

# INSTRUKCJA STOSOWANIA

**ŚWIDRÓW Z PŁYTKAMI SKRAWAJĄCYMI  
Z DIAMENTÓW POLIKRYSTALICZNYCH PCD  
ORAZ DOME DRILL W PRZEMYŚLE GÓRNICZYM**



## Zakres zastosowania:

Obrotowe pełnotworowe wiercenie otworów dla celów odmetanowania, iniekcjaży, odwadniania, kotwienia i innych zastosowań, szczególnie w podziemiach kopalń.

## Zalety stosowania narzędzi z PCD:

- wysoka prędkość wiercenia,
- długa żywotność narzędzia,
- ostrze samoostrzące bardzo odporne na ścieranie,
- wiercenie długich otworów bez konieczności wymiany narzędzia,
- możliwość stosowania w różnych warunkach geologicznych,
- korzystniejsze parametry pracy wiertnicy w stosunku do narzędzi z węglnikami spiekanymi,
- szeroki zakres zastosowania.

## Zastosowanie wg gatunków skał:

- *skały miękkie* -  
ił, glina, miękki tutek, wapień miękki, skały gipsowe.
- *skały miękkie do średniotwardych* -  
piaski zwarte, łupki ilaste, itowiec, tutek piaszczysty, słabo zwięzły piaskowiec, twardy tutek, miękki wapień
- *średniotwarde skały nieścieralne (nieabrazywne)* -  
miękki piaskowiec, łupki ilaste zapiaszczone, łupki ilaste, itowiec, wapień zapiaszczony, miękkie łupki krystaliczne
- *średniotwarde skały ścieralne (abrazywne)* -  
średniotwardy piaskowiec, średniotwardy zlepieniec, średniotwardy wapień, twardy tutek ilasty, beton niezbrojony

Wiedzę o realizacji wierceń w konkretnych warunkach geologicznych wspomagają systemy klasyfikacyjne skał opracowane na podstawie wyników pomiarów: wytrzymałości skał na ściskanie, wytrzymałości na wciskanie, ścieralności oraz rozspalności. Konwencjonalne metody klasyfikacji skał dla celów wiertniczych określają tylko przybliżoną charakterystykę warunków stosowania określoną sposobem laboratoryjnym i należy ją konfrontować z wynikami empirycznymi.

## Klasyfikacja urabialności skał:

Grupa skał	Urabialność skał	Abrazywność skał	Rozspalność	Abrazywność
	Rp	F	Rp [kN.m <sup>-1</sup> ]	F [mg.m <sup>-1</sup> ]
1	Łatwo urabialne	Małoabrazywne	do 400	do 1,0
2		Średnioabrazywne	do 400	1,0 ÷ 3,5
3		Wysokoabrazywne	do 400	powyżej 3,5
4	Średnio urabialne	Małoabrazywne	400 ÷ 600	do 1,0
5		Średnioabrazywne	400 ÷ 600	1,0 ÷ 3,5
6		Wysokoabrazywne	400 ÷ 600	powyżej 3,5
7	Trudno urabialne	Małoabrazywne	powyżej 600	do 1,0
8		Średnioabrazywne	powyżej 600	1,0 ÷ 3,5
9		Wysokoabrazywne	powyżej 600	powyżej 3,5

### Klasyfikacja skał wg własności abrazywnych:

Stopień	Ubytek masy węgla	Charakterystyka skał	Rodzaj skał
	[mg.m <sup>-1</sup> ]		
1	0,3 ÷ 0,5	Bardzo mała abrazywność	Iłowce, łupki
2	0,5 ÷ 1,0	Mała abrazywność	
3	1,0 ÷ 2,0	Abrazywność mała do średniej	Łupki piaszczyste
4	2,0 ÷ 3,0	Średnia abrazywność	
5	3,0 ÷ 6,0	Abrazywność średnia do wyższej	Piaszkowce, zlepieńce
6	6,0 ÷ 15,0	Abrazywność wyższa do wysokiej	
7	15,0 ÷ 50,0	Abrazywność wysoka do b. wysokiej	

Na wartość abrazywności danego materiału ma wpływ ilość oraz wielkość ziaren kwarcu, stopień zaokrąglenia jego krawędzi, udział oraz charakter spoiwa łączącego.

### Wartości abrazywności poszczególnych gatunków skał:

Iłowce	0,24 ÷ 0,90
Iłowiec zapiaszczony	0,90 ÷ 1,96
Łupki	0,90 ÷ 1,80
Łupki ilaste	0,60 ÷ 1,18
Łupki ilasto - piaszczyste	1,80 ÷ 4,97
Piaskowiec z przerostem łupków	3,01 ÷ 5,00
Pelosyderyt	0,86 ÷ 2,51
Brusek (toczak)	1,93 ÷ 6,37
Piaskowiec drobnoziarnisty	5,00 ÷ 18,00
Piaskowiec średnioziarnisty	15,00 ÷ 36,82
Piaskowiec gruboziarnisty	21,00 ÷ 49,32
Zlepieńiec drobnoziarnisty	17,08 ÷ 23,36
Zlepieńiec gruboziarnisty	23,00 ÷ 37,81

Na urabialność skał mają wpływ: średnia wielkość ziarna, wielkość maksymalna ziarna, zawartość kwarcu, zawartość węglanów, zawartość tlenku żelaza, zawartość skaleni oraz wytrzymałość na wciskanie.

### Klasyfikacja sedymentacyjna wg wielkości ziarna:

Grupa	Średnia wielkość ziarna	Maksymalna wielkość ziarna	Rodzaj skał
	[mm]	[mm]	
1	0,00 ÷ 0,10	0,0 ÷ 0,1	Łupki ilaste i iłowce
2	0,00 ÷ 0,15	0,1 ÷ 0,3	Drobnoziarniste piaszkowce
3	> 0,10	> 0,3	Średnioziarniste, gruboziarniste piaszkowce, zlepieńce

Kolejnym ważnym wskaźnikiem charakteryzującym geologiczne własności skał jest wytrzymałość skał na wciskanie. Wyniki pomiarów różnią się w zależności od przyjętej metodyki, od wielkości i ilości ziaren kwarcu, jak również zależą od rodzaju i ilości spoiwa łączącego.

## Wartości wytrzymałości na wciskanie dla wybranych skał:

Łowce	250 ÷ 400 Mpa
Łupki	400 ÷ 700 Mpa
Piaskowce	800 ÷ 1300 Mpa
Zlepieńce	800 ÷ 1300 Mpa

## Konstrukcja świdrów z elementami PCD:

Konstrukcję świdrów PCD przedstawia rys. nr 1. Na powierzchni roboczej świdra osadzono całe lub półowki krążków PCD o średnicach 8, 11 lub 13 mm w zależności od średnicy roboczej świdra, konstrukcji narzędzia i przewidywanego zastosowania.

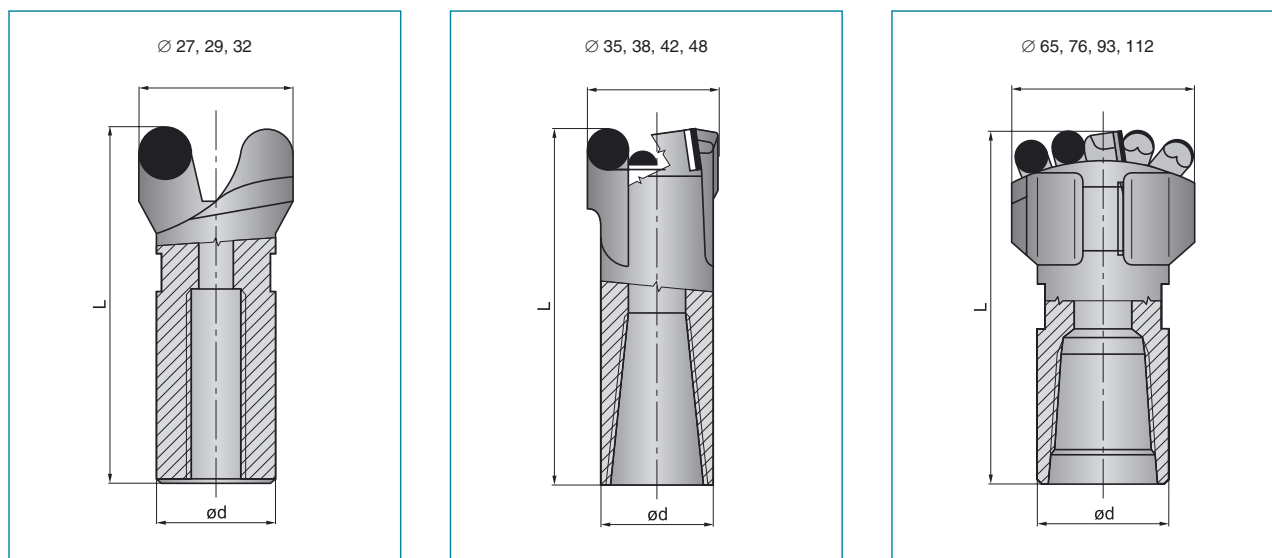
Konstrukcja segmentów PCD w postaci krążków – na podłożu z węglików spiekanych (WS) naniesiona została cienka powłoka diamentu polikrystalicznego (np. oznaczenie handlowe producenta "STRATAPAX"). Warstwa powłoki może mieć powierzchnię płaską – tzw. Flat lub wypukłą – tzw. Dome Drill.

Elementy krążkowe PCD zamocowano w matrycy odpornej na ścieranie, wykonanej metodą proszków spiekanych a osadzonej na korpusie stalowym lub osadzono je na słupkach wykonanych z węglików spiekanych z ujemnym kątem natarcia.

Kalibrację średnicy otworu zapewniają wpuszczone w matrycę płytki z węglików spiekanych oraz ziarna diamentu naturalnego i polikrystalicznego, na średnicy zewnętrznej korpusu matrycy.

Korpus narzędzia jest stalowy z wewnętrznym gwintem walcowym lub stożkowym oraz posiada kanały płuczkowe dla medium chłodzącego, którym może być ciecz lub sprężone powietrze.

Dobór właściwej konstrukcji narzędzia decyduje o wyniku końcowym i dlatego producent lub jego przedstawiciel chętnie udzieli praktycznych wskazówek.



Rysunek nr 1

W tabeli - załącznik nr 2 - przedstawiono podstawowy asortyment produkowanych świdrów wraz z podaniem głównych parametrów wiercenia, natomiast wykres – załącznik nr 3 - przedstawia parametry robocze świdrów w formie graficznej.

## Dobór konstrukcji świdra PCD w zależności od warunków geologicznych:

Względna znajomość w zakresie wartości wytrzymałości skał na wciskanie oraz abrazywności jest warunkiem podstawowym dla prawidłowego doboru świdra. Istotnym aspektem jest również doświadczenie jakiego nabywa się w trakcie stosowania narzędzi PCD, a z tym związane ewentualne zmiany w konstrukcji narzędzia celem przystosowania go do konkretnych warunków eksploatacyjnych.

W uproszczeniu można przyjąć, że dla optymalnego zastosowania świrdrów przyjmuje się graniczne wartości dla niżej wymienionych parametrów:

- Abrazywność : 18 mg/m
- Wytrzymałość na ściskanie : 80 Mpa
- Urabialność : 600 kN/m

W praktyce warstwy osadowe posiadają różne wartości wymienionych powyżej parametrów i często się zdarza, że są przekraczane.

Pomiędzy abrazywnością, a wytrzymałością na ściskanie istnieje pewna zależność, z której wynika, że ze wzrostem wytrzymałości zmniejsza się abrazywność.

Znajomością tej zależności można ogólnikowo kierować się podczas doboru narzędzi PCD dla określonych warunków geologicznych, a mianowicie:

- *skały miękkie - wysoka abrazywność*  
stosować świrdry PCD z małą ilością elementów skrawających lecz o dużej średnicy (13 mm) z dużym przekrojem otworów dla przepłuczki, konstrukcja osadzenia PCD- na słupkach
- *skały średnie - średnia lub wysoka abrazywność*  
stosować świrdry z krążkami średnicy 13 lub 11 mm z powiększoną ilością elementów
- *skały twarde - niska abrazywność*  
stosować świrdry z dużą ilością elementów skrawających średnicy 8 mm (mała średnica), konstrukcja osadzenia PCD - w matrycy odpornej na ścieranie.

Ogólnie przyjmuje się zasadę:

wysoka abrazywność - duże elementy skrawające

wysoka wytrzymałość - małe elementy skrawające

### **Technologia wiercenia:**

Technologia wiercenia uzależniona jest od warunków górniczo-geologicznych oraz od rodzaju stosowanej przepłuczki (ciecz lub powietrze).

Z technicznego punktu widzenia lepszą jest przepłuczka za pomocą cieczy (zwykle wody). W trudnych warunkach, dla zapewnienia lepszej skuteczności można zastosować przepłuczkę polimerową. Przepłuczka polimerowa o koncentracji  $0,5 \div 1,0 \text{ l/m}^3$  wody przejawia się również obniżeniem oporów tarcia w otworze.

Przedmuchiwanie zwiercin powietrzem wymaga specyficznego zaplecza technicznego, łącznie z zastosowaniem odpowiedniej konstrukcji świdra oraz innej stosunkowo kosztownej infrastruktury.

Do podstawowych parametrów roboczych z wykorzystaniem świrdrów PCD zaliczamy: nacisk, obroty i ilość przepłuczki.

Doboru parametrów wiercenia dokonuje się na podstawie tabeli - zał. nr 2 .

Parametry dotyczące nacisku i ilości przepłuczki, uzależnione są zarówno od konstrukcji świdra jak i od zwiercanej skały. W skałach miękkich należy utrzymywać parametry z górnego zakresu regulacji, natomiast w twardszych skałach z dolnego zakresu z preferencją obrotów .

Dodatkowo można się wspomagać załączonymi charakterystykami wg wykresu - zał. nr 3.

Rozstrzygającym parametrem dla narzędzia są obroty maszyny, która powinna zapewniać dostateczny zakres regulacji.

Wiercenie rozpoczynamy od niższych parametrów obrotów i nacisku, a następnie stopniowo podwyższamy do poziomu optymalnego. Dla optymalnych warunków obowiązuje zasada: wyższe obroty - mniejszy nacisk przy zalecanej ilości przepłuczki.

W warunkach trudnych, np. mało zwężte lub naruszone warstwy skalne, twarde przerosty lub lita twarda skała należy obniżyć obroty i dostosować nacisk.

Istotnym kryterium jest postęp wiercenia, ale równie ważnym kryterium jest eliminowanie wibracji przewodu wiertniczego będącej główną przyczyną uszkodzeń powłoki PCD na powierzchni elementu skrawającego w postaci odprysków.

## Kolumna wiertnicza i jej stabilizacja:

Należy zadbać o stosowanie tzw. „szczelnej” kolumny wiertniczej, tzn. mały luz pomiędzy otworem a rurą płuczkową, czyli blisko średnicy świdra, ale z zachowaniem prawidłowego odprowadzania zwiercin. W miarę możliwości stosować gładkie rury płuczkowe (tzn. zworniki tej samej średnicy co korpus rury). Szczelna i sztywna kolumna wiertnicza oznacza lepsze prowadzenie i stabilizację narzędzia w otworze wiertniczym.

### *Inne zalety:*

- redukcja odkształcenia osi otworu
- redukcja wibracji wzdłużnych
- stabilizacja ścianki otworu
- ograniczenie wystąpienia uszkodzeń kolumny wiertniczej, zwłaszcza pęknięcia gwintu na złączach rur płuczkowych
- możliwość stosowania większego nacisku i mniejszego przepływu przepłuczki
- bardziej bezpieczne i szybsze wiercenie.

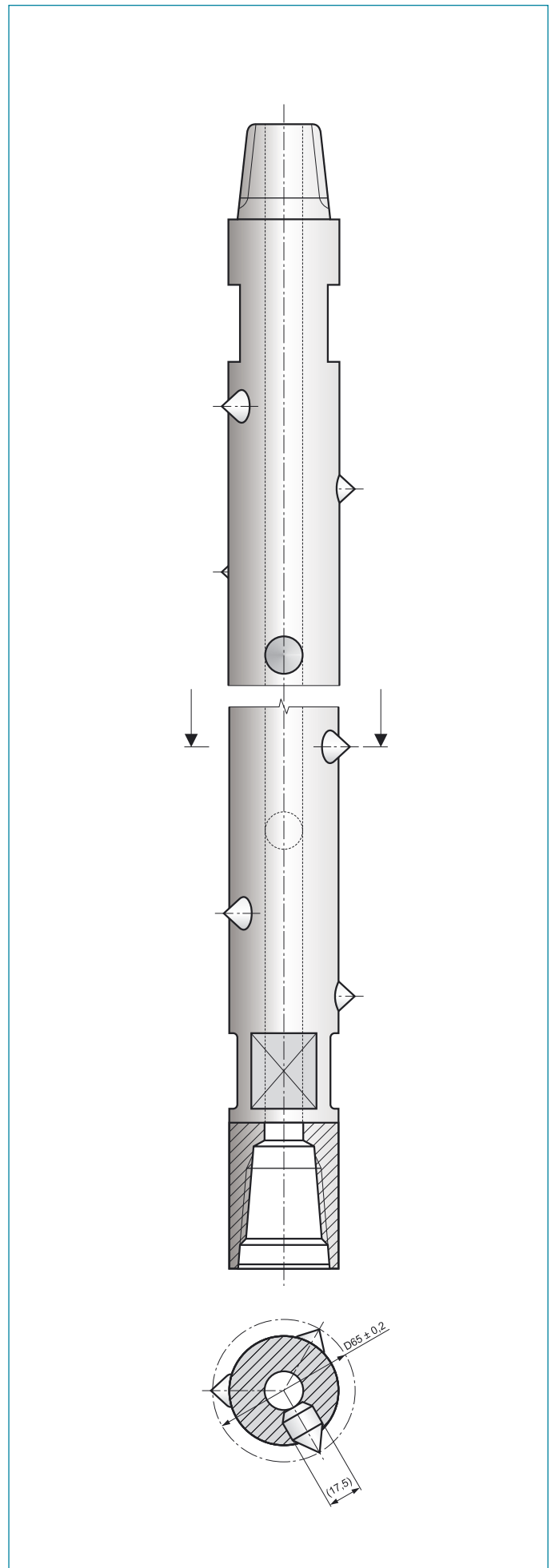
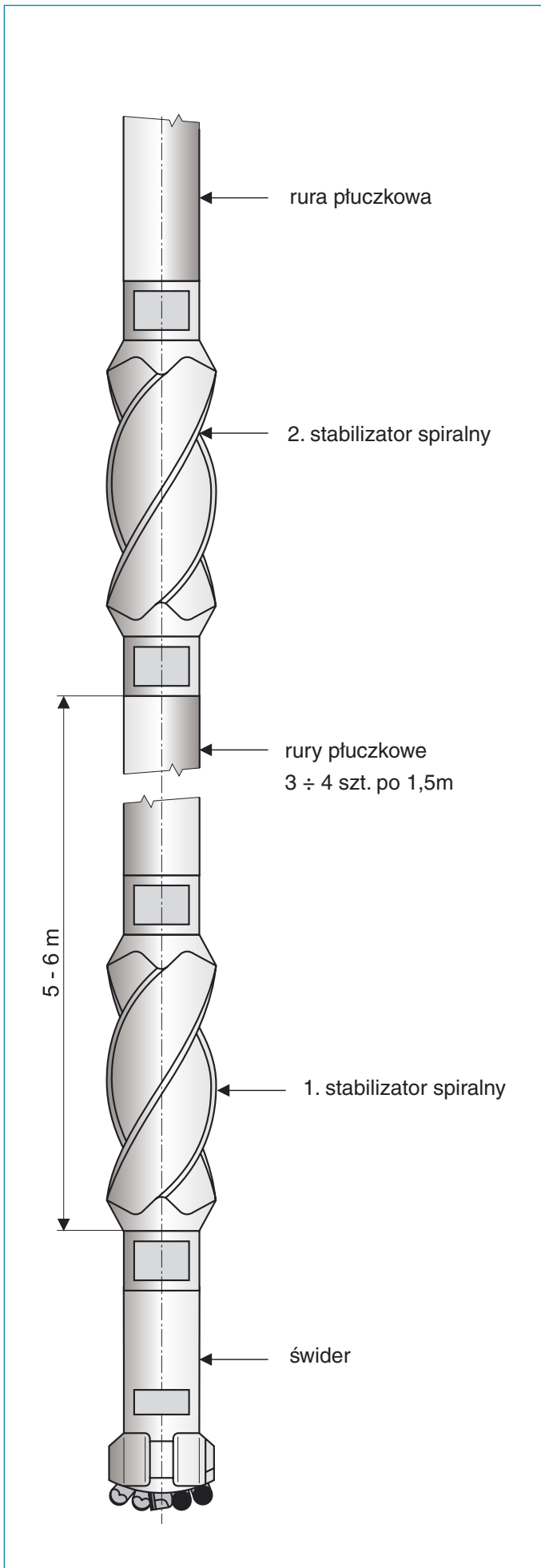
W tabelce – zał. nr 2 „Parametry robocze świdrów...” przedstawione są zalecane średnice rur płuczkowych w zależności od średnicy zastosowanego świdra.

Jeżeli nie można zastosować „szczelnego” zestawu kolumny, zwłaszcza przy wierceniach większymi średnicami 65, 76, 93 i 112 mm, należy stosować stabilizatory przedstawione w załączniku nr 1.

Stabilizatory mają za zadanie między innymi zapewnić wytlumienie drgań kolumny wiertniczej oraz chronić przed drganiami (wibracjami) narzędzie diamentowe z PCD.

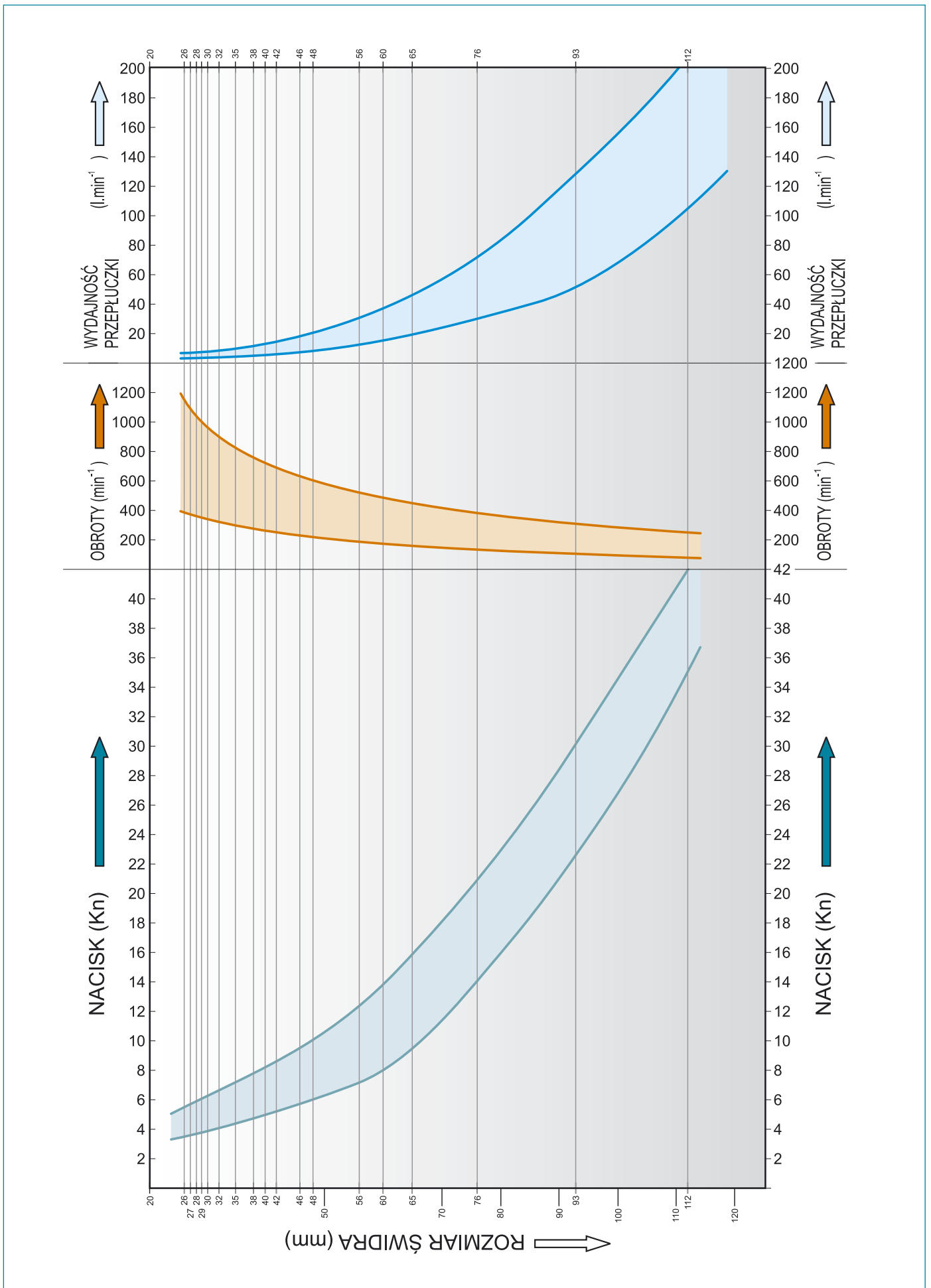
Zaprezentowane stabilizatory na zał. nr 1 w wykonaniu spiralnym są produkcji Urdiamant, a w wykonaniu z węglnikami spiekany - produkcji Feniks K&W.

Statyczna deformacja kolumny wiertniczej składającej się z rur płuczkowych, w trakcie wiercenia jest zjawiskiem naturalnym i uzależniona jest od masy własnej rur znajdujących się w otworze, która częściowo zredukowana jest środowiskiem górotworu.



Średnica świdra	Ilość i średnica płytek PDC na świdrze	Zalecany gwint Zalecany przewód wiertniczy	Nacisk	Obroty	Wydajność nominalna przepłuczki
[mm]	[szt.] × [mm]		[kN]	[min <sup>-1</sup> ]	[l.min <sup>-1</sup> ]
26, 27	2 × Ø11	Böhler 17 / ∅ 22mm	3,6 ÷ 4,3	360 ÷ 1100	3 ÷ 6
	2 × Ø13		5,0 ÷ 6,0		
28, 29	2 × Ø11	Böhler 17 / ∅ 22mm	3,6 ÷ 4,3	340 ÷ 1000	5 ÷ 8
	2 × Ø13		5,0 ÷ 6,0		
30	2 × Ø13	Böhler 17 / ∅ 22mm	5,0 ÷ 6,0	320 ÷ 950	5 ÷ 9
32	4 × Ø8	Böhler 17 / ∅ 22mm	3,8 ÷ 4,6	300 ÷ 890	6 ÷ 10
	2 × Ø13		5,0 ÷ 6,0		
35	3 × Ø11 + 1 × Ø8	Rd 20 / ∅ 25mm	5,4 ÷ 7,6	250 ÷ 750	7 ÷ 11
38	3 × Ø11 + 1 × Ø8	Rd 20 / ∅ 25 mm; VJ 27,5 / C 33,5; Cr 32p / Cr32p	5,4 ÷ 7,6	250 ÷ 750	8 ÷ 14
40	3 × Ø11 + 1 × Ø8	konus 1:12 / 25 mm; VJ 27,5 / C 33,5; Cr 32p / Cr32p	8,4 ÷ 10,1	240 ÷ 720	9 ÷ 15
42	5 × Ø8	konus 1:12 / C 33,5; VJ 27,5 / C 33,5; Cr 32p / Cr32p	4,7 ÷ 5,7	230 ÷ 680	11 ÷ 19
42 Stabil	3 × Ø11 + 1/2 × Ø11		7,2 ÷ 8,6		
42	3 × Ø13 + 1/2 × Ø8		8,0 ÷ 9,0		
42 Special	3 × Ø13 + 1/2 × Ø8		8,0 ÷ 9,0		
43 Ultra	3 × Ø13 + 1/2 × Ø8	konus 1:12 / C 33,5; VJ 27,5 / C 33,5; Cr 32p / Cr32p	8,0 ÷ 9,0	230 ÷ 680	11 ÷ 19
46	6 × Ø8	konus 1:12 / C 33,5; VJ 27,5 / C 33,5; VJ 36 / C42; Cr 32p / Cr32p; Cr 42p / Cr 42p	5,7 ÷ 6,9	210 ÷ 600	13 ÷ 21
	5 × Ø11		9,0 ÷ 10,8		
48	6 × Ø8	VJ 36 / C42; Cr 42p / Cr 42p	5,7 ÷ 6,8	210 ÷ 600	14 ÷ 23
	5 × Ø11		9,0 ÷ 10,7		
	3 × Ø13 + 1 × Ø11		9,3 ÷ 11,1		
56	9 × Ø8	VJ 36 / C42; Cr 42p / Cr 42p; Rd 40 / 50; VJ 41,5 / C50; SVJ 33 / 50	8,5 ÷ 10,3	170 ÷ 510	19 ÷ 32
	8 × Ø8		7,6 ÷ 9,2		
	6 × Ø11		10,8 ÷ 12,9		
60	10 × Ø8	VJ 36 / C42; Cr 42p / Cr 42p; Rd 40 / 50; VJ 41,5 / C50; SVJ 33 / 50	9,5 ÷ 11,5	160 ÷ 480	24 ÷ 41
	8 × Ø8		7,6 ÷ 9,2		
	6 × Ø11		10,8 ÷ 12,9		
65	12 × Ø8	SVJ 33 / 50; VJ 41,5 / C50; Rd 40 / 50; SVJ 42 / 60	11,4 ÷ 13,8	150 ÷ 440	26 ÷ 43
	8 × Ø11		9,5 ÷ 11,5		
	5 × Ø13		12,5 ÷ 15,0		
	5 × Ø13 Dome Drill		12,5 ÷ 15,0		
76	14 × Ø8	Rd 40 / 50; SVJ 33 / 50; SVJ 42 / 60; VJ 51,5 / C60	13,3 ÷ 16,1	125 ÷ 380	42 ÷ 80
	18 × Ø8		17,1 ÷ 20,7		
	9 × Ø11		16,2 ÷ 19,3		
	6 × Ø13		15,0 ÷ 18,0		
	6 × Ø13 Dome Drill		15,0 ÷ 18,0		
93	24 × Ø8	SVJ 33 / 50; SVJ 42 / 60; SVJ 50 / 70; 2 3/8" Reg / 80	22,8 ÷ 27,6	100 ÷ 310	53 ÷ 145
	15 × Ø11		27,0 ÷ 32,2		
	9 × Ø13		22,5 ÷ 27,0		
	9 × Ø13 Dome Drill		22,5 ÷ 27,0		





## Zasady wiercenia świdrami z PCD w przemyśle górniczym:

- Narzędzie jest bardzo wrażliwe na mechaniczne uderzenia, wibracje i na zmianę twardości wierczonej skały, dlatego należy wszelkie operacje wykonywać ostrożnie i stopniowo zmieniać parametry robocze w aspekcie zachodzących zmian w górotworze. Narzędzie, na które przenoszą się wibracje ulega uszkodzeniu poprzez odpryski warstwy polikrystalicznej, z powierzchni węglika spiekane, a w krytycznych sytuacjach dochodzi do wyłamania całego krążka z korpusu słupka.
- Należy unikać wiercenia na wysokich obrotach, kiedy dochodzi do wyraźnej wibracji przewodu wiertniczego (zjawisko występuje podczas wierceń w skałach twardych).
- Zaleca się stosowanie „ciasnej kolumny wiertniczej”, tzn. utrzymywanie małego luzu pomiędzy średnicą otworu i stosowanymi rurami płuczkowymi. Rozwiązanie takie pozwala na lepsze prowadzenie oraz stabilizację narzędzia w wierconym otworze, mniejszą wibrację kolumny rur wiertniczych, mniejszą krzywiznę otworu przez co zapewnia się uzyskanie bardziej stabilnej ścianki otworu i optymalizuje zużycie wody dla przepłuczki.
- Otwór należy zawierać świdrem z WS przynajmniej na głębokość jednego metra.  
W razie pojawienia się elementów stalowych w otworze - przerwać wiercenie świdrem PCD i przewiercić odcinek wąskoostrzową impregnowaną koronką o odpowiedniej konstrukcji (standardowe typy ST 1 i ST 2).
- Po zakończeniu wierceń systematycznie sprawdzać stan świdra PCD.
- Zaleca się stosowanie stabilizatorów dla wyeliminowania drgań przenoszonych na narzędzie diamentowe z PCD. Stosując stabilizator należy kontrolować jego średnicę roboczą, która nie powinna być mniejsza od nominalnej o 1,5 mm.
- W trakcie wiercenia uwzględnić straty przepłuczki. Parametry dotyczące ilości przepłuczki są zmienne w zależności od zastosowanego narzędzia. Inne są dla wiercenia narzędziem z węglika spiekane, inne dla wierceń rdzeniowych, a inne dla wierceń pełnotworowych.
- Brak odpowiedniej ilości przepłuczki podczas wiercenia narzędziami z PCD przejawia się zdecydowanym spadkiem wydajności wiercenia i żywotności narzędzia.
- Zapytania związane z doborem narzędzia PCD oraz nietypowe uszkodzenia świdrów i koronek diamentowych przekazywać do producenta.

Stosowanie się do przedstawionych w niniejszej instrukcji zaleceń pozwoli osiągnąć bardzo dobre wyniki, tj. dużą wydajność i wysokie tempo prac przy relatywnie niskich jednostkowych kosztach wiercenia.

www.urdiamant.cz  
www.urdiamant.eu

**URDIAMANT**

**Urdiamant, s.r.o.**  
**Dolnostudénská 715/3**  
**787 01 Šumperk**  
**Czech Republic**

tel./phone: + 420 / 583 366 111, 305, 393  
fax: + 420 / 583 224 723

**URDIAMANT SLOVAKIA, s.r.o.**  
A. Kmeťa 17/10511  
036 01 Martin, Slovakia  
tel.: +421 433 240 288-9  
fax: +421 432 812 002

Urdiamant Sp. z o.o.  
Katowicka 3  
43-300 Bielsko-Biala, Poland  
tel.: +48 33 82 12 130  
fax: +48 33 82 12 130

ООО „УРДИАМАНТ“  
150003 г. Ярославль  
ул. Советская д. 79 офис 13, Россия  
тел. 8-4852-25-67-29  
сот. 8-962-202-66-77

