



TECHNIKA CYFROWA W ENERGOOSZCZĘDNEJ EKSPLOATACJI POMP I UJĘĆ GŁĘBINOWYCH

Cz. 4 Zarządzanie w systemowo zorganizowanej eksploatacji pomp i ujęć głębinowych

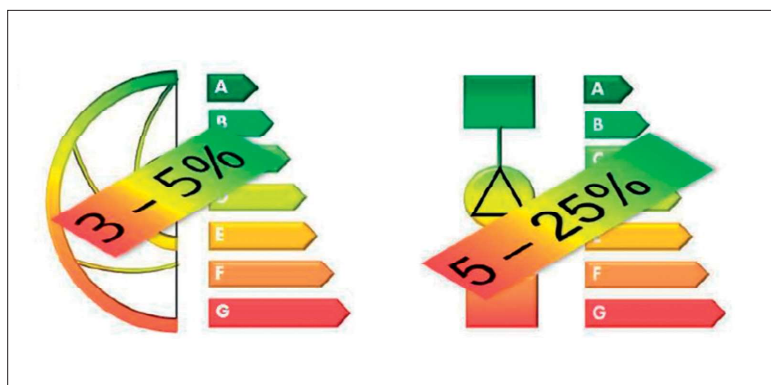
dr Marian Strączyński
niezależny ekspert

Głównym celem zastosowania urządzeń cyfrowych w systemowo zorganizowanej, energooszczędnej eksploatacji pomp jest usprawnienie pracy systemu informacyjnego [3,4,5], a w konsekwencji poprawienie jakości decyzji i zwiększenie efektywności eksploatacji. Nie bez znaczenia jest wprowadzenie elementów diagnostyki pracy układów pompowych, która wspomaga oszacowanie prawdopodobieństwa wystąpienia awarii, a więc pośrednio wpływa też na ocenę niezawodności.

Możliwości szukania oszczędności w eksploatacji pomp głębinowych

Współcześnie wdrożono już znaczną ilość nowoczesnych rozwiązań w zespołach przepływowych pomp głębinowych [4,5,9], które dają wiele korzyści. Należy jednak uznać, że dalszy wzrost sprawności pomp może być skalkulowany na poziomie kilku

procent – rys. 1 [4,5,9]. Czynione są też działania w zakresie silników głębinowych, które polegają głównie na wdrażaniu silników synchronicznych podnoszących sprawność głębinowych agregatów pompowych [5,6]. Doświadczenie i praktyka wskazują jednak, że współczesne pokłady oszczędności energii znajdują się w szeroko rozumianej eksploatacji pomp



RYS. 1
Prognozowane
poziomy
oszczędności
energii

głębinowych, pracujących często w różnorodnych układach ujęć wód podziemnych. Wymaga to jednak działań połączonych systemowo [1,3,5] i tu właśnie jest wyjątkowa rola dla techniki cyfrowej.

Jak wspomniano, współczesne działania w eksploatacji ściśle powiązane są z funkcjonowaniem diagnostyki technicznej oraz niezawodności. Na rys. 2 pokazano symboliczną współzależność w tym zakresie [1].

Gdy zwrócimy uwagę na schemat podstawowych działań w eksploatacji pomp głębinowych (rys. 3) zauważymy, że lokalizacja diagnostyki pracy pomp w eksploatacji dotyczy kluczowych ogniw w obiegu działań i informacji – użytkowanie, zarządzanie.

Ważnym jest, że w działaniach tych nie przewidziano w systemie użytkownika klasycznych prac obsługowych, a więc: przeglądów, regulacji i konserwacji, które z naturalnych przyczyn pozbawione są takich możliwości [4] – praca bezobsługowa w głębokich studniach ujęć. Powiązanie oddziaływania: hydrogeologii – techniki pompowej – techniki systemów jest tu wyjątkowo ważne, na co zwrócono uwagę już wcześniej [3,5]. Współcześnie, uzyskiwanie wyraźnych oszczędności energii i podniesienie efektywności eksploatacji – w tym śledzenie niezawodności, wymaga połączenia istniejących już rozwiązań systemowych (SPM_{SYSTEM}) ze znanymi rozwiązaniami z teorii eksploatacji – rys. 2 [1]. Zgromadzona w SPM_{SYSTEM} wiedza umożliwi dla wybranych typów głębinowych agregatów pompowych (wg potrzeb danego użytkownika systemu) i określonych warunków ich eksploatacji, wyznaczenie tzw. czasu M – średniego „czasu życia” agregatu pompowego

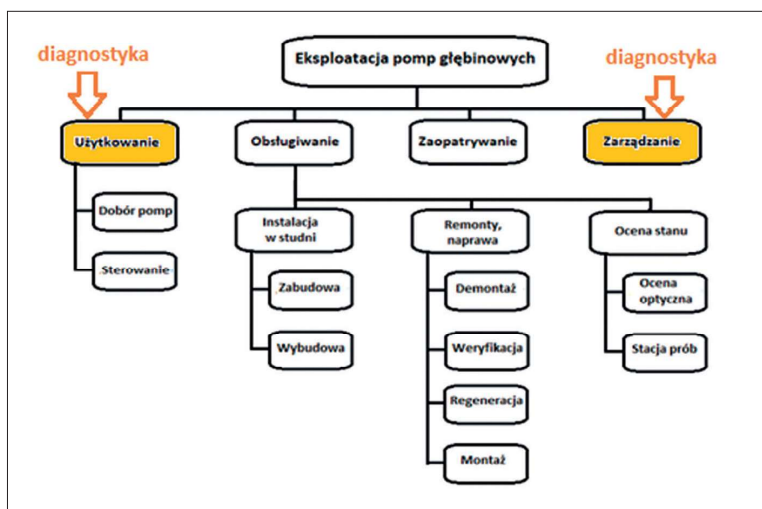


RYS. 2
Związek
eksploatacji
z diagnostyką
i niezawodnością

(MTTF) – do awarii. Po przetworzeniu danych z systemu możemy oszacować prawdopodobieństwo bezawaryjnego funkcjonowania – R dla aktualnego czasu pracy agregatu pompowego T – rys. 4, a więc poziom niezawodności.

Od wielu lat w SPM_{SYSTEM} trwają testy modelowego wyznaczania (oszacowywania) wartości R łączące czasy pracy agregatów pompowych oraz wyniki ich ocen w modelach matematycznych systemu: energochłonności, odkształcenia aktualnych charakterystyk pomp, pracy w przedziałach stosowności, rodzajach konstrukcji dla analizowanych agregatów pompowych (w tym moc i n_{sq} pomp) [4]. Trzeba tu podkreślić znaczenie znajomości struktury współzależności uszkodzeń w danym typie agregatu pompowego (przykład) – rys. 5 [5] oraz znajomość analiz chemicznych pompowanego medium, w tym temperatury.

Pierwsze symulacje i testy pozwalają już (dla pojedynczo wybranych typów agregatów pompowych) wstępnie oceniać poziom niezawodności ich pracy



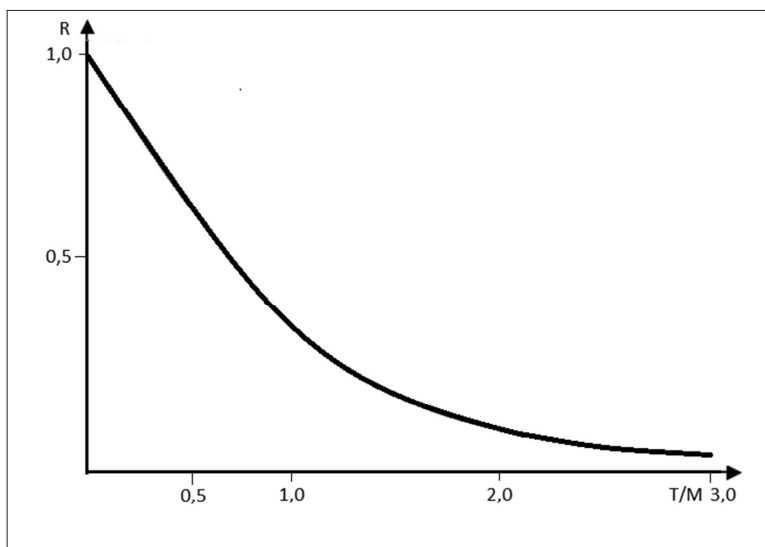
RYS. 3
Rodzaje działań
w eksploatacji
pomp głębinowych

w systemie. Jest to jednak etap początku dalszych prac w tym zakresie. Rys. 6 pokazuje, jak będzie wyglądał w nieodległej już przyszłości tzw. pasek oszacowania awarii w eksploatacji pomp głębinowych.

Prace te przyczynią się do optymalizacji tzw. gospodarki pompowej u użytkowników, a więc planowania np. remontów pomp i silników głębinowych, wyznaczania priorytetów rezerw oraz zwiększą dokładność w zakupach nowych pomp.

Zarządzanie w energooszczędnej eksploatacji pomp głębinowych

Wspomniano w cz. 1 cyklu [3], że w nowoczesnych systemach zarządzania eksploatacją pomp głębinowych kładzie się szczególny nacisk na sposób i zakres przetwarzania danych oraz informacji eksploatacyjnych. Zgodnie z opisem procedur wdrażania techniki cyfrowej w energooszczędnej eksploatacji pomp głębinowych [3] systemy: eksploatacji pomp SEP i kie-

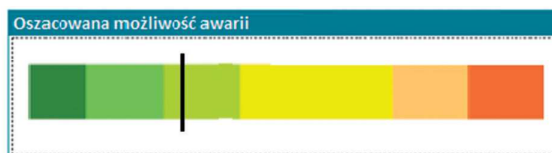


RYS. 4
Zależność niezawodności od współczynnika T/M

rowania SK powinny być uzbrojone w mechanizmy diagnostyki, które lokalizuje się w podsystemach SU, jak i SI, a więc: użytkownika i informacyjnym – rys. 7.

Uwzględniając podstawową zasadę, że o efektywności eksploatacji decyduje jakość przetworzenia informacji (głównie na modelach matematycznych), a nie łączna wizualizacja wielu parametrów pracy pomp, od kilku już lat opracowano i wdrożono systemowe wspomaganie w zarządzaniu eksploatacją ujęć wód podziemnych – SPM_{SYSTEM}.

Współcześnie już wdrożone [5,8] systemowe oceny eksploatacji pomp głębinowych prezentuje rys. 8.

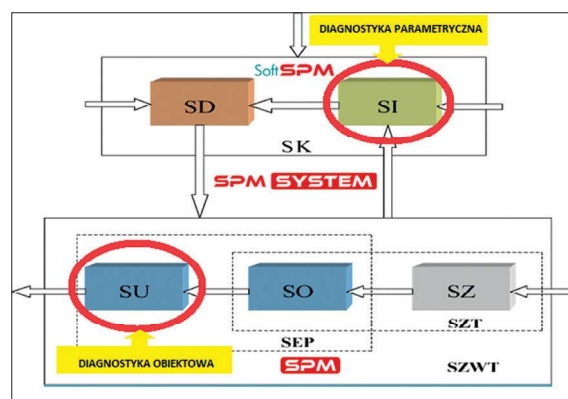
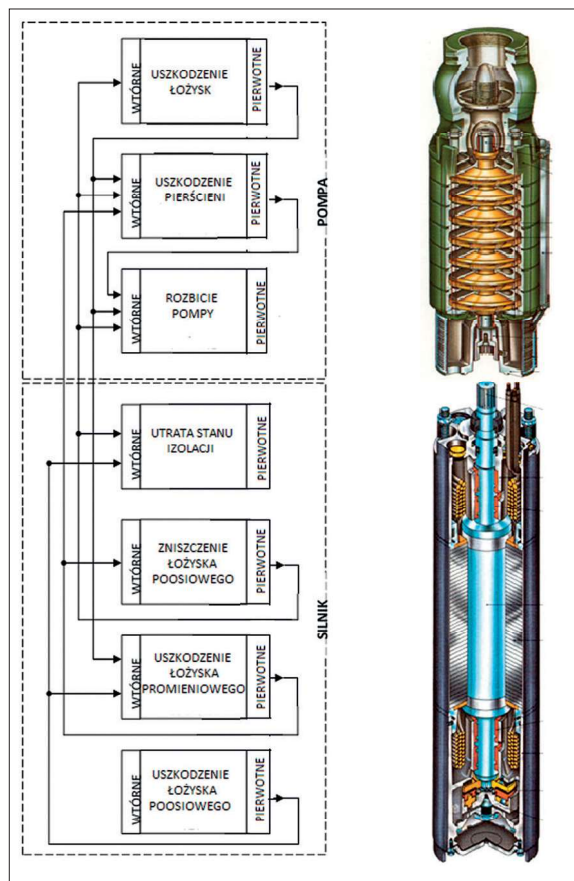


RYS. 6
Oszacowana możliwość awarii

Oceniane są: energochłonność układu pompowego, odkształcenia charakterystyki pompy [2], straty liniowe [2], dławienie pompy oraz praca w przedziale stosowności. Prezentowana jest jakość energetyczna geohydrauliki studni oraz dokładny rozdział mocy w układzie [7].

Warto zauważyć, że operator w systemie decyzyjnym – SD [3,4,6] rys. 7 działa głównie w oparciu o wyniki pracy modeli matematycznych – rys. 8 i zna dokładnie przeliczony rozdział mocy w układzie pompowym [5,7]. Na schemacie pogłównym studni – rys. 9 podane są dane układu, a gdy jest taka potrzeba po aktywacji przycisku „Parametry pracy...” wyświetlany jest komplet pomiarów – rys. 10. Oceny są jednoznaczne i praktycznie nie wymagają wyświetlania pomiarów parametrów składowych, do których można w każdej chwili sięgnąć. Tzw. XX-wieczny monitoring skupiał się głównie na prezentacji pomierzonych (często z dużą częstotliwością) parametrów bez posiadania mechanizmów ich modelowego, matematycznego przetworzenia, a więc jednoznacznych ocen. Rys. 8 pokazuje przykład, jak współcześnie [5,7,8] rozwiązano cyfrowe wspomaganie w nowoczesnym zarządzaniu eksploatacją pomp i ujęć głębinowych.

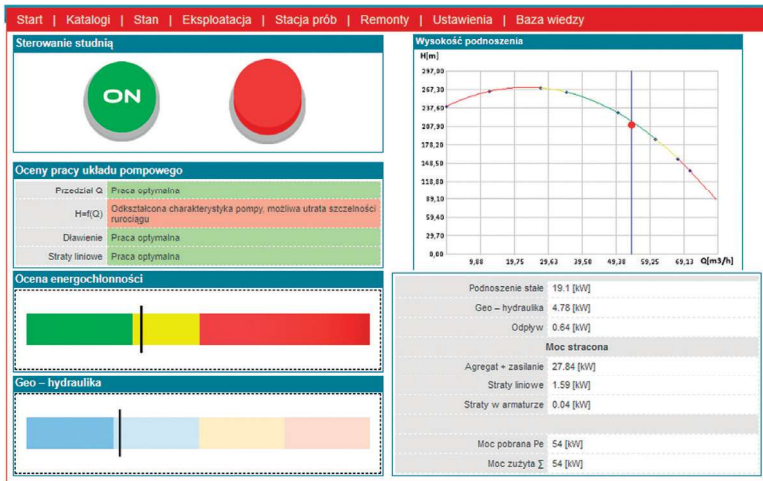
RYS. 5
Przykładowa współzależność uszkodzeń



RYS. 7
Systemowe przetwarzanie danych

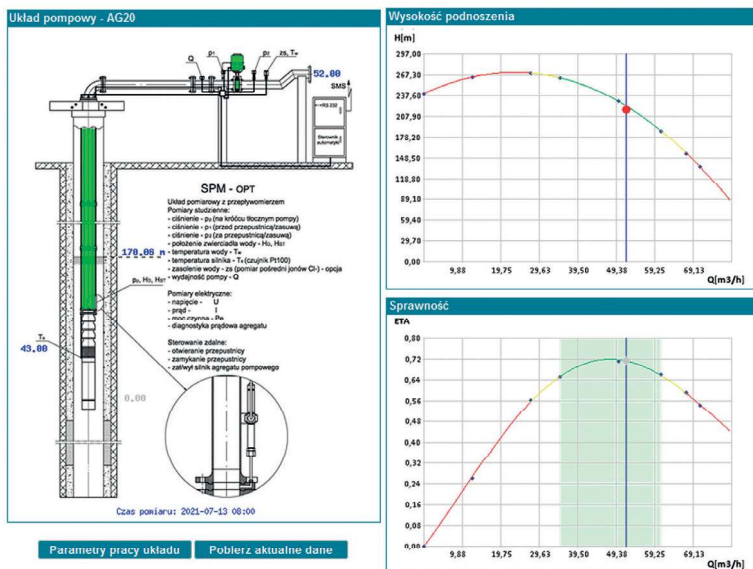
Artykuł niniejszy kończy nasz cykl poświęcony roli techniki cyfrowej w energooszczędnej eksploatacji pomp i ujęć głębinowych, pokazując rzeczywisty, aktualny poziom rozwiązań w tym zakresie – SPM_{SYSTEM}. Trzeba wiedzieć, że współczesne działania rzadko już przynoszą oszczędności energii na poziomie kilkudziesięciu procent, a jest to kilka lub kilkanaście

DRIVING YOUR BUSINESS



RYS. 8

Finalny ekran systemowych ocen eksploatacji studni



RYS. 9

Komputerowy/poglądowy schemat studni

cennych procent. Współcześnie liczy się trafność i szybkość reakcji, która skutecznie podnosi bezpieczeństwo dostaw wody, efektywność i jakość eksploatacji ujęć wód podziemnych.

Można uznać, że działania systemowe w eksploatacji innych (niegłębinowych) pomp, jak i ich instalacji (w wielu przypadkach) mogą przynieść też wyraźne efekty w oszczędności zużywanej energii – rys. 2. By to osiągnąć, należy opracowywać i wdrażać nowoczesne systemy zarządzania eksploatacją pomp – rys. 4, wykorzystujące modelowe wspomaganie w ocenach ich pracy.

Literatura

- [1] Adamkiewicz W., Wstęp do racjonalnego wykorzystania urządzeń technicznych, Wydawnictwo Komunikacji i Łączności, Warszawa, 1982.
- [2] Opis patentu EP3271546_B1 – czerwiec, 2019.
- [3] Strączyński M., Technika cyfrowa w energooszczędnej eksploatacji pomp i ujęć głębinowych – cz. I: Modele matematyczne wspomagające podejmowanie decyzji eksploatacyjnych, Pompy Pompownie, 1/2020, październik, Racibórz 2020.
- [4] Strączyński M., Urbański P., Solecki J. Pompy głębinowe, Wydawnictwo Seidel – Przywecki, Wydanie I, Warszawa, 2019.
- [5] Strączyński M., Urbański P., Latoń D., Energooszczędna eksploatacja



**Energooszczędne
silniki elektryczne
od 0,04 kW do 6000 kW
m.in. silniki do pomp**



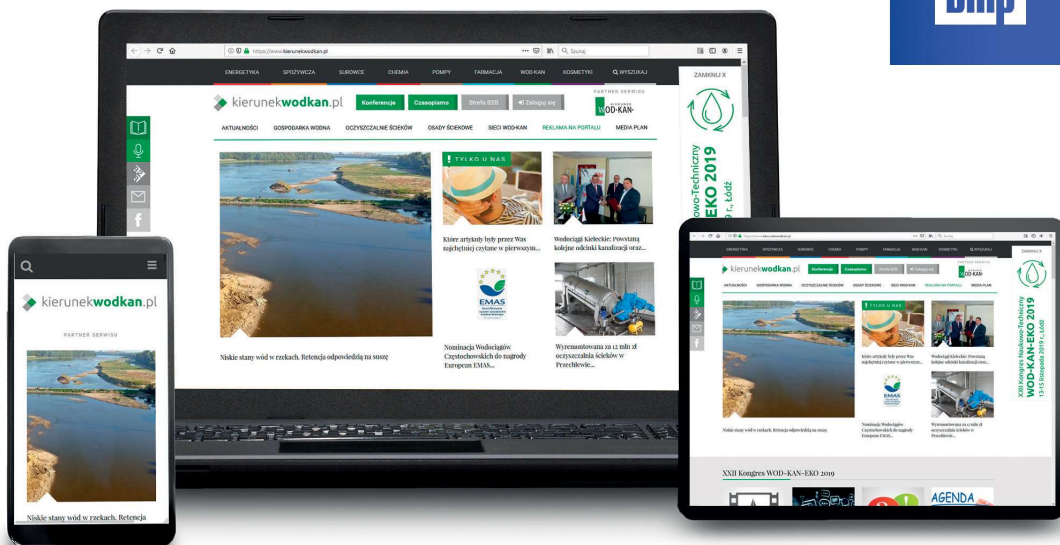
RYS. 10
Wykaz pomiarów
i danych
uninstalacyjnych
układu

Start Katalogi Stan Eksploatacja Stacja prób Remonty Ustawienia Baza wiedzy	
Studnia	
DM07	
Agregat studni	
Pompa	GCA.5.10
Numer pompy [S/N]	DMO/90B298F39EB2CBB4
Silnik	SM8-40
Numer silnika [S/N]	DMO/E80BA3DE4E2F156E
Raport ze stacji prób	
Parametry techniczne studni	
Kategoria SPM	SPM - BASE
Data zabudowy	2016-10-20
Średnica rurociągu tłocznego D_R [mm]	108
Średnica D_{ST} [mm]	406
Głębokość L_S [m]	136.1
Głębokość zasypu L_Z [m]	130
Głębokość zabudowy pompy głębinowej wraz z sondą L_p [m]	121,3
Diagnostyka agregatu pompowego	
Diagn. prądowa:	Diagnostyka zaburzona
Szczelność:	Uszczelnienie OK
Temperatura:	Temperatura OK
Oceny pracy układu pompowego	
Przedział Q	Praca optymalna
$H=f(Q)$	Odształcona charakterystyka pompy, możliwa utrata szczelności rurociągu
Drawienie	Praca optymalna
Straty liniowe	Praca optymalna
Ocena energochłonności	
Data ostatniego pomiaru	
2021 - 10 - 29 08 : 00 : 01	
Parametry pracy studni i układu pompowego	
Wydajność Q [m ³ /h]	39.00
Zwierciadło statyczne H_{ST} [m]	80.73
Zwierciadło dynamiczne H_D [m]	100.91
Ciśnienie p_1 [m]	66.43
Ciśnienie p_2 [m]	66.34
Ciśnienie barometryczne [hPa]	1002.00
Temperatura wody T_{WY} [°C]	12.00
Temperatura silnika T_S [°C]	
Czas pracy agregatu t [h]	42410.55
Ilość wypompowanej wody V [m ³]	1667877.50
Wskazania przepływomierza [m ³]	
Ciśnienie p_p [m]	193.99
Ciśnienie H_H [m]	20.09
Pobór prądu I_{RST} [A]	55.00
Napięcie zasilania U [V]	459.00
$\cos(\varphi)$	0.84
Pobór mocy czynnej P_E [kW]	37.00
Energia mocy czynnej E [kWh]	
Częstotliwość [Hz]	50.00

- pomp głębinowych, Wydawnictwo Seidel – Przywecki, Wydanie I, Warszawa, 2021.
- [6] Strączyński M., Dobkowski T., Oszczędność energii w eksploatacji pomp i ujęć głębinowych – cz. 5, efekty energetyczne po zastosowaniu zmodernizowanych, głębinowych agregatów pompowych z silnikami synchronicznymi, Forum Eksploatatora 1/2020, styczeń – luty, Warszawa 2020.

- [7] Strączyński M., Bilans mocy w układzie pompowym studni ujęciowej, XXIII Konferencja Naukowo-Techniczna, Monografia, PZiTS – Częstochowa, 2021.
- [8] Urbański P., Latoń D., Zarządzanie eksploatacją pomp głębinowych, Pompy Pompownie, 1/2021, maj, Racibórz 2021.
- [9] Katalogi i materiały Hydro – Vacuum S.A., Grudziądz, 2020.

Reklama



NIE LEJEMY WODY