podłoża podpermskiego, zaprojektowano otwór wiertniczy Czaplinek IG-1 do 6000 m i uzyskano jego zatwierdzenie w 1974 r.; obecnie jest to jedyny otwór w Polsce zatwierdzony przez KOPBG CUG do tej głębokości. Rejon ten, rozpoznany otworami wiertniczymi Zjednoczenia Górnicztwa Naftowego do głębokości 3800—4800 m (Świdwir, Zabartowo, Złotów) charakteryzuje się znaczną miąższością utworów cechsztynu, wahającą się od 1200 do 2000 m oraz miąższymi osadami czerwonego spągowca (600—900 m). Poniżej występują osady karbonu i dewonu o nie znanej miąższości i wykształceniu litologiczno-facjalnym. Otwór ten, ze względu na swoje położenie w centralnej części tzw. basenu permskiego, ma wielkie znaczenie dla wyjaśnienia zagadnień genetycznych i oceny perspektyw poszukiwań węglowodorów w utworach permu i jego podłoża i jest pierwszoplanowy do wykonania.

W Karpatach nie rozwiązany od wielu lat jest problem wyjaśnienia możliwości występowania roponośnych fałdów wglębnych typu Borysławia i Doliny; zakończony w 1975 r. otwór Brzeź Dolne IG-1 do końcowej głębokości 5440 m nie przebił utworów jednostki skolskiej. Tak więc, dla przebiccia utworów fliszowych Karpat w tym rejonie konieczne jest wykonanie supergłębokiego otworu wiertniczego o głębokości 6500—7000 m; wstępnie otwór taki został zaprojektowany przez Oddział Karpacki IG pod hasłem „Wojtkowa”.

Drugim rejonem przewidzianym do badań tego typu otworami wiertniczymi jest obszar tzw. centralnej depresji grawimetrycznej dla rozpoznania ropo-gazonośności głębokich struktur fliszowych.

Dla badania podłoża platformowego Karpat Zachodnich, w zasadzie wystarczą otwory wiertnicze o głębokości 5000—5500 m.

ZADANIA WIERTNICTWA

W świetle przedstawionych głównych zadań supergłębokich badawczych otworów wiertniczych w Polsce, należy szczególną uwagę zwrócić na zabezpieczenie optymalnej, gwarantującej dostarczenie niezbędnych materiałów geologicznych, technologii głębienia otworów oraz zabezpieczenia ich bieżącej interpretacji w laboratoriach geologicznych. Dotyczy to zarówno jakości pobieranych próbek okruchowych z odcinków bezrzedzeniowych, jak i wysokiego użytku rdzeni z interwałów wierconych koronką, stosowania płuczek umożliwiających wykonanie badań geochemicznych próbek oraz analizy chromatograficznej węglowodorów. Ważnym problemem jest dobrać takiej konstrukcji otworów i zabezpieczenie właściwego oprzyrządowania, aby można było opróbować na przypływach horyzonty znajdujące się na głębokościach poniżej 5500 m. Opróbowanie to będzie mogło być wykonane z reguły po zakończeniu

głębieńia otworów, jednak należy się liczyć z postulatem zbadania śladów węglowodorów w horyzontach perspektywicznych bezpośrednio po ich nawierceniu — przy zastosowaniu próbników złoza, co wymagać będzie odpowiedniego zabezpieczenia sprzętu do opróbowania, ponieważ obecnie — bada się tą metodą jedynie horyzonty do głębokości ok. 5000 m (Kościelna IG-1 — 4995 m).

Jednym z bardziej spornych problemów występujących między służbą geologiczną a wiertniczą jest sprawa zakresu rdzeniowania, szczególnie istotna przy wykonywaniu wierceń głębokich i supergłębokich rozpoczynanych dużymi średnicami. Rdzenie wiertnicze stanowią źródło bezpośrednich informacji geologicznych, które w pewnych wypadkach nie mogą być uzyskane żadną z pomocniczych metod badawczych (badania geofizyczne, próbki okruchowe). Tylko na podstawie badań rdzeni można paleontologicznie określić pozycję stratygraficzną, charakter przerw lub ciągłości sedimentacji i jej środowisko oraz rozwój paleogeograficzny basenu, jak również stopień zaangażowania tektonicznego badanych formacji i ich pozycję strukturalną. Ponadto na podstawie badań własności fizycznych i geochemicznych uzyskuje się podstawowy materiał do oceny perspektyw poszukiwań złóż węglowodorów i surowców stałych.

Powyższe argumenty przemawiają za maksymalnym rdzeniowaniem słabo rozpoznanych formacji; biorąc jednak pod uwagę konieczność optymalnego zabezpieczenia najistotniejszego zadania geologicznego, którym w wypadku wierceń supergłębokich jest uzyskanie informacji z głębokości, z reguły, poniżej 4500—5000 m — zakres rdzeniowania płytszych interwałów skrócony jest do niezbędnego minimum umożliwiającego bieżące kontrolowanie profilu geologicznego.

Postulat wiertników, aby ograniczyć rdzeniowanie — jako sposób wiercenia zmniejszający postęp głębieńia otworów i zagrażający stabilizacji ścian odwiertu wpływa m. in. z dotychczas stosowanych w naszym wiertnictwie technologii. Z reguły brak jest wielosekcyjnych aparatów rdzeniowych, a tzw. rdzeniówki wrzutowe nie wyszły poza stadium eksperymentów. Jednocześnie, jak to podkreślałem (4), ze względu na brak odpowiedniej jakości świrdrów, zdarzają się wypadki przewiercania koronką diamentową interwałów przewidzianych do wiercenia bezrdzeniowego, uzyskując przy tym dobre wydajności.

W trakcie głębieńia otworów położonych w obrębie basenu permńskiego należy się liczyć z koniecznością zapewnienia bezpiecznego przejścia płynących czerwonych łów solnych cyklotemu aller, które są szczególnie agresywne w centralnej i zachodniej części basenu. Jak wykazało doświadczenie, optymalną technologią jest zastosowanie płuczki wiertniczej o podwyższonym ciężarze, w granicach 1,8—2,1 g/cm³, co związane jest jednak z odpowiednią konstrukcją zarurowania, w celu zamknięcia płaskowców utworów mezozoiku (jura środkowa i dolna, trias dolny), które ulegają szczelinowaniu pod ciężarem tego rodzaju płuczki. Ponadto miększe pokłady plastycznych soli (szczególnie starszych cyklotemów — werra i stassfurt, położonych na większych głębokościach) mogą stwarzać niebezpieczeństwo zgniecenia kolumny rur okładzinowych.

W rejcnie Chojnic i w Karpatach ctwory wiertnicze prowadzone będą w skałach sfałdowanych o zmiennym nachyleniu, do pionowego włącznie. Ten typ utworów, przy zmienności litologicznej typu piaskowce — łupki — mułowce lub wapienie — łupki jest szczególnie trudny do przewiercania ze względu na łatwość odpajania warstw o różnej zwiercał ości powodującej „sypanie” ścian odwiertu i konieczność stosowania specjalnych płuczek zapewniających ich stabilizację.

WNIOSKI

1. W latach 1976/80 Instytut Geologiczny przewiduje prowadzenie kilku supergłębokich otworów badawczych o głębokości 6000—7000 m, zlokalizo-

wanych w centralnej części basenu permńskiego, w strefie kontaktu platformy prekambryjskiej i paleozoicznej, we wschodnich Karpatach i centralnej depresji karpackiej.

2. Ze względu na konieczność zapewnienia optymalnej technologii prowadzenia wierceń, otwory te będą wykonywane z 10—12% rdzeniowaniem; skoncentrowanym, głównie w głębszych interwałach dla zbadania utworów niższych pięter strukturalnych.
3. Dla zabezpieczenia uzyskania maksymalnej ilości informacji geologicznych i bieżącego sterowania procesem głębieńia na każdym otworze zainstalowane będzie laboratorium otworowe typu geoservices z kompletną aparaturą pomiarową; geolodzy pełnić będą dozór w ruchu ciągłym.
4. W celu zapewnienia maksymalnego wykorzystania informacji, należy zabezpieczyć możliwość wykonania kompleksowych badań z zakresu geofizyki wiertniczej w otworach supergłębokich oraz możliwość opróbowania horyzontów perspektywicznych próbnikami złoza.
5. W trakcie głębieńia otworów supergłębokich należy się liczyć z możliwością zaistnienia komplikacji geologicznych w utworach cechsztynu, sfałdowanego starszego paleozoiku i głębokiego fliszu karpackiego — co wymagać będzie opracowania optymalnego reżimu wiercenia i odpowiedniego zabezpieczenia technologicznego.

LITERATURA

1. Oberc J. — Podział geologiczny Polski. Kwart. geol., 1967, nr 2.
2. Pożaryski W. — Jednostki geologiczne Polski. Prz. geol., 1939, nr 2.
3. Sokołowski J. — Charakterystyka geologiczna i strukturalna jednostek regionalnych Polski pod kątem poszukiwań bituminów. Sur. miner., 1968, t. 1.
4. Witkowski A. — Wybrane aspekty ekonomiczno-geologiczne wykonywania głębokich otworów na Niziu Polskim. Kwart. geol., 1973, nr 2.
5. Witkowski A. — Stand der geologischen Erkundung und die Richtungen der Untersuchung von die Tiefenstrukturen in Polen. Zschr. für angewandte Geologie, Band 21, 1975, H. 2.
6. Znosko J. — Jednostki geologiczne Polski i ich stanowisko w tektonice Europy. Kwart. geol., 1966, nr 3.
7. Znosko J. — Pozycja tektoniczna obszaru Polski na tle Europy. Biul. Inst. Geol. nr 251, 1970.

SUMMARY

Intensive geological and geophysical studies carried out from the beginning of the sixties by the Geological Institute and the Zjednoczenie Górnictwa Naftowego (Polish Oil and Gas Unit) gave a relatively good knowledge of geological structure of the country in the interval down to 4500—5000 m.

The paper presents the regional problems connected with the recognition of the structure of deeper-seated strata, which will be solved by new „super deep” drillings (6000—7000 m) projected by the Geological Institute and planned for the years 1976—1980, versus the main features of the geological structure of Poland. The deepest borehole hitherto drilled in Poland is Łopiennik IG-1, over 5600 m deep, made in southern part of Lublin synclorium.

The boreholes will be drilled in central part of the Permian basin in the areas of the Pomeranian swell (Czaplinek IG-1 borehole; up to 6000 m deep according to the project), in the contact zone of the East-European Precambrian and Paleozoic platforms, and in the Carpathians. The latter are aimed at the recognition of the deep Flysch series from central Carpathian depression as well as the explanation of the occurrence of deep-seated folds in the Bieszczady range.

The geological service of these drillings will be maintain by continuously working specialistic drilling laboratories of the „Geoservices” type.

Attention is paid to the necessity of securing sampling and well-logging service for the studies of deep-seated horizons as well as to potential difficulties connected with penetration of deep-seated Permian strata and folded Older Paleozoic and Carpathian Flysch series. In order to avoid possible complications it is necessary to elaborate optimum technique of drilling the boreholes and to gather appropriate technical equipment.

РЕЗЮМЕ

В итоге интенсивных геологических и геофизических, проводимых с начала шестидесятых годов Геологическим институтом и Объединением горно-нефтяной промышленности, было в значительной степени изучено глубинное строение страны до глубины порядка 4500—5000 м.

В статье представлены проблемы региональных исследований в глубинных интервалах в увязке с основными чертами геологического строения Польши. Исследования будут осуществляться с помощью

„сверхглубоких” буровых скважин (8000—7000 м), проектируемых Геологическим институтом на 1976—1980 гг. До сих пор самой глубокой скважиной в Польше была скважина Лопенник ИГ 1, пройденная в южной части Люблинского синклинория до глубины свыше 5600 м.

Упомянутые скважины будут основаны в центральной части пермского бассейна на площади Поморского вала (Чаплинек ИГ-1, проектная глубина 8000 м), в зоне контакта Восточно-Европейской докембрийской платформы с палеозойской платформой, в Карпатах с назначением изучения глубинного флиша Центральной карпатской депрессии и выявления глубинных складок (Вещады).

В процессе проходки скважин будут организованы специальные лаборатории геологического обслуживания скважин.

В статье рассматриваются проблемы организации опробования и каротажа на больших глубинах, ожидаемые препятствия при проходке глубоко залегающих пород цехштейна, смятого нижнего палеозоя и карпатского флиша. Для обеспечения безаварийной проходки скважин необходимо разработать оптимальный режим бурения и подготовить соответствующие технические средства.