

**PROJEKT ROBÓT GEOLOGICZNYCH**  
**na wykonanie otworu hydrogeologiczno-rozpoznawczego**  
**dla udokumentowania wód termalnych**

miejsowość: Cudzynowice  
gmina: Kazimierza Wielka  
powiat: kazimierski  
województwo: świętokrzyskie

**Opracowali:**

**DYREKTOR**  
Oddziału Górnośląskiego PIG-PIB

.....  
mgr inż. **Andrzej Pacholewski**  
*upr geol. nr 040253*

.....  
dr **Beata Wiktorowicz**  
*upr geol. nr V-1698*

.....  
dr **Marcin Kos**  
*upr geol. nr V-1264*

.....  
mgr inż. **Tomasz Młyńczak**  
*upr geol. nr V-1651*

Sosnowiec, marzec 2014 r.

## **Spis treści:**

1. Wstęp - cel i zakres opracowania.....	4
--	---

## **Część ogólna:**

2. Lokalizacja i charakterystyka rejonu projektowanych robót.....	7
2.1. Położenie administracyjne i geograficzne.....	7
2.2. Morfologia i hydrografia.....	7
2.3. Obiekty i obszary chronione na podstawie ustawy o ochronie przyrody ...	8
3. Budowa geologiczna i warunki hydrogeologiczne rejonu Cudzynowic.....	9
3.1. Budowa geologiczna.....	9
3.2. Tektonika.....	11
3.3. Warunki hydrogeologiczne.....	14
4. Wyniki przeprowadzonych wcześniej prac geologicznych i geofizycznych.....	19
4.1. Prace geologiczne.....	19
4.2. Prace geofizyczne.....	22
5. Przewidywany profil geologiczny projektowanego otworu.....	25

## **Część projektowa:**

6. Możliwość osiągnięcia celu robót geologicznych.....	28
6.1. Opis i uzasadnienie liczby, lokalizacji i rodzaju projektowanego otworu.....	28
6.2. Schematyczna konstrukcja projektowanego otworu wiertniczego.....	29
6.3. Wskazówki dotyczące zamykania horyzontów wodonośnych.....	30
6.4. Sposób i termin likwidacji otworu.....	30
6.5. Charakterystyka i uzasadnienie zakresu oraz metod projektowanych badań geofizycznych i geochemicznych oraz ich lokalizacja.....	30
6.6. Zakres obserwacji i badań terenowych.....	30
6.6.1. Obserwacje i badania podczas wiercenia otworu.....	31
6.6.2. Próbné pompowania.....	31
6.6.3. Badania laboratoryjne i pomiary specjalne.....	33
6.7. Prace geodezyjne.....	34
7. Określenie próbek geologicznych podlegających przekazaniu organowi	34

administracji geologiczne.....	
8. Harmonogram projektowanych robót geologicznych.....	35
9. Opis przedsięwzięć technicznych, technologicznych i organizacyjnych w celu zapewnienia bezpieczeństwa powszechnego, bezpieczeństwa pracy i ochrony środowiska konieczne ze względu na ochronę środowiska.....	36
10. Sposób i forma opracowania wyników objętych projektem robót geologicznych.....	38
11. Wnioski i zalecenia.....	39
Literatura.....	41
Materiały archiwalne.....	44
Akty prawne wykorzystane przy opracowaniu projektu.....	45

**Spis załączników graficznych:**

- Załącznik 1. Mapa topograficzna z lokalizacją obszaru projektowanych robót geologicznych
- Załącznik 2. Mapa sytuacyjno-wysokościowa z lokalizacją projektowanego otworu Cudzynowice GT-1
- Załącznik 3. Wycinek mapy geologicznej w skali 1 : 50 000 z lokalizacją obszaru projektowanych robót geologicznych  
(na podstawie Walczowski A. 1978, 1982).
- Załącznik 4 – Przekrój geologiczny z lokalizacją projektowanych robót geologicznych  
(na podstawie Oczyczytko, Oszczypko-Clowes, 2010).
- Załącznik 5. Wycinek mapy hydrogeologicznej w skali 1 : 50 000 z lokalizacją obszaru projektowanych robót geologicznych (na podstawie Kowalczevska, 1981).
- Załącznik 6 - Mapa geośrodowiskowa z lokalizacją obszaru projektowanych robót geologicznych w skali 1: 5 000 (bajorek J., Salwa S., 2003)
- Załącznik 7. Profil geologiczno-techniczny projektowanego otworu hydrogeologiczno – rozpoznawczego Cudzynowice GT-1

## **1. Wstęp - cel i zakres opracowania**

Projekt robót geologicznych na wykonanie otworu hydrogeologiczno-rozpoznawczego dla udokumentowania wód termalnych w miejscowości Cudzynowice przy Zespole Szkół Rolniczych w Cudzynowicach, Gm. Kazimierza Wielka, powiat kazimierski, został wykonany w Oddziale Górnośląskim Państwowego Instytutu Geologicznego – Państwowego Instytutu Badawczego w Sosnowcu na zlecenie Powiatu Kazimierskiego z siedzibą w Kazimierzy Wielkiej przy ul. Kościuszki 12. Opracowanie zostało współfinansowane przez Unię Europejską w ramach Regionalnego Programu Operacyjnego Województwa Świętokrzyskiego na lata 2007 – 2013, Oś priorytetowa 4. Rozwój infrastruktury ochrony środowiska i energetycznej, do działania 4.2. „Rozwój systemów lokalnej infrastruktury ochrony środowiska i energetycznej”.

Celem niniejszego opracowania jest projekt robót geologicznych na wykonanie otworu hydrogeologiczno-rozpoznawczego dla udokumentowania wód termalnych w miejscowości Cudzynowice, gm. Kazimierza Wielka, pow. kazimierski. Inwestor zamierza wykorzystać ciepło uzyskane z wód termalnych z utworów górnej kredy – cenomanu o temperaturze około 27 – 30°C, do celów grzewczych dla Zespołu Szkół Rolniczych.

Opracowanie zostało sporządzone zgodnie z wymogami ustawy z dnia 9 czerwca 2011r. – Prawo geologiczne i górnicze (Dz.U. z 2011 r., Nr 163, poz. 981) oraz Rozporządzenia Ministra Środowiska z dnia 20 grudnia 2011 r. w sprawie szczegółowych wymagań dotyczących projektów robót geologicznych, w tym robót, których wykonywanie wymaga uzyskania koncesji (Dz. U. z 2011r., Nr 288, poz. 1696).

W Polsce pojęcie wód termalnych zostało unormowane. Zgodnie z definicją zawartą w Ustawie z dnia 9 czerwca 2011r. Prawo geologiczne i górnicze (Dz.U. z 2011r., nr 163, poz. 981) *termalną jest woda podziemna, która na wypływie z ujęcia ma temperaturę nie mniejszą niż 20<sup>0</sup>C*. Podobnie termin ten został już określony w *Słowniku hydrogeologicznym* (Dowgiałło i in., 2002). Podkreślić również należy, że wody termalne zostały uznane za cenną kopalinę. Są to wody, które dzięki specyficznemu składowi chemicznemu i właściwościom fizycznym posiadają szerokie zastosowanie do celów balneologicznych i rekreacyjnych oraz mogą stanowić źródło energii cieplnej.

Wskazanie lokalizacji projektowanych robót geologicznych zostało poprzedzone analizą warunków geologicznych i hydrogeologicznych rejonu gminy Kazimierza Wielka

zawartych w opracowaniu *Studium wykonalności dotyczące możliwości występowania i zagospodarowania wód termalnych w gminie Kazimierza Wielka* (Wiktorowicz, Gała, 2013).

Rejon projektowanych robót geologicznych położony jest w obrębie południowej części jednostki strukturalnej niecki miechowskiej. Strefa ta uważana jest za jeden z najbardziej perspektywicznych obszarów występowania wód termalnych (Jurkiewicz, Szczerba, 1976; Barbacki, Kazanowska, 2001; Barbacki, 2004; Wiktorowicz, 2013; Wiktorowicz i in., 2012). A ich korzystne warunki geotermalne zostały potwierdzone licznymi głębokimi otworami wiertniczymi wykonywanymi od lat sześćdziesiątych ubiegłego wieku (Banach, Jawor, 1993; Kicułowa, 1965; Kulma 1965a, b, c; Rojkowicz, 1965; Wierzchowska-Kicułowa 1964).

Przeanalizowane materiały archiwalne wskazują, że najbardziej perspektywicznym zbiornikiem geotermalnym w rejonie Cudzynowic jest cenomański zbiornik geotermalny. Oceniono, iż wody te charakteryzują się temperaturą już na wypływie z ujęcia od 25 do 27°C i wydajnością 53 m<sup>3</sup>/h. Natomiast pod względem chemicznym są to wody typu Na-Cl i mineralizacji około 13,0 g/dm<sup>3</sup>. Na uwagę zasługuje tu dość powszechne występowanie składników nadających właściwości lecznicze wodom podziemnym, jak siarkowodór, jod i brom. Woda termalna o takich parametrach klasyfikuje się głównie do wykorzystania w balneologii i rekreacji oraz może służyć do napełniania niecek basenowych. Stwierdzono, iż strop utworów cenomańskich znajduje się na głębokości około 670 m p.p.t., a ich całkowita miąższość wynosi około 120 m (Wiktorowicz, Gała, 2013).

## **Część ogólna**

## **2. Lokalizacja i charakterystyka rejonu projektowanych robót**

### **2.1. Położenie administracyjne i geograficzne**

Obszar projektowanego otworu hydrogeologiczno – rozpoznawczego położony jest w miejscowości Cudzynowice przy Zespole Szkół Rolniczych na terenie działki gruntu o numerze ewidencyjnym 842/8. Właścicielem działki jest Inwestor. Administracyjnie jest to teren lokalizowany w południowej części województwa świętokrzyskiego w obrębie powiatu kazimierskiego, gminie Kazimierza Wielka.

Według podziału fizyczno-geograficznego Polski opisywany rejon usytuowany jest w obrębie mezoregionu Płaskowyżu Proszowickiego, stanowiącego część makroregionu Niecki Nidziańskiej przynależnej do Wyżyny Małopolskiej (Kondracki, 2011).

Lokalizację obszaru projektowanych robót geologicznych przedstawiono na mapie topograficznej, stanowiącej załącznik graficzny 1. Natomiast szczegółową lokalizację projektowanego otworu hydrogeologiczno-rozpoznawczego zaznaczono na mapie sytuacyjno-wysokościowa na załączniku graficznym 2.

### **2.2. Morfologia i hydrografia**

Pod względem morfometrycznym rejon Cudzynowic charakteryzuje się urozmaiconą rzeźbą terenu. Wysokości bezwzględne wahają się od 262,0 m n.p.m. w Bełzowie na zachód do około 188,1 m n.p.m. na wschodzie w dolinie rzeki Nidzicy. Różnica zatem w położeniu wynosi około 74,0 m. Obszary najwyżej wyniesione i mające decydujące znaczenie dla rzeźby tego terenu, stanowią formy pochodzenia eolicznego, reprezentowane przez fragmenty plejstoceńskiej pokrywy eoliczno – lessowej. Granice pokrywy eolicznej z dolinami rzecznyymi i wąwozami są zwykle zarysowane ostro i zaznaczone gwałtownymi załamaniami. Najniżej położone obszary to formy pochodzenia denudacyjnego, reprezentowane przez fragmenty dolnopliocenijskich powierzchni zrównań i równin denudacyjnych (holocenijskie). Formy te zostały rozwinięte na tarasie erozyjnym w wyniku działania czynników denudacyjnych jako aluwia, stożki napływowe i namuły torfiaste (Walczowski A., 1984).

Pod względem hydrograficznym rejon Cudzynowic charakteryzuje się dobrze rozwiniętą sieć rzeczną. Obszar mieści się w lewobrzeżnej części zlewni Wisły, która jest rzeką pierwszego rzędu. Sieć rzeczną drugiego rzędu tworzą lewobrzeżne jej dopływy. Do największych rzek należy Nidzica, płynąca z północnego zachodu ku południowemu wschodowi. Ciekowi towarzyszą liczne strumyki i potoki na ogół bez nazwy, często okresowo zanikające.

### **2.3. Obiekty i obszary chronione na podstawie ustawy o ochronie przyrody**

Teren projektowanego otworu hydrogeologiczno-rozpoznawczego Cudzynowice GT-1 jest położony jest w obrębie działki gruntu o numerze ewidencyjnym 842/8, obręb Cudzynowice, gm. Kazimierza Wielka. Jest to obszar, na którym znajdują się obiekty i zabudowania Zespołu Szkół Rolniczych. Położenie projektowanego otworu zostało usytuowane na części niezagospodarowanej terenu przy boisku sportowym.

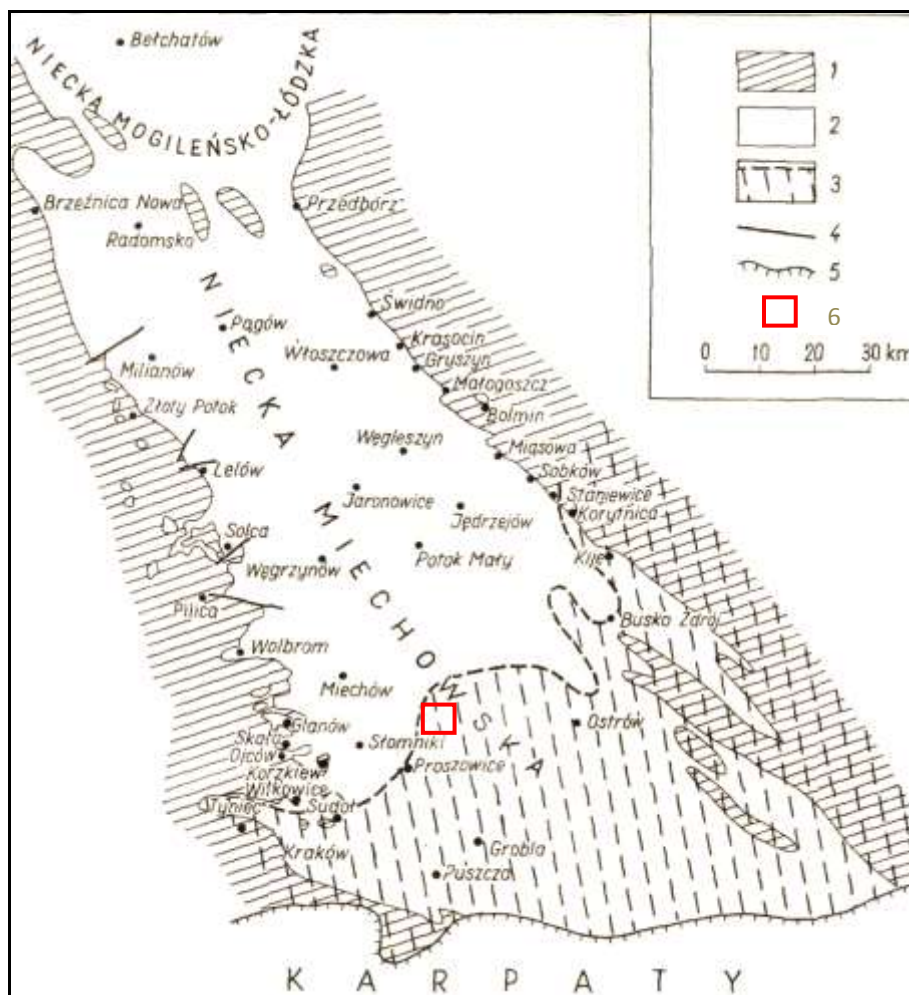
Rejon projektowanego otworu położony jest poza zasięgiem występowaniem obiektów i obszarów chronionych wyznaczonych na podstawie ustawy o ochronie przyrody. Najbliżej od projektowanego otworu w odległości 7,5 km na północny-wschód od Cudzynowic, znajduje się obszar Natury 2000 - Ostoja Kozubowska (PLH260029) i 8,5 km Kozubowski Park Krajobrazowy. W dalszej odległości położone są Nadnidziański Park Krajobrazowy i obszary Natury 2000 - Będówka nad rzeką Uszewką (PLH120066), Dolny Dunajec (PLH120085), Dolina rzeki Gróbki (PLH120067), Puszcza Niepołomska (PLB120002), Koło Grobli (PLH120008).



### 3. Budowa geologiczna i warunki hydrogeologiczne rejonu Cudzynowic

#### 3.1. Budowa geologiczna

Cudzynowice położone są w obrębie mezozoicznej jednostki geologicznej niecki miechowskiej (ryc. 1). Pod względem strukturalnym jednostka stanowi rozległą brachysynklinę, której podłożem są utwory paleozoiczne (Pozaryski, 1974). Niecka miechowska położona jest między zrębem świętokrzyskim i górnokarbońską niecką górnośląską.



Rys. 1. Utwory kredy w niecce miechowskiej (na podstawie Cieśliński, 1973).

Objaśnienia: 1 – obszar występowania utworów jury, 2 – obszar występowania utworów kredy, 3 – obszar występowania morskich utworów trzeciorzędu, 4 – ważniejsze dyslokacje, 5 – nasunięcie karpackie, 6 – obszar badań.

W jednostce niecki miechowskiej zalegają głównie utwory kredy dolnej (piaski, piaskowce, lokalnie z wkładkami zlepieńców i margli) i górnej (od spągu piaskowce glaukonitowe i piaski przynależne stratygraficznie do cenomanu oraz powyżej margle, opoki z wkładkami zlepieńców i margli), przykrywające niezgodnie utwory starsze. Zaznaczyć jednak należy, że profil stratygraficzny niecki miechowskiej jest niepełny (Stupnicka, 2007).

Utwory triasu reprezentowane są tu przez piaskowiec pstry, wapień muszlowy, kajper oraz retyku. Osady te charakteryzują się niewielkimi miąższościami, a ich litologia jest złożona:

- pstry piaskowiec (dolny i środkowy), reprezentowany przez serię klastyczną: piaskowce, mułowce, pstre łupki w ogniach stropowych; najlepsze rozwinięcie utworów obserwuje się w otworze Pągów IG-1, gdzie miąższość opisywanych osadów przekracza 300 m; średnio natomiast wynosi około 200 m (Jurkiewicz i in. 1976);
- wapień muszlowy, wykształcony został w wyniku sedymentacji pełnomorskiej (Senkowiczowa 1959; Moryc 1971) w postaci wapieni, margli, dolomitów i wapieni dolomitycznych; sumaryczna miąższość tych utworów osiąga wartości do 200 m;
- kajper, występują tu głównie osady kajpru dolnego (piaskowce i łupki) o miąższości średnio do 20 m oraz osady kajpru górnego o miąższości dochodzącej do 65 m;
- retyk, wykształcony bardzo różnorodnie w postaci utworów ilasto – mułowcowo - piaszczystych oraz wapieni, dolomitów, anhydrytów, piaskowców, mułowców i gipsów; ich miąższości osiągają 340 m.

Miąższości osadów jury środkowej i dolnej w niecce miechowskiej są również dość ograniczone. Najstarsze osady jury środkowej to utwory kujawu, reprezentowane przez piaski, mułowce i iłowce o miąższości od 20 do 70 m. Utwory batonu to głównie mułowce, iłowce i łupki o miąższości od 20 do 40 m. Wyżej ległe utwory keloweju to wapniste piaskowce oraz wapień i margle z warstwą bulasta w stropie (Dayczak-Calikowska, Kopik, 1973). Utwory doggeru to osady generalnie piaszczyste o miąższości do 200 m.

Natomiast osady węglanowe oksfordu i kimerydy (górną jurą) posiadają już znaczne miąższości dochodzące nawet do 1000 m (Niemycka, Brochwicz-Lewiński, 1988).

Kredowa seria sedymentacyjna rozpoczyna się osadami piaskowców albu. Następnie obserwuje się utwory cenomanu, wykształcone w facji piaszczystej, węglanowej

i zlepieńcowatej oraz skały węglanowe turonu i santonu. Sumaryczna miąższość osadów kredowych osiąga wartości od 800 do 1000 m.

Najpełniej rozwinięte osady cenomanu występują wzdłuż centralnej strefy zbiornika biegnącej przez miejscowości: Węgleszyn, Jędrzejów, Kazimierza Wielka i Koszyce. Przebieg tej strefy pokrywa się również z trendem największych miąższości opisywanych utworów. Brzegowe utwory cenomanu są rozwinięte w postaci gruboklastycznych zlepieńców, zawierających otoczaki kwarcu i rogowców, spojonych lepiszczem węglanowo-ilastym. W centrum basenu obserwuje się materiał drobniejszy i bardziej jednolity przy jednoczesnym wzroście miąższości całego kompleksu. Występują tu piaski glaukonitowe lub zlepieńce, lokalnie zaś margle piaszczysto – glaukonitowe. Górna część profilu jest bardziej zwięzła i posiada spoiwo węglanowe, natomiast w najwyższej części profilu pojawiają się wapienie piaszczyste (Jawor, 1970).

Utwory kredy górnej (senonu) stanowią jednolity, monotony kompleks osadów reprezentowanych głównie przez margle i wapienie margliste. W strefie osiowej niecki miechowskiej miąższość osadów senonu wynosi do 800 m (Jurkiewicz, Kania 1999).

Na marglach, wapieniach, opokach i piaskowcach wieku kredowego zalegają osady miocenu, reprezentowane w partii stropowej przez warstwy krakowieckie - ily, iłolupki z wkładkami drobnoziarnistych piasków.

Całość przykryta jest osadami czwartorzędowymi, z których największe rozprzestrzenienie mają utwory lessowe pokrywające wierzchowiny zbudowane z iłów trzeciorzędowych. Miąższości pokryw lessowych są znaczne, miejscami osiągają 30 m.

### **3.2. Tektonika**

Obszar gminy Kazimierza Wielka położony jest na północny zachód od doliny Wisły, na południowym skrzydle synklinorium miechowskiego. W powierzchniowym obrazie geologicznym dominują tutaj utwory mioceńskie depresji Działoszyc i Solca, rozdzielone wyniesieniem Pińczowa – Buska – Radzanowa. Pod cienką pokrywą osadów mioceńskich występują tutaj płasko leżące utwory mezozoiczne. Zarówno utwory mezozoiczne, jak i utwory paleozoiczno-prekambryjskie odznaczają się tektoniką blokową i licznymi uskokami, charakteryzującymi się niewielkimi zrzutami (Walczowski, 1984).

Sedymentacja skał budujących niższe piętra strukturalne odbywała się w zbiorniku miogeosynklinalnym, który został ostatecznie zlikwidowany w trakcie ruchów

młodokaledońskich, a osady w nim występujące uległy sfałdowaniu i wypiętrzeniu. Po wypiętrzeniu nastąpiła erozja i denudacja, która zniszczyła tu całkowicie utwory syluru i ordowiku.

Nadkompleks synorogeniczny waryscyjski budują skały dewonu i karbonu dolnego. Na obszarze przeważały tendencje wznoszące, uruchamiające erozję powaryscyjską i przedtriasową, która doprowadziła do degradacji utworów paleozoicznych. Brak utworów karbonu górnego świadczyć może o ogólnym i długotrwałym wynurzeniu się obszaru w waryscyjskiej fazie orogenicznej.

Nadkompleks synorogeniczny alpejski budują utwory: triasu, jury, kredy i neogenu. Jest on złożony z trzech podkompleksów: triasowego (starokimeryjskiego), jurajsko-kredowego (laramijskiego) i neogenowego (attyckiego).

Basen ery mezozoicznej posiadał charakter epikontynentalnym a poszczególne okresy tektoniczne faz alpejskich zaznaczają się lukami stratygraficznymi i małymi niezgodnościami kątowymi na pograniczy triasu i jury oraz jury i kredy. Najsilniej zaznaczyły się odkształcenia i wypiętrzenia w fazie laramijskiej i w fazach młodoalpejskich.

Starokimeryjskie procesy zanurzające i wynurzające dno morskie oraz procesy denudacyjne formujące dolnojurajską powierzchnię zrównania można uznać za drugi etap formowania się niecki miechowskiej. W następnym trzecim etapie formowania się niecki, następuje ożywienie procesów tektonicznych już po złożeniu osadów morskich w czasie transgresji w jurze środkowej i pogłębionej w jurze górnej.

W końcu jury górnej (portland górny) następuje wynurzenie dna morskiego, które trwa przez kredę dolną aż po cenoman. Ten etap formowania się niecki miechowskiej wiąże się z fazą młodokimeryjską orogenezy alpejskiej.

Po uformowaniu się powierzchni denudacyjnej, na przełomie jury górnej i kredy dolnej, następuje transgresja cenomańska, pogłębiająca się w turonie i senonie.

Z końcem kredy górnej następuje wynurzenie się dna morskiego i czwarty etap formowania się niecki miechowskiej. Etap ten wiąże się z fazą laramijską orogenezy alpejskiej. Ruchy te wywołały ogólną regresję i silną denudację. Trwała ona do końca paleogenu.

W okresie miocenijskim, równocześnie z wypiętrzaniem się Karpat, tworzy się zapadlisko przedkarpackie. Z pogłębianiem się rowu przedkarpackiego następuje transgresja i coraz większe przestrzenie ulegają zalaniu morzem.

W badanie dolnym ma miejsce ocieplenie się klimatu (Tyczyńska, 1957), morze zaczyna się kurczyć. Z wody morskiej wytrącają się osady chemiczne - gipsy i anhydryty. Pogipsowa transgresja trwająca przez okres dolnego sarmatu pokrywa osady chemiczne płaszczem ilów (iły krakowieckie). Z oziębieniem się i zwilgotnieniem klimatu następuje pogłębianie się morza i zalew morski utrzymuje się nadal.

Z końcem sarmatu dolnego morze opuszcza omawiany teren, co wiąże się z młodoalpejskimi procesami tektonicznymi. Wraz z wynurzeniem się dna morskiego rozpoczyna się erozyjny cykl, który trwa aż do końca pliocenu dolnego. Efektem tego cyklu jest powstanie dolnopliocenińskiej powierzchni zrównania.

W pliocenie górnym następuje ponowne ożywienie się procesów górotwórczych i zwilgotnienie klimatu. Następuje wówczas piąty etap formowania się niecki miechowskiej. Utwory miocenijskie zostają przerywane i łącznie ze starszym podłożem wypiętrzają się. Na północnym-zachodzie formuje się padół raławicki, natomiast obszar przyległy zostaje wydzwignięty w stosunku do pozostałych do około 300 m. Natomiast w rejonie obszaru Kazimierzy Wielkiej rozwija się struktura zrębowa ograniczona od południa i południowo-wschodu przypuszczalną dyslokacją biegnącą ogólnie WSW-ENE.

W czwartorzędzie opisywany obszar dwukrotnie był pokryty lądolodem. W interglacjale erozja i denudacja doprowadziły do powstania plejstocenijskiej powierzchni denudacyjnej charakteryzującej się występowaniem utworów rezydualnych. W okresie interglacjału eemskiego dominowały procesy denudacyjne niszczące zdeponowaną przez lodowiec w czasie zlodowacenia środkowopolskiego glinę zwałową. W klimacie peryglacjalnym zlodowacenia północnopolskiego rozwijają się procesy eoliczne. W pierwszym rzędzie efektem tych procesów jest powstanie pokrywy lessowej na wysoczyznach i ich zboczach. W dolinach przeważa deflacja nad akumulacją.

W holocenie następuje rekonstrukcja rzeźby przedlodowcowej.

Utwory kredy w niecce miechowskiej ułożone są synklinalnie. A podstawową rolę w budowie tego rejonu odgrywa tektonika blokowa. Północno-zachodnią krawędź zapadliska przedkarpackiego stanowi strefa uskokowa Kurdwanów – Zawichost.

Uzyskane dane wskazują, iż w opisywanym rejonie wyróżnić można dwa generalne systemy uskoków (Oszczypko i in., 1989, 2006, Krysiak, 2000). Pierwszy o kierunku NE-SW, usytuowany jest równoległe do strefy uskokowej Kurdwanów – Zawichost. Drugi zaś, NW – SE stanowi system równoległy do osi synklinorium.

Według Krysiak (2000), strefa uskokowa Kurdwanów – Zawichost to system uskokuw zrzutowo-przesuwczych, o wielkości zrzutu od 50 m na uskoku Proszowice – Kazimierza Wielka – Wiślica do 500 m uskoku na linii Wisły. Ten system uskokuw reaktywowany został w sarmacie.

Natomiast uskoki o kierunku NW-SE posiadają charakter grawitacyjny i uformowane zostały po sarmacie (Oszczypko i in., 1989). W tym czasie na NW od linii Wisły uformowały się horsty Słomnik, Nidy i Wójczy-Pińczowa oraz depresje (rowy) Działoszyc, Solca i Połańca. Według Krzywca (2000), powstanie uskokuw o kierunku NW-SE związane są z inwersją bruzdy środkowopolskiej i powstały w reżimie kompresyjnym jako uskoki inwersyjne stowarzyszone z fałdami o tym samym kierunku.

Dane uzyskane z badań geofizycznych wskazują na schodowy układ bloków tektonicznych obniżających się ku osi synkliny. Stwierdzić również należy, że amplitudy zrzutów uskokuw są większe od strony antyklinorium świętokrzyskiego. Natomiast bardziej płaskie zapadanie warstw zaznacza się od strony monokliny śląsko-krakowskiej (Barbacki, 2004).

### **3.3. Warunki hydrogeologiczne**

Zgodnie z podziałem regionalnym zwykłych wód podziemnych Polski Cudzynowice położone są w obrębie XI - Nidziańskiego Makroregionu Centralnego (Paczyński, 1995). Jest to obszar charakteryzujący się ubogimi zasobami wód podziemnych. Na dużej części obszaru brak jest użytkowych poziomów wodonośnych. A występujące lokalnie pod lessami czwartorzędowe piaski i żwiry nie tworzą ciągłego i użytkowego poziomu wodonośnego. Występujące w nich wody są jednak źródłem zaopatrzenia miejscowej ludności, która ujmuje je studniami kopanymi.

Użytkowe poziomy czwartorzędowe występują głównie w piaskach i żwirach w dolinach rzecznych i obniżeniach morfologicznych oraz lokalnie w osadach akumulacji lodowcowej i eolicznej, zalegające na niewodonośnych iłach trzeciorzędowych (iły krakowieckie - miocen). Wodonośne piaski i żwiry przykryte są lessami o miąższościach dochodzących niekiedy do 20 m. W większości są to pokrywy rzędu 3 - 5 m. Największe rozprzestrzenienie posiadają wody podziemne zgromadzone w utworach piaszczysto-pylastych i piaszczysto-gliniastych doliny rzeki Nidzicy. Strop warstwy wodonośnej zalega na głębokości od około 4,0 - 12,0 m ppt. Jej miąższość waha się 1,5 - 10,5 m; przeciętnie wynosi około 5 m. Zwierciadło wody przeważnie jest napięte. Wydajność poszczególnych studni

kształtuje się od 3,0 - 30,5 m<sup>3</sup>/h. Współczynnik filtracji waha się od 2,4 - 41,7 m/24h; przeciętnie wynosi około 5 m/24h. Przewodność tej struktury wodonośnej jest także zróżnicowana i waha się od 22 - 209 m<sup>2</sup>/24h; przeciętnie około 50 m<sup>2</sup>/24h. Zasilanie tej struktury wodonośnej jest bezpośrednie przez infiltrację opadów atmosferycznych (Wasilewska, Kokesz, 1997; Wasilewska, Orłowski, 1997).

Mineralizacja wód poziomu czwartorzędowego wynosi od około 340 - 800 mg/dm<sup>3</sup>, a twardość ogólna waha się od 5,6 do 20,2 mval/dm<sup>3</sup>. Wody te cechuje podwyższona zawartość żelaza i manganu. Maksymalna zawartość żelaza sięga 4,0 mg/dm<sup>3</sup>; średnia wartości 2,0 mg/dm<sup>3</sup>. Zawartość manganu dochodzi do 0,75 mg/dm<sup>3</sup>; przeciętnie wynosi 0,5 mg/dm<sup>3</sup>. Oprócz żelaza i manganu w wodach pochodzących z utworów czwartorzędowych występują niektóre wskaźniki świadczą o antropogenicznym zanieczyszczeniu. Są to podwyższone zawartości jonów NH<sub>4</sub>, NO<sub>x</sub>, SO<sub>4</sub>. Wody tego poziomu wymagają skomplikowanego uzdatniania.

Pod względem bakteriologicznym rejon wykazuje duże zanieczyszczenie. W większości studni miano Coli jest mniejsze od 50. Ze względu na niewielkie głębokości oraz brak warstw izolacyjnych, poziom ten jest słabo chroniony przed zanieczyszczeniami.

Zmienność facjalna osadów neogenu (gł. miocenu) powoduje, że kryteria użytkowego poziomu wodonośnego spełniają piaskowcowo-piaszczyste utwory trzeciorzędowe, posiadające kontakty hydrauliczne z leżącymi na nich osadami czwartorzędowymi. Wydajność poszczególnych studni waha się od 3,2 - 29,3 m<sup>3</sup>/h, a wodoprzewodność: 10,8 - 178,3 m<sup>2</sup>/24h. Zwierciadło wody jest napięte przez lessy, bądź soczewki pylasto-gliniaste. Jednostka zasilana jest bezpośrednio przez opady atmosferyczne. Użytkowy poziom wodonośny w utworach neogenu stanowią także soczewki i ławice piasków i piaskowców w obrębie utworów ilastych. Wydajność studni głębinowych wynosi od 9,9 - 59,2 m<sup>3</sup>/h. Wodoprzewodność waha się w granicach od 4 do 149 m<sup>2</sup>/24h. Zasilanie jednostki odbywa się częściowo pośrednio poprzez dopływ boczny z sąsiedniej struktury wodonośnej czwartorzędowo-trzeciorzędowej oraz przez powolne przesączanie przez ropy infiltrujących wód opadowych. Wody są pod napięciem i drenują je liczne źródła, występujące w dolinach cieków.

Wody poziomu neogeńskiego cechują się na ogół dobrą jakością, tylko w nielicznych studniach rejestruje się nieznacznie podwyższoną zawartość żelaza lub manganu. Stwierdzono także podwyższone zawartości jonów azotowych. Należy jednak przypuszczać, że w tym rejonie są one pochodzenia geogenicznego.

Utwory kredy reprezentowane są w niecce miechowskiej przez różne piętra od albu do mastrychtu. Litologicznie osady stanowią piaskowce, margle i wapienie margliste.

Najlepszymi warunkami hydrogeologicznymi oraz największym rozprzestrzenieniem na opisywanym obszarze cechuje się górnokredowy poziom wodonośny, w którym za najbardziej perspektywiczny pod względem własności kolektorskich i pozyskania wód geotermalnych uznaje się piaskowce cenomanu.

Utwory cenomanu wykształcone są najczęściej jako piaskowce glaukonitowe i piaski szarozielone w różnym stosunku miąższ ościowym w przedziale 70 – 30%. Zmienny też jest stopień zwięzłości piaskowców od zbitych, zwięzłych po kruche, rozsypliwe. Miąższość osadów cenomanu zmienia się od 14 m do maksymalnie 119,5 w rejonie Kazimierzy Wielkiej oraz 141,5 m w otworze Krzyż 1. O wodonośności utworów cenomanu świadczą liczne odwierty. Poziom ten cechuje się jednak zróżnicowanymi zasobnościami i możliwościami eksploatacyjnymi. Wartości porowatości zawierają się w zakresie od 9,14 do 32,8%, a przepuszczalność od 27,7 do 1380 mD. Przeprowadzone próby złożowe w otworach badawczych, wykazały wysokie wydajności wód przekraczające niekiedy 100 m<sup>3</sup>/h. Z dostępnych danych wynika, że temperatura wód cenomańskiego zbiornika geotermalnego waha się od 21 do 35<sup>o</sup>C. Opierając się na archiwalnych wynikach analiz chemicznych wyróżniono wyłącznie jeden główny typ chemiczny Cl-Na, H<sub>2</sub>S, I. Natomiast mineralizacja kształtuje się w zakresie od 0,2 do ponad 17,4 g/dm<sup>3</sup>. Cechą charakterystyczną wód cenomańskiego zbiornika geotermalnego jest dość powszechna obecność siarkowodoru (Wiktorowicz, 2013)

W rejonie Kazimierzy Wielkiej głębokości studni głębinowych ujmujących kredowy poziom wodonośny waha się od 21,4 do 130,0 m. Ich wydajność jest zmienna i wynosi od 1,8 do 322,3 m<sup>3</sup>/h. W przeciwieństwie do wód czwartorzędowego poziomu, ujęcia kredowe cechuje znacznie wyższa wydajność. Natomiast wysoka zmienność parametru wynika ze znacznych różnic w wykształceniu litologicznym utworów kredy oraz intensywności spękań. Na wychodniach, w strefach bezpośredniej infiltracji wód opadowych, zwierciadło wody jest swobodne, natomiast tam, gdzie warstwy wodonośne poziomu kredowego występują jako przewarstwienia wśród warstw ilastych lub są pokryte nieprzepuszczalnymi utworami trzeciorzędu, zwierciadło staje się napięte. Miąższość wodonośnego kompleksu utworów kredowych ocenia się na 47,4 - 96,5 m przy założeniu 100-metrowej głębokości występowania strefy aktywnej wymiany wód podziemnych. Wodoprzewodność jest także zróżnicowana i waha się od 3 - 1587 m<sup>2</sup>/24h.



Pod względem chemicznym wody piętra kredowego reprezentują głównie typ  $\text{HCO}_3\text{-SO}_4\text{-Ca}$  i  $\text{HCO}_3\text{-SO}_4\text{-Ca-Mg}$  (Prażak, 2007). Ocenia się, że głębokość strefy występowania wód słodkich wynosi tu około 100 m (Kowalczevska G., 1981, 1984). A podwyższona mineralizacja wód jest spowodowana obecnością dużej ilości siarczanów w podłożu, pochodzących z ługowania występujących w pobliżu złóż gipsów.

Wody występujące w utworach kredowych cechują się dobrą jakością. Jednakże z uwagi na brak naturalnej izolacji i charakter szczelinowy warstw wodonośnych jest to poziom bardzo podatny na zanieczyszczenia antropogeniczne. Stwierdza się tu lokalnie podwyższone zawartości jonów siarczanowych, pochodzenia geogenicznego, podobnie jak i na innych terenach niecki miechowskiej.

Piętro jurajskie reprezentują dwa poziomy wodonośne: poziom górno- i środkowojurajski.

Poziom górnojurajski stanowi serię węglanową wykształconą jako wapienie i margle. Wyznaczona porowatość dla tych skał zawiera się w przedziale od 1 do 10 %. Wodonośność poziomu jest zmienna. Najwyższe parametry filtracji istnieją w dużych strefach uskokowych z rozwiniętym krasem, gdzie współczynnik filtracji dochodzi nawet do  $1 \cdot 10^{-3}$  m/s. Miąższość poziomu wynosi od 10 do 150 m. Zwierciadło wody jest na ogół swobodne i występuje na głębokości od kilku metrów w dolinach rzecznych do nawet 60 m na wyniesieniach morfologicznych. Lokalnie napięcia powodują półprzepuszczalne osady plejstocenu i niespękane bloki skalne. Liczne wychodnie wapieni i margli sprzyjają bezpośredniemu zasilaniu warstw wodonośnych. Szczególny wpływ na warunki hydrogeologiczne mają zjawiska krasowe. Uważa się, użytkowy poziom górnojurajski z wodami zwykłymi (słodkimi) występuje w brzeżnych partiach niecki miechowskiej.

Poziom środkowojurajski ma podobne wykształcenie litologiczne. Wodonośne są warstwy piaskowców i mułowców przewarstwione iłami i iłowcami. Ich wodonośność jest zmienna i zależy głównie od udziału w profilu geologicznym piaskowców i mułowców oraz stopnia spękania skał. Współczynniki filtracji wynoszą najczęściej od  $1 \cdot 10^{-6}$  do  $1 \cdot 10^{-4}$  m/s, a przewodność całego kompleksu warstw wodonośnych rzadko przekracza  $100 \text{ m}^2/\text{d}$ .

Poziom dolno triasowy stanowi kompleks piaskowców zlepieńców i mułowców z przewarstwieniami półprzepuszczalnych i nieprzepuszczalnych iłów i iłowców. Występują w nim wody szczelinowo-porowe. W stropowych partiach poziomu spotykane są również warstwy wapieni i margli. Współczynniki filtracji warstw wodonośnych wynoszą od  $1 \cdot 10^{-7}$  do  $1 \cdot 10^{-4}$  m/s, przy wodoprzewodności całego kompleksu ok.  $100 \text{ m}^2/\text{d}$ .

Paleozoiczne piętra wodonośne występują w utworach środkowego i dolnego dewonu, wykształconych w postaci wapieni i dolomitów. Są to utwory tworzące zbiornik szczelinowo-krasowy o bardzo zmiennej wodonośności, zależnej od stopnia spękania skał i rozwoju krasu (Rzońca, Prażak, 2002; Rzońca, 2005, 2006). Największe przewodnictwo wodne wapieni i dolomitów notowane jest w licznych strefach uskokowych, podłużnych i poprzecznych do rozciągłości struktur geologicznych. Współczynniki filtracji utworów dewońskich wynoszą od  $1 \cdot 10^{-8}$  do  $1 \cdot 10^{-3}$  m/s, przewodnictwo wodne od 1 do 10 000 m<sup>2</sup>/d.

#### **4. Wyniki przeprowadzonych wcześniej prac geologicznych i geofizycznych**

##### **4.1. Prace geologiczne**

Obszar Cudzynowic nie był dotychczas przedmiotem szerszego rozpoznania geologicznego. Jednakże rejon ten od lat był przedmiotem badań wielu geologów i jego budowa geologiczna jest dobrze rozpoznana. Syntetycznym opisem są wykonane arkusze map:

- Szczegółowej Mapa Geologiczna Polski w skali 1 : 50 000 – arkusz Kazimierza Wielka (Walczowski, 1982),
- Mapy hydrogeologicznej Polski w skali 1: 50 000 – arkusz Kazimierza Wielka (Wasilewska, Kokesz, 1997).

Natomiast regionalne badania geologiczne struktury niecki miechowskiej prowadzone były z różnym nasileniem już od czasów Staszica (1815). Duże zainteresowanie budziły wśród geologów występujące słone źródła w okolicy Solca i Buska (Becker, 1830). Pierwsze badania dotyczące południowej części niecki miechowskiej pochodzą z lat 1880 – 1882 (S. Kontkiewicz, W. Kosiński), które uwzględniały między innymi problem wycieków ropy naftowej w Żółczy i jej genezy. Duży wkład w rozpoznanie budowy geologicznej niecki miechowskiej wniosły liczne prace Jana Czarnockiego (1923, 1926, 1930, 1932, 1933, 1935, 1936, 1948 i 1956) i Wdowiarza (1954). Z nowszych opracowań wymienić należy publikacje Pożaryskiego (1966), Jurkiewicza (1965), Jaworowskiego i in., (1967), Jawora (1970), Jawora i Kruczka (1965, 1966), Stemulaka (1961), Jurkiewicza i in., 1969), Jurkiewicza i Żakowej (1969), Jurkiweicza (1970), Kruczka (1968).

Jednak podstawowe źródło informacji w rozpoznaniu możliwości występowania wód termalnych na badanym obszarze, stanowiły archiwalne dane otworowe, pochodzące z Centralnej Bazy Danych Geologicznych Państwowego Instytutu Geologicznego – Państwowego Instytutu Badawczego. W sumie w niniejszym projekcie wykorzystano archiwalne dane pochodzące z 18 otworów wiertniczych wykonanych w celach badawczych, kartograficznych i hydrogeologicznych. Uzyskane informacje dotyczyły litologii i wieku przewiercanych skał, głębokości stropu i spągu, miąższości skał zbiornikowych kompleksu wodonośnego oraz średniej porowatości efektywnej, temperatury wód i ich mineralizacji. Zestawienie uzyskanych materiałów wraz z ich podstawowymi danymi znajdują się

w tabeli 1. Lokalizację opisywanych otworów przedstawiono na mapie topograficznej w załączniku 1 i mapie geologicznej w załączniku 3.

Tabela 1. Zestawienie podstawowych danych dotyczących litologii i stratygrafii (wykonano na podstawie Jurkiewicz, Woiński, 1979; Walczowski, 1978; Walczowski 1982).

L.p.	Nazwa otworu	Głębokość końcowa	Stratygrafia stropu	Uwagi
		[m]	[m]	
1.	Kazimierza Wielka 1 (Cudzynowice)	2504,0	Tr – 14,0 Cr <sub>st</sub> – 121,0 Cr <sub>ct</sub> – 666,0 Cr <sub>c</sub> – 668,0 J <sub>3,2</sub> – 789,0 T – 1394,0 D – 1430,0 Pr – 2390,0	Próby złożowe: - 1417 – 1395 m przyptyw wody zmineralizowanej; - 1375 – 1365 m przyptyw wody zmineralizowanej; - 1100 – 1080 brak przyptywu.
2.	Kazimierza Wielka 2 (Wojciechów)	1661,4	Tr – 10,0 Cr – 345,0 J – 735,5 T – 1415,0	
3.	Kazimierza Wielka 3 (Szarbia)	822,7	Tr – 30,0 Cr <sub>st</sub> – 115,0 Cr <sub>t</sub> – 659,4 Cr <sub>c</sub> – 669,5 J <sub>2</sub> – 676,0	
4.	Kazimierza Wielka 4 (Zakrzów)	1727,0	Tr – 20,0 Cr <sub>st</sub> – 220,0 Cr <sub>ct</sub> – 648,5 Cr <sub>c</sub> – 650,5 J <sub>3</sub> – 789,0 T – 770,0 D – 1355,0	Próba złożowe: - 792,0- samowypływ wody siarczkowej o temp. ok. 30°C
5.	Kazimierza Wielka 10 (Bełzów)	1528,0	Tr – 5,0 Cr <sub>st</sub> – 142,5 Cr <sub>ct</sub> – 621,5 Cr <sub>c</sub> – 630,0 J – 669,4 T – 1267,5 D – 1382,0	Próby złożowe: - 1317 – 1305 m przyptyw wody zmineralizowanej; - 1190 – 1175 m przyptyw wody zmineralizowanej; - 890 – 880 brak przyptywu.
6.	Kazimierza Wielka 12 (Odonów)	1439,0	Tr – 20,0 Cr – 277,0 J – 780,0 T – 1410,0	
7.	Skorzów 1	685,0	Tr – 20,0 Cr <sub>s</sub> – 92,0 Cr <sub>t</sub> – 614,0 Cr <sub>c</sub> – 619,0 J <sub>o</sub> – 664,0	
8.	Pławowice E-1	748,0	Q – 20,0 Tr – 115,0 Cr <sub>s</sub> – 639,5	Próby złożowe:

*Projekt robót geologicznych na wykonanie otworu hydrogeologiczno – rozpoznawczego  
dla udokumentowania wód termalnych*

			Cr <sub>t</sub> – 646,0 Cr <sub>c</sub> – 672,5 J <sub>o</sub> – 748,0	- 645 – 647 m przyпіływ wody zmineralizowanej
9.	Pławowice E-2	694,0	Q – 20,0 Tr – 137,0 Cr <sub>s</sub> – 639,0 Cr <sub>c</sub> – 669,0 J <sub>o</sub> – 694,0	Próby złożowe:  - 643 – 641,5 m przyпіływ wody zmineralizowanej
10.	Otwór nr 5 (Jałoszów)	676,0	Tr – 15,0 Cr <sub>s</sub> – 36,0 Cr <sub>t</sub> – 580,0 Cr <sub>c</sub> – 585,0 J <sub>o</sub> – 587,0	
11.	Otwór nr 6 (Szczekarzów)	110,0	Tr – 19,8 Cr <sub>st</sub> – 103,3	
12.	Otwór nr 8 (Sudołek)	700,0	Tr – 20,0 Cr <sub>s</sub> – 85,0 Cr <sub>t</sub> – 547,0 Cr <sub>c</sub> – 551,5 J <sub>o</sub> – 553,3	
13.	Otwór nr 9 (Kolonja Guniów)	1113,5	Tr – 20,0 Cr <sub>s</sub> – 100,0 Cr <sub>t</sub> – 557,0 Cr <sub>c</sub> – 560,0 J <sub>3</sub> – 562,0 J <sub>2</sub> – 1090,0	
14.	Otwór nr 13 (Odonów)	1528	Tr – 15,0 Cr – 142,0 J – 682,0 T – 1267,0 D – 1382,0	
15.	Otwór nr 17 (Kazimierza Wielka)	789,9	Tr – 10,0 Cr – 36,0 J – 600,0	
16.	Otwór nr 14 (Klimontów)	1610,6	Tr – 20,0 Cr <sub>s</sub> – 130,0 Cr <sub>c</sub> – 517,0 J <sub>o</sub> – 518,0 J <sub>2</sub> – 1065,0 P+T – 1096,0	
17.	Otwór nr 15 (Klimontów)	655,0	Tr – 20,0 Cr <sub>s</sub> – 125,0 Cr <sub>t</sub> – 536,0 Cr <sub>c</sub> – 537,5 J <sub>o</sub> – 540,0	
18.	Otwór nr 16 (Posiłów)	1187,6	Tr – 20,0 Cr <sub>s</sub> – 222,0 Cr <sub>c</sub> – 576,5 J <sub>o</sub> – 577,5 J <sub>2</sub> – 1130,0 T – 1152,0	

### **4.3. Prace geofizyczne**

Pierwszym syntetycznym opracowaniem geofizycznym centralnej części niecki miechowskiej była praca Jurkiewicza wraz z zespołem na temat *Charakterystyka strukturalno-geologiczna oraz ropo i gazonośność niecki nidziańskiej*. Następnie wyczerpującego omówienia i zestawienia prac sejsmicznych dla omawianego rejonu dokonało przedsiębiorstwo „Geonafte” w pracy *Syntetyczne sejsmiczne opracowanie dokumentacyjne w Synklinorium Miechowskim* (1972). W pracy przedstawiono obraz falowy i wypływające stąd wnioski w odniesieniu do badań z pokryciami wielokrotnymi prac sejsmicznych refleksyjnych.

Badania grawimetryczne o charakterze regionalnym obejmujące rejon projektowanych robót wykonane zostały już w latach 1937 -1961, przy zastosowaniu grawimetrów Askania GS-11 i Sharpe, a wysokości wyznaczono przy pomocy niwelacji technicznej. Wyniki tych badań zostały uwzględnione przy opracowaniu przeglądowej mapy grawimetrycznej Polski w skali 1 : 300 000 (1958). W latach następnych dokonano pełniejszego opracowania, rezultatem którego była mapa grawimetryczna w skali 1: 200 000 obejmująca również arkusze z rejonu niecki miechowskiej.

Wyniki prac półszczegółowych, które prowadzone były w latach 1962 – 1965 przez J.Reczka zostały przedstawione w opracowaniach za poszczególne lata w formie map anomalii regionalnych i resztkowych wg Griffina i Egyeda w skali 1: 100 000.

Badania półszczegółowe wykorzystywane były również w aspekcie poszukiwań złóż bituminów przez „Geonafte”, która w roku 1966 przedstawiła dwie mapy anomalii siły ciężkości niecka miechowska „A” i niecka miechowska „B”.

Pierwsze badania magnetyczne o charakterze regionalnym prowadzone były w okresie od 1937 – 1953 przez St. Pawłowskiego, B. Bańskiego, M. Kurbiela i A. Kozere. Wykonano je wagami magnetycznymi systemu Schmidta. Wyniki tych badań zostały wykorzystane przy opracowaniu mapy w skali 1 : 300 000, którą wydano w 1956 roku. W roku 1962 zestawiono mapę składową Z natężenia pola magnetycznego stosując bardziej już precyzyjny wzór w stosunku pierwotnej wersji mapy. Dla niecki miechowskiej opracowanie wykonał zespół W. Draczyński, K. Karaczun i M. Karaczun w latach 1967 – 1968 w dwuczęściowej pracy *Zestawienie, analiza i interpretacja mapy magnetycznej 1 : 200 000 niecki mogileńsko-lódzkiej*.

Prace geoelektryczne prowadzone w rejonie projektowanego otworu mają charakter badań szczegółowych. Pierwsze udokumentowane badania geofizyczne rejonu Cudzynowic pochodzą z roku 1968 (Lisik, 1968). Następnie podczas prac przy sporządzaniu Szczegółowej Mapy Geologicznej Polski w skali 1: 50 000, arkusz Kazimierza Wielka wykonano badania geofizyczne - sondowania i profilowania metodą elektrooporową (Tracz, 1981; Lisik, Tracz, 1981). Zasadniczym celem tych badań było rozpoznanie struktur geologicznych, przebiegu stref dyslokacyjnych w utworach jurajsko - kredowych oraz wykartowanie zmienności litologicznych w strefie przypowierzchniowej.

Największe rozpoznanie geofizycznych wykonano za pomocą badań sejsmicznych, prowadzonych systematycznie od roku 1957 głównie przez krakowskie Przedsiębiorstwo Geofizyki Górnictwa Naftowego oraz przez Przedsiębiorstwo Poszukiwań Geofizycznych w Warszawie. Badania sejsmiczne prowadzono przede wszystkim metodą refleksyjną oraz w mniejszym już stopniu stosowano refrakcję (sondowania, badania profilowe). Badania refrakcyjne zastosowano po raz pierwszy podczas realizacji tematu „Tarnów – Żółcza”, których celem było zejście poniżej granicy ekranującej, jaką stanowił poziom anhydrytu. W 1963 roku w południowej części niecki wykonano również krótki profil refrakcyjny, który wskazał na możliwość kartowania górnej jury przy pomocy fal załamanych. W 1965 r. w rejonie Nowy Korczyn – Busko – Pińczów wykonano 16 sondowań refrakcyjnych dla określenia miąższości utworów trzeciorzędowych. Pierwsze badania refleksyjne z zastosowaniem metody regulowanego odbioru kierunkowego z pokryciem wielokrotnym zastosowano w trakcie realizacji tematu: Włoszczowa – Szczekociny – Wodzisław – Jędrzejów – Pławowice – Skalbmierz (1967). Badania te stosowano równolegle obok metody profilowania ciągłego i miały one w zasadzie charakter prac tzw. zwiadowczych i nie przynosiły poprawy jakości wyników.

Wszystkie głębokie otwory z rejonu niecki miechowskiej posiadają wykonane badania geofizyczne, które można pogrupować w trzy klasy badań:

- podstawowe, zaliczyć tu należy – boczne sondowanie elektryczne (BSE), profilowanie potencjałów naturalnych (PS), profilowanie oporności (PO), profilowanie oporności płuczki (POP), profilowanie naturalnej promieniotwórczości gamma (PG), profilowanie neutron – gamma (PNG), profilowanie średnicy (PŚr); Wykonano dla wszystkich głębokich otworów w niecce miechowskiej;

- specjalne uzupełniające, obejmują profilowanie termiczne dla określenia gradientu geotermicznego, mikroprofilowanie oporności, profilowanie akustyczne, profilowanie średnich prędkości oraz tzw. pomiary ujednocające typu PG bądź PNG; wykonano dla nielicznych otworów jak: Pągów IG-1, Jaronowice IG-1, Milianów IG-1, Wegrzynów IG-1, Biała Wielka IG-1, Trzonów 2, Skalbmierz 3.
- prowadzone dla kontroli stanu technicznego otworów – stosowano najczęściej metody takie jak: profilowanie krzywizny, profilowanie średnicy, profilowanie temperatury w warunkach nieustalanej równowagi cieplnej; wykonywano dla wszystkich głębokich otworów.



## **5. Przewidywany profil geologiczny projektowanego otworu**

Na podstawie dostępnych archiwalnych danych geologicznych (Jurkiewicz, Woźniński, 1979; Walczowski, 1978; Walczowski 1982) ustalono przypuszczalny profil litologiczno-stratygraficzny (rys. 2).

Oszacowano, że w rejonie gminy Kazimierza Wielka strop utworów prekambru znajduje się na głębokości około 2 390,0 m p.p.t.

Utwory paleozoiku, reprezentowane przez dewon dolny (iłowce i mułowce z wkładkami piaskowców) i środkowy (wapienie i dolomity), występują na głębokości około 1430,0 do 2390,0 m p.p.t.

Trias dolny wydzielono w przedziale głębokości od 1395,0 do 1430,0 m p.p.t. jako utwory piaskowców, wapieni i iłów z anhydrytami.

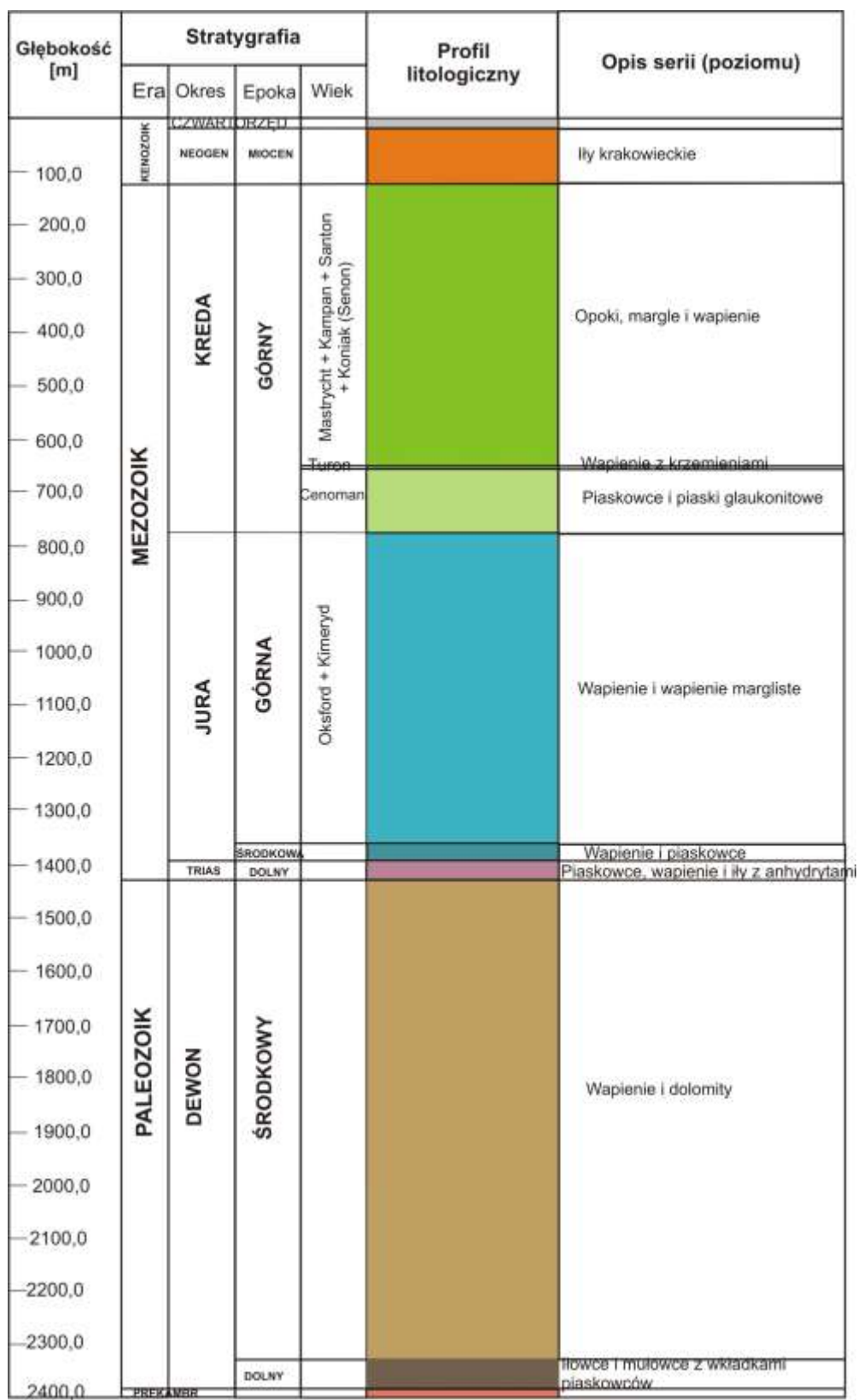
Jura w opisywanym obszarze jest reprezentowana przez warstwy jury środkowej i górnej. Brak jest jury dolnej. Jura środkowa występuje na głębokości od 1360,0 do 1395,0 m p.p.t.. Natomiast jura górna wyróżniona została jako utwory wapienne oksfordu i kimerydy wydzielone w przedziale głębokości od 780,0 do 1360,0 m p.p.t.

Utwory kredy górnej występują na głębokości od 121,0 do 780,0 m p.p.t. Na podstawie zmienności litologicznej wyróżnić tu można osady cenomanu, turonu, koniak, santonu, kampanu i mastrychtu. Do cenomanu, z którego utworów projektuje się uzyskać wody termalne, zaliczyć należy piaskowce i piaski glaukonitowe występujące na głębokości od 670,0 do 750,0 m p.p.t. Na głębokości około 655,0 do 660,0 m p.p.t. występują wapienie z krzemieniami turonu. Utwory koniak, santonu, kampanu i mastrychtu (senon) występują na głębokości od 120,0 do 655,0 m p.p.t. I są to głównie opoki, margle i wapienie.

Neogen reprezentowany przez utwory miocenu, wydzielono na głębokości od 14,0 do 121,0 m p.p.t. jako iły krakowieckie.

Nadkład stanowią niezbyt miąższe osady czwartorzędowe, osiągające maksymalną miąższość 14 m.

Należy jednak podkreślić, że przypuszczalny profil geologiczny może różnić się od rzeczywistego w zakresie miąższości poszczególnych pięter stratygraficznych.



Rys. 2. Przepuszczalny profil geologiczny rejonu projektowanych robót.

## **Część projektowa**

## **6. Możliwość osiągnięcia celu robót geologicznych**

### **6.1. Opis i uzasadnienie liczby, lokalizacji i rodzaju projektowanego otworu**

Celem przedstawionych w projekcie robót geologicznych jest rozpoznanie parametrów wód termalnych występujących w rejonie miejscowości Cudzynowice, do celów grzewczych dla Zespołu Szkół Rolniczych. Na obecnym etapie projektowania zakłada się, iż wykonany zostanie pionowy otwór o charakterze hydrogeologiczno - rozpoznawczym Cudzynowice GT-1, który wykorzystany zostanie do poboru (eksploatacji) wód termalnych, celem odebrania ciepła. Po wykonaniu pełnego zestawu badań i testów złożowych inwestor zdecyduje o odwierceniu drugiego otworu chłonnego (do zatłaczania wód) lub zagospodaruje pobrane wody w inny możliwy sposób.

Projektowany otwór hydrogeologiczno – rozpoznawczy zlokalizowany zostanie na działce o numerze ewidencyjnym 842/8, obręb Cudzynowice, gm. Kazimierza Wielka, powiat kazimierski, na wysokości 191,0 m n.p.m., w południowo-zachodniej części Cudzynowic.

Współrzędne geograficzne projektowanego otworu Cudzynowice GT-1:

- szerokość geograficzna: 50° 17' 12,59";

- długość geograficzna: 20° 29' 13,6".

Lokalizację projektowanego otworu Cudzynowice GT-1 przedstawiono na mapie sytuacyjno-wysokościowej, przedstawionej w załączniku 2.

**Przeanalizowane materiały archiwalne wskazują, że najbardziej perspektywicznym zbiornikiem geotermalnym w rejonie Cudzynowic jest cenomański zbiornik geotermalny.** Stwierdzono, iż strop utworów cenomańskich znajduje się na głębokości około 660 m p.p.t., a ich całkowita miąższość wynosi około 120 m. W ramach projektowanych robót geologicznych przewiduje się odwiercenie pionowego otworu Cudzynowice GT-1 do głębokości 750,0 m., obejmującej spąg utworów cenomanu i opróbowanie poziomu wodonośnego.

## **6.2. Schematyczna konstrukcja projektowanego otworu wiertniczego**

W dostosowaniu do przypuszczalnego profilu litologicznego należy rozpocząć wiercenie świdrem sznekiem oraz łyżką wiertniczą  $\varnothing$  559 mm pod rury  $\varnothing$  508 mm i poprowadzić je tą średnicą do głębokości 18,0 m w celu zawiercenia stropu iłów krakowieckich. Następnie należy kontynuować wiercenie systemem mechaniczno – obrotowym na płuczkę polimerową. Do głębokości 130,0 m należy je prowadzić gryzerem  $\varnothing$  457 mm pod rury  $\varnothing$  406 mm. W następnym etapie należy prowadzić prace wiertnicze gryzerem  $\varnothing$  356 mm pod rury  $\varnothing$  305 mm do głębokości 670 m (strop cenomanu). Ostatnim etapem wiercenia jest doprowadzenie go do głębokości końcowej tj. 750,0 m przy użyciu gryzera  $\varnothing$  235 mm dla obsadzenia kolumny filtrowej  $\varnothing$  244 - 168 mm. Konstrukcja filtra wyglądać będzie następująco:

- rura nadfiltrowa ze stali nierdzewnej – dł. 80,0 m -  $\varnothing$  244 m z łącznikiem redukcyjnym do przejścia na  $\varnothing$  168 mm
- rura nadfiltrowa ze stali nierdzewnej – dł. 590,0 m -  $\varnothing$  168 mm
- filtr szczelinowy ze stali nierdzewnej – dł. 60,0 m -  $\varnothing$  168 mm
- rura podfiltrowa ze stali nierdzewnej – dł. 20,0 m -  $\varnothing$  168 mm

Część czynna filtra powinna być zabudowana filtrem ze szczeliną ciągłą (typu Johnston). Szerokość szczelin w filtrze szczelinowym zostanie dobrana na podstawie wyników analizy granulometrycznej piasków glaukonitowych przewidywanych do ujęcia. Najprawdopodobniej będzie ona się wahać w przedziale 0,5 – 1,0 mm. Wszystkie rury stalowe muszą zostać w otworze. Zamiast stosowania w kolumnie filtrowej rur stalowych dopuszcza się możliwość montażu rur z włókna szklanego (fiberglass). Ostateczna konstrukcja otworu oraz filtra zostanie ustalona przez osobę kierującą pracami geologicznymi po określeniu rzeczywistego profilu litologicznego otworu.

Projekt geologiczno – techniczny otworu przedstawiono w załączniku 7.

### **6.3. Wskazówki dotyczące zamykania horyzontów wodonośnych**

W projektowanym otworze wystąpią 3 poziomy wodonośne: czwartorzędowy, górnokredowy występujący w marglach, oraz górnokredowy – cenomański związany z piaskami i piaskowcami glaukonitowymi - przewidziany do ujęcia. Poziomy: czwartorzędowy i górnokredowy występujący w marglach muszą zostać zamknięte. Zamknięcia ich należy dokonać poprzez cementowanie do wierzchu przestrzeni pomiędzy rurami a skałą – załącznik 7.

### **6.4. Sposób i termin likwidacji otworu**

W przypadku nie uzyskanie przepływu wód z horyzontu wodonośnego cenomanu o temperaturze i w ilości zadawalającej Inwestora, przewiduje się likwidację otworu hydrogeologiczno – rozpoznawczego Cudzynowice GT-1, na podstawie opracowanego projektu technicznego likwidacji otworu wiertniczego.

### **6.5. Charakterystyka i uzasadnienie zakresu oraz metod projektowanych badań geofizycznych i geochemicznych oraz ich lokalizacja**

Podczas realizacji projektowanych robót geologicznych ze względu na planowaną głębokość końcową (750,0 m) oraz dobre rozpoznanie geologiczne rejonu wiercenia, nie przewiduje się wykonanie badań z zakresu geofizyki wiertniczej oraz badań geochemicznych dla otworu Cudzynowice GT-1. Własności kolektorskie skał cenomańskiego zbiornika wód termalnych zostaną opisane na podstawie **rdzeniowanie w przedziale głębokości od 650,0 do 750,0 m p.p.t.**

### **6.6. Zakres obserwacji i badań terenowych**

Podczas realizacji robót geologicznych przewidzianych w niniejszym Projekcie przeprowadzone zostaną obserwacje i badania związane szczególnie z horyzontem wodonośnym cenomanu. W zakres tych prac wejdą obserwacje i badania podczas wiercenia

otworu, próbne pompowania, pomiary temperatury i ciśnienia, badania i pomiary specjalistyczne.

#### **6.6.1. Obserwacje i badania podczas wiercenia otworu**

Podczas wiercenia otworu Cudzynowice GT-1 przewiduje się wykonanie następujących obserwacji i badań:

- pobór próbek okruchowych: podczas przewiercania utworów czwartorzędu, trzeciorzędu i górnej kredy, do głębokości około 668 projektuje się pobór próbek okruchowych średnio co 10 m; w strefach o szczególnej zmienności litologicznej i stratygraficznej przewiduje się możliwość częstszego poboru prób okruchowych;
- pobór rdzenia wiertniczego: podczas przewiercania serii górnej kredy (cenomanu), w strefie złożowej przewiduje się pobranie rdzenia (ok. 10 marszy aparatem rdzeniowym, uzysk rdzenia od 80 – 100%) przy pomocy aparatu rdzeniowego wielosekcyjnego; głębokość rdzeniowania będzie zależała od napotkanych warunków geologicznych oraz decyzji nadzoru geologicznego.
- obserwacje podczas głębenia otworu: projektuje się obserwacje płynów – ubytki płuczki wiertniczej, objawy zgazowania (metan, siarkowodór lub inne gazy), dopływ wód złożowych. Zapięcie ok. 3 – 5 próbników złoża w celu opróbowania strefy złożowej cenomanu.

#### **6.6.2. Próbne pompowania**

Dla zbadania i ujęcia cenomańskiego poziomu wodonośnego przewiduje się wykonanie następujących pompowań: pompowania oczyszczającego i pompowania pomiarowego

Pompowanie oczyszczające – będzie ono wykonane jednym stopniem dynamicznym przy maksymalnej wydajności. Jego czas trwania jest trudny do określenia – zostanie ono zakończone w momencie stwierdzenia pożądanej czystości wody. Przybliżony czas trwania tego pompowania można określić na 8 – 10 godzin. Może ono zostać przedłużone o ile nie uzyska się klarowności ujmowanych wód po zakładanym czasie pompowania. O ile

w projektowanym otworze nastąpi samowypływ wód cenomańskiego poziomu wodonośnego pod dużym ciśnieniem, pompowania oczyszczającego należy zaniechać i pozwolić na swobodny samoczynny wypływ wody sprawdzając jej czystość co 1 godzinę.

Pompowanie oczyszczające – będzie ono wykonane jednym stopniem dynamicznym przy maksymalnej wydajności. Jego czas trwania jest trudny do określenia – zostanie ono zakończone w momencie stwierdzenia pożądanej czystości wody. Przybliżony czas trwania tego pompowania można określić na 8 – 10 godzin. Może ono zostać przedłużone o ile nie uzyska się klarowności ujmowanych wód po zakładanym czasie pompowania. O ile w projektowanym otworze nastąpi samowypływ wód cenomańskiego poziomu wodonośnego pod dużym ciśnieniem, pompowania oczyszczającego należy zaniechać i pozwolić na swobodny samoczynny wypływ wody sprawdzając jej czystość, temperaturę i wysokość stabilizacji(ciężnienia) co 1 godzinę.

Pompowanie pomiarowe – należy je rozpocząć po ustabilizowaniu się zwierciadła wody w otworze (po osiągnięciu ciśnienia złożowego). Należy je przeprowadzić na trzech stopniach dynamicznych ruchem nieustalonym aż do ustalenia się parametrów filtracji z kolejnymi wydajnościami wzrastającymi wg schematu:  $Q_2 = 2Q_1$ ,  $Q_3 = 3Q_1$ . Koniecznym warunkiem rozpoczęcia każdego kolejnego stopnia pompowania jest ustalenie się poziomu statycznego zwierciadła wody. Wydatek na ostatnim trzecim stopniu pompowania powinien być zbliżony do maksymalnej możliwej do osiągnięcia wydajności otworu. Czas trwania pompowania na każdym stopniu dynamicznym powinien wynosić co najmniej 3 godziny. Czas stabilizacji zwierciadła wód podziemnych (powrotu do stanu wyjściowego czyli do zwierciadła statycznego) szacuje się na około 12 – 24 godziny. W przypadku ciągłego wzniosu poziomu zwierciadła po 24 godzinach należy przedłużyć czas stabilizacji.

W trakcie pompowań badawczych należy mierzyć ciśnienie wody jej temperaturę, przewodność, pH, potencjał redox.



### 6.6.3. Badania laboratoryjne i pomiary specjalne

W trakcie trwania prób i testów złożowych oraz po zakończeniu robót geologicznych zostaną wykonane następujące badania laboratoryjne:

- badania mikrofaunistyczne, mineralogiczne i petrograficzne materiału rdzeniowego w celu określenia parametrów kolektorskich zbiornika geotermalnego w utworach cenomanu;
- badania składu fizyko-chemicznego wody termalnej,
- badania izotopowe wody termalnej, w tym stężenie ciężkich izotopów tlenu i wodoru.

W trakcie prób i testów złożowych oraz po zakończeniu robót geologicznych wykonane zostaną badania laboratoryjne własności fizyko-chemicznych wód termalnych. Zakres badań składu chemicznego i właściwości fizykochemicznych wody termalnej powinien obejmować oznaczenia:

- temperatury, odczynu pH, potencjału Eh, przewodnictwa elektrolitycznego  $\gamma$ ;
- twardości wody (ogólnej, węglanowej i niewęglanowej), zasadowości, mineralizacji ogólnej, krzemionki jako  $\text{SiO}_2$ ;
- makroelementów: jony siarczanowe  $\text{SO}_4^{2-}$ , chlorkowe  $\text{Cl}^-$ , wodorowęglanowe  $\text{HCO}_3^-$ , sodu  $\text{Na}^+$ , potasu  $\text{K}^+$ , wapnia  $\text{Ca}^{2+}$ , magnezu  $\text{Mg}^{2+}$ ;
- mikroelementów: boru B, fluoru  $\text{F}^-$ , bromki  $\text{Br}^-$ , fosforu jako  $\text{HPO}_4^{2-}$ , azotanów  $\text{NO}_2^-$ , azotynów  $\text{NO}_3^-$ , żelaza ogólnego Fe, ołowiu  $\text{Pb}^{2+}$ , arsenu  $\text{As}^{2+}$ , glinu  $\text{Al}^{3+}$ , jonu amonowego  $\text{NH}_4^+$ , manganu  $\text{Mn}^{2+}$ , strontu  $\text{Sr}^{2+}$ , baru  $\text{Ba}^{2+}$ , cynku  $\text{Zn}^{2+}$ , chromu  $\text{Cr}^{2+}$ , miedzi  $\text{Cu}^{2+}$ , litu  $\text{Li}^+$ ;
- gazów rozpuszczonych w wodzie: siarkowodoru  $\text{H}_2\text{S}$ , tlenu  $\text{O}_2$ , dwutlenku węgla  $\text{CO}_2$ , azotu  $\text{N}_2$ ;

Metodyka opróbowania wód oraz zabezpieczenia i transportu próbek do laboratorium powinna spełniać zasady określone normą PN – ISO 5667-11:2004 oraz wytycznych zawartych w *Katalogu wybranych fizycznych i chemicznych wskaźników zanieczyszczeń wód podziemnych i metod ich oznaczania* (Witczak i in., 2013).

## **6.7. Prace geodezyjne**

Podczas realizacji robót geologicznych przewidzianych w niniejszym projekcie przewiduje się wykonanie pomiarów geodezyjnych związanych z lokalizacją otworu Cudzynowice GT-1.

Po przeprowadzonej rekultywacji terenu należy również dokonać pomiaru sytuacyjno – wysokościowego.

## **7. Określenie próbek geologicznych podlegających przekazaniu organowi administracji geologicznej**

Zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Środowiska z dnia 15.12.2011 w sprawie gromadzenia i udostępniania informacji geologicznej (Dz.U. 2011 Nr 282, poz. 1657) próbki geologiczne należy zakwalifikować zgodnie z tym rozporządzeniem jako próbki czasowego przechowywania. Próby okruchowe oraz rdzenie uzyskane podczas wiercenia otworu należy przechowywać w specjalnych pomieszczeniach zapewniających ochronę przed szkodliwymi wpływami atmosferycznymi. Wykonawca robót geologicznych po zakończeniu prac w terenie i wykonaniu badań laboratoryjnych przekaże próbki geologiczne do magazynu próbek. Magazyn próbek geologicznych czasowego przechowywania prowadzić będzie wykonawca robót geologicznych.

Natomiast pobrane rdzenie wiertnicze należy umieszczać w skrzynkach zabezpieczonych przed zanieczyszczeniem i zniszczeniem. Na skrzynkach, w których znajdują się rdzenie należy czytelnie i w sposób trwały umieścić informacje: nazwę otworu, interwał pobrania oraz datę.

## **8. Harmonogram projektowanych robót geologicznych**

Harmonogram projektowanych robót geologicznych przedstawiono w tabeli 2. Sumaryczny okres realizacji niniejszego projektu wyniesie 10 miesięcy. W związku z powyższym wnioskuje się o zatwierdzenie niniejszego projektu robót geologicznych na czas oznaczony z datą ważności do 28.02.2015 roku.

Tabela 2. Harmonogram projektowanych robót geologicznych

L.p.	Zadanie	Przewidywany czas realizacji zadania (dni)	Przewidywany czas realizacji projektu (dni)
1.	Prace przygotowawcze – wyrównanie terenu, montaż urządzenia wiertniczego, przygotowanie zaplecza wiertni	7	7
2.	Roboty geologiczne – wiercenie, rurowanie, cementowanie	40	47
3.	Testy i badania hydrogeologiczne – pompowanie oczyszczające, pompowanie próbne	7	54
4.	Badania laboratoryjne, opracowanie wyników	20	74
5.	Próbna eksploatacja	180	254
6.	Analiza wyników prac geologicznych przeprowadzonych w otworze Cudzynowice GT-1	10	264
7.	Opracowanie dokumentacji hydrogeologicznej	40	304

## **9. Opis przedsięwzięć technicznych, technologicznych i organizacyjnych w celu zapewnienia bezpieczeństwa powszechnego, bezpieczeństwa pracy i ochrony środowiska konieczne ze względu na ochronę środowiska**

Projektowane prace wiertnicze prowadzone będą na obszarze terenu ograniczonym praktycznie do terenu wiertni, gdzie będzie zlokalizowane urządzenie wiertnicze wraz ze wszystkimi podzespołami, dół urobkowy, zbiorniki oraz mogą znaleźć się różnego rodzaju magazyny i pomieszczenia socjalne.

Prace wiertnicze związane z wykonaniem otworu wiertniczego można podzielić na kilka faz:

- faza lokalizacji wiertni,
- faza prac budowlano-montażowych,
- faza wiercenia, wykonywania zabiegów stymulujących dopływ płynu do otworu oraz faza prób złożowych,
- faza demontażu wiertni,
- faza rekultywacji terenu.

Projektowane roboty geologiczne wykonane zostaną systemem mechaniczno – obrotowym na płuczkę wiertniczą. Prace wykonane zostaną przez specjalistyczną firmę wiertniczą, pod nadzorem i dozorem osób posiadających stosowne uprawnienia i kwalifikacje, zgodnie ze stosownymi przepisami ustawy Prawo geologiczne i górnicze. Wiercenie prowadzone będzie pod kierunkiem uprawnionego wiertacza i nadzorem osoby posiadającej uprawnienia kierownika ruchu zakładu górniczego do prowadzenia prac wiertniczych urządzeniami do głębokości 1000 m. Pracownicy obsługujący wiertnię powinni posiadać przeszkolenie w zakresie przestrzegania warunków BHP oraz okresowe badania lekarskie.

Zgodnie z art. 81 Ustawy z dnia 9 czerwca 2011r., Prawo geologiczne i górnicze (Dz. U. z 2011r., Nr 163, poz. 981) do wykonania projektowanych robót geologicznych należy przystąpić po uprzednim zgłoszeniu zamiaru ich wykonania na dwa tygodnie przed ich rozpoczęciem –Burmistrzowi Miasta i Gminy Kazimierza Wielka, organowi nadzoru górniczego (Dyrektorowi Okręgowego Urzędu Górniczego w Kielcach) i organowi administracji geologicznej (Marszałkowi Województwa Świętokrzyskiego).

Ponadto w oparciu o Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 16 lutego 2012r., w sprawie planów ruchu zakładów górniczych (Dz.U z 2012r., poz. 372) projektowane roboty geologiczne można wykonywać wyłącznie w oparciu o plan ruchu zakładu górniczego, zatwierdzonego decyzją organu nadzoru górniczego.

Przed rozpoczęciem robót wiertniczych z terenu gdzie zostanie ustawione urządzenie wiertnicze wraz z zapleczem socjalno-technicznym, należy usunąć warstwę gleby (humusu) i zmagazynować ją w formie pryzmy, bądź wału. Dojazd do wiertni oraz jej teren należy wyłożyć betonowymi płytami drogowymi.

W przypadku budowy „dołu urobkowego” jego wnętrze należy wyłożyć szczelnym materiałem izolacyjnym (folią) o odpowiednich parametrach w celu zabezpieczenia przed przesączaniem zanieczyszczeń do ziemi. Wiertnie należy również wyposażać w szczelne zbiorniki płuczkowe oraz zbiorniki do magazynowania wody złożowej wynoszonej z otworu podczas zabiegów pompowania oczyszczającego i próbnego.

Należy dołożyć wszelkich starań, aby w trakcie realizacji robót geologicznych nie dopuścić do wycieku substancji niebezpiecznych do ziemi. W przypadku zaistnienia sytuacji awaryjnych np. niekontrolowanego wycieku paliwa, należy jak najszybciej wezwać specjalistyczną jednostkę ratownictwa chemicznego Straży Pożarnej.

Z uwagi na przewidywany przyływ w strefie złożowej cen omanu wód termalnych o temperaturze ok. 30°C oraz mineralizacji ok. 13 g/dm<sup>3</sup>, w trakcie prowadzenia pompowania oczyszczającego i pomiarowego nie jest możliwe odprowadzanie tych wód do ziemi bądź do cieku powierzchniowego. Wody zużyte należy gromadzić w specjalnie do tego celu przystosowanych szczelnych zbiornikach i sukcesywnie je utylizować.

Zaplecze socjalne wiertni należy wyposażać w szczelne, okresowo opróżniane urządzenia sanitarne.

W trakcie prowadzenia robót geologicznych płuczkę i urobek geologiczny należy gromadzić w szczelnych zbiornikach, tak aby nie doprowadzić do zanieczyszczenia wód powierzchniowych.

Zakłada się, iż otwór wiertniczy wykonany zostanie przez urządzenia o napędzie elektrycznym, co pozwoli na zmniejszenie natężenia hałasu do minimum. Ewentualny hałas wynikający z pracy urządzenia wiertniczego nie powinien być uciążliwy dla miejscowej ludności.

## **10. Sposób i forma opracowania wyników objętych projektem robót geologicznych**

Wyniki uzyskane w wyniku wykonania otworu hydrogeologiczno-rozpoznawczego Cudzynowice GT-1 opracowane zostaną w formie dokumentacji hydrogeologicznej z określeniem zasobów eksploatacyjnych wód termalnych z utworów cenomanu, zgodnie z wymogami §8 Rozporządzenia Ministra Środowiska z dnia 23 grudnia 2011 r. w sprawie dokumentacji hydrogeologicznej i geologiczno – inżynierskiej (Dz.U. Nr 291, poz. 1714). Pracę niniejszą wykonać również należy zgodnie z ogólnymi zaleceniami określonymi w *Zasadach i metodyce dokumentowania zasobów wód termalnych i energii geotermalnej oraz sposobach odprowadzania wód zużytych* (Kapuściński i inni, 1997).

W przypadku uzyskania negatywnych wyników robót geologicznych niekończących się udokumentowaniem zasobów wód termalnych opracować należy dokumentację geologiczną zgodnie z §4 Rozporządzenia Ministra Środowiska z dnia 15 grudnia 2011r., w sprawie szczegółowych wymagań dotyczących innej dokumentacji geologicznych (Dz.U. Nr 282, poz. 1656).

W związku z tym, iż głębokość projektowanego otworu przekracza 100 m roboty geologiczne muszą być prowadzone w oparciu o przepisy planu ruchu zakładu górniczego. W związku z powyższym wykonawca robót ma obowiązek opracować część szczegółową planu ruchu zakładu górniczego na podstawie niniejszego projektu i decyzji zatwierdzającej projekt do realizacji stosownie do przepisów Rozporządzenia Ministra Środowiska z dnia 16 lutego 2012r., w sprawie planów ruchu zakładów górniczych (Dz.U z 2012r., poz. 372). Plan ruchu podlega zatwierdzeniu, w drodze decyzji przez Dyrektora Okręgowego Urzędu Górniczego w Kielcach. Wniosek o zatwierdzenie planu ruchu zakładu górniczego przedkłada się co najmniej na 30 dni przed dniem rozpoczęcia wykonywania zaprojektowanych robót geologicznych.

## **11. Wnioski i zalecenia**

1. Niniejszy projekt robót geologicznych został sporządzony w celu na wykonanie otworu hydrogeologiczno-rozpoznawczego dla udokumentowania wód termalnych w miejscowości Cudzynowice, gm. Kazimierza Wielka, pow. kazimierski. Inwestor zamierza wykorzystać ciepło uzyskane z wód termalnych ujętych w utworach górnej kredy – cenomanie o temperaturze około 27 – 30°C, do celów grzewczych dla Zespołu Szkół Rolniczych. Wydajność otworu oczekiwana przez Inwestora wynosi 18 m<sup>3</sup>/h. Otwór Cudzynowice GT-1 zlokalizowany zostanie w obrębie działki o numerze ewidencyjnym 842/8, obręb Cudzynowice, gm. Kazimierza Wielka, stanowiącej własność Powiatu kazimierskiego.
2. Założony cel zostanie zrealizowany poprzez wykonanie pionowego otworu hydrogeologiczno - rozpoznawczego Cudzynowice GT-1 do głębokości 750,0 m. W trakcie realizacji przewiduje się opróbowanie poziomu wodonośnego górnej kredy – cenomanu.
3. Prace wiertniczo-badawcze muszą być wykonywane pod nadzorem geologicznym, zgodnie z obowiązującymi przepisami.
4. Wykonawca prac wiertniczych zobowiązany jest sporządzić plan ruchu i uzyskać jego zatwierdzenie w Okręgowym Urzędzie Górniczym w Kielcach.
5. Wnioskuje się o upoważnienie nadzoru geologicznego do bieżącego korygowania założeń projektu w zakresie głębokości odwiertu, konstrukcji otworu, systemu zarurowania i opróbowania. Dokładny sposób nafiltrowania i głębokość posadowienia poszczególnych kolumn rur i czas próbnych pompowań ustali nadzór geologiczny na podstawie otrzymanych wyników badań.
6. Z uwagi na przewidywana temperaturę 27 – 30°C oraz mineralizację około 13 g/dm<sup>3</sup> wydobyte wody termalne na powierzchnię w trakcie pompowania oczyszczającego oraz pompowania pomiarowego należy gromadzić w szczelnym zbiorniku (lub odizolowanym dole urobkowym) i sukcesywnie utylizować.

7. Wyniki przeprowadzonych robót geologicznych wraz z ich interpretacją oraz określeniem stopnia zamierzonego celu, należy przedstawić w dokumentacji hydrogeologicznej określającej zasoby eksploatacyjne wód termalnych, zgodnie z wymogami §8 Rozporządzenia Ministra Środowiska z dnia 23 grudnia 2011 r. w sprawie dokumentacji hydrogeologicznej i geologiczno – inżynierskiej (Dz.U. Nr 291, poz. 1714). Pracę niniejszą wykonać również należy zgodnie z ogólnymi zaleceniami określonymi w *Zasadach i metodyce dokumentowania zasobów wód termalnych i energii geotermalnej oraz sposobach odprowadzania wód zużytych* (Kapuściński i inni, 1997).
  
8. W przypadku nieosiągnięcia założonego w projekcie celu robót, przewiduje się likwidację otworu hydrogeologiczno-rozpoznawczego Cudzynowice GT-1, na podstawie projektu technicznego likwidacji otworu wiertniczego. Wyniki robót geologicznych należy w takim przypadku przedstawić w dokumentacji geologicznej tzw. „innej” zgodnie z §4 Rozporządzenia Ministra Środowiska z dnia 15 grudnia 2011r., w sprawie szczegółowych wymagań dotyczących innej dokumentacji geologicznych (Dz.U. Nr 282, poz. 1656).



## **Literatura:**

- Barbacki A.P., 2004 - Zbiorniki wód geotermalnych niecki miechowskiej i środkowej części zapadliska przedkarpackiego. Wydawnictwo Instytutu Gospodarki Surowcami Mineralnymi i Energią PAN. Kraków
- Barbacki A.P., Kazanowska A., 2001a – Cenomańskie wody geotermalne zapadliska przedkarpackiego i obszarów przyległych. *Prz. Geol.*, 49: 544-550.
- Cieśliński S., 1973 – Niecka miechowska. [W:] *Budowa geologiczna Polski. T. I, cz. 2. Stratygrafia*, Wyd. Geol., Warszawa. 566 – 580.
- Dayczak – Calikowska K., Kopik J., 1973 – *Budowa Geologiczna Polski t. 1, cz. 2, Stratygrafia*, 237-272.
- Dowgiałło J., Kleczkowski A.S., Macioszczyk T., Rózkowski A. (red. nauk.), 2002 – *Słownik hydrogeologiczny*. Państwowy Instytut Geologiczny, Warszawa.
- Jawor E., 1970 – Wgłębna budowa geologiczna przedgórza Karpat w obszarze na wschód od Krakowa. *Acta Geologica Polonica*, vol. XX, nr 4, 709 – 762.
- Jurkiewicz H., Kania Z., 1999 - Profile głębokich otworów wiertniczych Instytutu Geologicznego. *Jędrzejów IG1*, z. 92, Instytut Geologiczny.
- Jurkiewicz H., Maszońska D., Woiński J., 1976 – Profile głębokich otworów wiertniczych Instytutu Geologicznego. *Pągów IG1*, z. 33, Instytut Geologiczny.
- Jurkiewicz H., Szczerba A., 1976 – Wyniki badań termicznych centralnej części niecki miechowskiej i przyległego obszaru Gór Świętokrzyskich. *Biuletyn Instytutu Geologicznego* 296, T. 12, 129-161.
- Kapuściński J., Nagy S., Długosz P., Biernat H., Bentkowski A., Zawisza A., Macuda J., Bujakowska K., 1997 - *Zasady i metodyka dokumentowania zasobów wód termalnych i energii geotermalnej oraz sposoby odprowadzania wód zużytych, poradnik metodyczny*. Warszawa.
- Kondracki J. 2011 – *Geografia regionalna Polski*. Wyd. Nauk. PWN, Warszawa
- Kowalczevska G., 1981 - *Mapa hydrogeologiczna Polski w skali 1 : 200 000*, ark. Tarnów. Wydawnictwo Geologiczne, Warszawa.
- Kowalczevska G., 1984 – *Objaśnienia do mapy hydrogeologicznej Polski w skali 1 : 200 000*, arkusz Tarnów. Wydawnictwo Geologiczne, Warszawa.
- Krysiak Z., 2000 – Tectonic evolution of the Carpathian Foredeep and its influence on Miocene sediment. *Geol. Quarterly*, 44 (2): 137 – 156.

- Krzywiec P., 2000 – O mechanizmach inwersji bruzdy środkowopolskiej – wyniki interpretacji danych sejsmicznych. *Biul. Państw. Instyt. Geol.*, 393: 135-166.
- Moryc W., 1971 – Trias przedgórzia Karpat środkowych. *Rocznik Polskiego Towarzystwa Geologicznego*, z. 3, 419 – 484.
- Niemczyka T., Brochwicz – Lewiński W., 1988 – Rozwój górnego jurajskiego basenu sedimentacyjnego na Nizinie Polskiej. *Kwartalnik Geologiczny* t. 32 (I), 137 – 154.
- Oszczypko N., Krzywiec P., Popadiuk I., & Peryt T., 2006 – Carpathian Foredeep Basin (Poland and Ukraine): its sedimentary, structural and geodynamic evolution, in J. Golonka and F.J. Picha, (eds), *The Carpatians and their foreland: Geology and hydrocarbon resources: AAPG Memoir 74*: 61 – 318.
- Oszczypko N., Zając R., Garlicka I., Menčík E., Dvorak J. & Matějovská O., 1989 – Geological map of the substratum of the Tertiary of the Western Outer Carpathian and their foreland. In: D. Poprawa & J. Nemčok J. (eds). *Geological Atlas of the Western Outer Carpathians and their foreland*. Państwowy Instytut Geologiczny, Warszawa.
- Paczyński B. (red), 1995 – *Atlas hydrogeologiczny Polski*, 1: 500 000. Państw. Inst. Geol. Warszawa.
- Pożaryski W., 1974 – *Obszar świętokrzysko-lubelski*. [W:] *Budowa geologiczna Polski*. T. IV, cz. 1. Wyd. Geol., Warszawa.
- Prażak J., 2007 – Subregion środkowej Wisły wyżynna część centralna. [W:] *Hydrogeologia regionalna Polski*, tom I. Wyd. PIG-PIB Warszawa: 174 – 187.
- Rzońca B., 2005 – Hydrogeologiczne właściwości przestrzeni porowej dewońskich skał węglanowych w Górach Świętokrzyskich. *Prz. Geol.*, 53, 5: 400 - 409.
- Rzońca B., 2006 – Hydrogeologiczne właściwości dewońskich skał węglanowych w masywie świętokrzyskim. *Kwart. AGH*, 32, Geologia, 3: 235 - 343.
- Rzońca B., Prażak J., 2002 – Zmienność parametrów filtracyjnych węglanowych skał dewońskich w Górach Świętokrzyskich. *Biul. Państw. Inst. Geol.*, 404: 233 - 248.
- Senkowiczowa H., 1959 – Środkowy trias na obszarze zapadliska przedkarpackiego. *Kwartalnik Geologiczny* vol. 3 (1), 54 – 70.
- Stupnicka A. E., 2007 – *Geologia regionalna Polski*. Wydawnictwo Uniwersytetu Warszawskiego, Warszawa.
- Tyczyńska M., 1957 – *Klimat Polski w okresie trzeciorzędowym i czwartorzędowym*. *Prz. geogr.*, T.35. Warszawa.

- Walczowski A., 1978 - Szczegółowa mapa geologiczna Polski skala 1 : 50 000, ark. Bejsce (949). Wydawnictwo Geologiczne, Warszawa
- Walczowski A., 1982 - Mapa geologiczna szczegółowa Polski w skali 1 : 50 000 - ark. Kazimierza Wielka (948). Wydawnictwo Geologiczne, Warszawa.
- Walczowski A., 1984 – Objąsnienia do Szczegółowej Mapy Geologicznej Polski, arkusz Kazimierza Wielka (948) w skali 1 : 50 000. Wydawnictwo Geologiczne, Warszawa.
- Wasilewska H., Kokesz I., 1997 – Mapa hydrogeologiczna Polski w skali 1: 50 000, arkusz Kazimierza Wielka (948). Wydawnictwo Geologiczne, Warszawa.
- Wasilewska H., Orłowski J., 1997 – Mapa hydrogeologiczna Polski w skali 1: 50 000, arkusz Bejsce (949). Wydawnictwo Geologiczne, Warszawa.
- Wiktorowicz B., 2013 – Możliwości wykorzystania wód termalnych centralnej części Nieckii Nidy. [W:] VII Świętokrzyskie Spotkania Geologiczno-Geomorfologiczne Busko-Zdrój 22 – 24 maj 2013 (mat. konferencyjne): 90 – 93.
- Wiktorowicz B., Białecka K., Herman G., Janecka- Styrz K., Kos M., Młyńczak T., Salwa S., 2012 – Potencjał hydrogeologiczny oraz zasoby energii ze źródeł geotermalnych na terenie województwa świętokrzyskiego. Mat.arch. PIG-PIB, Kielce.
- Wiktorowicz B., Gała I., 2013 – Studium wykonalności dotyczące możliwości występowania i zagospodarowania wód termalnych w gminie Kazimierza Wielka. Mat.arch. PIG-PIB, Kielce.
- Witczak S., Kania J., Kmiecik E., 2013 - Katalogu wybranych fizycznych i chemicznych wskaźników zanieczyszczeń wód podziemnych i metod ich oznaczania. Biblioteka Monitoringu Środowiska.

**Materiały archiwalne:**

- Banach A., Jawor W., 1993 – Dokumentacja wynikowa otworów rozpoznawczych PŁAWOWICE – E-1, PŁAWOWICE – E-2. Polskie Górnictwo Naftowe i Gazownictwo, Zakład Poszukiwania Nafty i Gazu, Kraków, Mat. arch. PIG-PIB, Warszawa.
- Kicułowa K., 1968 – Karta otworu rozpoznawczego KAZIMIERZA WIELKA -12 (Odonów). Mat. arch. PIG-PIB, Warszawa.
- Kulma A., 1965 a – Karta otworu rozpoznawczego KAZIMIERZA WIELKA – 10. Mat. arch. PIG-PIB, Warszawa.
- Kulma A., 1965 b – Karta otworu rozpoznawczego KAZIMIERZA WIELKA – 2. Mat. arch. PIG-PIB, Warszawa.
- Kulma A., 1965 c – Karta otworu rozpoznawczego KAZIMIERZA WIELKA – 1. Mat. arch. PIG-PIB, Warszawa.
- Rojkowicz J., 1965 – Karta otworu rozpoznawczego SKORCZÓW-1. Mat, arch. PIG-PIB, Warszawa.
- Wierzchowska-Kicułowa K., 1964 – Karta otworu rozpoznawczego KAZIMIERZA WIELKA 4. Mat. arch. PIG-PIB, Warszawa.
- Wójcik Z., Jawor W., 1990 – Dokumentacja wynikowa otworu poszukiwawczego WIELGUS – 3. Zakład Poszukiwań Nafty i Gazu, Kraków, Mat. arch. PIG-PIB, Warszawa.

**Akty prawne wykorzystane przy opracowaniu projektu:**

Ustawa z dnia 9 czerwca 2011r. Prawo geologiczne i górnicze (Dz.U. z 2011r., nr 163, poz. 981).

Rozporządzenia Ministra Środowiska z dnia 20 grudnia 2011 r. w sprawie szczegółowych wymagań dotyczących projektów robót geologicznych, w tym robót, których wykonywanie wymaga uzyskania koncesji (Dz. U. z 2011r., Nr 288, poz. 1696).

Rozporządzenia Ministra Środowiska z dnia 23 grudnia 2011 r. w sprawie dokumentacji hydrogeologicznej i geologiczno – inżynierskiej (Dz.U. Nr 291, poz. 1714).

Rozporządzenia Ministra Środowiska z dnia 15 grudnia 2011r., w sprawie szczegółowych wymagań dotyczących innych dokumentacji geologicznych (Dz.U. Nr 282, poz. 1656).

Rozporządzenia Ministra Środowiska z dnia 16 lutego 2012r., w sprawie planów ruchu zakładów górniczych (Dz.U z 2012r., poz. 372).

Rozporządzeniem Ministra Środowiska z dnia 15.12.2011 w sprawie gromadzenia i udostępniania informacji geologicznej (Dz.U. 2011 Nr 282, poz. 1657)