

TECHNIKA CYFROWA W ENERGOOSZCZĘDNEJ EKSPLOATACJI POMP I UJĘĆ GŁĘBINOWYCH

Cz. 3 Znaczenie badań pomp na stacji prób w systemowych ocenach eksploatacji układów pompowych

dr Marian Strączyński
niezależny ekspert

Ważnym etapem w procesie eksploatacji pomp głębinowych jest ich diagnostyka przed zabudową w układach pompowych studni i to zarówno od strony sprawności technicznej, jak i parametrycznej.

Praktycznie próba ruchowa [1,3,7] głębinowych agregatów pompowych umożliwia pełne sprawdzenie stanu technicznego zarówno pompy, jak i silnika głębinowego. Bez przeprowadzonej próby kontrolnej fabrycznie nowego agregatu pompowego, jak i po jego remoncie, nie ma możliwości określenia rzeczywistych parametrów uzyskiwanych przez pompę głębinową, a tym samym – wyznaczenia określonych normą, dopuszczalnych odchyłek od wartości gwarantowanych. Parametry uzyskiwane na stacji prób umożliwiają przeprowadzenie właściwego doboru pompy głębinowej do prognozowanych warunków jej pracy w studni np. ujęciowej.

Badanie głębinowych agregatów pompowych

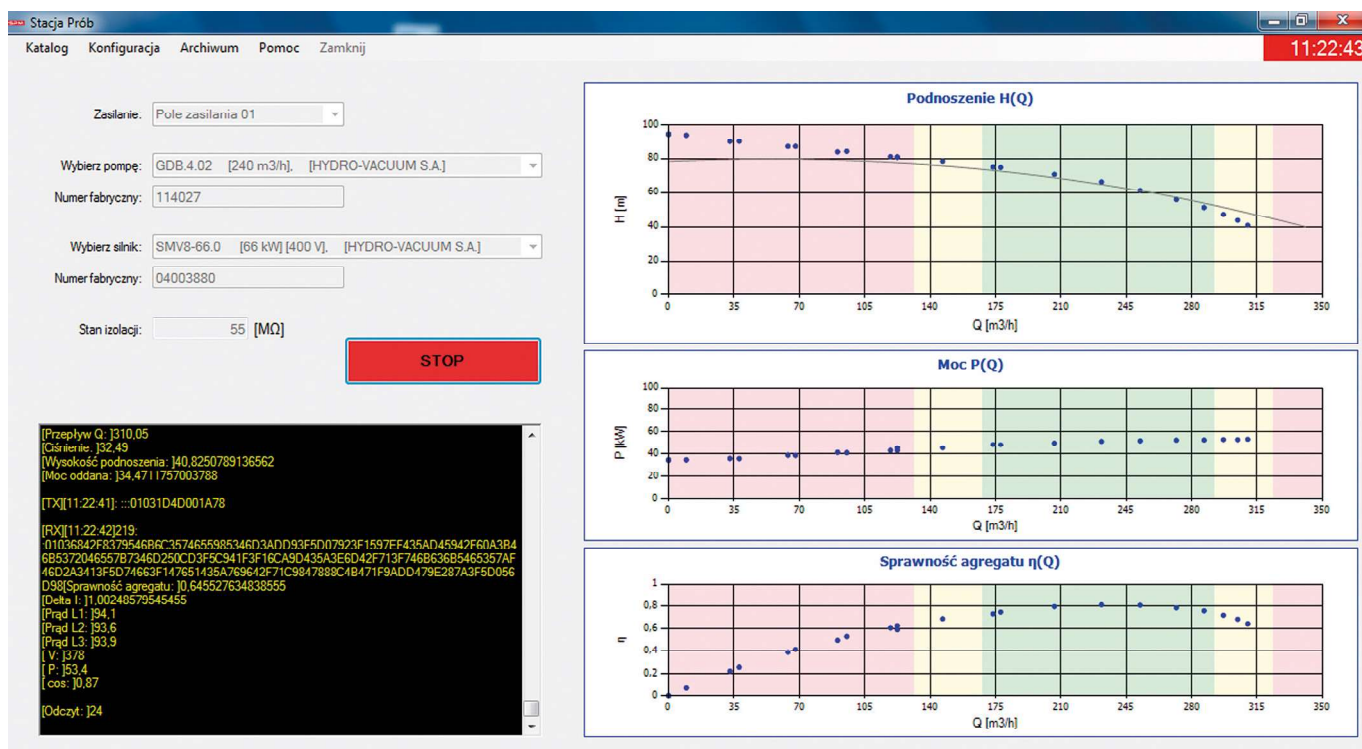
Praca silnika z rzeczywistym obciążeniem w warunkach stacji prób pozwala na uzyskanie nominalnej temperatury jego wnętrza, a tym samym sprawdzenie stanu izolacji uzwojenia i przyłącza przewodu

– kabla w tzw. stanie zimnym i nagrzanym. Podczas próby mierzona jest prędkość obrotowa silnika oraz pozostałe jego parametry elektryczne i energetyczne. Na podstawie [1,4] pomiarów wydajności pompy głębinowej oraz pomiaru ciśnienia w znanym przekroju rurociągu pomiarowego, wyznaczana jest charakterystyka przepływu pompy $H=f(Q)$, która odniesiona jest do rzeczywistej prędkości obrotowej. Pomiary wykonywane są dla różnego stopnia zdławienia przepływu pompy, a więc dla różnych punktów pomiarowych, których liczba jest tak dobrana, by można było wyznaczyć z dużą dokładnością cały przebieg charakterystyk: $H=f(Q)$, $\eta=f(Q)$, $P_p=f(Q)$. Praktycznie tylko próby na stacji badań głębinowych agregatów pompowych umożliwiają wyznaczenie i sprawdzenie prawidłowości przebiegu charakterystyk pomp.

Na fot. 1 przedstawiono widok instalacji stacji prób pomp głębinowych w MWiK Bydgoszcz sp. z o.o., na której zainstalowano w pełni skomputeryzowany, automatyczny system badań głębinowych agregatów



FOT. 1.
Widok
przykładowej stacji
prób



pompowych SPM_{TEST} [3]. Jak widać na zdjęciu, stacja posiada 3 tory pomiaru parametrów hydraulicznych, które umożliwiają wyznaczanie charakterystyk pomp w szerokim zakresie ich wydajności. Praktycznie można dokładnie wyznaczać charakterystyki pomp, których wydajności nominalne Q_n wynoszą od kilku m^3/h do ca $350 m^3/h$. W zbiorniku stanowiska pomiarowego, na silniku głębinowym umiejscowiona jest cewka pomiaru „poślizgu” określającego bieżącą prędkość obrotową pompy. Oprogramowanie sterujące [4] SoftSPM_{TEST} – rys. 1 poprzez odpowiednie przyknięcie zasowy dławiącej wyznacza punktu pomiarowe, w których dokonywane są pomiary hydrauliczne oraz elektryczne i po ich przeliczeniu wyznaczane są charakterystyki z próby głębinowego agregatu pompowego.

Rys. 2 pokazuje systemowo wyznaczony protokół z próby, który oprócz wersji do wydruku, posiada też formę cyfrową, przekazywaną do oprogramowania zarządzającego eksploatacją np. SoftSPM_{BASIC}.

Przetwarzanie danych ze stacji w ocenach eksploatacji

Ideą jest, by finalnie, po właściwym doborze pompy w Kreatorze systemu, charakterystyki ze stacji prób stanowiły podstawę do dalszych analiz i ocen podczas eksploatacji agregatu i studni. Znajdąc dokładne parametry agregatu ze stacji prób oraz wykorzystując dolną sondę pomiarów ciśnień w układzie pompowym [2], jak i pozostałe parametry hydrauliczne i elektryczne [5,7], wyliczenia w modelach matematyczny [6] systemu dokonują dokładnych rozliczeń strat i przekazu mocy w układzie, sprawności energetycznej czy też diagnostyki parametrycznej pompy. Oceny są jednoznaczne

i tym samym precyzyjnie ukierunkowują działania w systemie decyzyjnym [7], kierującym eksploatacją ujęć. Na rys. 3 pokazano przykładową wizualizację po nadmiernym obniżeniu się charakterystyki pompy pracującej w układzie pompowym.

Zarówno tekst w polu ocen, jak i kolor punktu na charakterystyce (czerwony) wskazują na taki fakt. Rys. 4 pokazuje dokładne położenie aktualnego punktu pracy pompy w układzie pompowym studni.

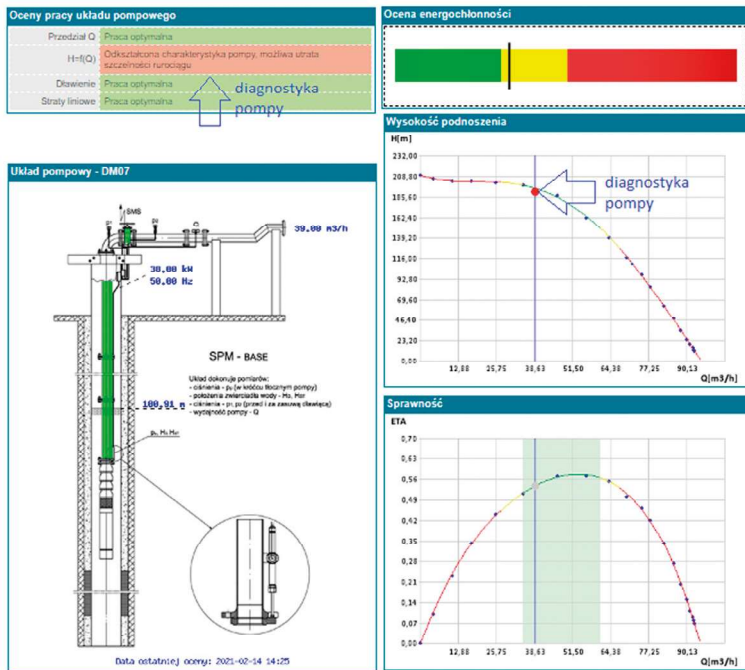
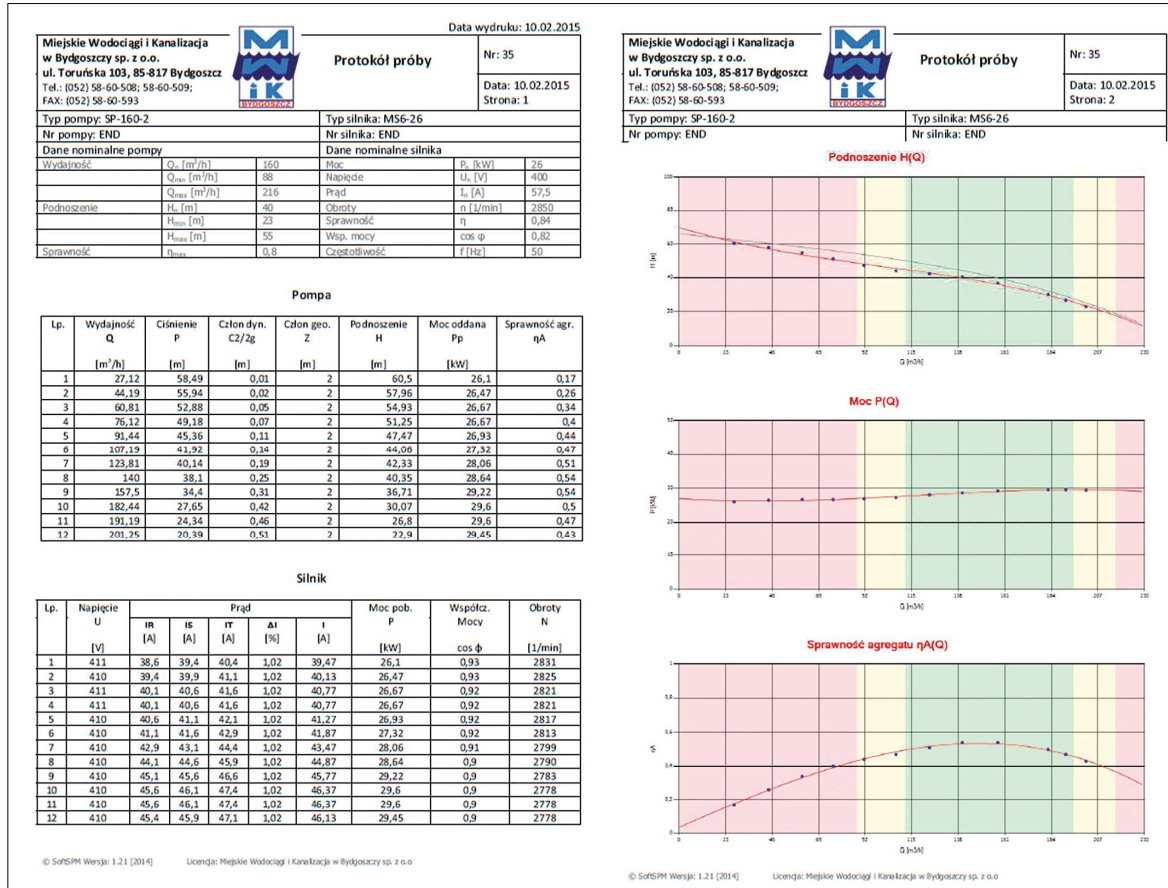
Zgodnie z systemowym przetworzeniem parametrów eksploatacyjnych [6,7], operator kierujący eksploatacją ujęć sięga po wyniki aktualnie przeliczonych wartości, które pokazano na rys. 5 i rys. 6.

Wyraźnie widać, że poziom energochłonności pracy układu osiągnął stan graniczny, przy jednocześnie dobrym wskaźniku jakości energetycznej geohydrauliki studziennej. W tabeli zestawione są dokładnie przeliczone wartości z przeprowadzonego bilansu mocy. Operator znając własne stawki za opłatę zużywanej energii, może dokładnie przeliczyć koszty zdiagnozowanego uszkodzenia pompy. Wiadomo też, że w niebawem należy spodziewać się awarii dla tego układu. Rys. 6 pokazuje jednoznacznie zobrazowane obszary zarówno strat, jak i przekazu pobranej mocy w zasilaniu silnika głębinowego.

Korzystając z danych pochodzących z próby pompy przed jej zabudową do studni, można dokładnie wyznaczyć wartość obniżenia sprawności energetycznej agregatu pompowego, która w tym konkretnym przypadku wynosi $\Delta\eta_{Az} = 52\% - 47\% = 5\%$. Rys. 7 przedstawia charakterystykę sprawności agregatu za stacji prób natomiast z wyliczeń (rys. 6) możemy wyznaczyć aktualną sprawność agregatu wraz z zasilaniem = 47%.

RYS. 1
Konsola sterująca oprogramowania SoftSPM_{TEST}

RYS. 2
Przykładowy
protokół z próby
pompy



RYS. 3
Przykładowy widok
ekranu ocen

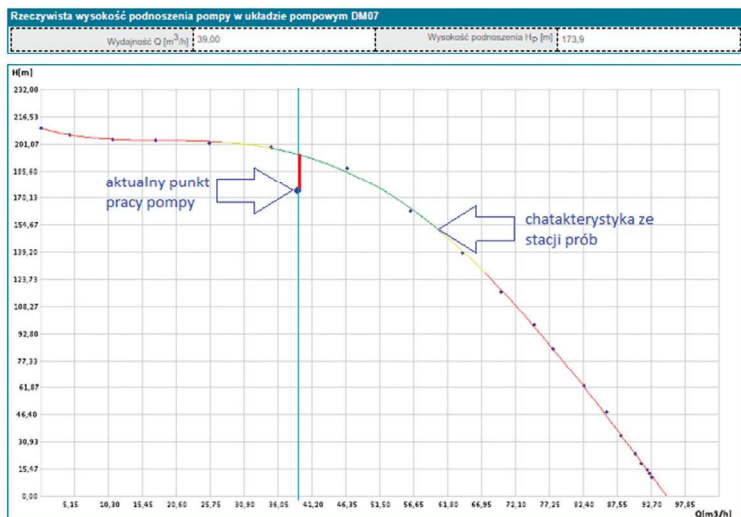
Wprowadzenie opatentowanej [2] metody diagnozowania stanu technicznego pompy głębinowej w układzie pompowym studni, jak i jakości energetycznej jej geohydrauliki, w połączeniu z wynikami badań agregatów pompowych ze stacji prób, otworzyło zupełnie nową jakość ocen eksploatacji układu pompa – studnia. Możliwość dokładnego bilansu – rozdziału mocy w układzie optymalizuje

też kryteria ocen w pracy modeli matematycznych. Szczególnego znaczenia nabiera tu wykonywanie i ocena prób agregatów pompowych po ich remoncie np. wg EN-ISO 9906.

Przykład powyższy ilustruje tylko jeden z konkretnych przypadków w eksploatacji, natomiast już przy ujęciu kilku bądź kilkunastu studni temat bieżących ocen nabiera coraz większego znaczenia i może mieć wpływ na sumaryczne koszty eksploatacji.

Jak wspomniano, wyniki z prób na nowoczesnych, zautomatyzowanych stacjach prób zapisywane są również cyfrowo, a więc dostępne są w oprogramowaniach zarządzających eksploatacją – np. SoftSPM^{BASIC}. Ta cecha umożliwiła szybkie i dokładne przeszukiwanie rezerw pomp w określonej grupie użytkowników lub u producentów wpływa wprost na zmniejszenie kosztów własnych rezerw, nie zawsze optymalnych energetycznie, planowanie remontów itd. Korzyści z dostępu lub posiadania systemowo oprzyrządowanych stacji prób są wyraźne, szczególnie gdy liczymy koszty eksploatacji wykorzystując LCC.

Prawidłowo skonfigurowany, systemowy obieg danych i parametrów korzysta głównie z informacji przeliczonych w modelach matematycznych [4,5,7], a nie tylko z wartości pomierzonych parametrów. Jest sprawą oczywistą, że gdy chcemy możemy widzieć parametry źródłowe – np. rys. 3 lub inne

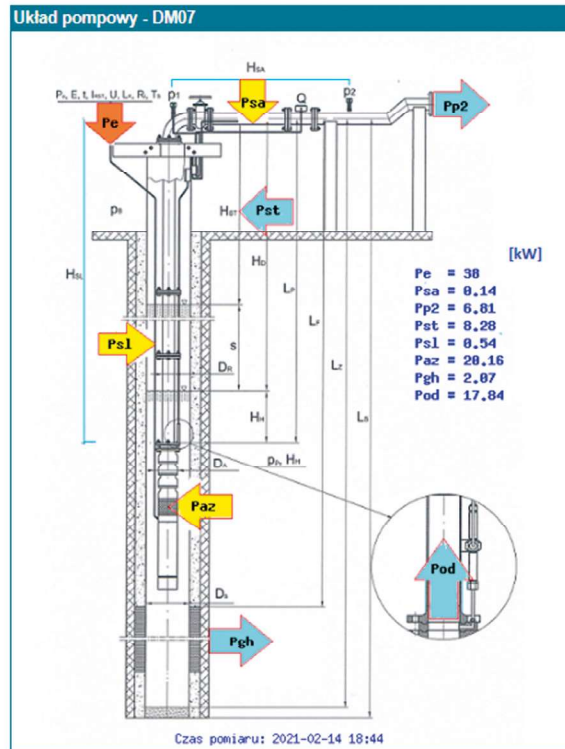


RYS. 4
Dokładne położenie punktu pracy pompy w eksploatacji

ekrany systemu. Najważniejszym jest korzystanie z gotowych wyników zobrazowanych na podstawie pracy modeli matematycznych, w których kryteria ocen uwzględniają złożoność procesów eksploatacji (np. w ujęciu głębinowym): technika pompowa – elektro-technika – hydrogeologia – technika systemów. W 2021 roku, przy aktualnych możliwościach techniki cyfrowej, należy zmieniać efektywność i jakość w systemach eksploatacji pomp. Modelowanie złożonych procesów technologicznych, w tym eksploatacji pomp, przyniesie dla użytkowników dalsze, wyraźne oszczędności.

Literatura

- [1] Niezbecki A. Znaczenie gospodarki magazynowej oraz rola stacji prób w eksploatacji pomp głębinowych. Forum Eksploatatora, styczeń – luty, Warszawa 2018.
- [2] Opis patentu EP3271546 B1 – czerwiec, 2019.
- [3] Strączyński M., Macheta T., Zatorski P., Badania kontrolne głębinowych agregatów pompowych, Technologia Wody, 2/2015, Warszawa 2015.
- [4] Strączyński M., Niezbecki A., Zatorski P., Oszczędność energii w eksploatacji pomp i ujęć głębinowych, Część 3: Stacje prób pomp głębinowych, remonty, gospodarka pompowa, Forum Eksploatatora, 2/2019, Warszawa 2019.
- [5] Strączyński M., Urbański P., Solecki J. Pompy głębinowe, Wydawnictwo Seidel – Przywecki, Wydanie I, Warszawa, 2019.
- [6] Strączyński M., Technika cyfrowa w energooszczędnej eksploatacji pomp i ujęć głębinowych – cz.1: Modele matematyczne wspomagające podejmowanie decyzji



RYS. 6
Dokładna wizualizacja strat i przekazu mocy



RYS. 7
Charakterystyka sprawności agregatu ze stacji prób

RYS. 5
Wizualizacja ocen i rozdział mocy w układzie

eksploatacyjnych , Pompy Pompownie, październik, Racibórz 2020.

- [7] Strączyński M., Urbański P., Latoń D., Energooszczędna eksploatacja pomp głębinowych, Wydawnictwo Seidel – Przywecki, Wydanie I, Warszawa, 2021.

Fot. zasoby autorów

Układ pompowy - DM07

Geo – hydraulika

Ocena energochłonności

Bilans rozkładu mocy

Moc przekazana	
Podnoszenie stałe	8.28 [kW]
Geo – hydraulika	2.07 [kW]
Odptyw	6.81 [kW]
Moc stracona	
Agregat + zasilanie	20.16 [kW]
Straty liniowe	0.67 [kW]
Straty w armaturze	0.01 [kW]
Moc pobrana Pe	38 [kW]
Moc zużyta Σ	38 [kW]