

Podręcznik zawodowych
operatorów wiertnic
diamentowych

Przewodnik praktyczny

 Epiroc



Informacje zawarte w niniejszej broszurze stanowią dla czytelnika zbiór sugestii i wskazówek dotyczących szeregu hipotetycznych okoliczności. Epiroc nie ponosi odpowiedzialności za szkody (w tym następne) wynikłe z realizacji powyższych sugestii i wskazówek. Zachęcamy czytelnika do kontaktu z autoryzowanym przedstawicielem firmy Epiroc, od którego można uzyskać wytyczne wobec postępowania w konkretnych sytuacjach.

Znajdź nas na stronie www.epiroc.com/en-ca/products/rock-drilling-tools/core-drilling-tools

Zobowiązanie



Górnictwo to podstawa przemysłu, zaś wiercenia poszukiwawcze są fundamentem górnictwa. Zawdzięczamy bardzo wiele mężczyznom i kobietom, którzy pracowali w ciężkich warunkach, często z dala od cywilizacji, by :zajrzeć w głąb ziemi” i znaleźć minerały, dzięki którym istnieje przemysł i dzięki którym dobrobyt budowały i budują całe narody.

Epiroc oddaje cześć tym bohaterom. Jednocześnie obiecujemy wszystkim górnikom zawodowo pracującym z wiertnicami diamentowymi, że chcemy waszych porad i opinii. Zamierzamy, dzięki naszym obszernym zasobom i możliwościom, dać wam produkty i usługi służące waszemu bezpieczeństwu, komfortowi pracy i coraz większej jej rentowności.

Epiroc będzie wspierał waszą pracę na obiektach wydobywczych już dobrze rozpoznanych, jak i zupełnie nowych. Chcemy podejmować wyzwania ręka w rękę z wami i z wami święcić wasze sukcesy. Będziemy waszym dostawcą i partnerem.

Spis treści

Część 1 - Dobór świerdów wiertniczych

Część 2 - Parametry pracy świerdów wiertniczych

Część 3 - Porady dotyczące wiercenia

Część 4 - Ostrzenie świerdów

Część 5 - Charakterystyka zużycia świerdów

Część 6 - Nominalne wielkości rdzeni

Część 7 - Żerdzi i okładziny odwiertów

Część 8 - Produkty Epiroc

Część 9 - Tabele przeliczeniowe

Bezpieczeństwo

Wypadek jest zdarzeniem nieplanowanym, niezamierzonym, wynikiem z czynów lub warunków niebezpiecznych.

Większości wypadków można zapobiec dzięki poniższym warunkom:

- właściwym szkoleniom,
- właściwemu nadzorowi,
- użytkowaniu narzędzi i urządzeń zgodnie z ich przeznaczeniem,
- bezpiecznym metodom pracy.

Wybrane zasady BHP:

- Noś dobrze dopasowaną odzież ochronną.
- Noś kask ochronny, okulary ochronne i obuwie ochronne.
- Używaj uprząży bezpieczeństwa i liny asekuracyjnej.
- Nie noś pierścionków ani innej biżuterii podczas pracy.
- Używaj właściwych narzędzi i zgodnie z ich przeznaczeniem.
- Nie próbuj naprawiać maszyn nie wyłączonych z ruchu.
- Prawidłowo przechowuj swoje narzędzia.
- Unikaj pośpiechu.
- Utrzymuj swoje miejsce pracy w czystości i bezpiecznym stanie.
- Podnoś i przenoś ciężary zgodnie z zasadami ergonomii.
- Znaj warunki ochrony ppoż. i przestrzegaj ich.
- Na bieżąco sprawdzaj stan lin stalowych i innych urządzeń.
- Zużyte narzędzia pracy wymień na nowe.
- Znaj dobrze urządzenia, z którymi pracujesz. Dokładnie zapoznaj się z DTR, instrukcjami obsługi i warunkami BHP wydanymi przez producentów. Przestrzegaj ich ściśle.

Zawodowy operator wiertnicy diamentowej

Wstęp

Powodzenie wierceń poszukiwawczych, in. badawczych, zależy od porozumienia i współpracy między dwoma fachowcami: geologiem i operatorem wiertnicy diamentowej. O ile wiercenia podlegają kontroli geologa, nie posiada on wiedzy i doświadczenia pozwalających zoptymalizować eksploatację świdra i wiertnicy. Z kolei zawodowy operator wiertnicy diamentowej powinien chętnie dzielić się swoją wiedzą z geologiem, by zoptymalizować ruch wiertnicy i skuteczność wierceń.

Utwory skalne

Geologiczne klasyfikacje typów skał opierają się na ich składzie chemicznym i strukturze. Klasyfikacja twardości skał jest skalą względną. Tak zwane skały miękkie mogą okazać się trudniejsze w wierceniu niż skały twarde, zaś w ramach jednego utworu skalnego mogą panować warunki skrajnie odmienne. Konkretny typ skały może ulec drastycznej zmianie nawet na odcinku jednego odwiertu, zmuszając do przebrojenia na inny świder. Każdy typ skały należy rozpatrywać jako mający zakres parametrów będących zmiennymi, od których wartości zależy możliwość jej urabiania.

Czynniki najbardziej wpływające na urabialność skały to: uziarnienie, twardość, zwietrzenie i spękanie. Duże ziarno skały i liczne jej spękania czynią fakturę skały bardziej ścierną. Skała o drobnym uziarnieniu, spoista i twarda jest mniej ścierna. Z kolei zwietrzenie określa wytrzymałość mechaniczną skał.

Świdry wiertnicze


Chcąc pomóc górnictwu z odpowiednim dostosowaniem technologii urabiania i wiercenia skał do ich zmienności, producenci świdrów wiertniczych opracowali oszałamiająco bogatą ofertę produktów i systemów numeracji - która niestety utrudnia dobór prawidłowych koronek do rodzaju skał.

System numeracji świdrów diamentowych produkcji Epiroc opracowano z kolei tak, by ów dobór maksymalnie uprościć. W niniejszej broszurze przyporządkowano powszechnie spotykane utwory skalne do tzw. kluczowych grup skalnych na podstawie podobieństwa ich urabiania.

Tabela doboru świdrów wiertniczych

Chcąc uprościć dobór świdrów wiertniczych do warunków geologicznych, przeprowadzono klasyfikację utworów skalnych z podziałem na trzy zastosowania narzędzi wiertniczych.

Każde z zastosowań uwzględnia szereg osnów materiałów świdra. Każda osnova jest przeznaczona ściśle dla odpowiadającego jej rodzaju warunków wiercenia. Dobór na tej podstawie znacznie zwiększa szanse na optymalizację skuteczności robót wiertniczych.

 Zastosowanie nr 1 (kolor zielony) - formacje skał od miękkich do umiarkowanie twardych, od ściernych i spękanych po niezwiertzałe.



Zastosowanie nr 2 (kolor niebieski) -
formacje skał umiarkowanie
twardych po twarde, średnio
ścierne, od średnio spękanych po
niezwiętrzałe.



Zastosowanie nr 3 (kolor czerwony) -
formacje skał twardych po skrajnie
twardych, niezwiętrzałych.



Świdry wiertnicze impregnowane

Grupa skał	Właściwości skały	Typ skały
1-4	Miękkie lub średnio miękkie Od silnie ściernych po słabo ścierne Od silnie do mało spękanych	Zlepierce Łupki Piaskowce Wapienie
5	Średnio twarde, ścierne Od umiarkowanie do mało spękanych	Zwiętrzałe granity Zwiętrzałe gnejsy Dolomity Tuf
6	Średnio twarde Umiarkowanie ścierne Od umiarkowanie do mało spękanych	Dioryty nieprzeobrażone po słabo metamorficzne Perydotyt gabbro i gnejsy Bazalty i andezyty
7	Od średnio twardych po twarde Umiarkowanie ścierne Od mało spękanych po niezwiętrzałe	Bazalt metamorficzny, amfibolit Dioryty metamorficzne i gabbro Diabazy
8	Twarde Lekko ścierne Niezwiętrzałe	Skarn kwarcowy Granity i pegmatyty
9	Bardzo twarde Lekko ścierne Zupełnie niezwiętrzałe	Metamorficzne skały granitowe i gnejsy kwarcowe
10	Bardzo twarde Nieścierne i drobnoziarniste Zupełnie niezwiętrzałe	Rogowiec i jaspis Kwarcyt Silnie metamorficzne skały wulkaniczne

Tabela doboru świdrów wiertniczych

Zawodowi operatorzy wiertnic diamentowych od lat wybierają chętnie świdry Hobic i Craelius, znając przy tym system numeracji ich odmian. Epiroc nie zamierza rezygnować z systemu numeracji tych wyrobów, gdy włączy ich do nowej klasyfikacji grup przedstawionej na kolejnych stronach.

Dobierając świder należy rozpatrywać się poniższe cechy konstrukcji koronki:

Krok 1 - Określ przeznaczenie i grupę skał (osnowę)

Krok 2 - Wybierz odpowiedni profil koronki

Krok 3 - Wybierz wysokość koronki

Osnowa - osnowa to mieszanina diamentu sztucznego z różnymi metalami. Każda osnowa wyróżnia się inną odpornością na ścieranie, a tym samym prędkością zużycia. Odpowiedni kompromis między prędkością zużycia materiału osnowy i diamentów gwarantuje dużą prędkość pogłębiania skały i optymalną trwałość użytkową świdra.

Kaliber - jest to wskaźnik odpowiadający zewnętrznej i wewnętrznej średnicy świdra, mającej bezpośrednią styczność z urabianą skałą. Wymiary te mogą zmienić się w wersji wzmocnionej narzędzia.

Kanały płuczkowe - istnieje szereg różnych konfiguracji kanałów wodnych, dobieranych w zależności od warunków wiercenia.

Tabela doboru świdrów wiertniczych



Poszerzone kanały płuczkowe (ECF)

- Profil standardowy - konstrukcja ogólnego przeznaczenia
- Nadaje się do wiercenia w formacjach mieszanych, obejmujących skały spękań i niezwiertate.
- Nadaje się do wiercenia w formacjach skalnych o szerokim zróżnicowaniu.



Jet/V

- Świder wysokiej wydajności do wiercenia swobodnego
- Wysoka wydajność urabiania
- Nadaje się do formacji skalnych twardych / niezwiertatych

Tabela doboru świdrów wiertniczych

1



Czołowe kanały płuczkowe (EXFD)

- Konstrukcja minimalizująca wyłukiwanie próbki rdzeniowej
- Nadaje się do formacji spękanych / ziarnistych



Sand

- Nadaje się do urabiania skał silnie spękanych, itów oraz itów piaskowych

Tabela doboru świdrów wiertniczych



CF



CFF

CF/CFF

- Profil standardowy dla ścianek cienkich w systemach tradycyjnych TT/LTK
- Głębokość kanałów płuczkowych można wypracować pilnikiem metalowym, co daje lepszą kontrolę nad płukaniem (CCF).
- Nadaje się do wiercenia w formacjach skalnych o szerokim zróżnicowaniu.



Taper

- Profil przeznaczony do poszerzania odwiertu (wierceń kierowanych poszerzających otwór przebity świdrem pilotowym).

Tabela doboru świdrów wiertniczych

1



JET26

- Koronki o profilu do wiercenia swobodnego, dla świdrów 26 mm o wydatnych cechach geometrycznych.
- Doskonały wybór do zwiercania niezwiertanych, nieściernych formacji skalnych.
- Zmniejsza znacznie liczbę operacji wyciągania żerdzi z odwiertów głębokich, ponieważ znacznie wydłuża trwałość świdra w porównaniu z koronkami standardowymi 13 mm i 16 mm.

Wysokość koronki - świdry produkowane są z koronkami o standardowej wysokości 10, 13, 16 i 26 mm. Wysokość koronki dobiera się określając koszty odwiertu w funkcji jego głębokości i prędkości zużycia świdra.

Tabela doboru świdrów wiertniczych

Grupa 1-4

Silnie spękanе, silnie ścierne skały

Przykłady formacji skalnych



Zalecane świdry

4 - 6

SHRED

Zlepienie

Łupki

Piaskowce

Wapienie

Grupa 5

Skały umiarkowanie spękanе lub ścierne

Przykłady formacji skalnych



Zalecane świdry

4 - 6

SHRED

AZURE

FERRO

Zwietrzale granity i gnejsy

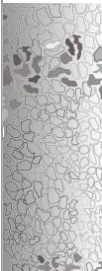
Dolomity

Tuf

Łupek

Tabela doboru świdrów wiertniczych

1

Grupa 6		
Skąły umiarkowanie ścierne		
Przykłady formacji skalnych		Zalecane świdry
Bazalt		7AC
Gabbro		6 - 8
Perydotyt		AZURE
Dioryt		KUBY
Gnejs		FERRO

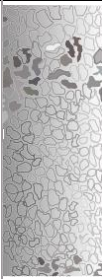



Grupa 7		
Skąły umiarkowanie ścierne, niezwiertżale		
Przykłady formacji skalnych		Zalecane świdry
Bazalt metamorficzny		6 - 8
Amfibolit		7ACF
Dioryt		AZURE
Granit		KUBY
Diabaz		FERRO

Tabela doboru świdrów wiertniczych

Grupa 8		
Skały twarde, niezwiertzale, nieco ścierne		
Przykłady formacji skalnych		Zalecane świdry
Granit		AZURE KUBY
Pegmatyt		8 (11AC) LAVA

Grupa 9		
Skały bardzo twarde i niezwiertzale, nieco ścierne		
Przykłady formacji skalnych		Zalecane świdry
Granit metamorficzny		9 11AC KUBY
Gnejs kwarcowy		LAVA

Grupa 10		
Skały zupełnie niezwiertzale i bardzo twarde		
Przykłady formacji skalnych		Zalecane świdry
Rogowiec		10 LAVA
Jaspis		
Kwarcyt		
Skały wulkaniczne metamorficzne		

Wstępne parametry pracy świdra

Dobrawszy właściwy świder do typu skał i warunków ich wiercenia należy na podstawie dostępnych informacji wybrać parametry pracy świdra tak, aby urabiał skałę możliwie najwydajniej.

Niektóre świdry mają karty techniczne obejmujące zalecenia użytkowe, które są przydatnym źródłem informacji o sposobie rozpoczęcia odwiertu. Prawdopodobne jest jednak, że konieczne będzie wprowadzenie pewnych korekt tych wartości parametrów, aby świder pracował wydajnie.

Interpretacja karty technicznej świdra	
Średnica zewn. świdra	N
Grupa skał osnowy materiału świdra	LAVA
Zastosowanie nr 2/3	Skała twarda / bardzo twarda, niezwiertzała
Prędkość obrotowa	900-1200
Prędkość zwiercania	12-25 cm/min (5-10 in/min)
Przepływ płuczki	Min. 38 l/min (10 gpm), ostrzenie przy 29 l/min

Wstępne parametry pracy świdra

Prędkość obrotowa (obr./min) - prędkość obrotową podaje się w dużym zakresie. Świder powinien wchodzić na obroty z wartością leżącą w środku zakresu prędkości, a następnie prędkość można wyregulować wedle warunków.

Prędkość zwiercania (ROP) - podaje się jej zakres, i parametr należy dostosować do wahań WOB i prędkości obrotowej.

Przepływ płuczki w lirach / galonach na minutę (GPM/LPM) - podaje się minimalną (najniższą) dopuszczalną wartość przepływu wody, zaś faktyczny wydatek pompy płuczkowej powinien być znacznie wyższy.

Ciążar na świdrze (WOB) - podaje się maksymalną zalecaną wartość obciążenia świdra. Wstępna wartość tego parametru pracy świdra powinna być znacznie mniejsza.

Wydajność

Wydajność pracy świdra

Ostrza diamentowe dobrze urabiają skałę, lecz ich wydajność maleje w miarę zużywania się świdra. Osnowa ostrzy świdra powinna zużywać się z prędkością, która w sposób nieprzerwany odświeża ostre krawędzie diamentów, jednocześnie powodując odejmowanie krawędzi zużytych.

Płyn płuczkowy należy zatłaczać poprzez świder z prędkością umożliwiającą dokładne wyptukiwanie wszystkich odłamek skalnych wybieranych przez ostrza diamentowe. W przeciwnym razie dochodzi do ponownego zmielenia odłamek, co źle wpływa na prędkość zwiercania i trwałość użytkową świdra.

Wartość WOB musi gwarantować wwiercanie się w skałę.

Prędkość obrotowa świdra określa prędkość, z jaką odłamki skalne wybierane są z masywu skalnego.

Na podstawie tych informacji i doświadczenia własnego zawodowy operator wiertnicy diamentowej dobiera wartości parametrów powyższych w taki sposób, aby wiertnica i jej narzędzia pracowały najwydajniej, po jak najniższych kosztach eksploatacji.

O ile producenci świdrow starają się opracować najtrafniejsze zalecenia wobec parametrów urabiania świdrem, nie wiedzą ostatecznie w jakich warunkach świder będzie używany i jakie dokładnie skały ma urabiać. Inne czynniki określające dobór parametrów pracy świdra to:

- wielkość i moc wiertnicy diamentowej,
- rodzaj i wielkość rdzeniówki,
- rodzaj płuczki.

Epiroc posiada doświadczenie w eksploatacji górniczej z obiektów na całym świecie i zatrudnia wykwalifikowanych specjalistów, którzy zawsze służą pomocą.

Prędkość zwiercania (ROP)

Prędkość zwiercania, tj. zagłębiania się świdra impregnowanego w skałę. Dobór najlepszej wartości ROP dla urabianego typu skał, ich stanu, świdra i modelu wiertnicy diamentowej jest jednym z obowiązków zawodowego operatora wiertnicy diamentowej. Wyznaczywszy najlepszą wartość ROP należy utrzymywać ją zmieniając wartość WOB i prędkości obrotowej. Przy dużej prędkości zwiercania należy utrzymać szybki przepływ wody płuczkowej przez czoło świdra.

Optymalna wartość ROP daje:

- najwyższą ekonomię wiercenia,
- minimalny wysiłek załogi wiertnicy i najwyższą wydajność jej pracy,
- gwarancję niestępania się i niespolerowania świdra,
- najdłuższą żywotność świdra.

Należy przyjąć na początek zalecaną wartość prędkości zwiercania, a następnie regulować WOB i prędkość obrotową w niewielkich skokach, aby świder wszedł na najlepszą ROP.

Uwaga! Nadmierna ROP skutkuje szybkim zużyciem osnowy świdra i odłamywaniem się diamentów przed ich stępieniem. W takich przypadkach każdy wzrost ROP skutkuje częstszą wymianą świdrów, większym nakładem pracy dla załogi wiertnicy i ogólnym spadkiem rentowności wiercenia.

Ciężar na świdrze zależy od typu i stanu urabianej skały, rodzaju świdra, jego prędkości obrotowej, ROP i przepływu płuczki.

WOB jest bardzo istotnym wskaźnikiem rzeczywistych warunków wiercenia.

Nadmierny WOB może grozić:

- nadmiernym zużyciem świdra,
- odchyłkami od osi odwiertu,
- uszkodzeniem żerdzi i rdzeniówki.

Niedostateczny WOB skutkuje spadkiem wydajności - świder nie jest w stanie ostrzyć się i grozi mu spolerowanie (patrz część 4 - Ostrzenie świdrów).

Należy utrzymywać stałą prędkość zwiercania, odpowiednio zwiększając WOB, gdy spada ROP.

Nie wolno przekraczać maksymalnej dopuszczalnej wartości WOB - w przeciwnym razie istnieje niebezpieczeństwo zniszczenia świdra lub rdzeniówki.

Maks. WOB [kN (lb)]					
Wielkość świdra	A	B	N	H	P
Maks. WOB	22 (5000)	30 (6400)	40 (9000)	50 (11000)	60 (13500)

UWAGA! Maksymalna dopuszczalna wartość WOB podana w tabeli „Maks. WOB” dobrana jest względem wytrzymałości konstrukcyjnej świdra. Jej przekroczenie grozi uszkodzeniem żerdzi i rdzeniówki. Nadmierny WOB grozi również odchyłką od osi odwiertu.

Prędkość obrotowa

Prędkość obrotowa świdra na wiertnicy powoduje wybieranie odłamków skały ze zwiercanego masywu. Tym samym, ogólnie rzecz ujmując, im wyższa prędkość obrotowa świdra, tym większa prędkość zwiercania (ROP). Odpowiednia prędkość obrotowa służy również ciągłemu odświeżaniu nowych, ostrych krawędzi diamentowych z jednoczesnym ścieraniem i usuwaniem krawędzi stępionych.

Tabela prędkości obrotowej					
Wielkość świdra	A	B	N	H	P
Min. obr./min	1500	1200	900	750	600
Maksymalne obroty	1700	1450	1200	950	750

Uwaga! Nadmierna prędkość obrotowa ze zbyt niską prędkością zwiercania mogą prowadzić do spolerowania świdra i obniżyć rentowność wiercenia.

Wydajność wiercenia jest bezpośrednio zależna z przepływem płynu płuczkowego przez świder. Płuczka płynna spełnia poniższe zadania:

- usuwa zwierciny,
- chłodzi świder,
- smaruje świder i żerdź.

Prędkość pierścieniowa płynu płuczkowego musi być na tyle duża, by tworzył on zawiesinę ze zwiercinami. Zalecane natężenie przepływu płynu płuczkowego podano w funkcji średnicy odwiertu w poniższej tabeli.

Tabela przepływu [l/min (US gal/min)]					
Wielkość świdra	A	B	N	H	P
Przepływ min.	15 (4)	30 (8)	38 (10)	50 (13)	75 (20)
Przepływ maks.	20 (5)	36 (10)	45 (12)	60 (16)	84 (22)

RPI / RPC

Prędkość obrotowa RPI (na cal lub centymetr) posuwu świdra była do niedawna miarą umożliwiającą wypracowanie odpowiedniego stosunku prędkości obrotowej do prędkości zwiercania. Przykład - niech prędkość obrotowa wynosi 1200 obr./min, zaś prędkość zwiercania wynosi 6 cali (15 cm) na minutę:

$$\text{RPI} = 1200/6 = 200$$

$$\text{RPC} = 1200/15 = 80$$

Powszechnie zalecany zakres 200 - 250 RPI (80 - 100 RPC) jest wyłącznie wartością wyjściową na początku wiercenia: zgodnie z nowoczesną sztuką wiertniczą stosuje się znacznie wyższą prędkość zwiercania przy danej prędkości obrotowej świdra, a zatem niższe wartości RPI. Świdry Epiroc opracowano właśnie z myślą o niskich wartościach RPI.

Skutki nadmiernych drgań żerdzi wiertniczej:

- obciążenia udarowe świdra, prowadzące do przedwczesnego zużycia,
- utrata rdzenia,
- zmęczenia naprężeniowe z przedwczesnym zniszczeniem żerdzi i rdzeniówki,
- znaczny wzrost zużycia paliwa przez agregat,
- przedwczesne używanie się wiertnicy.

Nadmierne drgania mogą być wynikiem:

- niewłaściwego zosiowania narzędzi dołowych,
- doboru żerdzi o niedostatecznej średnicy, nadmiernie zużytej, wygiętej lub zowalizowanej,
- drgań przenoszonych przez oprawę lub głowicę wiertniczą,
- nieprawidłowego ciśnienia i objętości płynu płuczkowego,
- poluzowania (niedokręcenia) żerdzi,
- wiercenia nad rdzeniem,
- nieprawidłowego doboru świdra,
- niewłaściwego stosowania smaru do żerdzi,
- zużycia się lub niewłaściwego doboru kalibratora otworu, prowadzącego do niestateczności rdzeniówki.

Drgania bywają niekiedy nieuniknione w układach maszyn wirujących. Mogą wzrosnąć nadmiernie, do niszczycielskich wartości pod wpływem łącznego działania szeregu czynników, m.in. prędkości obrotowej, ciężaru na świdrze, typu urabianej skały, czy typu świdra. Ich łączne oddziaływanie staje się na tyle duże, że wtrąca silne drgania. Po usunięciu przyczyn tu wymienionych, operator wiertnicy diamentowej dobiera zwykle proporcje WOB i prędkości obrotowej świdra wykluczające zbyt silne drgania i dające dobrą prędkość zwiercania.

Porady dotyczące wiercenia

Obowiązkowo:

- Obchodź się ze świdrami diamentowymi ostrożnie i przechowuj je prawidłowo.
- Włączaj obieg płuczki przed zapuszczeniem świdra do dna odwiertu.
- Nowy świder należy rozpędzić kilka centymetrów nad dnem odwiertu, by wszedł na obroty zwiercając skałę. Można przejść na pełną prędkość zwiercania dopiero po zwierceniu 10-20 cm skały (4-8 cali).
- Sprawdzaj szczelność wszystkich połączeń żerdzi.
- Sprawdzaj zosiowanie żerdzi z rdzeniówką.
- Utrzymuj wewnątrz żerdzi i rdzeniówki w czystości - bez osadów i brudu.
- Sprawdzaj, czy kalibrator otworu mieści się w kalibrze i że wytrzyma dłużej niż świder.

Nigdy:

- Nie zapuszczaj świdra od razu na dno odwiertu.
- Nie włączaj obrotów świdra pod obciążeniem.
- Nie otwieraj nowego odwiertu nowym świdrem.
- Nie dotykaj osnowy materiału świdra kluczami do rur.
- Nie szlifuj rdzenia.
- Nie dopuszczaj do drgań.
- Nie zagłębiaj świdra na siłę, jeśli jego parcie jest niedostateczne.

Ostrzenie świdrów

Świdry wiertnicze impregnowane ostrzą się samoczynnie podczas wiercenia. W miarę zużywania się (ścierania) osnowy, w stałym tempie odsłaniają się nowe, ostre ziarna diamentowe. Jednakże diament na czole świdra może zużyć się bez starcia jego osnowy. Wówczas świder przestaje ciąć skałę. Dzieje się to zasadniczo w poniższych warunkach:

- Parametry zadane pracy świdra są niewłaściwe w warunkach odwiertu.
- Świder nie nadaje się do urabianej skały.

Wynika to często z gwałtownej zmiany właściwości skały urabianej.

Świder można przeostrzyć w odwiercie i wznowić odwiert, ale operacja ta jest wybitnie skomplikowana i grozi nadmiernym zużyciem osnowy diamentów.

Świder należy ostrzyć chwilowo zwiększając WOB o 15-20 %, jednocześnie zmniejszając natężenie przepływu wody do poziomu zbliżonego do minimum podanego w karcie technicznej świdra.

Gdy świder znów zacznie ciąć (urabiać), należy natychmiast zmniejszyć WOB i zwiększyć przepływ wody. Aby uniknąć stępienia się świdra, należy dobrać wartości parametrów pracy inne niż poprzednio używane.

Właściwy wybór

Optymalne zużycie świdra	Analiza
	<p>Świder wydaje się ostry w dotyku</p> <p>Dobrze wykształcone „kometry” (ziarno diamentowe na czole świdra jest dobrze podparte od tyłu stopem metalu)</p> <p>Zużycie jest równomierne</p> <p>Średnica wewnętrzna i zewnętrzna mieszczą się w kalibrze</p>

Dlaczego? Możliwe przyczyny

Od skat: świder nadawał się do urabiania formacji skalnej w danych warunkach wiercenia.

Od wiercenia: parametry pracy świdra i płuczka dały optymalne warunki wiercenia.

Od świdra: zużycie diamentów i ich osnowy jest w równowadze, co zapewnia optymalną wydajność pracy świdra.

Co robić? Możliwe rozwiązania

Od wiercenia: należy używać tych samych wartości parametrów, chyba że zmienią się warunki wiercenia.

Od świdra: należy wiercić tym samym typem świdra, chyba że zmieni się typ utworu skalnego i warunki wiercenia.

UWAGA! Obserwuj zmiany w warunkach utworu skalnego i wydajność pracy świdra.

Co poszło nie tak?

Erozja osnowy diamentów	Analiza
	<p>Powierzchnia bardzo szorstka w dotyku</p> <p>Szybkie ścieranie się koronki</p> <p>Nadmierne odstonięcie diamentów</p> <p>Erozja przekroczyła kaliber</p>

Dlaczego? Możliwe przyczyny

Od skał: warunki w utworze skalnym mogły się zmienić na bardzo gruboziarniste, skała mogła przejść w spękaną lub ścierną.

Od wiercenia: za duża frakcja zawiesiny mechanicznej w płynie płuczkowym. Nadmierna prędkość zwiercania skutkuje szybkim zużyciem osnowy diamentów, które wykruszają się zanim się stępią.

Od świdra: osnowa zużywa się na szybko (jest za miękka) lub nieodpowiednia jest budowa kanałów płuczkowych.


Co robić? Możliwe rozwiązania

Od wiercenia: lepiej dobrać parametry płuczki.

Od świdra: należy wymienić świder na świder o twardszej osnowie lub z inną konstrukcją kanałów płuczkowych. Należy zmniejszyć prędkość zwiercania, aby zoptymalizować żywotność świdra.

UWAGA! jeśli kaliber wykazuje znaczne zużycie świdra, to podczas ponownego zapuszczania świdra w odwiert należy robić to powoli i ostrożnie.

Co poszło nie tak?

Spolerowana koronka	Analiza uszkodzenia
	<p>Gładka w dotyku Osnowa jest zaciągnięta i zeszlona w wyglądzie Brak „komet” Zwężenie kanałów płuczkowych</p>

Dlaczego? Możliwe przyczyny

Od skał: wzrosła twardość skały, zmalało jej uziarnienie oraz ścierność.

Od wiercenia: prędkość pogłębiania może być za mała przy danej prędkości obrotowej lub płuczka ma za mały przepływ.

Od świda: Osnowa może być za twarda lub konstrukcja kanałów płuczkowych jest nieodpowiednia.


Co robić? Możliwe rozwiązania

Od wiercenia: zwiększyć prędkość pogłębiania lub zmniejszyć prędkość obrotową.

Od świda: przed rozpoczęciem wiercenia należy wyczyścić lub obciągnąć świder. Jeśli problem nie ustępuje, można sprawdzić czy lepiej sprawdzi się świder o bardziej miękkiej osnowie lub z innymi kanałami płuczkowymi.

UWAGA! Na początku wiercenia należy starannie kontrolować ciśnienie na pompie i prędkość zwiercania.

Co poszło nie tak?

Wklęsnięcie czoła świdra	Analiza uszkodzenia
	<p>Nierównomierne zużycie świdra</p> <p>Przebieg zużycia czoła pod kątem do średnicy wewnętrznej</p> <p>Złe podparcie ziarna diamentowego</p> <p>Spadek kalibru średnicy wewnętrznej świdra</p>

Dlaczego? Możliwe przyczyny

Od skat: mogła wzrosnąć wielkość ziaren skaty, jej ścierność lub spękanie.

Od wiercenia: za duża frakcja zawiesiny mechanicznej w płynie płuczkowym. Mogło dojść do zeszlifowania rdzenia. Za mała prędkość obrotowa lub za wysoka prędkość zwiercania.

Od świdra: Osnowa jest za miękka lub budowa kanałów płuczkowych jest niewłaściwa.

Co robić? Możliwe rozwiązania

Od wiercenia: zmniejszyć stężenie frakcji stałej w zawieszynie płuczkowej. Sprawdzić szczelność pompy i żerdzi, zwiększyć wydatek pompy płuczkowej. Sprawdzić i dostosować długość rury wewnętrznej. Zwiększyć prędkość obrotową lub zmniejszyć prędkość zwiercania.

Od świdra: należy wymienić świder na mający twardszą osnowę diamentów lub o innej konfiguracji kanałów płuczkowych.

UWAGA! Dalsze wiercenie świdrem o wklęsniętym czole grozi zwichrowaniem średnicy wewnętrznej.

Co poszło nie tak?

Wypuklenie czola świdra	Analiza uszkodzenia
	Wyoblenie krawędzi zewnętrznej czola świdra Zużycie się średnicy zewnętrznej

Dlaczego? Możliwe przyczyny

Od skał: spękana formacja skalna.

Od wiercenia: za mała stateczność rdzeniówki, drgania żerdzi, niedostateczny przepływ płuczki. Rozwiercanie zbyt wąskiego otworu.


Od świdra: najprawdopodobniej nie ma on związku z problemem. Kalibrator otworu może być zużyty i mieć niedostateczny wymiar.

Co robić? Możliwe rozwiązania

Od wiercenia: sprawdzić, czy nie ma drgań, ustabilizować żerdź i rdzeniówkę, zmienić prędkość obrotową świdra. Sprawdzić stateczność świdra. Sprawdzić szczelność pompy i żerdzi, zwiększyć wydatek pompy płuczkowej.

Od świdra: wymienić kalibrator otworu.

UWAGA! Dalsze wiercenie świdrem o wklęsniętym czole grozi zwichrowaniem średnicy zewnętrznej.

Przypalenie świdra	Analiza uszkodzenia
	Zaczernione miejsca Osnowa diamentowa zaciągnięta lub wytamana Niedrożne kanały płuczkowe

Dlaczego? Możliwe przyczyny

Od skał: skała mogła przejść w bardzo spękaną.

Od wiercenia: niedostateczne chłodzenie świdra, awaria pompy płuczkowej, za mało wody płuczkowej, wyciek z żerdzi, świder zapchany lub płuczka w nim nie krąży.

Od świdra: najprawdopodobniej nie ma on związku z problemem.

Co robić? Możliwe rozwiązania

Od wiercenia: Sprawdzić szczelność pompy i żerdzi. Sprawdzić ustawienie rury wewnętrznej, obieg płuczki, cementować odwiert, uzbroić rdzeniówkę w układ zatrzymywania płuczki.

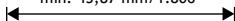
Od świdra: Nie ma potrzeby wymiany świdra, jeśli odpowiada on urabianej formacji skalnej.

UWAGA! należy uruchomić świder z ogromną ostrożnością. Obserwować odcięcie ciśnienia na pompie, spadki prędkości zwiercania i czy nie dochodzi do zaniku obiegu płuczki.

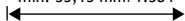
Nominalna wielkość otworu i rdzenia

Objętość otworu 168 L/100 m

Średn. zewn.: maks. 46,12 mm/1.816"
min. 45,87 mm/1.806"



Średn. wewn.: maks. 35,41 mm/1.394"
min. 35,15 mm/1.384"



Kalibrator otworu

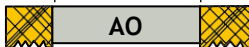
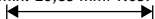
Średn. zewn.: maks. 46,42 mm/1.828"
min. 46,17 mm/1.818"

Objętość otworu 181 L/100 m

Średn. zewn.: maks. 47,75 mm/1.880"
min. 47,50 mm/1.870"



Średn. wewn.: maks. 27,10 mm/1.067"
min. 26,85 mm/1.057"



Kalibrator otworu

Średn. zewn.: maks. 48,13 mm/1.895"
min. 47,88 mm/1.885"

Nominalna wielkość otworu i rdzenia

Objętość otworu 181 L/100 m

Średn. zewn.: maks. 47,75 mm/1.880"
min. 47,5 mm/1.870"

Średn. wewn.: maks. 30,43 mm/1.198"
min. 30,18 mm/1.188"



Kalibrator otworu

Średn. zewn.: maks. 48,13 mm/1.895"
min. 47,88 mm/1.885"

Objętość otworu 181 L/100 m

Średn. zewn.: maks. 47,75 mm/1.880"
min. 47,50 mm/1.870"

Średn. wewn.: maks. 35,41 mm/1.394"
min. 35,15 mm/1.384"



Kalibrator otworu

Średn. zewn.: maks. 48,13 mm/1.895"
min. 47.88 mm/1.885"

Objętość otworu 282 L/100 m

Średn. zewn.: maks. 59,69 mm/2.350"
min. 59,44 mm/2.340"

Średn. wewn.: maks. 42,14 mm/1.659"
min. 41,88 mm/1.649"



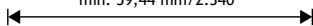
Kalibrator otworu

Średn. zewn.: maks. 60,07 mm/2.365"
min. 59,82 mm/2.355"

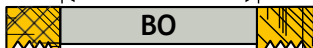
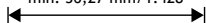
Nominalna wielkość otworu i rdzenia

Objętość otworu 282 L/100 m

Średn. zewn.: maks. 59,69 mm/2.350"
min. 59,44 mm/2.340"



Średn. wewn.: maks. 36,53 mm/1.438"
min. 36,27 mm/1.428"

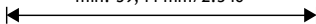


Kalibrator otworu

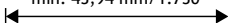
Średn. zewn.: maks. 60,07 mm/2.365"
min. 59,82 mm/2.355"

Objętość otworu 282 L/100 m

Średn. zewn.: maks. 56,69 mm/2.350"
min. 59,44 mm/2.340"



Średn. wewn.: maks. 44,20 mm/1.740"
min. 43,94 mm/1.730"

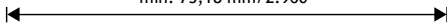


Kalibrator otworu

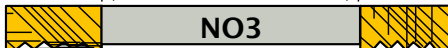
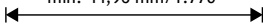
Średn. zewn.: maks. 60,07 mm/2.365"
min. 58,82 mm/2.355"

Objętość otworu 451 L/100 m

Średn. zewn.: maks. 75,44 mm/2.970"
min. 75,18 mm/2.960"



Średn. wewn.: maks. 45,21 mm/1.780"
min. 44,96 mm/1.770"



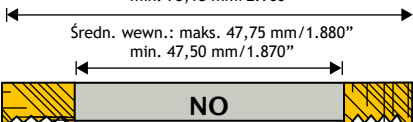
Kalibrator otworu

Średn. zewn.: maks. 75,82 mm/2.985"
min. 75,57 mm/2.975"

Nominalna wielkość otworu i rdzenia

Objętość otworu 451 L/100 m

Średn. zewn.: maks. 75,44 mm/2.970"
min. 75,18 mm/2.960"

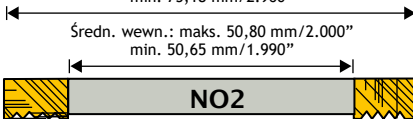


Kalibrator otworu

Średn. zewn.: maks. 75,82 mm/2.985"
min. 75,57 mm/2.975"

Objętość otworu 451 L/100 m

Średn. zewn.: maks. 75,44 mm/2.970"
min. 75,18 mm/2.960"

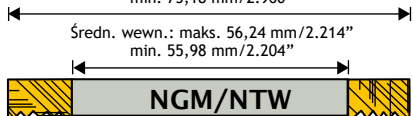


Kalibrator otworu

Średn. zewn.: maks. 75,82 mm/2.985"
min. 75,57 mm/2.975"

Objętość otworu 451 L/100 m

Średn. zewn.: maks. 75,44 mm/2.970"
min. 75,18 mm/2.960"



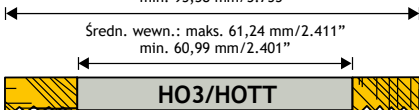
Kalibrator otworu

Średn. zewn.: maks. 75,82 mm/2.985"
min. 75,57 mm/2.975"

Nominalna wielkość otworu i rdzenia

Objętość otworu 724 L/100 m

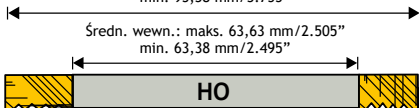
Średn. zewn.: maks. 95,76 mm/3.770"
min. 95,38 mm/3.755"



Kalibrator otworu
Średn. zewn.: maks. 96,27 mm/3.790"
min. 95,89 mm/3.775"

Objętość otworu 724 L/100 m

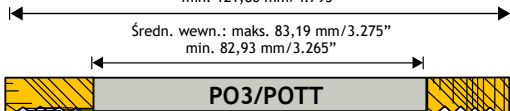
Średn. zewn.: maks. 95,76 mm/3.770"
min. 95,38 mm/3.755"



Kalibrator otworu
Średn. zewn.: maks. 96,27 mm/3.790"
min. 95,89 mm/3.775"

Objętość otworu 1180 L/100 m

Średn. wewn.: maks. 122,30 mm/4.815"
min. 121,80 mm/4.795"

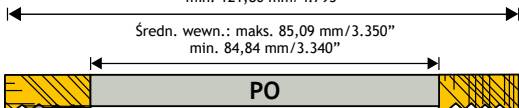


Kalibrator otworu
Średn. zewn.: maks. 122,81 mm/4.835"
min. 122,43 mm/4.820"

Nominalna wielkość otworu i rdzenia

Objętość otworu 1180 L/100 m

Średn. zewn.: maks. 122,30 mm/4.815"
min. 121,80 mm/4.795"

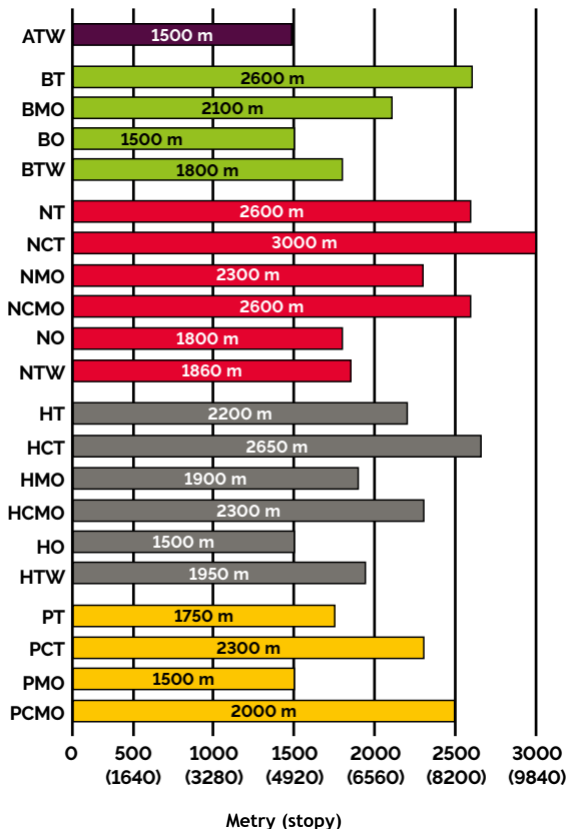


Średn. wewn.: maks. 85,09 mm/3.350"
min. 84,84 mm/3.340"

Kalibrator otworu

Średn. zewn.: maks. 122,81 mm/4.835"
min. 122,43 mm/4.820"

Żerdź wiertnicza



Zalecana głębokość maksymalna (m). Dla głębokości wiercenia obowiązuje współczynnik bezpieczeństwa. Opracowano go dla odwiertów prostoliniowych pionowych i zalanych płynami.

Żerdź wiertnicza linowa

Żerdź wiertnicza linowa - standardowa				
Wielkość	Średn. zewn. [mm (cale)]	Średn. wewn. [mm (cale)]	Ciężar [kg/3m (lb / 10 ft)]	Pojemność [l/100m (gal/328 ft)]
AO	44,5 (1,8)	34,9 (1,4)	13,9 (30,6)	96,0 (25,4)
BO/BT/BMO	55,6 (2,2)	46,0 (1,8)	17,9 (39,5)	166,0 (43,9)
NO/NT/NMO	69,9 (2,8)	60,3 (2,4)	22,9 (50,5)	286,0 (75,6)
HO/HT/HMO	88,9 (3,5)	77,8 (3,1)	34,2 (75,4)	477,0 (126,0)
PT / PMO	114,3 (4,5)	101,6 (4,0)	56,0 (123,5)	1180,0 (311,7)

7

Moment zakręcania

Po skręceniu połączenia nośnego należy naprężyć je wystarczająco dokręcając z odpowiednim momentem. Połączenie NIE ZAKRĘCA SIĘ samoczynnie w normalnych warunkach wiercenia i trzeba naprężyć je ręcznie kluczem o odpowiedniej wielkości lub zakrętarek mechaniczną. Doszczelnia to połączenie i chroni je przed przedwczesnym zmęczeniem i uszkodzeniem.

Żerdź wiertnicza linowa

Żerdź wiertnicza linowa	Min. moment zakręcania	
	Nm	ft-lbs
AOTW, ATT	340	250
BO, BT, BMO, BTT	400	300
NO, NT, MNO, NTW	600	450
HO, HT, HMO	1000	750
PT, PMO	1000	750

Żerdź wiertnicza linowa - cienkościenna				
Wielkość	Średn. zewn. [mm (cale)]	Średn. wewn. [mm (cale)]	Ciężar [kg/3m (lb / 10 ft)]	Pojemność [l/100m (gal/328 ft)]
ATT/AOTW	44,5 (1,75)	36,8 (1,45)	11,8 (26,01)	106,0 (28,00)
BTT/BOTW	56,5 (2,22)	48,8 (1,92)	15,3 (33,73)	189,0 (49,93)

Żerdź wiertnicza i obudowa odwiertu

Tradycyjna żerdź wiertnicza				
Wielkość	Średn. zewn. [mm (cale)]	Średn. wewn. [mm (cale)]	Ciężar [kg/3m (lb / 10 ft)]	Pojemność [l/100m (gal/328 ft)]
AWJ	44,5 (1,75)	34,9 (1,37)	14,3 (31,53)	75,0 (19,81)
BWJ	55,6 (2,19)	46,0 (1,81)	18,4 (40,57)	155,0 (40,95)
NWJ	66,7 (2,63)	60,3 (2,37)	24,4 (53,79)	256,0 (67,63)

Rura płuczkowa				
Wielkość	Średn. zewn. [mm (cale)]	Średn. wewn. [mm (cale)]	Ciężar [kg/3m (lb / 10 ft)]	Pojemność [l/100m (gal/328 ft)]
AW	57,1 (2,25)	48,4 (1,91)	16,9 (37,26)	184,0 (48,61)
BW	73,0 (2,87)	60,3 (2,37)	31,2 (68,78)	285,0 (75,29)
NW/NWT	88,9 (3,50)	76,2 (3,00)	38,8 (85,54)	456,0 (120,46)
HW/HWT	114,3 (4,50)	101,6 (4,00)	50,8 (111,99)	811,0 (214,24)
PW/PWT	139,7 (5,50)	127,0 (5,00)	64,3 (141,76)	1267,0 (334,71)

Produkty Epiroc do odwiertów badawczych

Epiroc produkuje i sprzedaje pełną gamę urządzeń do wierceń poszukiwawczych w zakładach na całym świecie.

Wiertnice diamentowe

Wiertnice Christensen dostępne są w wykonaniu lekkim (również metodą wrzutową), średnim i do wierceń głębokich. Wiertnice poszukiwawcze Diamec dostępne są też w czterech zakresach użytkowych. Wiertnice powierzchniowe Christensen są dostępne w trzech zakresach użytkowych.

Żerdzie wiertnicze

Epiroc oferuje żerdzie wiertnicze we wszystkich popularnych wielkościach, w tym z gwintami O, T i MO.

Rdzeniówki

Epiroc sprzedaje pełną gamę rdzeniówek tradycyjnych i linowych, w tym rewolucyjny, opatentowany zespół głowic rdzeniowych Arrow 3S Overshot and DiscovOre. Więcej **informacji** znajdziesz na naszej stronie internetowej: www.epiroc.com/en-ca/products/rockdrilling-tools/core-drilling-tools

Kalibratory otworów Excore

Epiroc produkuje szeroki asortyment kalibratorów otworów wiertniczych w wersjach impregnowanych powłoką diamentową i o powierzchni utwardzonej. Kalibratory otworów są niezbędne do zachowania prawidłowego wymiaru odwiertu i stabilizacji rdzeniówek.

Kalibratory otworów impregnowanych powłoką diamentową i utwardzanych powierzchniowo

Kalibratory Epiroc RS++ produkuje się specjalnie do pracy w ciężkich warunkach, z myślą o dużej trwałości. W asortymencie bieżącym mamy kalibratory utwardzane powierzchniowo we wszystkich popularnych rozmiarach DCDMA.



Oferujemy również kalibratory otworów impregnowane i kalibratory o pełnym profilu otworu. Kalibratory dostępne są w standardowych szeregach długości 15 cm (6"), 25 cm (10") i 46 cm (18 3/8").

Większość kalibratorów standardowych i o zwiększonej wytrzymałości jest wykonanych z mieszanką diamentów polikrystalicznych (PCD) i naturalnych.

Szczegółowe informacje o sposobach zamawiania kalibratorów otworów można znaleźć w katalogu produktów Epiroc lub uzyskać kontaktując się z naszą pomocą techniczną.

Buty rurowe do żerdzi i obudów

Epiroc sprzedaje impregnowane buty do żerdzi i obudów.

Impregnowane buty do obudów

Buty do żerdzi i obudów Epiroc produkuje się z myślą o różnorodnych warunkach wiercenia - od wiercenia w niestabilizowanych narzutach po wiercenie skał spękanych i silnie ściernych. Impregnowane buty do obudów dostępne są od ręki w wykonaniu standardowym i o zwiększonej wytrzymałości.



Szczegółowe informacje o sposobach zamawiania butów do żerdzi i rur można znaleźć w katalogu produktów Epiroc lub uzyskać kontaktując się z naszą pomocą techniczną.

Tabele przeliczeniowe

Długość		Mnożnik		Wynik
in. (cale)	x	25,4	=	mm
ft (stopy)	x	0,305	=	m
yd (jardy)	x	0,914	=	m
mile	x	1609	=	m
5ft (stopy)	x	0,305	=	1,524 m
10ft (stopy)	x	0,305	=	3,048 m
m (metr)	x	39,37	=	in.
1,5 m (metr)	x	39,37	=	59,055 in.
3 m (metr)	x	39,37	=	118,11 in.

Powierzchnia		Mnożnik		Wynik
mm ² (mm kwadratowy)	x	0,000001	=	m ²
cm ² (cm kwadratowy)	x	0,0001	=	m ²
in ² (cal kwadratowy)	x	645	=	mm ²
ft ² (stopa kwadratowa)	x	0,0929	=	m ²
yd ² (jard kwadratowy)	x	0,8361	=	m ²
Akr	x	4047	=	m ²
Mila kwadratowa	x	2,590	=	km ²

Tabele przeliczeniowe

Objętość		Mnożnik	=	Wynik
l (litr)	x	0,001	=	m ³
ml (mililitr)	x	0,001	=	l
dm ₃ (decymetr sześcienny)	x	1,0	=	l
cm ₃ (centymetr sześcienny)	x	1,0	=	ml
mm ³ (milimetr sześcienny)	x	0,001	=	ml
in ₃ (cal sześcienny)	x	16,39	=	ml
ft ₃ (stopa sześcienna)	x	28,316	=	l
Galon brytyjski	x	4,546	=	l
galon amerykański	x	3,785	=	l
Uncja (uncja obj. bryt.)	x	28,41	=	ml
Uncja (uncja obj. amer.)	x	29,57	=	ml
Pinta (obj. amer.)	x	0,4732	=	l
Kwarta (obj. amer.)	x	0,9463	=	l
yd ₃ (jard sześcienny)	x	0,7646	=	m ³

Masa (waga)		Mnożnik	=	Wynik
g (gram)	x	0,001	=	kg
t (tona metryczna)	x	1000	=	kg
gran	x	0,0648	=	g
oz (uncja)	x	28,35	=	g
lb (funt)	x	0,4536	=	kg
tona (angielska amerykańska)	x	1016	=	kg
ton (brytyjska)	x	1016	=	kg
tona (amerykańska)	x	907	=	kg

Tabele przeliczeniowe

Moc		Mnożnik		Wynik
kW (kilowat)	x	1000	=	W
Koń mechaniczny, metryczny	x	735,5	=	W
Koń mechaniczny brytyjski	x	745,7	=	W
ft. lbf/s	x	1,36	=	W
Btu/h	x	0,29	=	W

Prędkość		Mnożnik		Wynik
km/h (kilometr na godzinę)	x	0,2777	=	m/s
m/s	x	3,6	=	km/h
mph (mila na godzinę)	x	0,45	=	m/s
mph	x	1,61	=	km/h
ft/s (stopa na sekundę)	x	0,3048	=	m/s
ft/s (stopa na sekundę)	x	18,29	=	ft/min
ft/min (stopa na minutę)	x	0,3048	=	m/min

Częstotliwość		Mnożnik		Wynik
r/min (obrotów na minutę)	x	0,01667	=	r/s
stopnie na sekundę	x	0,1667	=	r/min
radiany na sekundę	x	0,1592	=	r/s

Tabele przeliczeniowe

Ciśnienie		Mnożnik		Wynik
bar	x	100		kPa
bar	x	100 000	=	Pa
kp/cm ²	x	0,98		bar
atm (atmosfera)	x	1,01	=	Bar
psi (funt na in ²)	x	6,895		kPa
psi	x	0,06895	=	bar

Siła		Mnożnik		Wynik
kN (kiloniuton)	x	1000		N
kp (kilopond)	x	9,81	=	N
kgf (kilogram-siła)	x	9,81		N
lbf (funt-siła)	x	4,45	=	N

Moment obrotowy		Mnożnik		Wynik
kpm (kilopondometr)	x	9,81	=	Nm
lbf In (funt siły na cal)	x	9,81	=	Nm
lbf ft (funt siły na stopę)	x	1,36	=	Nm

Podziękowania

Wiele informacji zawartych w tej broszurze jest wynikiem doświadczeń zdobytych w wyniku wieloletniej, bliskiej współpracy z naszymi klientami. Kolejnym cennym źródłem informacji jest „The Diamond Drilling Handbook” autorstwa W. F. Heinza. Epiroc ogromnie docenia wybitne osiągnięcia dra Heinza.



9866 0174 01 Informacje przedstawione
publikacji mogą ulec zmianie bez uprzedzenia
© Epiroc Drilling Tools AB.
Wszelkie prawa zastrzeżone. VIII.2018.

Zjednoczeni w działaniu. Zainspirowani innowacjami.

Działanie nas łączy, innowacyjność inspiruje, zaś zaangażowanie daje nam siłę do dalszego rozwoju. Możecie liczyć, że Epiroc dostarczy wam rozwiązania, których potrzebujecie by odnieść sukces dziś - oraz technologie by zdobyć przewagę w przyszłości.
epiroc.com

