

Analiza porównawcza urządzeń wiertniczych przeznaczonych do wierceń wielootworowych

Jacek Adamiak

Polskie Górnictwo Naftowe i Gazownictwo S.A., Oddział Geologii i Eksploatacji w Warszawie

Streszczenie: Wiercenia lądowe wielootworowe stają się coraz popularniejszą metodą zwiększenia wydobywania węglowodorów przy jednoczesnym ograniczeniu kosztów oraz efektywniejszym wykorzystaniu urządzenia wiertniczego. Metodę tę stosuje się również w rejonach zurbanizowanych bądź na terenach trudno dostępnych ze względu na np. warunki ukształtowania powierzchni. Wiercenie kilku otworów z jednego pada ogranicza negatywny wpływ prac na otoczenie i środowisko naturalne w porównaniu z wierceniem takiej samej liczby otworów z pojedynczych padów. Przy doborze urządzenia wiertniczego należy uwzględnić podstawowe parametry techniczne, a także ocenić, czy indywidualne, ponadstandardowe wyposażenie, może wpłynąć na wzrost poziomu bezpieczeństwa i komfortu pracy załogi wiertniczej oraz ergonomię i efektywność użytkowania urządzenia. W artykule przeanalizowano zasadność wykorzystania urządzenia wiertniczego, cięższego, przewymiarowanego w stosunku do urządzenia racjonalnie dobranego do warunków geologiczno-złożowych. Opisano wady takiego rozwiązania, ale też główne zalety, które w zależności od potrzeb i oczekiwań inwestora mogą mieć wpływ na ostateczną decyzję co do wyboru urządzenia realizującego wielootworowy projekt na padzie powierzchniowym.

Słowa kluczowe: urządzenie wiertnicze, otwór wiertniczy, efektywność pracy urządzenia wiertniczego, komfort i bezpieczeństwo pracy

COMPARATIVE ANALYSIS OF DRILLING RIGS THAT CAN PERFORM MULTI-HOLE DRILLING

Abstract: Multi-hole onshore drilling is becoming an increasingly popular method of increasing hydrocarbon production while reducing costs and more efficient use of the drilling rig. This method is also used in urbanized areas or in places that are difficult to access due to, for example, landform conditions. Drilling several wells from one pad reduces the negative impact of the works on the surroundings and the environment compared to the same number of wells made from individual pads. When selecting a drilling rig, basic technical parameters should be taken into account, as well as assessing whether individual, non-standard equipment may increase the level of safety and comfort of work of the drilling crew, as well as ergonomics and efficiency in everyday use. The article analyzes the validity of using a drilling rig, heavier, oversized than rationally selected due to the geological and deposit conditions. The disadvantages of such a solution are described, but also the main advantages, which, depending on the needs and expectations of the investor, may affect the final decision regarding the choice of a rig implementing a multi-hole drilling on a surface pad.

Keywords: drilling rig, well, the efficiency of the drilling rig, comfort and safety work

1. Wstęp

Ze względu na uwarunkowania ekonomiczne i geologiczne wynikające z wysokich kosztów prac wiertniczych oraz ryzyk technicznych operatorzy i inwestorzy szukają rozwiązań pozwalających na zwiększenie wydobywania węgłowodorów przy jednoczesnym ograniczeniu kosztów i czasu zaangażowania urządzenia wiertniczego (Stryczek i in. 2017). Jednym z takich rozwiązań jest wiercenie wielu otworów z pada powierzchniowego. Podstawowa korzyść w tym przypadku wynika przede wszystkim z tego, że na potrzeby wiercenia tych otworów pozyskiwany jest jeden teren powierzchniowy, budowany jest jeden plac, jedna droga dojazdowa i niezbędna infrastruktura taka jak np. zjazd z drogi publicznej czy ekrany akustyczne oraz jednorazowo załatwia się konieczne formalności (pozwolenia, decyzje administracyjne itp.). W kosztach uwzględnia się jednorazowy transport urządzenia wiertniczego, którego przestawienie na placu jest znacznie tańsze niż jego montaż/demontaż i przewóz pomiędzy padami. Dla wykonawcy, głównie ze względu na długi czas trwania prac typowo wiertniczych w jednym miejscu, jest to interesujący projekt, a dla zleceniodawcy przełożyć się to powinno na uzyskanie atrakcyjnych cenowo ofert (Miska i in. 2022).

2. Uzasadnienie wyboru urządzeń wiertniczych do analizy

PGNiG ma już pewne doświadczenia związane z prowadzeniem wiercenia więcej niż jednego otworu z pada powierzchniowego. W poprzednich latach takie wiercenia prowadzone były w rejonie syneklizy perybałtyckiej w ramach poszukiwań tzw. gazu łupkowego, a także na obszarze zapadliska przedkarpackiego i podczas realizowania projektu badawczego związanego z poszukiwaniem metanu w pokładach węgla kamiennego – CMB – w Górnośląskim Zagłębiu Węglowym (GZW). Prace wiertnicze wykonywane były przez dwa typy urządzeń wiertniczych – podczas wierceń na syneklizie perybałtyckiej ciężkie urządzenie wierciło głębokie otwory, z bardzo długim odcinkiem poziomym, średniej klasy urządzenie wierciło natomiast otwory kierunkowe o długości do 2000 m lub niewiele dłuższe na zapadlisku przedkarpackim oraz płytkie otwory z długim odcinkiem poziomym prowadzonym w strefie złożowej na obszarze Górnośląskiego Zagłębia Węglowego (PGNiG S.A., b.d.).

W artykule przedstawiono analizę porównawczą nowoczesnego, ciężkiego urządzenia wiertniczego będącego od 2018 roku w posiadaniu PGNiG S.A. Bentec Cantilever RIG 2000 HP i średniej klasy urządzenia Drillmec MR 8000, którym z powodzeniem wykonano między innymi wiercenie intersekcyjnego systemu dwóch otworów w ramach poszukiwań CBM z jednego pada powierzchniowego (PGNiG S.A., b.d.). Prezentowana analiza ma umożliwić ocenę, czy prowadzenie wiercenia urządzeniem

przewymiarowanym, o dużo wyższych parametrach technicznych w porównaniu ze sprawdzonym urządzeniem wiertniczym dobranym pod względem parametrów do przewidywanych warunków geologicznych, może być, a jeśli tak, to w jakich aspektach, uzasadnione.

3. Porównanie charakterystyk urządzeń wiertniczych Bentec 2000 HP i Drillmec MR 8000

Podstawowe parametry techniczne wybranych do analizy urządzeń przedstawiono w tabeli 1 (PGNiG S.A., b.d.).

Tabela 1

Podstawowe dane techniczne urządzenia wiertniczego Bentec 2000 HP i Drillmec MR 8000

Maszt		
Producent/ typ / rok produkcji	Bentec Cantilever / 2018	Drillmec / 2008
Wysokość całkowita masztu	46,33 m	36,00 m
Mostek wieżowego – pas	3 kawałki przewodu w pasie	2 kawałki przewodu w pasie
Nominalny udźwig statyczny	5260 kN	2000 kN
Układ olinowania	14 lin	11 lin
Pojemność mostka przewodu 5"	6900	3200
Dopuszczalna prędkość wiatru	144 km/h	–
Urządzenie ewakuacyjne	RG 10	tak
Zabezpieczenie przed wyjazdem na koronę	System ACS	Crown-0-Matic
Wyciąg wiertniczy		
Producent / typ / rok produkcji	Bentec Drawworks / E-450-AC-SG / 2018	Drillmec / –
Moc wyciągu	1491 kW	746 kW
Rodzaj napędu (typ, moc)	elektryczny – 2 × AC (1600 KM)	mechaniczny – 2 × CAT C 15
Rozmiar liny wyciągowej	38 mm (1½")	29 mm (1⅛")
Wielokrążek ruchomy z hakiem		
Producent / typ / rok produkcji	Bentec / TB-650-7-60 / 2018	American Block / DH 30E 250 / –
Obciążenie robocze / olinowanie	5900 kN / 14 lin	2500 kN / 11 lin

Tabela 1 cd.

Stół obrotowy		
Producent / typ / rok produkcji	Bentec / RDE-375 / 2018	UPETROM / MRL 275 / –
Przelot minimalny	952,5 mm (37 ¹ / ₂ ")	698,5 mm (27 ¹ / ₂ ")
Typ napędu/przekładni	elektryczny (2 × 45 kW)	mechaniczny
Maksymalna prędkość obrotowa	38 obr/min	300 obr/min
Maksymalne statyczne obciążenie	5900 kN	5000 kN
Top-drive		
Producent / typ / rok produkcji	Bentec / TD-500-XT / 2018	Drillmec / HTD 250 HT / –
Maksymalne statyczne obciążenie	5000 kN	2500 kN
Typ napędu/przekładni	elektryczny – AC (850 kW)	hydrauliczny
Maksymalna prędkość obrotowa	230 obr/min	189 obr/min
Podbudowa		
Producent / rok produkcji	Bentec / 2018	Drillmec / –
Całkowity udźwig podbudowy	8760 kN	3630 kN
Maksymalne obciążenie (stół + kłoc)	5260 kN + 3500 kN	2500 kN + 1130 kN
Wysokość ponad poziomem terenu	9,75 m	5,18 m
Wolny prześwit między belkami stołu a terenem	8,20 m	4,17 m
Wciągarki BOP do montażu prewentera udźwig	2 × 200 kN (hydrauliczne)	łańcuchowa
Głowica płuczkowa		
Producent / typ / rok produkcji	Bentec / zintegrowana z TOP DRIVE / 2018	IDECO / TL 200 / –
Maksymalna prędkość obrotowa	230 obr/min	300 obr/min
Nominalne statyczne obciążenie	5000 kN	1810 kN
Ciśnienie robocze	51,8 MPa	35,0 MPa
Pompy płuczkowe		
Typ / rok produkcji / liczba sztuk	Bentec Mud Pump T-1600 AC (R) 7 ¹ / ₂ " × 12" / 2018 / 3 sztuki	National T-9 P 100 / – / 3 sztuki
Moc hydrauliczna pompy	1193 kW	746 kW
Maksymalne ciśnienie robocze	51,8 MPa	35,0 MPa
Maks. wydajność / maks. liczba	3127 l/min / 120 suw/min	1000 l/min / 25 MPa
Średnica tulei	114,3–190,5 mm (4 ¹ / ₂ "–7 ¹ / ₂ ")	127,0–165,1 mm (5"–6 ¹ / ₂ ")
Rodzaj napędu (typ; liczba; moc)	elektryczny / 1 × AC Motor BAFD 400.L 623 EX / 1200 kW	2 × spalinowy / 1 × elektryczny / 625 kW

Tabela 1 cd.

Rurociągi tłoczące, stojak, wąż płuczkowy		
Ciśnienie dopuszczalne	51,8 MPa	35,0 MPa
Średnica wewnętrzna	101,6 mm (4")	101,6 mm (4")
Zbiorniki płuczkowe		
Pojemność systemu płuczkowego	290 m ³	210 m ³
Zbiornik do zatłaczania (pojemność / liczba)	8 m ³ / 1	6 m ³ / 1
System mieszadeł – komplet na każdym zbiorniku	2 sztuki	2 sztuki
Pistolety do mieszania płuczki (liczba)	2 sztuki	2 sztuki
Lej do sporządzania płuczki (liczba)	2 sztuki	2 sztuki
Sita wibracyjne linearne (typ, liczba)	4 × SWACO Mongoose Pro	2 × SWACO Mongoose
Mud cleaner (sztuki)	1 × SWACO	1 × SWACO
Pompy doładowujące do pomp płuczkowych (wymiały, liczba)	152,4 mm × 127 mm × 14	152,4 mm × 127 mm × 14
Trip tank (pojemność)	8 m ³	8 m ³
Degazator (typ / zdolność odgazowania)	Bentec DMD-250-H / 4,16 m ³ /min	Brandt DG-10 / 3,785 m ³ /min
Agregaty prądotwórcze		
Producent / rok produkcji	Caterpillar / 2018	Caterpillar / –
Liczba, typ	5 × Caterpillar 3512B – Leroy Somer	2 × 3412
Moc	1500 kVA	1 × 906 kVA, 1 × 645 kVA
Napięcie	600 V/50 Hz	400–230 V/50 Hz
System instalacji powietrznej		
Sprężarki (liczba / producent / rodzaj)	3 × Atlas Copco GA / Kaeser BD	2 × CompAir / L 75
Wydajność / ciśnienie	11 m ³ /min / 0,8 MPa	12,44 m ³ /min / 0,75–1,30 MPa
Pojemność zbiorników powietrznych	2 m ³	2 m ³
Zbiorniki paliwowe	3 × 24 m ³	50 m ³
Klucz hydrauliczny do skręcania przewodu wiertniczego	klucz hydrauliczny (Iron Roughneck) IR-100-5-P	klucz maszynowy BV 65 13 ³ / ₈ "–3 ¹ / ₂ "
Wciągarka pomocnicza (typ)	2 × HW-5 (hydrauliczne)	Ingersoll-Rand – LS5000

4. Ponadstandardowe wyposażenie urządzenia Bentec 2000 HP w porównaniu z urządzeniem Drillmec MR 8000

W porównaniu z urządzeniem Drillmec MR 8000, poza zdecydowanie nowocześniejszą konstrukcją, Bentec 2000 HP cechuje się wyposażeniem w systemy i osprzęt zapewniające dużo większy komfort pracy i poziom bezpieczeństwa załogi oraz skrócenie czasu prac wiertniczych.

Niektóre elementy wyposażenia bądź systemy wymieniono poniżej (Bentec, b.d.):

- System antykolizyjny (ACS). Wydajny system pozwalający na szybsze nawet o 20% operacje dźwigowe (warunkiem jest odpowiedni stan techniczny otworu w przypadku prowadzenia operacji marszowania w niezarurowanym otworze). Odpowiada za wyhamowanie wyciągu wiertniczego w trakcie operacji dźwigowych, zapobiegając kolizjom z elementami konstrukcyjnymi urządzenia wiertniczego. Odpowiednie korzystanie z ACS zapewnia wysoki poziom bezpieczeństwa pracującej załogi i pełną powtarzalność operacji dźwigowych.
- InfoDrill (Drilling Information System). Niezwykle przydatne narzędzie do kontroli i analiz prowadzonych prac wiertniczych. Narzędzie to gromadzi, rejestruje, przetwarza i archiwizuje wszystkie ważne dane dotyczące urządzenia wiertniczego i parametrów wiercenia w jednym scentralizowanym systemie. Rejestrowane dane to między innymi: ciężar na haku, postęp wiercenia, ciśnienie tłoczenia, ciśnienie w przestrzeni pierścieniowej i na stojaku płuczki, suwy pomp, liczba obrotów, moment obrotowy stołu, moment kluczy maszynowych i IR czy bilans płuczki w otworze i na zbiornikach płuczki. InfoDrill System zapewnia również bezproblemową integrację z systemami optymalizacji wiercenia oraz niezwykle pomocny elektroniczny licznik zapuszczanych rur okładzinowych, pozwala również na wydruk wymaganego przez operatora raportu zgodnego ze standardami IADC (International Association of Drilling Contractors).
- Bentec rigCARE. Jako jeden z elementów optymalizacji czasu wiercenia (NPT), zwłaszcza w razie drobnej usterki bądź poważnej awarii urządzenia wiertniczego, system ten zapewnia oszczędność czasu, a co za tym idzie – pieniędzy. Dzięki zastosowaniu bezpiecznej aplikacji internetowej możliwy jest dostęp do informacji o stanie technicznym urządzenia wiertniczego wraz z osprzętem w czasie rzeczywistym, niezależnie od miejsca przebywania specjalistów serwisu technicznego. Aplikacja ta znacznie przyspiesza czas rozwiązywania problemów, umożliwia szybsze przeprowadzanie napraw i zapobiega potencjalnym problemom na dużą skalę, zanim się pojawią. Dostęp do bazy danych zapewnia specjalistom szczegółowe informacje o wcześniejszych problemach ze sprzętem i wprowadzonych poprawkach, co umożliwia prowadzenie napraw szybciej i bardziej efektywnie. W wielu przypadkach rigCARE całkowicie eliminuje potrzebę osobistego udziału specjalistów serwisu technicznego. Równie ważne jest też całodobowe, zdalne wsparcie serwisu technicznego firmy Bentec.

- System CATWALK (HCS). Automatyczny, hydrauliczny system służący do transportu przewodu wiertniczego pomiędzy rampą rurową a szybem wiertniczym. Eliminuje potrzebę ręcznego przenoszenia rur przez załogę wiertniczą oraz użycie zewnętrznego urządzenia dźwigowego bądź wciągarki szybowej, co zawsze stanowi zagrożenie dla personelu obsługującego. Cała operacja podawania rury prowadzona jest za pomocą konsoli sterującej obsługiwanej przez wykwalifikowanego pracownika wiertni z poziomu szybu wiertniczego. Polega ona na przepchaniu przez specjalny cylinder i umieszczeniu kawałka przewodu z rampy w specjalnej rynnie na wprost wrót szybu, a następnie przeniesieniu całości elementu do szybu, do pozycji, w której elewator TopDrive zostaje bezpiecznie zapięty na mufie rury płuczkowej. Dzięki zastosowaniu tego rozwiązania, poza ograniczeniem potencjalnych zagrożeń, cały proces przebieg znacznie szybciej i ergonomiczniej niż tradycyjny sposób podawania i wcześniejszego umieszczenia przewodu w otworze pomocniczym.
- System kroczący (Walking System). Niezwykle przydatny osprzęt do wierceń wielotworowych prowadzonych na padzie powierzchniowym. Pozwala na przestawianie masztu i podbudowy z przewodem wiertniczym w szybie w każdym kierunku.

Na rysunku 1 przedstawiono jeden z czterech elementów systemu kroczącego w fazie pełnego podniesienia, umocowany do podbudowy urządzenia wiertniczego. Na rysunku widać też podniesioną podbudowę urządzenia, gotową do kroczenia.



Rys. 1. Element systemu kroczącego Bentec połączony z podbudową urządzenia wiertniczego

Poniżej wymieniono najważniejsze cechy systemu krocącego Bentec RWS-300-EXT:

- prędkość przechodzenia wynosi 14 m/h,
- urządzenie może kroczyć w 20 różnych kierunkach w promieniu 360°,
- całkowity ciężar przenoszony przez system wynosi 12 000 kN,
- sterowanie odbywa się za pomocą zdalnego panelu,
- moc napędowa dostarczana jest przez system zasilania urządzenia.

Komfort pracy zapewnia między innymi wygodna kajuta wiertacza (rys. 2) z łatwym dostępem do konsoli sterowania urządzeniem i jego osprzętem, z monitorowaniem parametrów i kamerami zapewniającymi przegląd prowadzonych prac w szybie wiertniczym.



Rys. 2. Kajuta wiertacza – centrum sterowania urządzeniem wiertniczym Bentec 2000 HP

Z uwagi na klimat występujący w Polsce – w celu zapewnienia komfortu pracy załogi wiertniczej oraz ograniczenia do minimum ryzyka przestoju urządzenia związanego z jego rozmrażaniem podczas silnych mrozów, często spotykanych zwłaszcza w południowo-wschodnich rejonach kraju – dostosowano urządzenie wiertnicze do warunków zimowych (tzw. winteryzacja). Jednym z elementów takiego zabezpieczenia jest specjalna hala (rys. 3) nad systemem płuczkowym zapewniająca odpowiednią temperaturę i zapobiegająca zamarzaniu płynów wiertniczych w armaturze systemu płuczkowego, które powoduje częste komplikacje w sezonie zimowym.



Rys. 3. Hala systemu płuczkowego

Kolejnym elementem winteryzacji jest specjalny namiot chroniący pompy płuczkowe przed wpływem warunków atmosferycznych (rys. 4).



Rys. 4. Namiot chroniący pompy płuczkowe przed czynnikami atmosferycznymi

5. Wymagania wobec pada powierzchniowego i usytuowanie na nim urządzeń wiertniczych

Urządzenie **Bentec 2000 HP** nie wymaga specjalnych przygotowań placu wiertni na potrzeby jego montażu/demontażu bądź prac wiertniczych w porównaniu z urządzeniem o zbliżonych parametrach technicznych. Rekomendowane wymiary pada powierzchniowego to 150 m × 80 m. Przy wierceniu kilku otworów na padzie, w bliskiej odległości od siebie i o średniej konstrukcji, wymagana powierzchnia terenu i wymiary pada mogą się jedynie nieznacznie zwiększyć. Wynika to z faktu, że standardowa objętość systemu płuczkowego jest na tyle duża, że nie potrzebne są dodatkowe zbiorniki na magazynowanie płuczki, a system kroczący nie wymaga przed wykonaniem kolejnego otworu demontażu urządzenia i dodatkowego miejsca na placu.

W przypadku wielootworowych prac wiertniczych urządzenie Bentec 2000 HP, dzięki systemowi krocącemu, „przechodzi” do kolejnego otworu, a elementy urządzenia wraz z jego zapleczem techniczno-biurowo-socjalnym nie zostają przestawiane (rys. 5).



Rys. 5. Usytuowanie urządzenia Bentec 2000 HP wraz z zapleczem na padzie powierzchniowym

Walorem urządzenia jest nowoczesna konstrukcja oraz ograniczenie negatywnego wpływu na środowisko naturalne i otoczenie – służy temu sposób rozmieszczenia agregatów prądotwórczych oraz całego systemu zasilania w zwartej, wyciszonej zabudowie kontenerowej (rys. 6).



Rys. 6. Kontenerowa zabudowa zasilania urządzenia Bentec 2000 HP
(fot. Daraż PGNiG S.A.)

Urządzenie Drillmec MR 8000 na potrzeby realizacji standardowych projektów wymaga zdecydowanie mniejszego pada powierzchniowego. Wymiary 100 m × 50 m (Exalo Drilling S.A., b.d.) są już wystarczające do wiercenia pojedynczego otworu (rys. 7).



Rys. 7. Usytuowanie urządzenia Drillmec MR8000
wraz z zapleczem na padzie powierzchniowym

Jednak wraz ze wzrostem liczby otworów na padzie rosną wymagania co do wymiarów placu. Wynika to między innymi z potrzebnego zaplecza przeznaczonego na magazynowanie większej ilości płuczki wiertniczej, ze sposobu zabezpieczenia odwierconych w pierwszej kolejności i zagłowiczonych otworów oraz z miejsca potrzebnego na demontaż, przestawienie i ponowny montaż urządzenia wiertniczego. Ze względu na mechaniczny rodzaj napędu i zdecydowanie starsze rozwiązanie konstrukcyjne wpływ na otoczenie pomimo mniejszych gabarytów jest bardziej zauważalny.

6. Podsumowanie analizy porównawczej urządzenia Bentec 2000 HP i Drillmec MR 8000

Biorąc pod uwagę dotychczasowe wieloletnie doświadczenia związane z drążeniem otworów wiertniczych – w tym wierceniami wielootworowymi, z długim odcinkiem poziomym w złożu – należy stwierdzić, że urządzenie Drillmec MR 8000 może z powodzeniem wykonywać wiercenia otworów o konstrukcjach dostosowanych do jego parametrów technicznych. Analiza wskazuje, że w przypadku otworów wykonywanych pojedynczo na padzie powierzchniowym zastosowanie przewymiarowanego i droższego w eksploatacji urządzenia Bentec 2000 HP nie ma uzasadnienia technicznego i ekonomicznego. Jeśli jednak planowane są wielootworowe prace wiertnicze, przed ostateczną decyzją dotyczącą wyboru typu urządzenia wiertniczego należy wziąć pod uwagę nie tylko minimalne wymagania techniczne, ale też przeanalizować wady i zalety ciężkiego urządzenia, np. typu Bentec Cantilever RIG 2000 HP, w porównaniu z urządzeniem klasy średniej.

Do wad można zaliczyć:

- większą powierzchnię terenu pod pad powierzchniowy, a ze względu na wielkość i ciężar urządzenia – wyższe koszty prac przygotowawczych;
- dłuższy czas prac montażowych/demontażowych oraz dużą ilość podzespołów i elementów urządzenia wiertniczego, które należy przetransportować;
- wyższe koszty eksploatacji urządzenia, zwłaszcza koszty zasilania i obsługi;
- zaangażowanie nowoczesnego, ciężkiego urządzenia w projekty, które mogą być przeprowadzone z wykorzystaniem urządzeń lżejszych; można to spowodować problemy z dostępnością urządzenia wiertniczego na potrzeby wierceń głębokich otworów w rejonach o skomplikowanej budowie geologicznej.

Zalety urządzenia wymieniono poniżej.

- Krótszy czas prac wiertniczych i projektu wiertniczego:
 - czas operacji dźwigowych dzięki trzem kawałkom w pasie i ACS jest krótszy co najmniej o 35%;
 - automatyzacja procesu skręcania/rozkręcania przewodu wiertniczego i podawania kawałka przewodu do szybu wiertniczego usprawnia prace w szybie wiertniczym;

- przewód wiertniczy jest raz skręcany w pasy i raz rozkręcany w trakcie projektu wiertniczego;
 - oszczędność czasu (8–10 dni) wynika z przestawiania kompletnego urządzenia z przewodem wiertniczym w szybie, zamiast długotrwałego i niebezpiecznego dla załogi demontażu, przestawiania i ponownego montażu urządzenia klasy średniej;
 - duży zapas mocy, ciśnienia i wydajności w razie wystąpienia komplikacji może uchronić przed awarią albo skrócić czas jej trwania.
- Możliwość zasilania urządzenia energią z sieci energetycznej. Niezbędna w tym celu jest przebiegająca w pobliżu sieć wysokiego bądź średniego napięcia i wybudowanie przyłącza z sieci do miejsca wiercenia. W przypadku zasilania spalinowego zastosowane nowoczesne rozwiązania pozwalają na optymalną pracę silników w zależności od obciążenia, wpływając na oszczędności zużycia oleju napędowego. Biorąc pod uwagę planowaną konstrukcję otworu, należy stwierdzić, że obciążenie elementów napędowych ciężkiego urządzenia jest dużo niższe niż optymalnego w tych warunkach urządzenia klasy średniej. Wielkość obciążenia elementów napędowych ma duży wpływ na zużycie paliwa, dlatego można się spodziewać, że zapotrzebowanie na olej napędowy w przypadku znacznie mniejszego urządzenia typu Drillmec MR 8000 pracującego pod dużym obciążeniem może być nawet większe niż urządzenia Bentec 2000 HP pracującego w porównywalnych warunkach.
 - Bezawaryjność. Na ponad 23 217 godzin pracy awarie maszynowe trwały 225,8 godziny, co stanowi 0,97% czasu pracy i jest doskonałym wynikiem świadczącym o wysokiej jakości urządzenia i profesjonalizmie obsługującej je załogi.
 - Bezpieczeństwo użytkownika. W trakcie dotychczasowego użytkownika poza sporadycznymi, drobnymi urazami nie wystąpiły żadne zdarzenia związane z zagrożeniem zdrowia i życia załogi wiertniczej oraz personelu obsługującego zarówno w czasie prac wiertniczych, montażowych i demontażowych, jak i transportowych.
 - Mała uciążliwość dla środowiska naturalnego. Rozwiązania konstrukcyjne ograniczają potencjalne niekorzystne oddziaływanie urządzenia na środowisko naturalne i najbliższe otoczenie.

Dobierając urządzenia do wielootworowych prac wiertniczych, należy analizować je pod kątem możliwości ich przechodzenia do kolejnego otworu bez konieczności ich demontażu i ponownego montażu. Poza kosztami z tym związanymi i wydłużonym czasem niezbędnym do przeprowadzenia tych operacji istnieje dodatkowe ryzyko wynikające z prac niebezpiecznych, jakimi są montaż i demontaż urządzenia, zwłaszcza że na padzie powierzchniowym mogą już być zagłowiczone/zaczopowane otwory gazowe. Należy również wziąć pod uwagę sposób zasilania urządzenia wiertniczego. Obecnie,

pomimo zawirowań na rynkach cen energii, w przypadku wykonywania większej liczby otworów tańsze jest zasilanie energią elektryczną dostarczaną z przebiegających w pobliżu sieci energetycznych niż tradycyjnie olejem napędowym.

Literatura

- Bentec, b.d., *Catwalk Systems*. <https://www.bentec.com/equipment/mechanical-drilling-rig-equipment/catwalk-systems/catwalk-systems.html> [dostęp: 29.09.2022].
- Exalo Drilling S.A., b.d. Materiały firmowe [niepublikowane].
- Miska S.M., Mitchell R.F., Ozbayoglu E.M., 2022, *Drilling Engineering: Advanced Applications and Technology*, McGraw Hill, New York.
- PGNiG S.A., b.d. Materiały archiwalne [niepublikowane].
- Strzyżek S., Gonet A., Rzycki M., 2017, *Projektowanie głębokich otworów wiertniczych*, Wydawnictwa AGH, Kraków.