
OBRAZOWANIE STROPU UTWORÓW ILASTYCH NA PRZYKŁADZIE BADAŃ DLA ATLASU GEOLOGICZNO-INŻYNIERSKIEGO SZCZECINA

Grzegorz Pacanowski



WSTĘP

Niniejszy tekst wykorzystany został w rozdziale 8.10 monografii pt. **BADANIA GEOLOGICZNO-INŻYNIERSKIE, GEOFIZYKA INŻYNIERSKA**, red. S. Ostrowski, G. Pacanowski, E. Majer, M. Sokołowska), Warszawa 2023, PIG-PIB.

Metody elektrooporowe wykorzystywane są często do badania obszarów o skomplikowanej budowie geologicznej, szczególnie tam, gdzie występują duże kontrasty opornościowe. Wynikowe modele elektrooporowe w bardzo dokładny sposób obrazują przebieg stropu osadów ilastych, uszczegóławiając model geologiczny pomiędzy otworami.

Przykład tego typu badań opisano w tekście: **ROLA OBRAZOWANIA ELEKTROOPOROWEGO W USZCZEGÓLOWIENIU SKOMPLIKOWANEJ BUDOWY GEOLOGICZNEJ WZGÓRZA MORASKO W POZNANIU**.

Przykładem wykorzystania metod elektrooporowych do określania powierzchni stropu gruntów spoistych są badania geofizyczne wykonane w ramach opracowania „Atlasu geologiczno-inżynierskiego Szczecina” ([Jaros i in., 2022](#)).

CEL BADAŃ

Jak już wspomniano badania geofizyczne wykonywane były w ramach opracowania Atlasu geologiczno-inżynierskiego Szczecina. **Celem badań geofizycznych było określenie regionalnej budowy geologicznej** w kilku wytypowanych obszarach, charakteryzujących się skomplikowaną budową geologiczną. Niniejszy przykład pochodzi z południowo zachodniej części Atlasu, gdzie na powierzchni występują ropy septyariowe oligocenu ([Ryc. 1](#)).

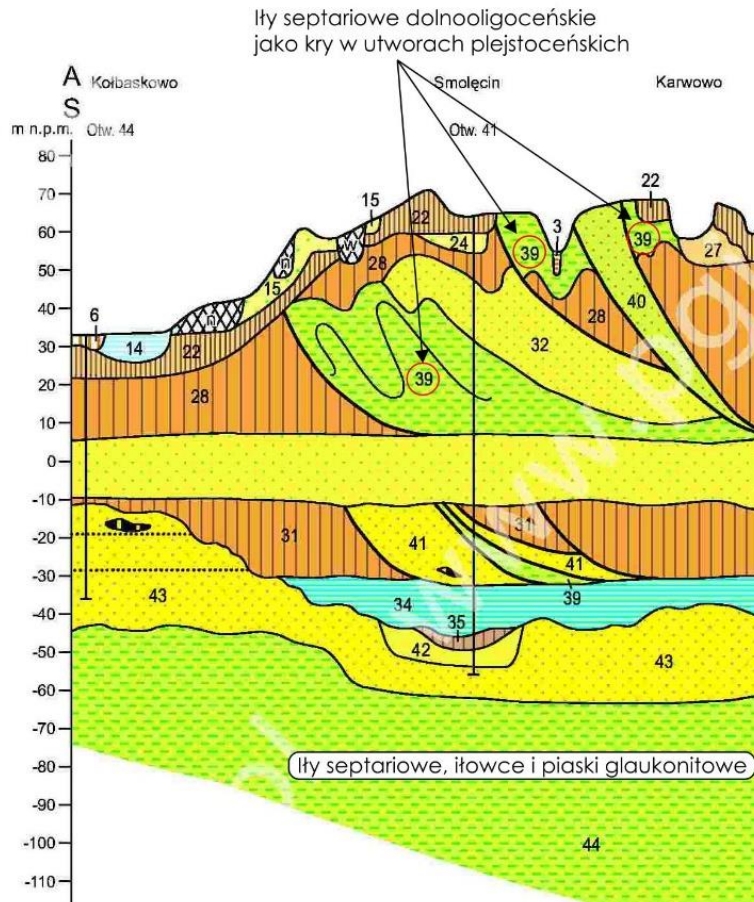
Wyniki badań dowiązano do archiwalnych i nowych otworów wiertniczych (wykonanych w ramach prac dla Atlasu) oraz do danych Szczegółowej mapy geologicznej Polski – arkusz Dołuje ([Piotrowski A., 1979](#)).

BUDOWA GEOLOGICZNA OBSZARU OBJĘTEGO BADAŃMI

Obszar opracowania, jak widać na poniższej mapie ([Ryc. 1](#)), znajduje się w miejscu, gdzie na powierzchni terenu zlokalizowane są liczne wychodnie utworów podczwartorzędowych.

Iły septariowe, iłowce i piaski glaukonitowe występują w podłożu czwartorzędu. Iły często charakteryzują się zaburzoną strukturą w efekcie procesów glacitektonicznych.

Schemat budowy geologicznej opisującą tą sytuację przedstawiono na [Ryc. 3](#).



Ryc. 3. Schemat budowy geologicznej – przekrój przez południową część arkusza (Piotrowski A., 1979).

W osadach plejstocenu, w obrębie zaburzonych glacitektonicznie glin zwałowych, występują porwaki utworów starszego podłoża. Są to piaski i mułki, a także ily, które występują jako kry w utworach plejstocenijskich tuż pod powierzchnią terenu.

Iły septariowe dolnooligocenijskie jako kry w utworach plejstocenijskich występują na powierzchni w obrębie niniejszych analiz. Są to ciemnoszare, szare do niebiesko-zielonkawych, bardzo zwięzłe, plastyczne ily wykazujące powierzchnie łupliwości. W stropie, w wyniku wietrzenia oraz procesów oksydacyjno-redukcyjnych, zmieniają barwę na szarobrązową z rdzawymi plamkami, miejscami z kilkucentymetrowymi kryształkami gipsu. Iły septariowe są mieszaniną illitu i montmorylonitu, z niewielkim udziałem kwarcu, skaleni i glaukonitu. Uplastycznione i upłynnione pod lądolodem ily często tworzą przewarstwienia z osadami czwartorzędowymi. Kry iłowców oligocenu dolnego stwierdzono w obrębie glin zwałowych różnego wieku, m.in. w otworach wiertniczych 4, 15, 16, 25, 35 i 41 - przekrój geologiczny A-B (Piotrowski A., 1979).

PRZEKROJE ELEKTROOPOROWE – MODEL ELEKTROOPOROWY

Na podstawie korelacji z Szczegółową mapą geologiczną Polski (Piotrowski A., 1979), profilami litologicznymi otworów, można stwierdzić, iż przekroje elektrooporowe poprzez model elektrooporowy dobrze oddają budowę geologiczną badanego terenu.

Kontrast pomiędzy niskooporowymi utworami ilastymi, a średnio oporowymi glinami oraz wysokooporowymi piaskami jest na tyle duży, że przebieg granic jest wyraźny. Widać że obszar występowania iltów na mapie geologicznej jest potwierdzony wynikami geofizycznymi. W samych iltach występują głębokie na kilka metrów zagłębienia wypełnione utworami młodszymi (np. przekrój nr 1, nr 5).

Przekrój nr 2 przedstawia głównie utwory ilaste, które dominują na całej jego długości. W partiach przypowierzchniowych, lokalnie obserwuje się strefy podwyższonych oporności, które mogą wskazywać na obecność utworów czwartorzędowych, takich jak piaski lub żwiry, stanowiących wypełnienia niewielkich form geomorfologicznych, np. dolinek lub zagłębień deflacyjnych.

Przekrój 4 przedstawia wyraźny kontrast litologiczny pomiędzy utworami piaszczystymi, zlokalizowanymi w północnej części profilu, a osadami ilastymi dominującymi na południu. W partii północnej widoczne są miększe strefy wysokooporowe, charakterystyczne dla piasków lub piasków ze żwirem, natomiast na południu zaznaczają się strefy niskooporowe, odpowiadające osadom ilastym.

Granica pomiędzy tymi utworami jest silnie zaburzona i wykazuje nieregularny przebieg, co jednoznacznie wskazuje na deformacje glaciektoniczne, będące efektem przemieszczeń mas osadowych pod wpływem ciśnienia lodowcowego. Obserwowane zaburzenia mogą obejmować fałdowania, lub poprzeczne przewarstwienia, typowe dla obszarów poddanych intensywnym procesom glaciektonicznym.

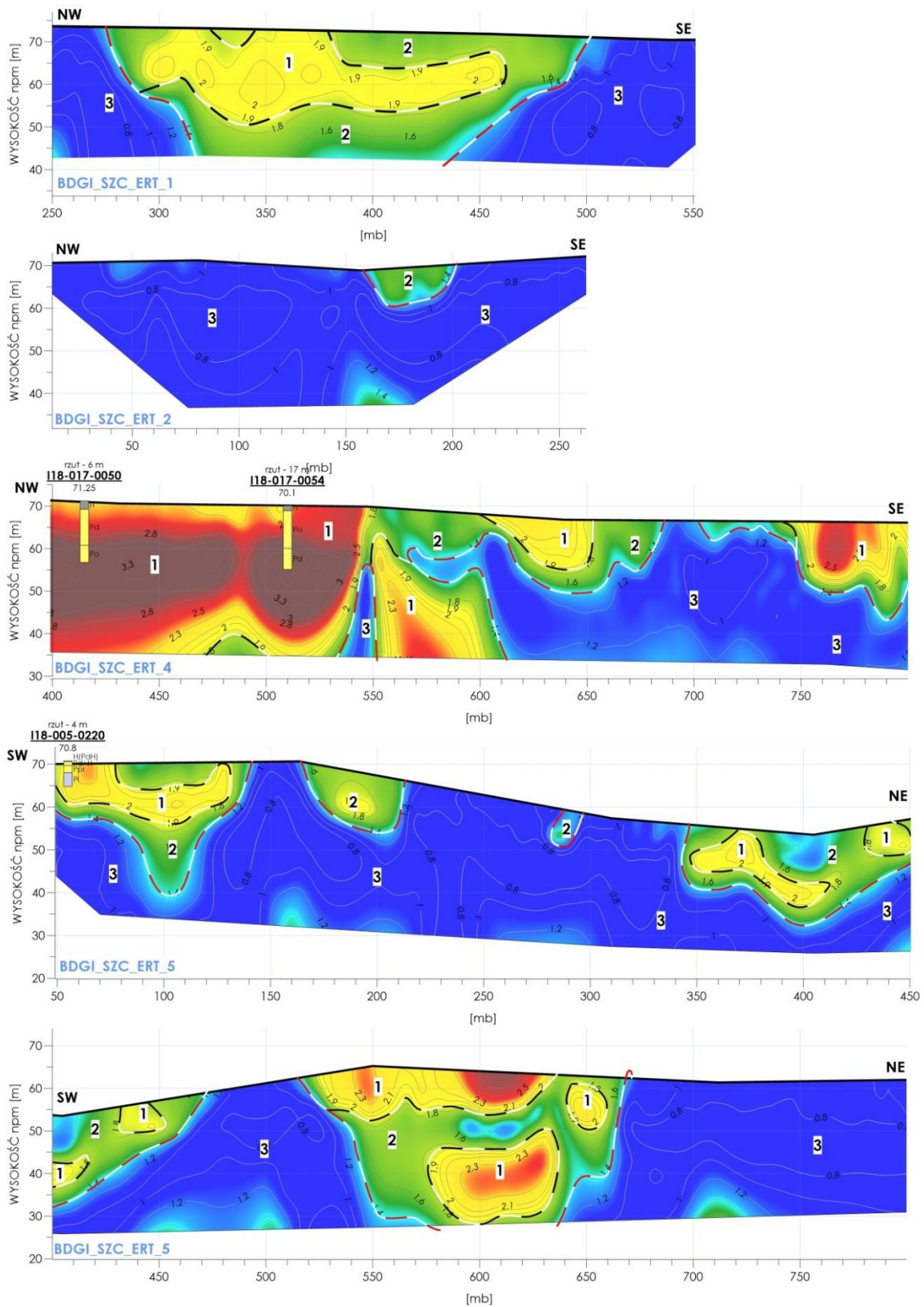
Przekrój 5, model elektrooporowy przedstawia strukturę geologiczną z dominacją utworów niskooporowych, odpowiadających osadom ilastym. Warstwa ilasta jest silnie porozcinana przez strefy wyżej oporowe, które mogą odpowiadać wkladkom glin, piasków, a lokalnie także piasków ze żwirem. Te kontrastujące strefy wskazują na obecność zróżnicowanych litologicznie soczew i przewarstwień, typowych dla środowisk glacialnych i fluwioglacjalnych.

W przekroju wyraźnie zaznacza się nieregularny strop utworów ilastych, co świadczy o skomplikowanej budowie geologicznej badanego obszaru. Zmienność głębokości stropu oraz obecność licznych anomalii opornościowych sugerują intensywne procesy glaciektoniczne, takie jak fałdowania, „uskoki?” i nasunięcia, które mogły powstać w wyniku nacisku lodolodu.

Tak złożona struktura geologiczna może mieć istotne znaczenie dla interpretacji warunków wodonośnych.

Analizując wyniki badań elektrooporowych widać, że model geologiczny – opracowany tylko na podstawie otworów (np. dla przekrojów regionalnych), byłby o wiele prostszy i trudno by było na podstawie tylko danych punktowych z wierceń oddać charakter budowy tego obszaru. Natomiast uzupełnienie informacji geologicznej o dane geoelektryczne prowadzi do wzrostu ilości danych, przez co modele geologiczne są dużo bardziej wiarygodnym odzwierciedleniem lokalnej budowy geologicznej.

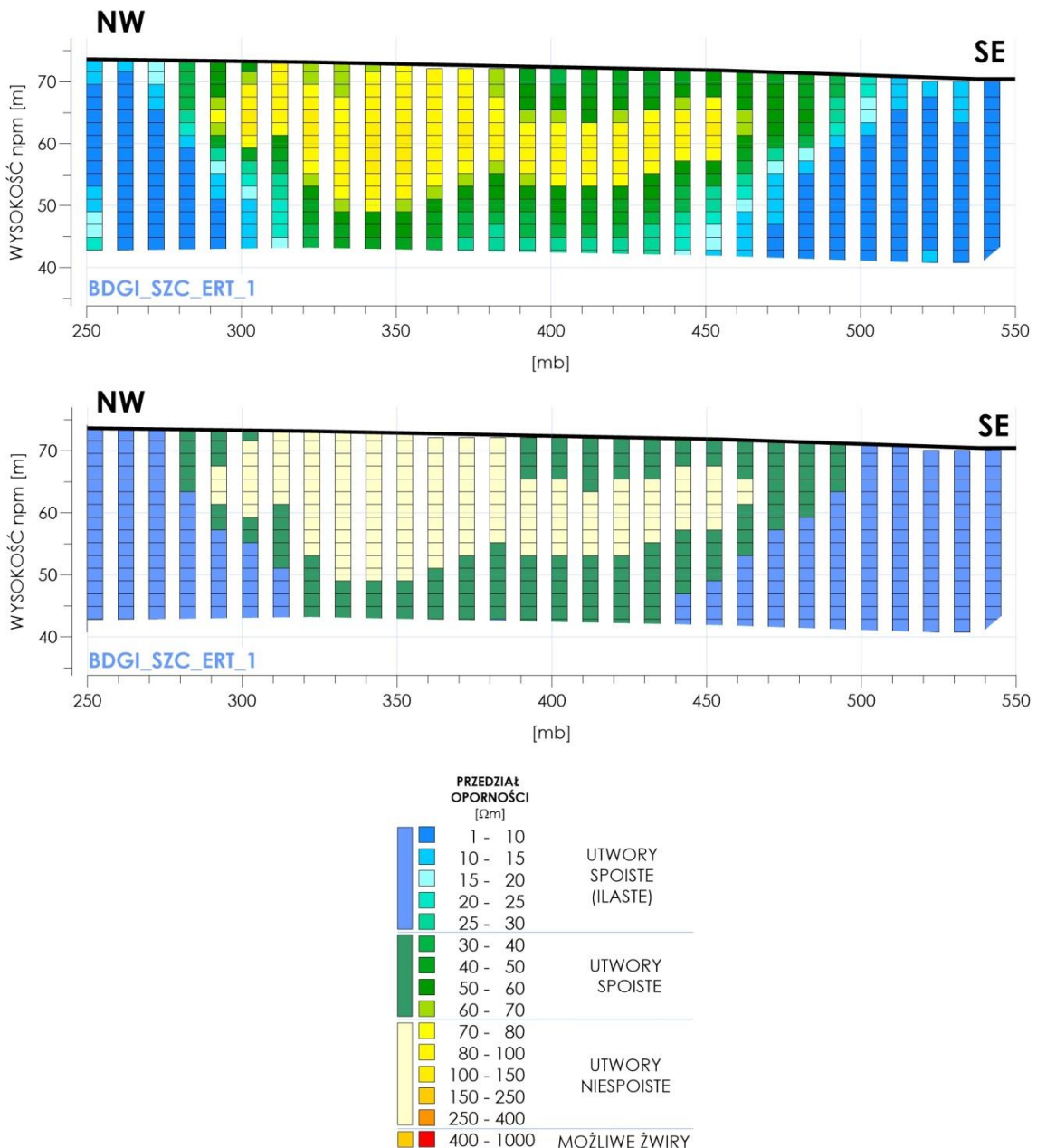
OBRAZOWANIE STROPU UTWORÓW ILASTYCH NA PRZYKŁADZIE BADAŃ DLA ATLASU GEOLOGICZNO-INŻYNIERSKIEGO SZCZECINA



Ryc. 4. Przekroje elektrooporowe z elementami interpretacji geologicznej - 1- utwory niespoiste (pyły, piaski, piaski i żwiry), 2 – utwory spoiste (gliny), 3 – utwory spoiste (iły)

PODSUMOWANIE

Przekroje elektrooporowe (ERT) powinny stanowić istotne uzupełnienie rozpoznania regionalnej i lokalnej budowy geologicznej. Dane uzyskane z badań ERT mogą być z powodzeniem implementowane do specjalistycznych programów dedykowanych geologii inżynierskiej, takich jak Geostar (obecnie jest to najbardziej popularny program w geologii inżynierskiej do tworzenia baz danych, kart otworów oraz przekrojów), a także do oprogramowania służącego do modelowania geologicznego i hydrogeologicznego.



Ryc. 5. Modele 1D uzyskane z przekrojów elektrooporowych

Proces implementacji danych ERT może przebiegać na dwa sposoby:

Automatycznie – poprzez przeniesienie pełnego zbioru danych oporności uzyskanych w wyniku inwersji, co pozwala na szybkie i kompleksowe tworzenie modeli przestrzennych.

Półautomatycznie – poprzez przygotowanie modeli 1D na podstawie wybranych punktów Uzyskanych z tomografii elektrooporowej. Taki sposób pozwala na ręczną kontrolę i interpretację wartości opornościowych oraz ich dopasowanie do znanych profili litologicznych, co jest szczególnie przydatne przy analizie złożonych struktur geologicznych.

Powyższy przykład ilustruje zastosowanie półautomatycznego podejścia, gdzie na podstawie danych z przekroju ERT utworzono modele 1D, umożliwiające szczegółową analizę zmienności oporności i korelację z danymi ze wierceń.

Tego typu integracja danych elektrooporowych z oprogramowaniem geologicznym znacząco zwiększa dokładność rozpoznania budowy geologicznej, wspiera modelowanie warunków hydrogeologicznych i geotechnicznych oraz ułatwia podejmowanie decyzji w dokumentowaniu geologiczno-inżynierskim, czy hydrogeologicznym.

Do programu Geostar (na chwilę obecną) najkorzystniej jest wprowadzać dane ERT w postaci modeli 1D, które uzyskuje się poprzez odpowiednią ekstrakcję z przekroju elektrooporowego. Taka forma danych jest najlepiej przystosowana do interpretacji w środowisku Geostar, ponieważ program traktuje modele 1D analogicznie jak pojedyncze otwory wiertnicze.

Przed importem zaleca się przefiltrowanie danych, co oznacza wprowadzenie do programu uogólnionych modeli 1D, uzyskanych poprzez redukcję liczby punktów pomiarowych. Ograniczenie objętości danych nie tylko zwiększa efektywność pracy programu, ale także ułatwia ich interpretację osobom posługującym się Geostarem.

Program umożliwia również parametryzację zakresów oporności, co pozwala przyporządkować im odpowiednie warstwy geologiczne – analogicznie jak w przypadku otworów litologicznych. W efekcie można uzyskać przestrzenną interpretację budowy geologicznej z zachowaniem struktury znanej z klasycznych profili wierceń.

Dzięki takiemu podejściu modele elektrooporowe 1D mogą stanowić integralną część bazy danych geologicznych w Geostar, ułatwiając korelację wyników geofizycznych z danymi wiertniczymi i innymi metodami badań podłoża.

Szczegółowe informacje na temat przygotowania danych i procedury importu do programu Geostar opisano w osobnym dokumencie.

LITERATURA

PIOTROWSKI A., 1979 – Szczegółowa mapa geologiczna Polski w skali 1:50 000 wraz z Objaśnieniami, arkusz Dołuje 227, PIG-PIB, Warszawa

JAROS M., JUDKOWIAK M., BARAŃSKI M., FRANKOWSKI Z., MAJER E., OSTROWSKI S., SOKOŁOWSKA M., BĄK T., BŁACHNIO O., BONIEWSKA K., CHADA M., CYGLICKI M., CZARNIAK P., GRABOWSKA A., HORBOWICZ A., ILSKA A., JAGODA E., KOBIELA J., KOCYŁA J., KUTYNA M., LASOCKI M., ŁUKAWSKA A., MAJER K., PACANOWSKI G., PIECHOTA A., PLESKOT F., ROGUSKI A., RYŻYŃSKI G., SAMEL I., SOBÓTKA P., STAŃCZYK S., STAWICKA A., SZABŁOWSKA M., SZŁASA M., TRUCHAN K., WASILEWSKI K., WILKOŁAZKI P., WOJTASZEK P., ŻERUŃ M., ZARĘBA S., SZEWCZUK K.,

OBRAZOWANIE STROPU UTWORÓW ILASTYCH NA PRZYKŁADZIE BADAŃ DLA ATLASU GEOLOGICZNO-INŻYNIERSKIEGO SZCZECINA

ZAWŁOCKI J., WCZELIK K., 2022 – Atlas geologiczno-inżynierski Szczecina w skali 1:10 000 (w opracowaniu). Narod. Arch. Geol. PIG-PIB, Warszawa.