



Własności skał, młoty, wiertarki, wozy wierzące, ładowarki i inne maszyny stosowane przy drążeniu wyrobisk korytarzowych

Dr inż. Krzysztof Kotwica – AGH Kraków

Dr inż. Krzysztof Kotwica

Katedra Maszyn Górniczych, Przeróbczych i Transportowych



Własności skał i gruntów

Własności fizyczne skał i gruntów

1. Ciężar właściwy i objętościowy
2. Gęstość rzeczywista i pozorna
3. Szczelność
4. Porowatość
5. Wodoprzepuszczalność
6. Nasiąkliwość wagowa i objętościowa
7. Mrozoodporność
8. Pęcznienie
9. Analiza i skład ziarnowy
10. Rozmywalność

Własności mechaniczne skał i gruntów

1. Ścisłość skał i gruntów
2. Zwięzłość skał
3. Wytrzymałość skał na ściskanie
4. Wytrzymałość skał na rozciąganie
5. Wytrzymałość skał na ścinanie
6. Wytrzymałość skał na zginanie
7. Kąt tarcia wewnętrznego i spójność
8. Kąt tarcia zewnętrznego
9. Kąt naturalnego usypu
10. Twardość skał
11. Ścieralność skał

Dr inż. Krzysztof Kotwica

Katedra Maszyn Górniczych, Przeróbczych i Transportowych



Ciężar właściwy γ – stosunek ciężaru skały wysuszonej w temperaturze 105 – 110° C do jej objętości rzeczywistej (bez porów)

Ciężar objętościowy – stosunek ciężaru skały wysuszonej w temperaturze 105 – 110° C do jej całkowitej objętości

Gęstość rzeczywista ρ – stosunek masy skały do jej objętości rzeczywistej (bez porów)

Gęstość pozorna – stosunek masy skały do jej objętości całkowitej

Szczelność – stosunek gęstości pozornej do gęstości rzeczywistej

Porowatość – stosunek różnicy gęstości rzeczywistej i pozornej do gęstości rzeczywistej

Wodoprzepuszczalność – zdolność skał do przepuszczania wody kanałkami utworzonymi z porów

Nasiąkliwość wagowa i objętościowa – stosunek masy wody (objętości wody) wchłoniętej przez próbkę do masy próbki suchej (objętości próbki)

Rozmywalność – rozpadanie się skał pod wpływem mechanicznego i chemicznego działania wody

Dr inż. Krzysztof Kotwica

Katedra Maszyn Górniczych, Przeróbczych i Transportowych

Wytrzymałość na jednoosiowe ściskanie R_c – stosunek maksymalnej siły niszczącej F_{max} , otrzymanej przy jednoosiowym ściskaniu próbki skalnej w prasie do pola przekroju poprzecznego A

$$R_c = \frac{F_{max}}{A}$$

Badanie przeprowadzone na próbce foremnej cylindrycznej o stosunku wysokości do średnicy $h/d = 1$, sześcienniej lub prostopadłościowej. Wymagana równoległość ściskanych ścianek.

W przypadku wytrzymałości na ściskanie próbek nieforemnych badania przeprowadza się na próbce o kształcie elipsoidy o masie około 100 g i stosunku wymiarów wysokości (długości) do średnicy około 1,5 : 1. Wytrzymałość na ściskanie próbek nieforemnych oblicza się wg wzoru:

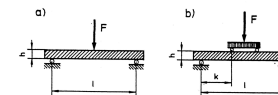
$$R_c = \frac{P}{0,19 \sqrt{\frac{D}{m}}}$$

Wytrzymałość na rozciąganie R_r – można określić metodą bezpośrednią z pomiarów jako stosunek maksymalnej siły niszczącej F_{max} , otrzymanej przy jednoosiowym rozciąganiu próbki skalnej o różnym kształcie i wymiarach do pola przekroju poprzecznego A

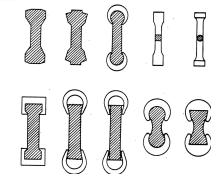
$$R_r = \frac{F_{max}}{A}$$

Drugą z metod jest określenie wytrzymałości na rozciąganie metodą zginania próbki o przekroju kwadratowym, kołowym lub prostokątnym i długości pięciokrotnie większej od wysokości lub średnicy. Wytrzymałość próbki oblicza się wg wzoru:

$$R_r = \frac{Mg}{Wg}$$



Schematy obciążania próbek (beleczek) przy badaniu na zginanie



Kilka próbek stosowanych do badań wytrzymałościowych na rozciąganie

Dr inż. Krzysztof Kotwica

Katedra Maszyn Górniczych, Przeróbczych i Transportowych

Wytężalność na rozciąganie R_r – można określić metodą pośrednią (brazylijską) poprzecznego ściskania (zginania) próbek foremnych i rozłupywania klinami. Próbkę ściska się w prasie przez podkładki z pasków lub prętów metalowych, umieszczonych wzdłuż tworzącej walca lub krawędzi sześcią. Mają one szerokość około 0,1 średnicy cylindra lub krawędzi sześcią. Wytężalność próbki oblicza się wg wzoru:

$$R_r = 0,637 \frac{F}{d \cdot b}$$

Przy metodzie rozłupywania próbkę przeprowadza się na płytach skalnych klinami. Wytężalność próbki oblicza się wg wzoru:

$$R_r = \frac{F}{A} (1 + 0,02 \frac{F}{A})$$

Wytężalność na rozciąganie można określić też metodą rozrywania wydłużonych próbek foremnych pierścieniowych i o dowolnym kształcie. Wewnątrz próbki umieszcza się plastyczną masę i ściska się dwoma stemplami aż do rozerwania próbki. Wytężalność próbki oblicza się wg wzoru:

$$R_r = K \cdot \sigma_c \cdot \frac{d}{D-d}$$

Określenie wytrzymałości skal na rozciąganie metodą rozłupywania płyt klinami: 1 – badana próbka, 2 – kliny, 3 – płyty prasy hydraulicznej

Schematy oznaczania wytrzymałości próbek na rozciąganie metodą poprzecznego ściskania (brazylijską)

Dr inż. Krzysztof Kotwica **Katedra Maszyn Górniczych, Przerobczych i Transportowych**

Wytężalność na ścinanie τ – można określić metodą bezpośrednią przez przyłożenie sił ścinających na próbkę badanej skały. Ścinanie można przeprowadzić w jednej płaszczyźnie, przy zastosowaniu jednego lub dwóch noży o kątach zaostrenia 30, 45, 60 i 80°, względnie przez ścinanie w dwóch płaszczyznach. Dla pierwszej wersji wytrzymałość próbki oblicza się wg wzoru:

$$\tau = \frac{F}{A}$$

Przy ścinaniu w dwóch płaszczyznach wytrzymałość próbki oblicza się wg wzoru:

$$\tau = \frac{F}{2A}$$

Wytężalność na ścinanie można określić też przez skracanie próbek o różnym kształcie. Badania tą metodą przeprowadza się najczęściej na próbkach cylindrycznych, pryzmatycznych z przewężeniem lub wydłużonych z nadcięciami. Wytężalność próbki oblicza się wg wzoru:

$$\tau_{max} = \frac{M_x}{W_x}$$

Ostatnią z metod jest określenie wytrzymałości na ścinanie przez ściskanie. Próbkę umieszcza się w stalowych matkach, przy różnych kątach nachylenia pary klinów $\alpha = 20, 30, 45, 60$ i 70° . Ciężką matkę obciąża się przez kołki stalowe. Wartość naprężenia normalnego i stycznego próbki oblicza się wg wzoru:

$$\tau = \frac{F}{A} \cos \alpha \quad \sigma = \frac{F}{A} \sin \alpha$$

Ścinanie próbek przez skracanie: a) próbka cylindryczna, b) próbka pryzmatyczna z przewężeniem, c) wydłużona próbka cylindryczna z przewężeniem

Ścinanie ze ściskaniem próbek w jednej płaszczyźnie: a) próbka w kształcie sześcią lub pryzmatyczna, b) próbka cylindryczna ścinana wzdłuż tworzącej, c) próbka cylindryczna ścinana w płaszczyźnie

Dr inż. Krzysztof Kotwica **Katedra Maszyn Górniczych, Przerobczych i Transportowych**

Ściślność – zdolność skal do zmniejszenia objętości pod wpływem wzrośtu obciążenia. Zmniejszenie objętości następuje na skutek zmniejszenia objętości porów i szczelin

Zwięzłość – jest to opór skały stawiany siłom zewnętrznym

Istnieje kilka sposobów określania zwięzłości f :

Według siły kruszącej - $f = \frac{\sigma}{100}$

Według ilości pracy potrzebnej na wywiercenie 1 cm³ skały - $f = 0,57 \cdot \frac{W}{V}$

Badanie odporności na uderzenia lub udarność przeprowadzone za pomocą aparatu Page'a

Badanie wytrzymałości tuczni kamiennego na młódkę

Oznaczanie współczynnika zwięzłości metodą tuczni w przyrządzie Syskova

Przyrząd Syskova (według SN-64/0501-01): A – ułamek stalowy, B – szkielet stalowy, C – tłupek stalowy

Objętościomierz: A – cylinder, B – tłupek ze skałą dla wagi, C – tłupek ze skałą dla innej wagi

Dr inż. Krzysztof Kotwica **Katedra Maszyn Górniczych, Przerobczych i Transportowych**

Twardość

Twardość skały jest najczęściej określana jako stopień oporu stawianego przez skałę lokalnym kontaktowym działaniom wywieranym na nią w określony sposób przez inne ciała.

W zależności od sposobu działania próbki na skałę rozróżnia się różne metody określania jej twardości, np.:

- przez rysowanie innym minerałem (metoda Mohsa),
- przez wcinanie twardego ciała (w postaci trzpienia płasko zakończzonego o powierzchni od 1 do 5mm²,
- metody Szreiner'a – Hsz
- metoda Shore'a – HS i inne.


Ścierność

Zdolność skały do niszczenia ścierającego powierzchni materiałów stałych, przede wszystkim metalowych (np.: narzędzia urabiającego), określa jej ścierność.

Intensywność ścierania zależy przede wszystkim od stopnia twardości skały. Wskaźnikiem ścierności może być ubytek ostrza noża skrawającego okrągłą próbkę skały wiórem o określonym przekroju i z daną prędkością, lub na przykład wg metody opracowanej w ITG KOMAG, stosunek głębokości I3 i I1 otworu wierceń w skałę w trzeciej i pierwszej minucie wiercenia wiertłem o określonej średnicy $d=42\text{mm}$ i obrotach (251/s) ze stałym dociskiem (3750N). Wtedy wskaźnik ścieralności K_t wynosi:


$$K_t = I3/I1$$

Dr inż. Krzysztof Kotwica **Katedra Maszyn Górniczych, Przerobczych i Transportowych**

 WSKAŹNIKI WŁAŚCIWOŚCI SKAŁ ZWIĘZŁYCH							
Skala	Gęstość właściwa ρ_c	Wytrzymałość na ściskanie	Moduł sprężystości E	Twardość HSz	R_f/R_c	R_f/R_c	Wskaźnik energetyczny f
	[Mg/m ³]	[MPa]	[GPa]	[GPa]	[%]	[%]	
Anhydryt	2,9 – 3,0	15 – 75				8 – 10	
Bazalt	2,8 – 2,9	150 – 500	60 – 70			2 – 10	15 – 20
Dolomit ilasty		100 – 120	15 – 40			1 – 4	8 – 9
Granit	2,6 – 2,7	150 – 230	20 – 60	3,0 – 5,9	6 – 9	1,5 – 3	10 – 15
Kwarcyt		180 – 200	70 – 100	6,5 – 10			15 – 20
Łupek ilasty	2,4 – 2,8	30 – 40	15 – 25		20 – 25	6 – 7	2 – 5
Łupek piaszczysty	2,2 – 2,4	15 – 40	7 – 34		5 – 27	3 – 30	3 – 6
Margiel	2,4 – 2,5	10 – 17					
Marmur	2,6 – 2,7	60 – 65	15 – 20	1,2 – 1,3		4 – 5	7 – 9
Piaskowiec	2,0 – 2,7	30 – 150	20 – 50	0,9 – 1,3	11 – 25	3,5 – 5,5	2 – 6
Sól kamienna		15 – 30	9 – 10	0,1 – 1,5	9 – 10	3,5 – 4	1 – 2
Wapień	2,5 – 2,8	80 – 180	20 – 85	1,2 – 1,5	10 – 15	2,5 – 20	2 – 4
Węgiel kamienny		10 – 30	2 – 4,5			6 – 20	0,7 – 2,5

Dr inż. Krzysztof Kotwica

Katedra Maszyn Górniczych, Przerobczych i Transportowych


 RODZAJE OPERACJI GÓRNICZYCH	
1. OPERACJA URABIANIA - jest to operacja górnicza polegająca na oddzieleniu cząstek skały od calizny. W wyniku zrealizowania operacji urabiania otrzymujemy produkt nazywany - UROBKIEM .	
2. OPERACJA ŁADOWANIA - jest to operacja górnicza polegająca na możliwości zrealizowania czterech czynności: <ul style="list-style-type: none"> •zacierpywania urobku, •podniesieniu urobku na wysokość środków transportujących, •przemieszczeniu urobku w poziomie w kierunku środków transportujących, •wysypianiu urobku do środków transportujących. 	
3. OPERACJA ODSTAWY - jest to operacja górnicza polegająca na przemieszczaniu urobku z przodka górniczego do miejsca w którym znajdują się główne środki transportu poziomego.	
4. OPERACJA OBUDOWY - jest to operacja górnicza polegająca zabezpieczeniu nowo wybranej przestrzeni w taki sposób aby w niej mogli się poruszać bezpiecznie ludzie i maszyny.	
5. OPERACJA POMOCNICZA - jest to operacja górnicza polegająca na wspomaganiu procesu wydobywczego.	

Dr inż. Krzysztof K

Metody urabiania skał w aspekcie energetycznym
<p>Urabialnością skały nazywamy własność określającą jej podatność na urabianie tj. oddzielenie części tej skały od calizny. Miarą urabialności jest tzw właściwa energia urabiania, tj wartość energii jaką należy zużyć dla urobienia jednostki objętości skały.</p> <p>Wynikiem działania narzędzia na skałę jest w różnym zakresie miażdżenie skały, rozkruszanie pewnych objętości, odłupywanie elementów różnej wielkości oraz odbijanie występow skałnych. Stosowane metody oceny skał pod względem urabialności można podzielić zasadniczo na trzy grupy, a mianowicie:</p> <p>określenie własności wytrzymałościowych skał,</p> <p>określenie wskaźników energetycznych takich jak wskaźnik Protodiakonowa juniora f,</p> <p>pomiar wprost w pokładzie parametrów charakteryzujących proces urabiania. Jest to metoda opracowana i stosowana tylko dla skrawania węgla.</p> <p>Głównym celem urabiania skały jest oddzielenie od calizny skalnej odłamka o możliwie dużej objętości przy zastosowaniu możliwie małej energii. Ogólnie przyjętą miarą w procesie urabiania skały jest energia właściwa E_v.</p> $E_v = \frac{E}{V} \quad \text{J/m}^3$ <p>gdzie:</p> <ul style="list-style-type: none"> - E - energia dostarczona w celu urobienia skały, J, - V - objętość urobionej skały, m³. <p>Energia właściwa urabiania jest odwrotnie proporcjonalna do wymiarów uzyskiwanego odłamka skalnego:</p> $E_v \sim 1/d$ <p>Jeżeli założymy że energia potrzebna dla niszczenia skały np. uderzeniami wysokoenergetycznymi jest proporcjonalna do $1/d$, to możemy napisać, że:</p> $V \sim E_v^{-1,5}$ <p>Praktyczna interpretacja wzoru (2.3) jest taka, że maszyna uderzająca np. 20 razy na minutę z energią uderzenia 10 kJ, może urabiać 10 razy więcej skał niż maszyna o tej samej mocy uderzająca 2000 razy na minutę z energią 100 J.</p>

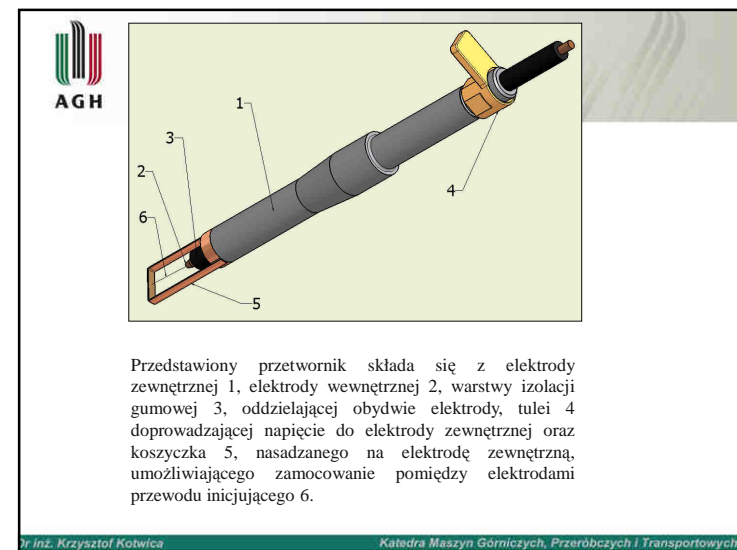
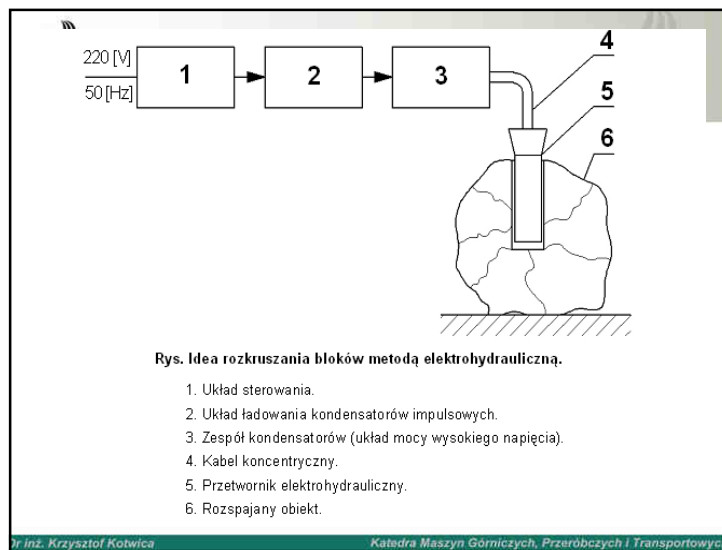
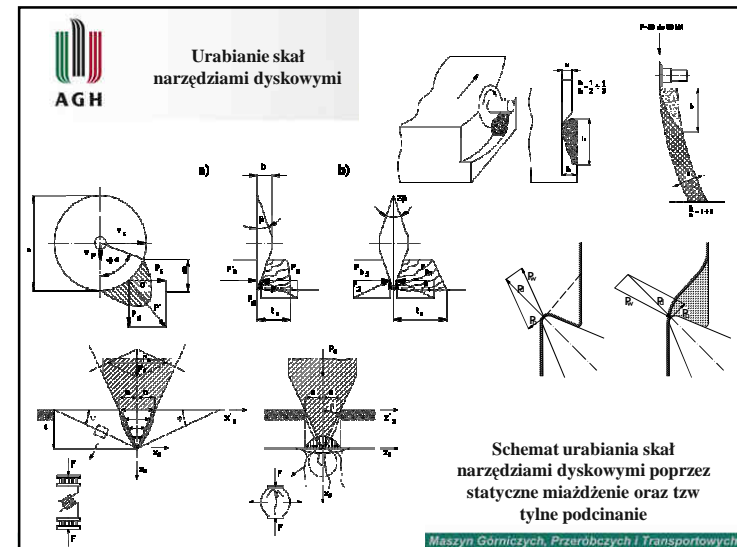
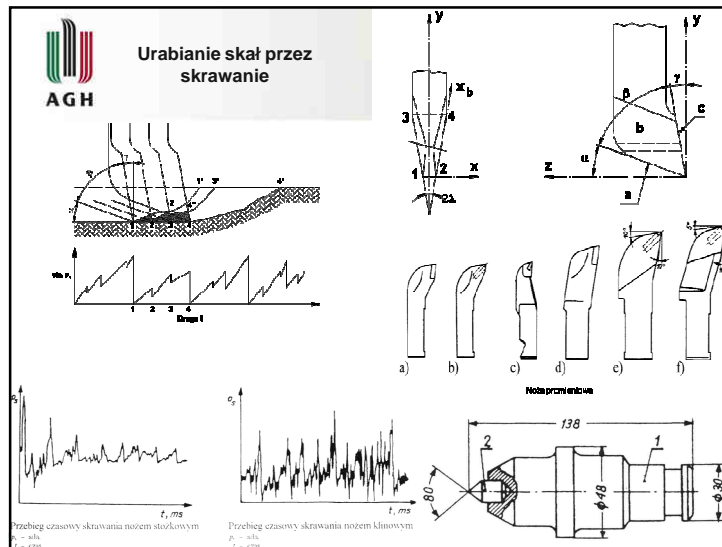
Dr inż. Krzysztof Kotwica

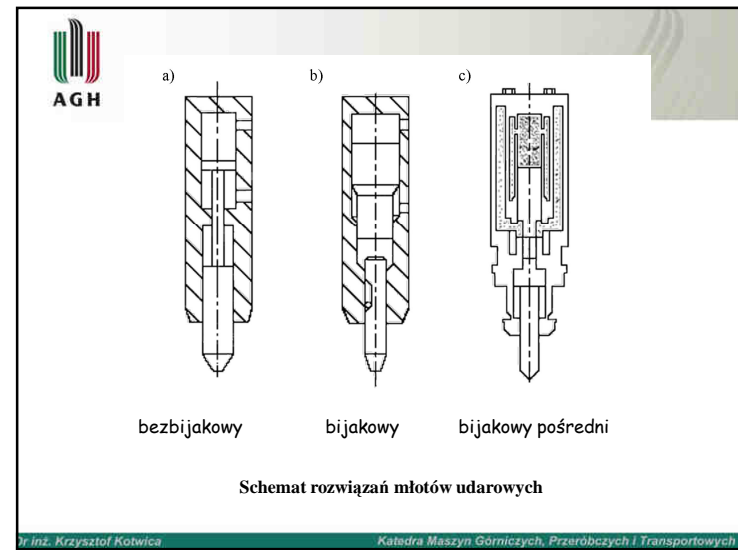
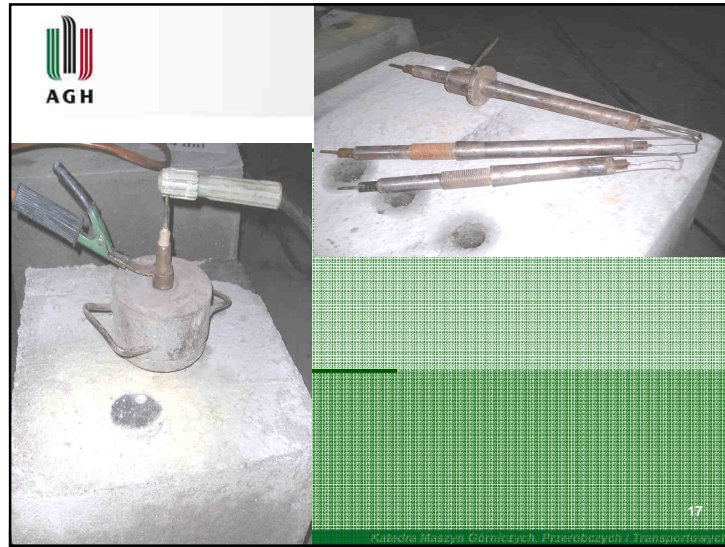
Katedra Maszyn Górniczych, Przerobczych i Transportowych

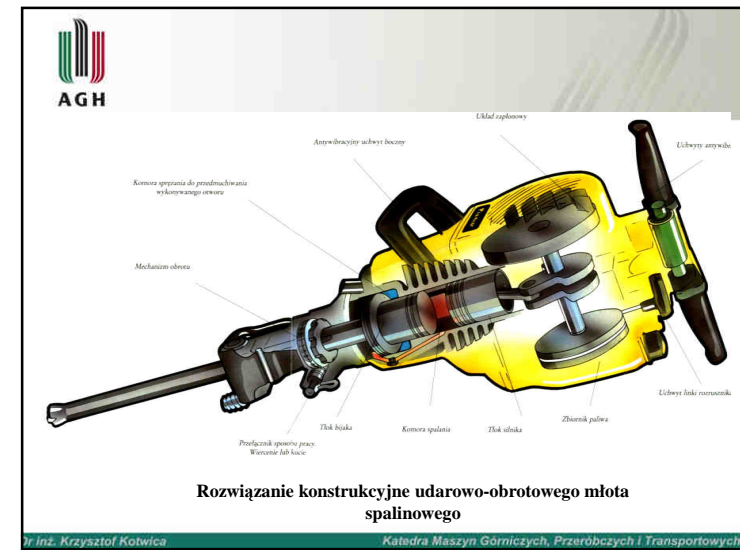
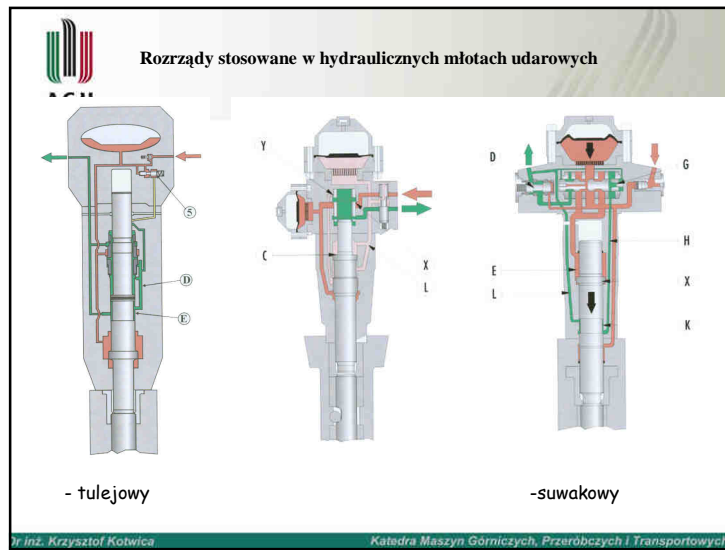
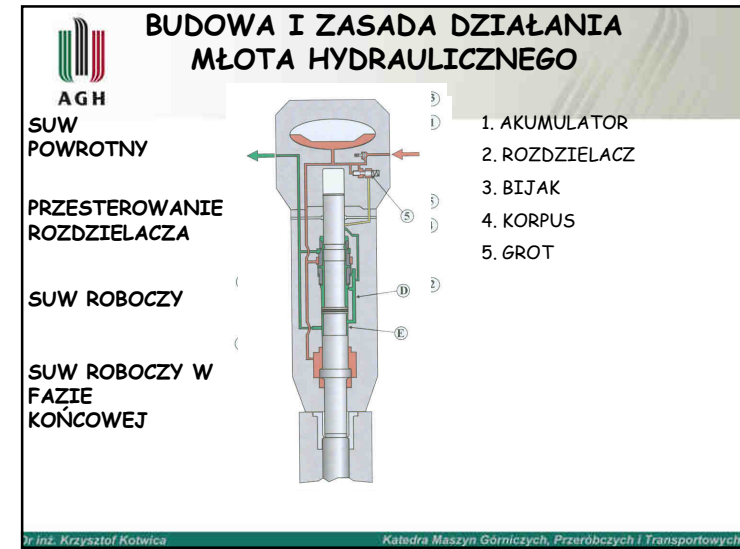
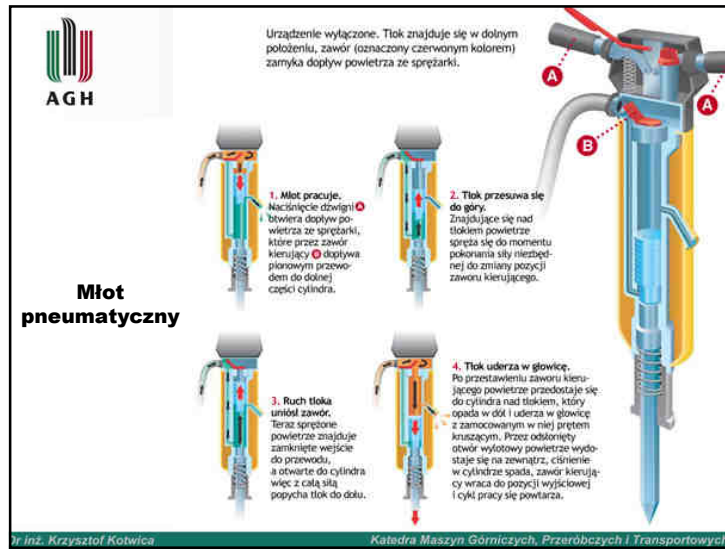
 SPOSOBY URABIANIA CALIZNY
1. Urabianie przy użyciu materiału wybuchowego.
Wiercenie otworów strzałowych, ładowanie MW, strzelanie, przewietrzanie
2. Urabianie mechaniczne polegające na mechanicznym oddziaływaniu narzędzi na urabiana caliznę poprzez: <ul style="list-style-type: none"> • skrawanie polegające na frezowaniu, • skrawanie polegające na wierceniu, • urabianie polegające na odbijaniu narzędziem aktywnym (młot, inne), • urabianie polegające na statycznym miażdżeniu, • urabianie polegające na tzw tylnym podcinaniu
3. Urabianie termiczne poprzez oddziaływanie: <ul style="list-style-type: none"> • fizyczne, • chemiczne.
4. Urabianie hydrauliczne poprzez oddziaływanie: <ul style="list-style-type: none"> • fizyczne, • chemiczne.
5. Urabianie z wykorzystaniem efektu elektrohydraulicznego.
6. Urabianie z wykorzystaniem środków chemicznych

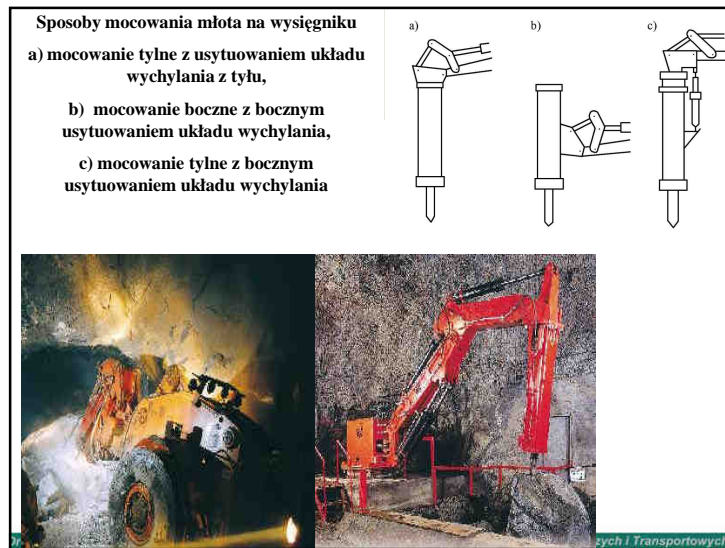
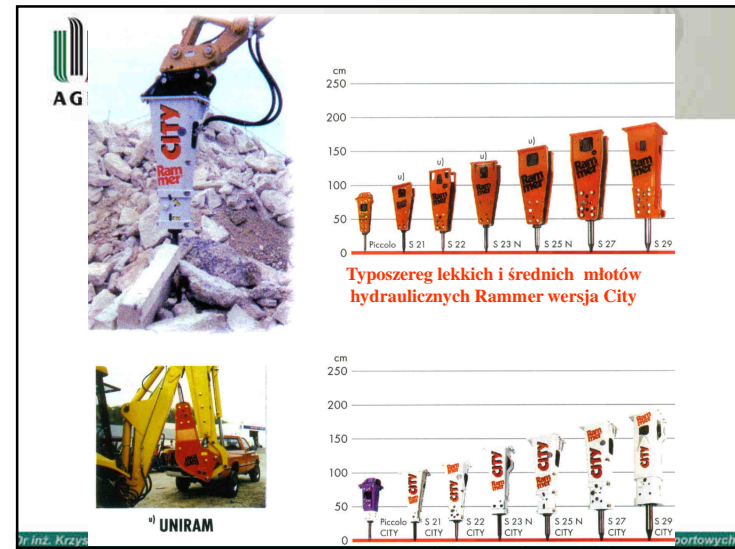
Dr inż. Krzysztof Kotwica

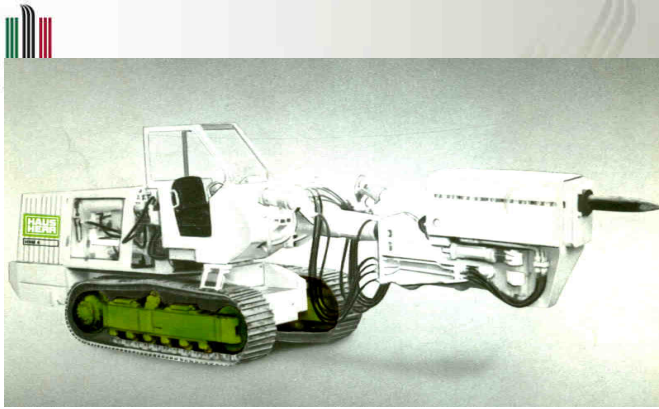
Katedra Maszyn Górniczych, Przerobczych i Transportowych











Zastosowanie ciężkiego młota hydraulicznego do prac górniczych na maszynie samojezdnej firmy HausHerr

Dr inż. Krzysztof Kotwica

Katedra Maszyn Górniczych, Przeróbczych i Transportowych



Zastosowanie ciężkiego młota hydraulicznego do prac górniczych (obrywka stropu) na maszynie samojezdnej firmy Fletcher

Dr inż. Krzysztof Kotwica

Katedra Maszyn Górniczych, Przeróbczych i Transportowych



Drażnienie z wykorzystaniem materiału wybuchowego

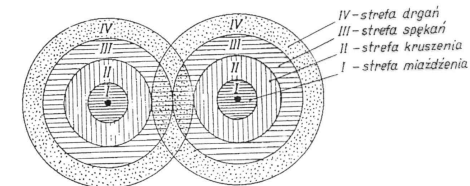
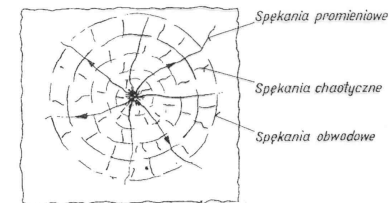
Urabianie przodków wyrobisk korytarzowych udostępniających z wykorzystaniem materiału wybuchowego polega na wierceniu w czole przodka otworów strzałowych zgodnie z metryką strzałową z wykorzystaniem wiertarek udarowych lub udarowo-obrotowych, pneumatycznych lub hydraulicznych. W zależności od wyposażenia przodka, wiercenie jest wykonywane ręcznie, z rozpory lub z podpory pneumatycznej lub z wykorzystaniem wozu wiertniczego. Po załadunku otworów MW, odstrzeleniu i przewietrzeniu wyrobiska, w zależności od środków załadunkowych i transportu urobku występujących w wyrobisku, może nastąpić załadunek urobku na przenośnik zgrzeblowy z wykorzystaniem ładowarki dołowej bocznie sypiącej z napędem elektrycznym lub ładowarki zgarniającej z napędem elektrycznym. Sporadycznie urobek jest ładowany ręcznie. Dalej urobek jest przesypany na przenośnik taśmowy i transportowany do wysypu na środek transportu oddziałowego. W innym przypadku załadunek urobku jest realizowany, z wykorzystaniem ładowarki dołowej bocznie sypiącej, na kopalniane wozy odstawcze, którymi dalej jest transportowany do podszybia. Po wykonaniu czynności urabiania (wiercenie, ładowanie MW, strzelanie i przewietrzanie), ładowania i odstawy, następuje zabudowa wyrobiska obudową lukową podatną ŁP. Czynności te zwane cyklem produkcyjnym następują cyklicznie po sobie.

Dr inż. Krzysztof Kotwica

Katedra Maszyn Górniczych, Przeróbczych i Transportowych



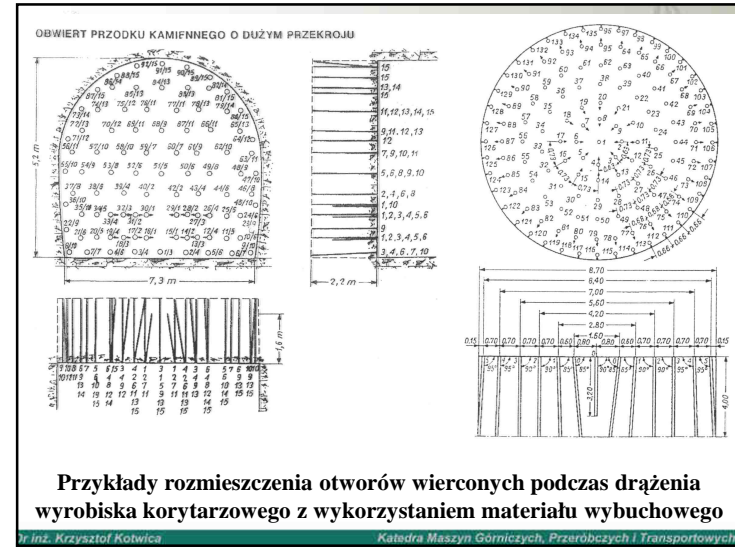
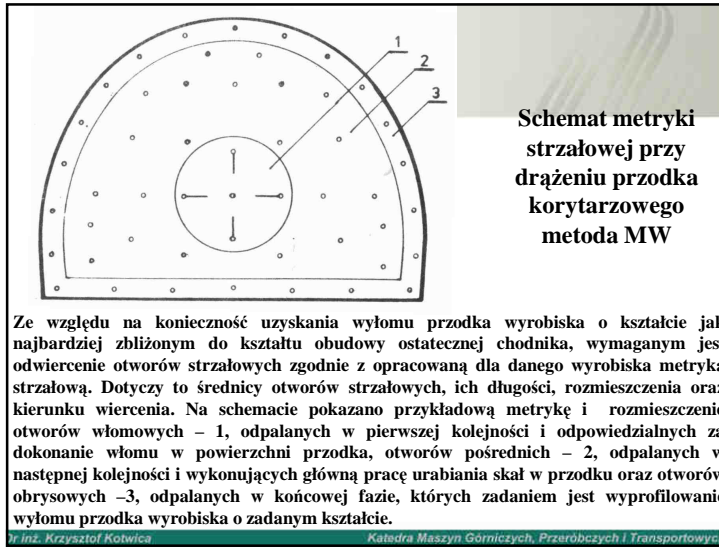
DZIAŁANIA WYBUCHOWE W CALIŹNIE



Metoda drażenia wyrobiska korytarzowego z wykorzystaniem materiału wybuchowego

Dr inż. Krzysztof Kotwica

Katedra Maszyn Górniczych, Przeróbczych i Transportowych



Przykład metryki strzałowej opracowanej dla drażenia wyrobiska korytarzowego z wykorzystaniem materiału wybuchowego

A. Miejsce wykonywania robót strzałowych

1. Nazwa, rozmiar, (numer) **Chodnik podścianowy W-1 nr 368**

oddzia **GOP-1** pokł. **360/1** poziom **705 m**

2. Rodzaj przodka **chodnik węglowo - kamienny**

3. Cel robót strzałowych **rozcinka pokładu**

B. Zagrożenia naturalne

4. Kategoria zagrożenia naturalnego **IV**

5. Klasa zagrożenia pyłowego **B**

6. Inne występujące zagrożenia **zagrożenie wyrzutami metanu i skał**

C. Rodzaj stosowanych środków stwarzających

7. Materiał wybuchowy **Metanit Specjalny 1 H**

8. Sposób ułożenia **ZE młotekundowe metanowe, klasy 0,20 A**

9. Sposób łączenia ZE **łączenie szeregowe**

10. Sposób ułożenia ładunków MW **iniciowanie tyłne**

11. Maksymalny ładunek MW: **1200 g**

- w jednym otworze

- w całej serii **28 kg MW**

12. Maksymalna liczba otworów strzałowych jednocześnie odpalanych **29**

13. Dopuszczalna ilość otworów strzałowych w przodku **29**

14. Rodzaj i sposób wykonania przekroju **przebiegła wodna w pojemnikach z jednym odcinkiem gliny lub całkowita z gliny**

15. Stanowisko sprężarki strzałowej **Zapalarka ZK-100, o nominalnej OSC-1, wskaźnik 4WRZOS-300, przewody QSY + SY**

D. Schemat rozmieszczenia otworów strzałowych (w skali naturalnej) z zaznaczeniem kolejności stopni odpalenia ZE w poszczególnych otworach.

E. Dodatkowe rygory i warunki:

1. Roboty strzałowe prowadzić w obecności osoby dozorującej ruch górniczy

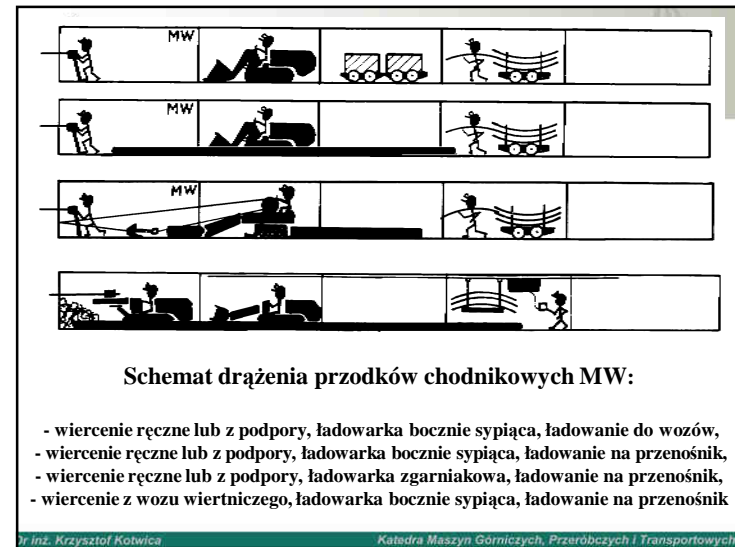
2. O czasie odpalania powiadomić dyspozytora metanometrii

3. Stanowisko odpalania i stanowiska obsługi muszą się znajdować w wentylacji obiegowej w świeżym prądzie powietrza.

Metryka sporządził **mgr inż. Nowak Jan** data **13.IV.1998 r.**

Metryka zaakceptował **mgr inż. Janowski Jan** data **16.IV.1998 r.**

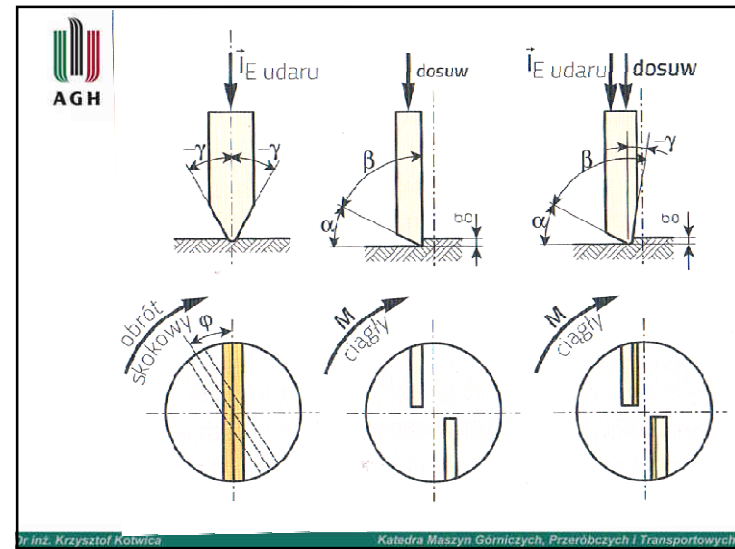
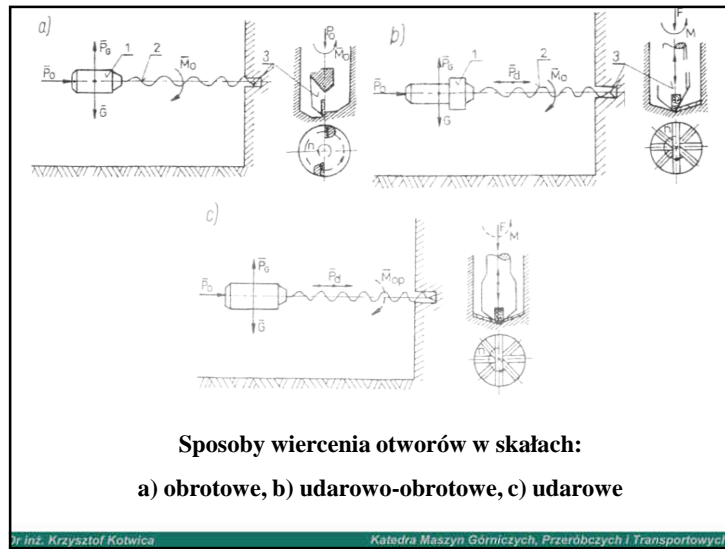
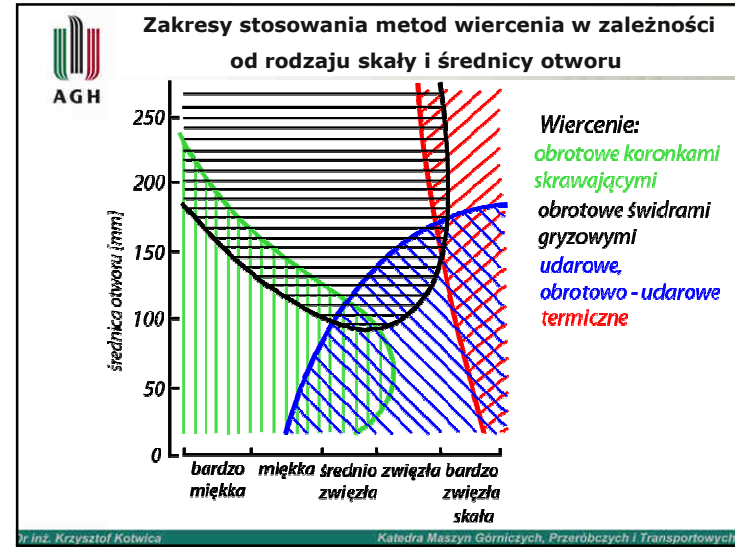
Kierownik Działu Robót Górniczych Kierownik Działu Robót Górniczych

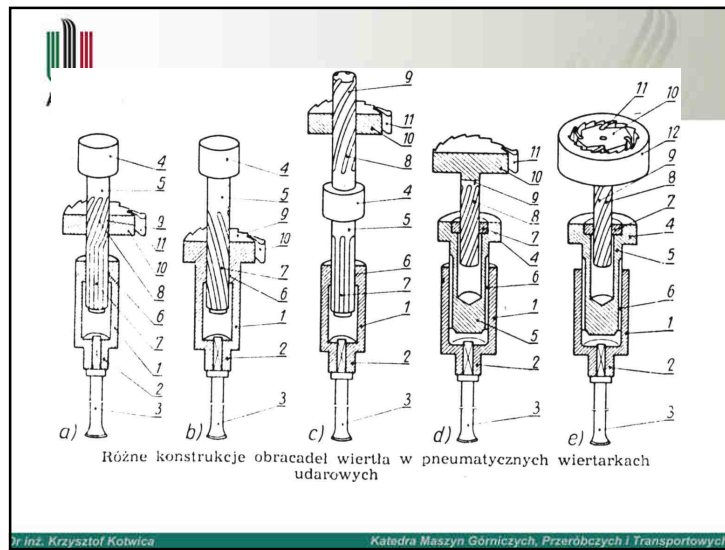
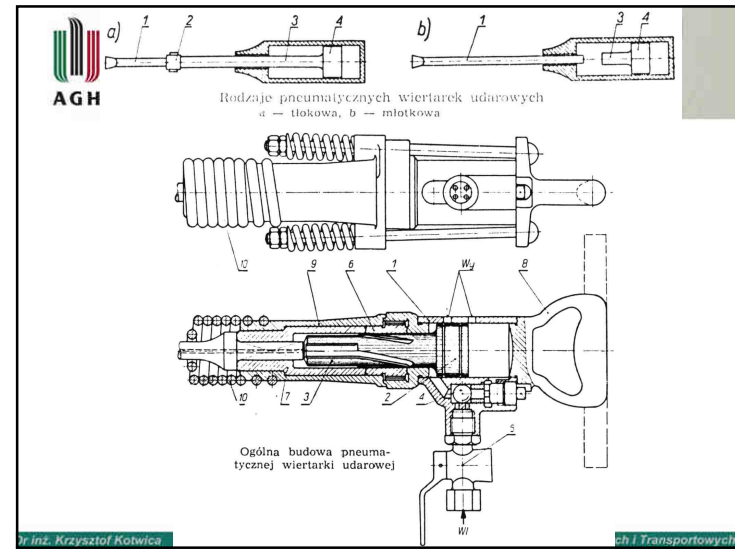
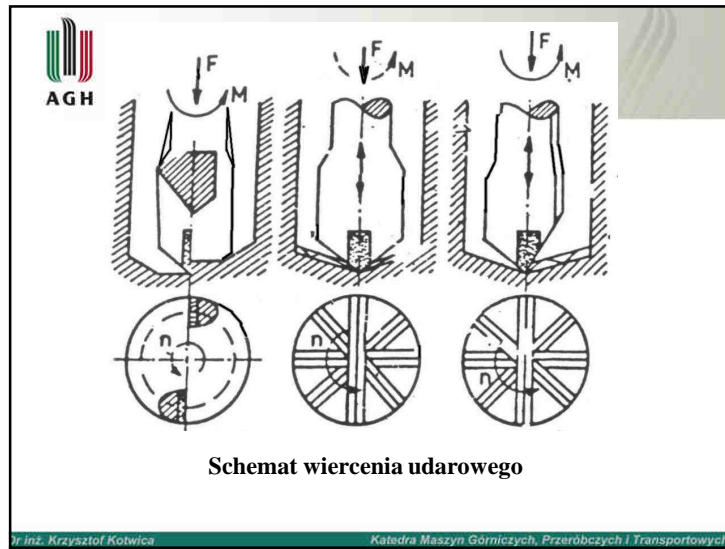


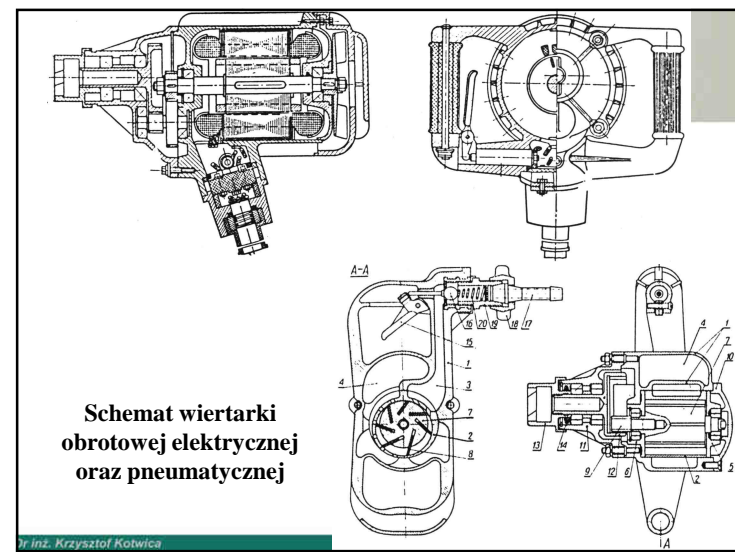
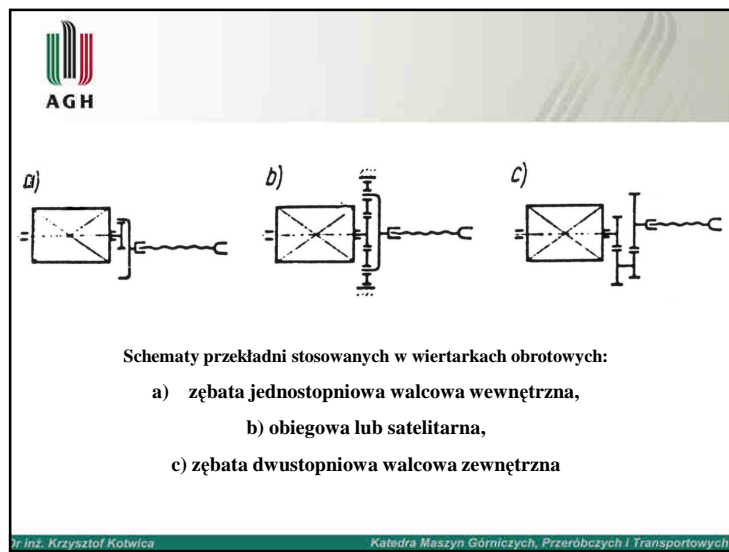
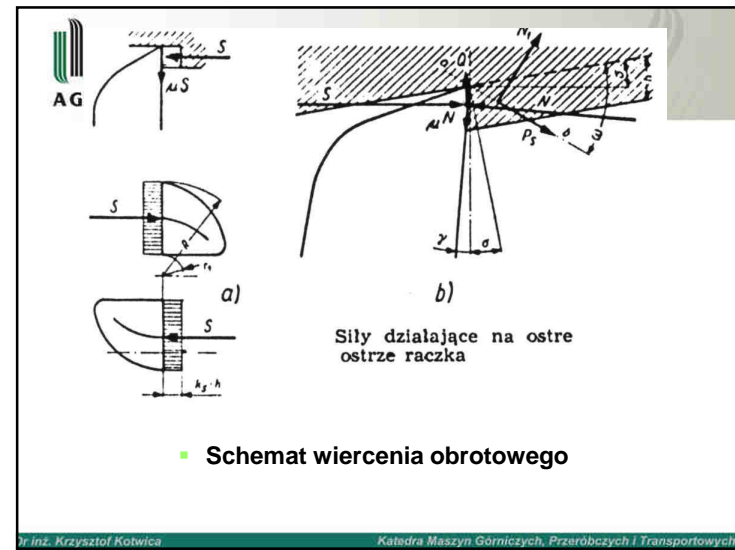
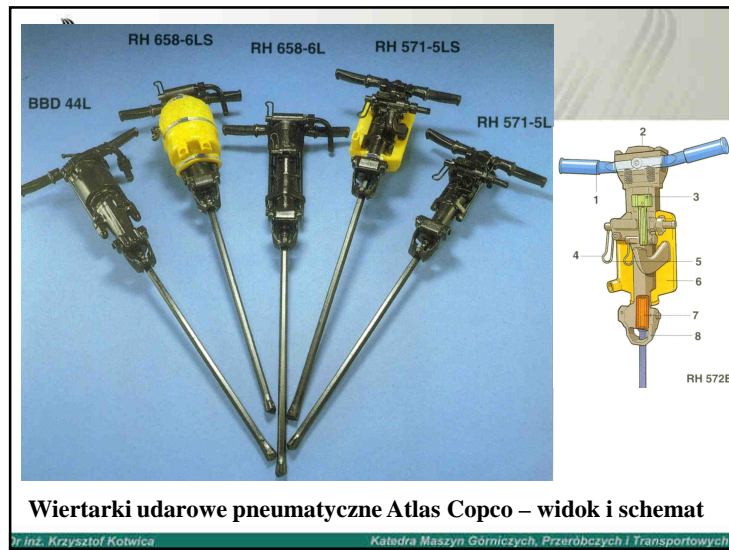
Podział skał ze względu na podatność na zwiercanie

Lp.	Grupa skał	Własności wytrzymałościowe na ściskanie R_c [MPa]	Skład mineralogiczny	Rodzaje skał
1	I	< 60	Bez krzemu lub z jego małą zawartością	węgle, wapień, dolomity, marmury, łupki, piaskowce o lepishczu wapiennym
2	II	60 ÷ 150	z małą zawartością krzemu	Piaskowce o lepishczu krzemionkowym, magnezyty, skrzemieniałe wapień,
3	III	> 100	Z dużą zawartością krzemu	Mocne i wyjątkowo mocne skały magmowe, granity, bardzo mocne kwarcyty i piaskowce

inż. Krzysztof Kotwica Katedra Maszyn Górniczych, Przeróbczyh i Transportowych





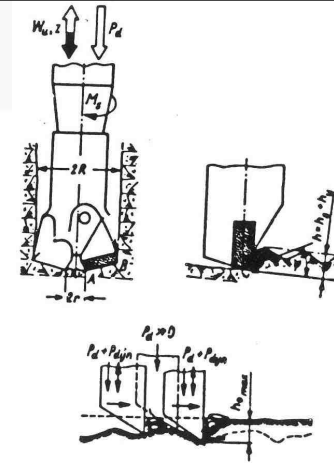




Widok wiertarki obrotowej pneumatycznej firmy Turmag podczas pracy

Dr inż. Krzysztof Kotwica

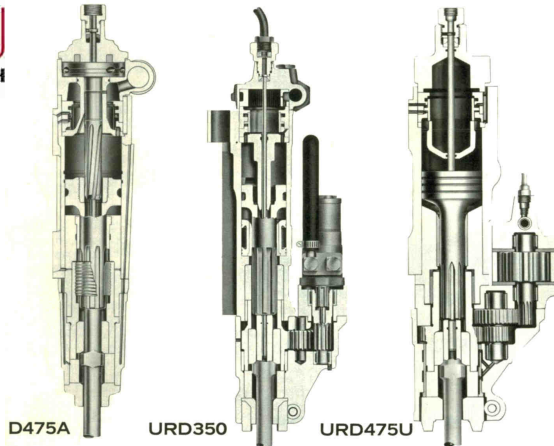
Katedra Maszyn Górniczych, Przerobczych i Transportowych



Schemat wiercenia udarowo-obrotowego

Dr inż. Krzysztof Kotwica

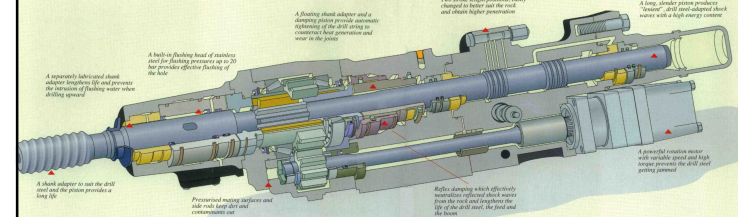
Katedra Maszyn Górniczych, Przerobczych i Transportowych



Wiertarki udarowa i udarowo-obrotowa Ingersoll Rand

Dr inż. Krzysztof Kotwica

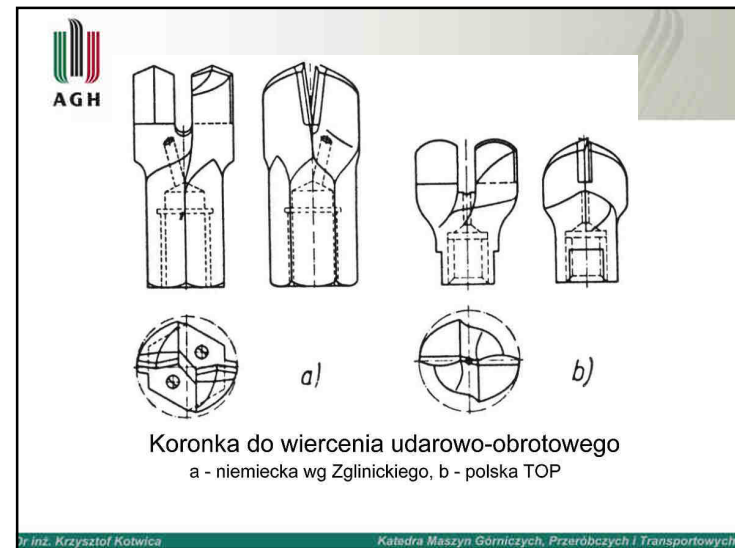
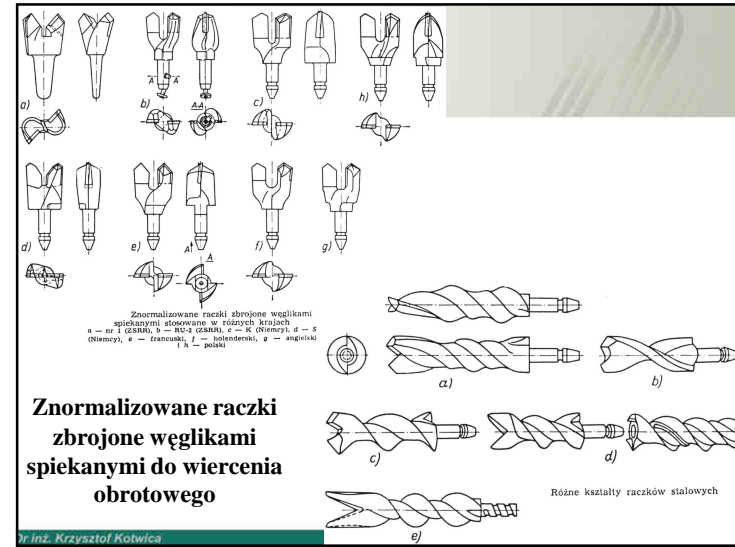
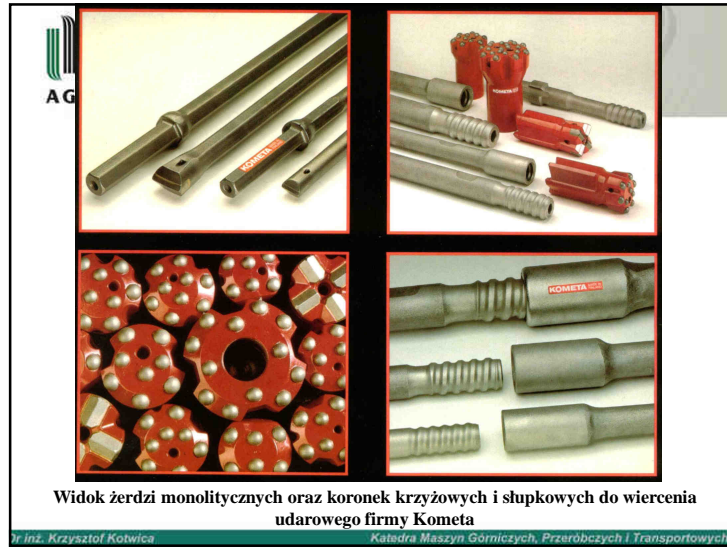
Katedra Maszyn Górniczych, Przerobczych i Transportowych



Wiertarka udarowo-obrotowa Atlas Copco

Dr inż. Krzysztof Kotwica

Katedra Maszyn Górniczych, Przeróbczych i Transportowych

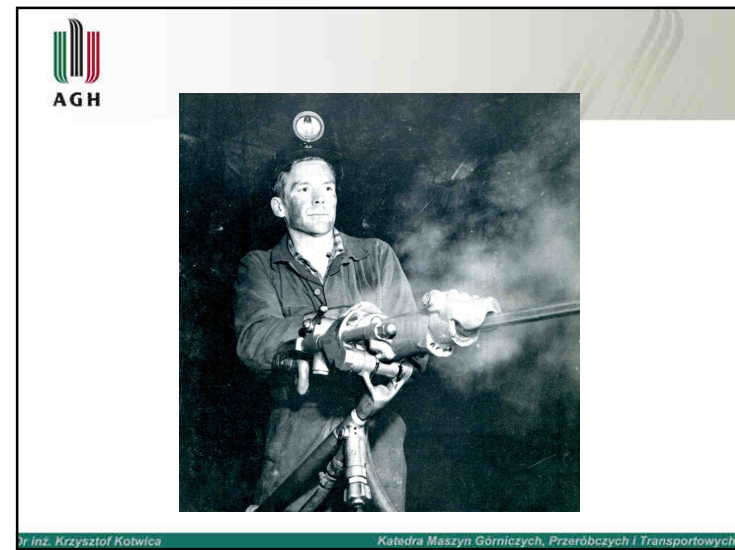
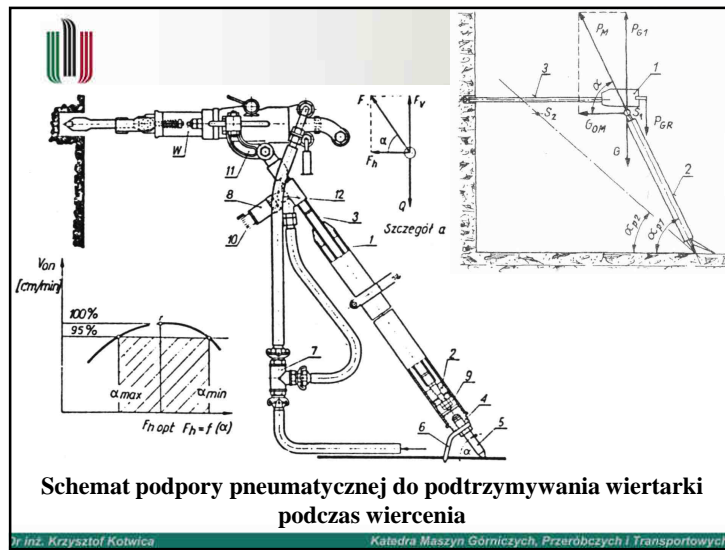
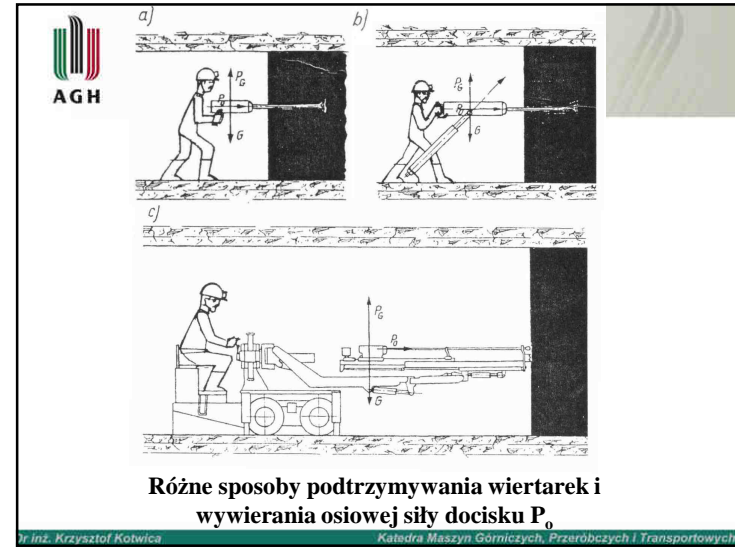


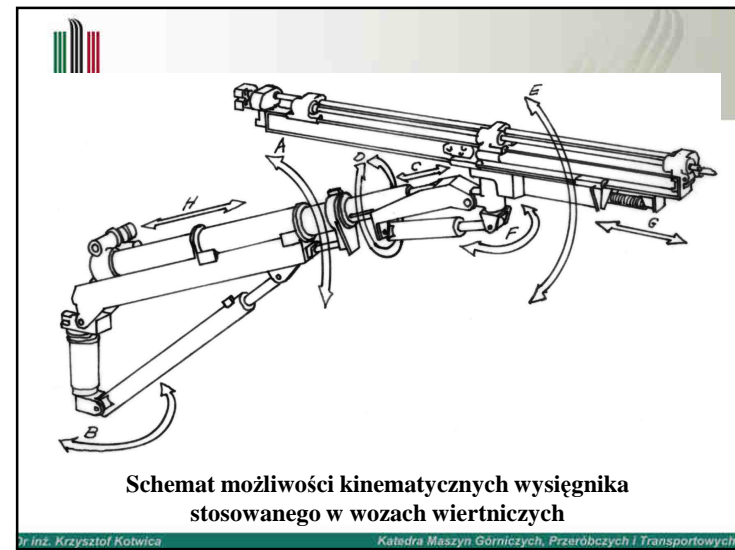
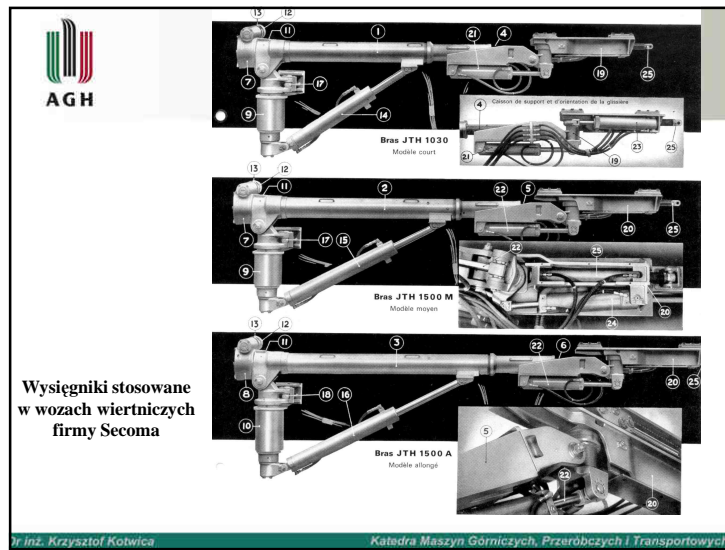
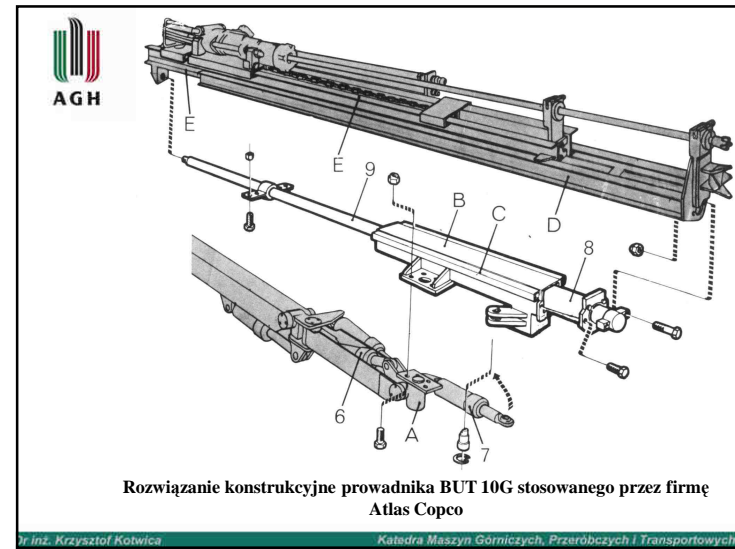
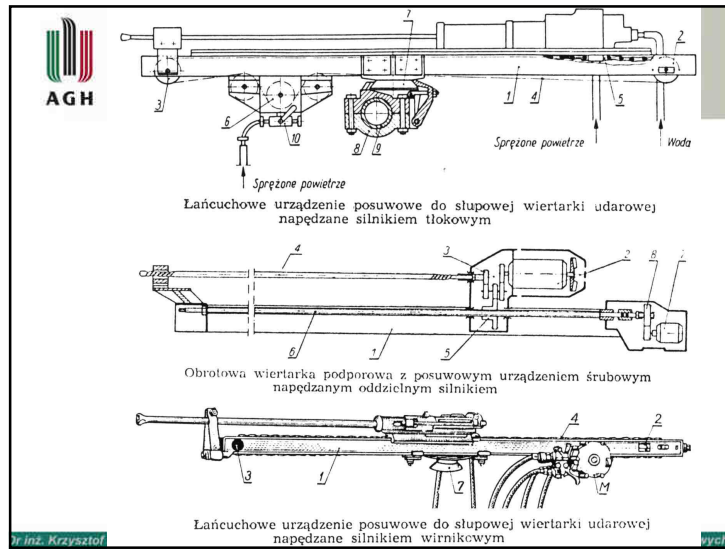
 AGH

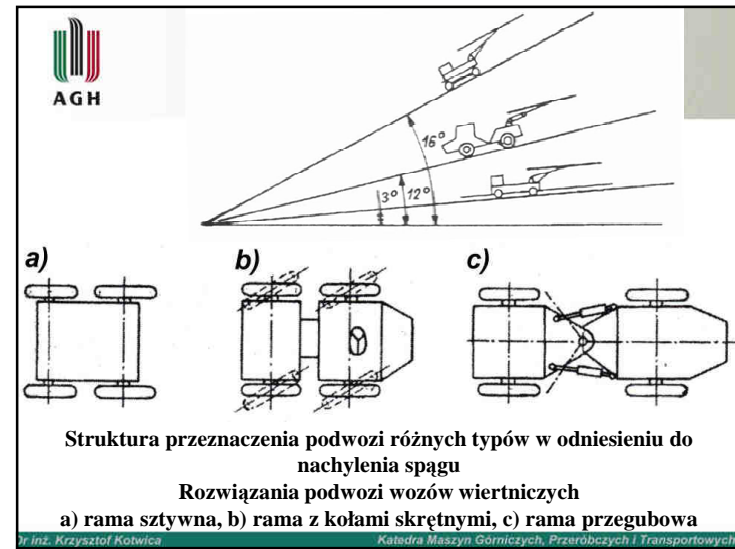
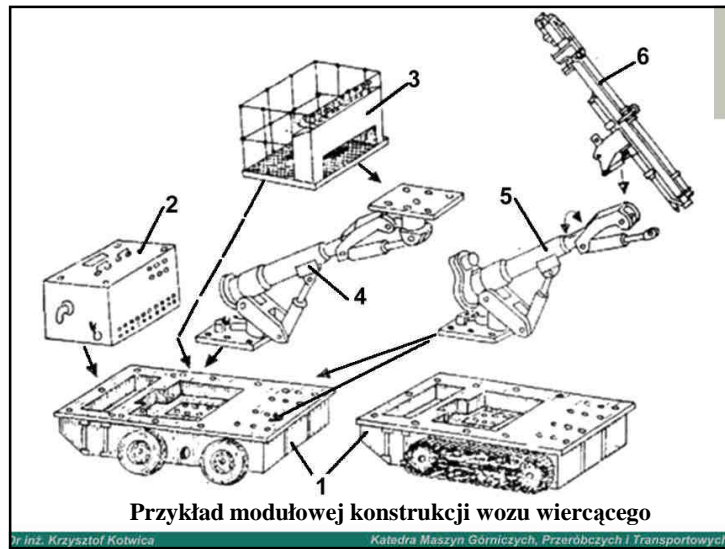
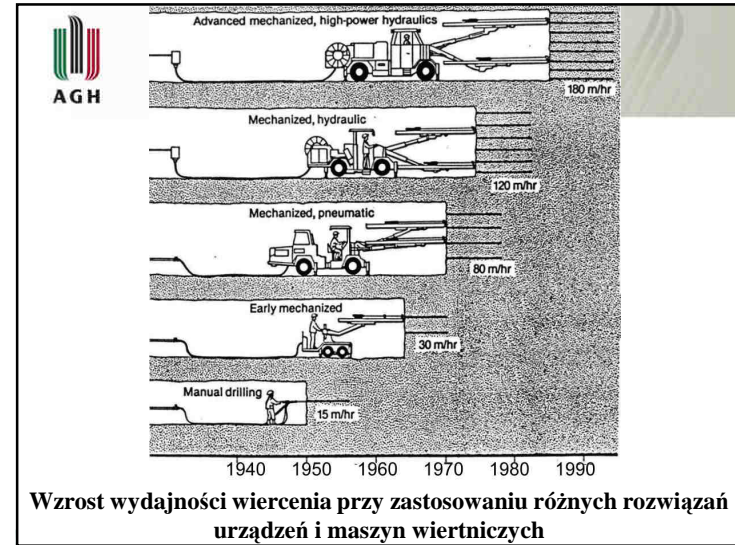
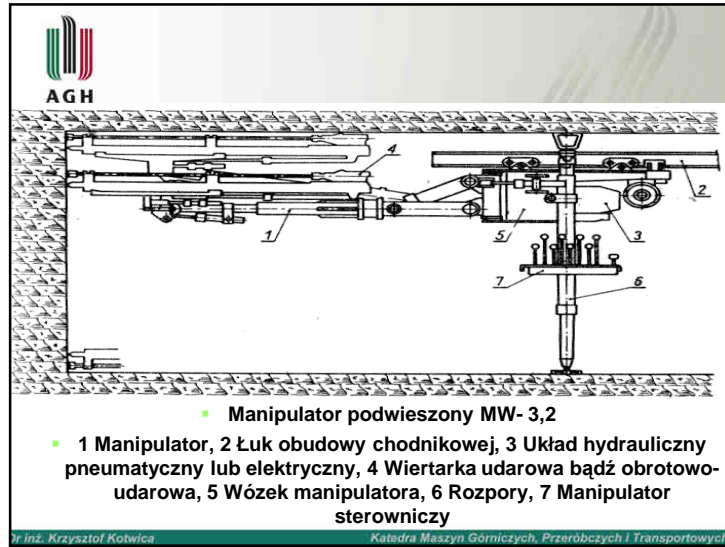
Klasyfikacja sposobów usuwania zwiernin

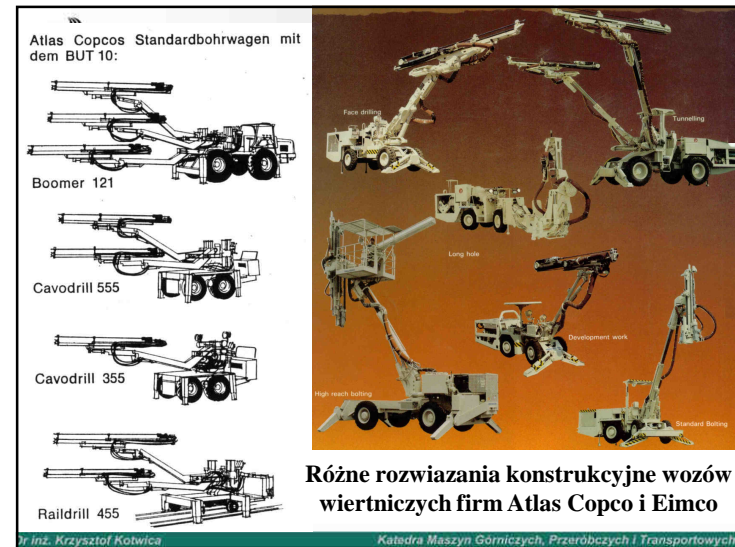
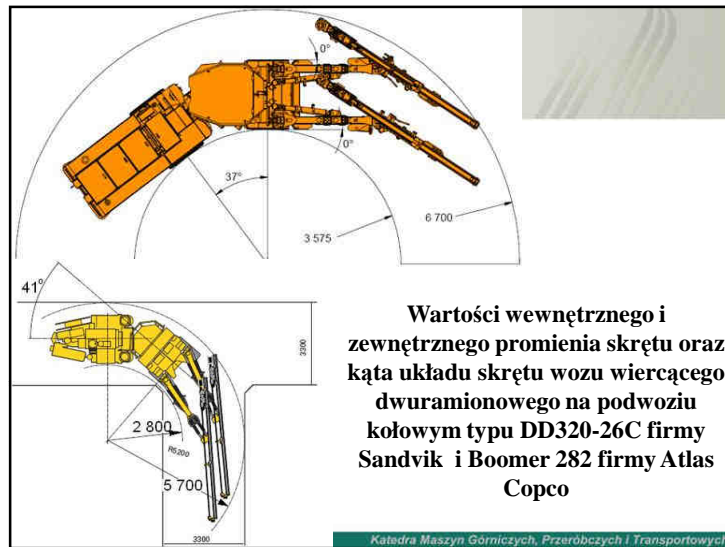
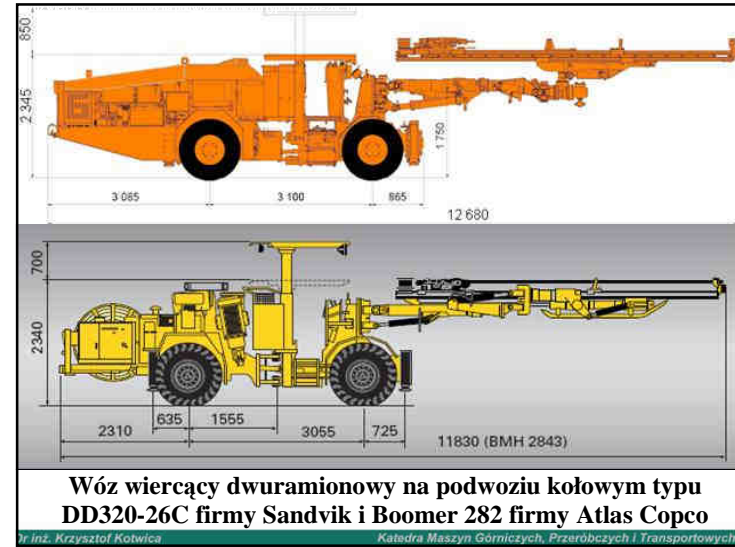
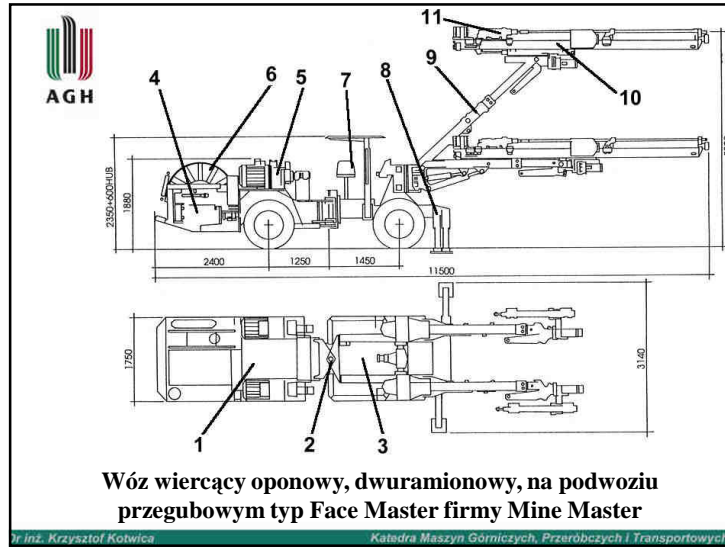
Zasada działania	Sposób usuwania zwiernin
Wysypywanie	własnym ciężarem
Wygarnianie	zwojami żerdzi
Unoszenie (pneumatyczne)	przedmuchiwanie odsysanie
Płukanie (hydrauliczne)	przepłukiwanie wodą przepłukiwanie pianą
Kombinowane	przepłuczka wodno-powietrzna


Dr inż. Krzysztof Kotwica Katedra Maszyn Górniczych, Przeróbczych i Transportowych












SMALL SIZE HEADINGS

Quasar 1F	4.5 x 3.6	4-24*
Mercury 1F	5.5 x 5.1	6-37*
Mercury 1F XL	6.5 x 5.9	6-49*
Monomatic 105-40	7.2 x 5.8	6-37



MEDIUM SIZE HEADINGS

Minimatic 205-40	8.8 x 6.1	8-49
Minimatic 205-60	9.9 x 6.4	8-60
Paramatic 305-60	10.3 x 7.1	12-68
Paramatic 205-90	12.8 x 8.5	12-100
Paramatic 315-90	12.8 x 8.5	12-100

LARGE SIZE HEADINGS

Maximatic 315-120	14.1 x 9.6	16-122
Supermatic 315-150	15.9 x 10.6	16-155
Maxi 316-120	14.1 x 9.6	16-122
Super 316-150	15.9 x 10.6	16-155
Titan 316-150	16.6 x 11.8	16-180

**Wozy
wiertnicze
produkowane
przez firmę
Tamrock**

Przeróbczych i Transportowych

TAMROCK MINI 206 D

The mining machine. Also ideal for small to medium section tunnelling jobs. Centre-articulated carrier, two booms. Available with wider front axle and optional basket boom.

TAMROCK PARA 206 T, 306 D, 316 T


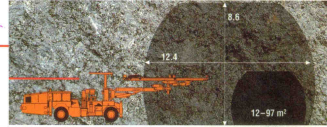
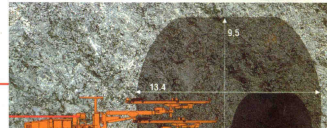
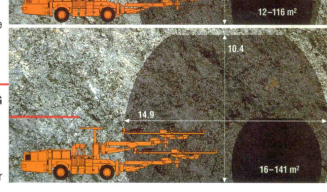
For both mining and tunnelling. Centre articulation for tight corners; offers coverage up to 97 m² with two booms and optional basket boom, or three booms.

TAMROCK MAXI 206 T, 316 T

The basic high-speed tunnelling rig. Two or three booms and an optional basket boom on an axle-steered carrier.

TAMROCK SUPER 316 G

For that extra bit of reach. G-like giant coverage with the ZRU 1400 E booms. Three booms and optional basket boom; same carrier as the Maxi.

**Możliwości
różnych
rozwiązań
konstrukcyjnych
wozów
wiertniczych
firmy Tamrock**

Przeróbczych i Transportowych




Wóz wiertniczy firmy Mine Master typ Face Master do pokładów o miąższości 1,5 m

Katedra Maszyn Górniczych, Przeróbczych i Transportowych




Widok wozu wierzącego trójjramionowego firmy Atlas Copco typ Boomer XE3C

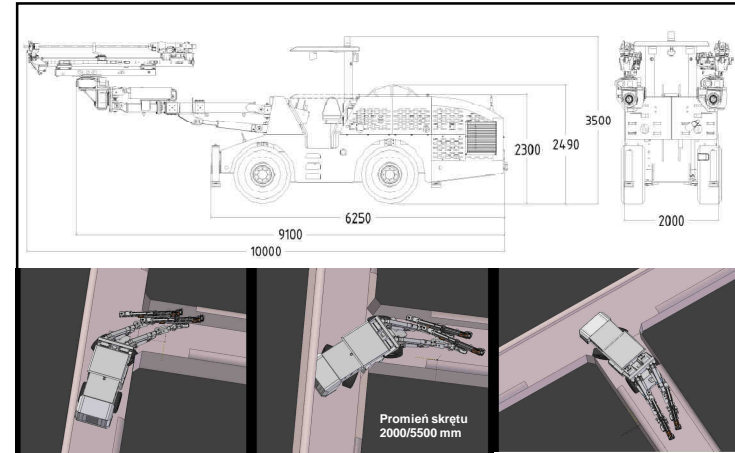
Katedra Maszyn Górniczych, Przeróbczych i Transportowych



**Elektroniczny system do kontroli położenia wysięgnika
stosowany przez firmę Atlas Copco i Tamrock**

Dr inż. Krzysztof Kotwica

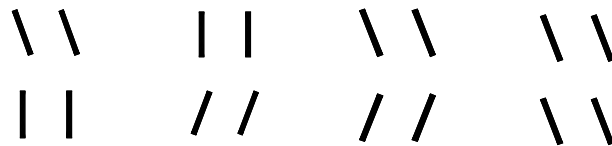
Katedra Maszyn Górniczych, Przeróbczych i Transportowych



Wóz wiertniczy BTP 2 firmy Deilmann Haniel

Dr inż. Krzysztof Kotwica

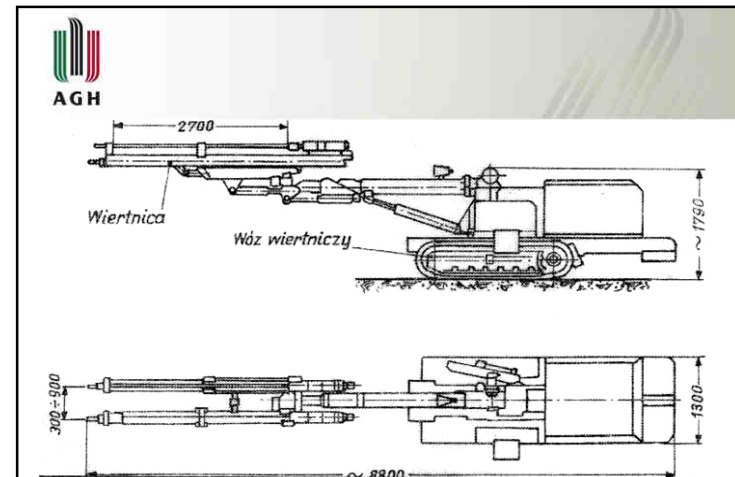
Katedra Maszyn Górniczych, Przeróbczych i Transportowych



Wóz wiertniczy BTP 2– widok i sposoby sterowania

Dr inż. Krzysztof Kotwica

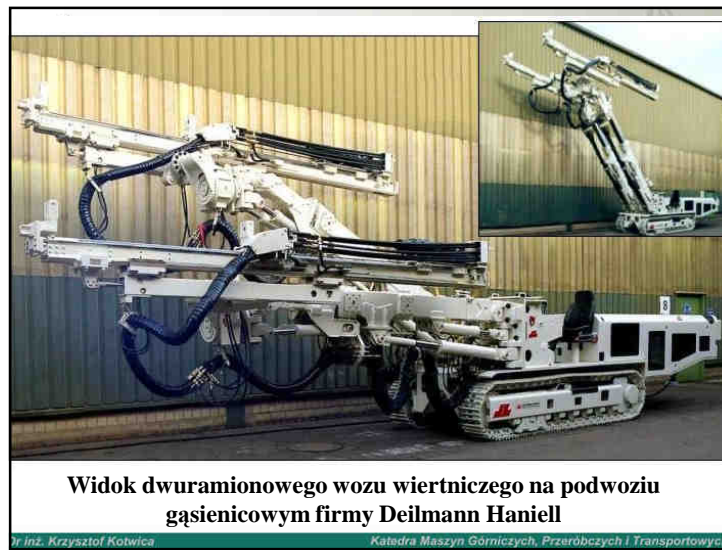
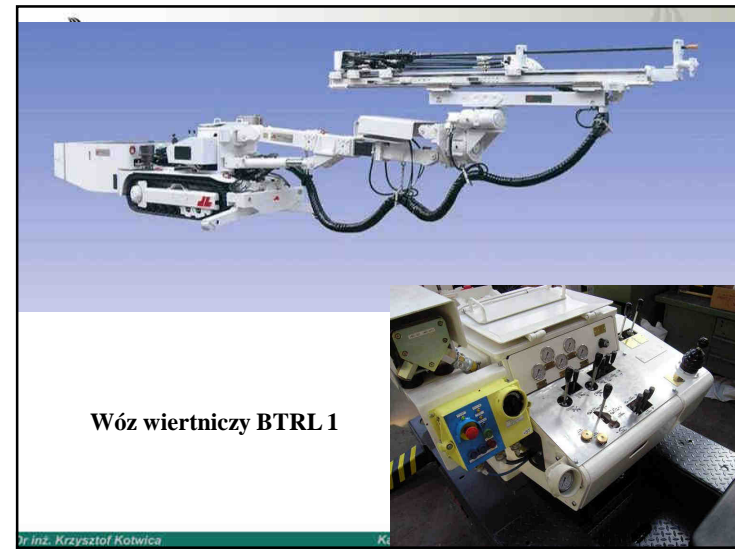
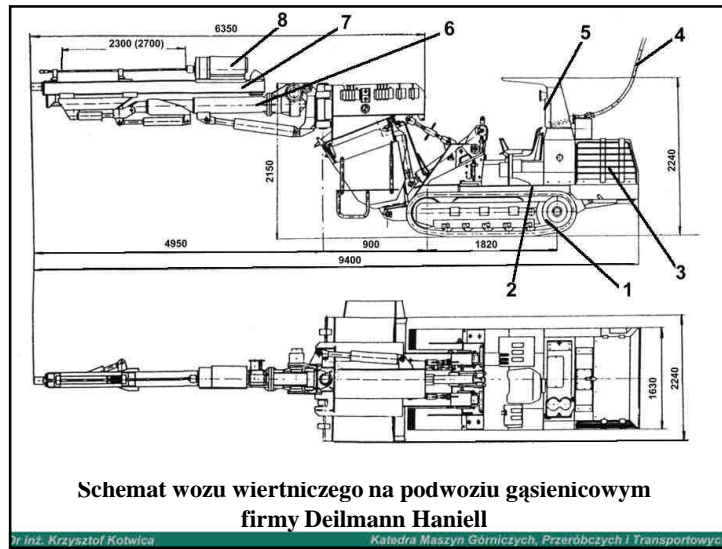
Katedra Maszyn Górniczych, Przeróbczych i Transportowych

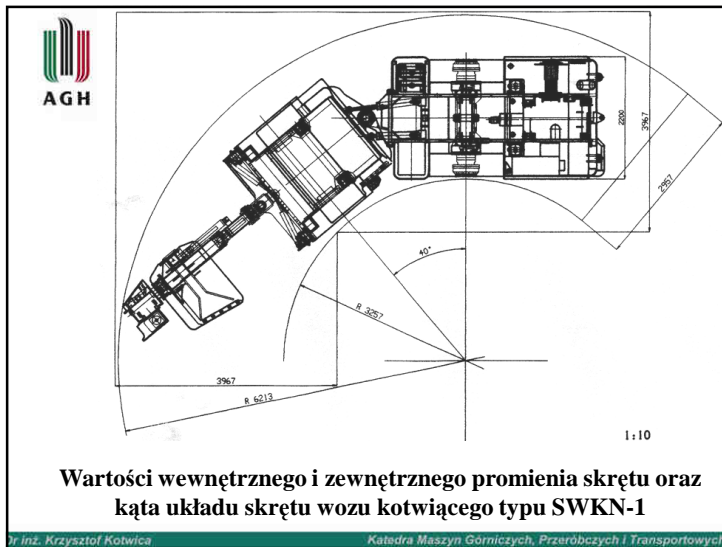
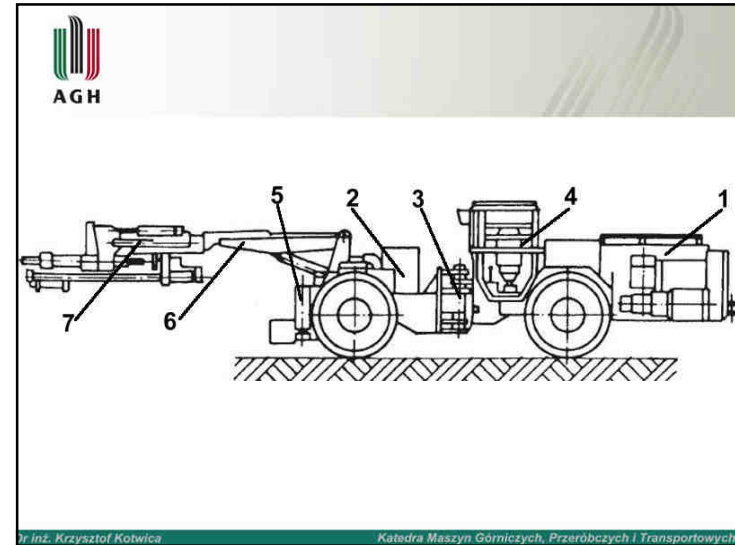


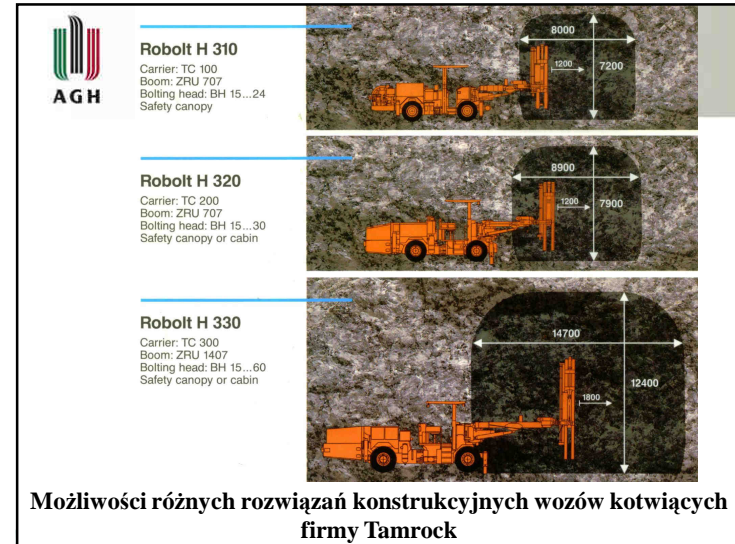
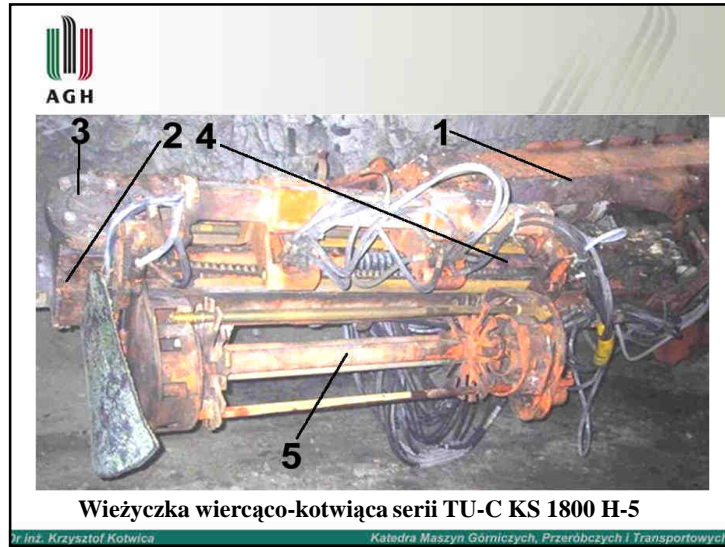
Wóz wiertniczy typu WWS- 12EH/2

Dr inż. Krzysztof Kotwica

Katedra Maszyn Górniczych, Przeróbczych i Transportowych









Podstawowym kryterium doboru układu ładowania i odstawy jest jego wydajność. Określa się ją inaczej dla ładowarek nagarniających, a inaczej dla zacierpujących.

W przypadku ładowarek nagarniających wydajność jest określona możliwością transportową podawarki, gdyż urobek jest ładowany na podawarkę najczęściej nie tylko przez elementy nagarniające, lecz także przez podgarnianie klinem stołu załadunkowego.

Wydajność dla ładowarek zacierpujących jest określona przez pojemność czerpaka i czas cyklu ładowania.

Dobór właściwej ładowarki zależy od wielu czynników wynikających z różnorodnych warunków geologiczno-górnictwowych, w których ma ona pracować oraz cech konstrukcyjnych samej maszyny. Podstawowe z nich to:

- rodzaj ładowanego urobku,
- wymiar wyrobiska,
- nachylenie wyrobiska,
- stan spągu,
- rodzaj energii zasilania.

Dr inż. Krzysztof Kotwica

Katedra Maszyn Górniczych, Przerobczych i Transportowych

Charakterystyka procesu ładowania i odstawy

Po odspojeniu od calizny urobek musi być usunięty z przodka. W tym celu określona porcja urobku musi być pobrana, podniesiona na wysokość urządzenia odstawy, przemieszczona nad urządzenie odstawy i do niego wysypana. Zespół tych czynności nazywa się ładowaniem, a maszyną realizującą proces ładowania ładowarką. Ładowanie może być realizowane ręcznie lub mechanicznie.

Podstawowym kryterium podziału procesów ładowania, jak też ładowarek, jest sposób realizacji czynności pobierania urobku. Ze względu na to kryterium wyróżniamy dwa podstawowe sposoby ładowania:

- ładowanie z nabieraniem urobku przez zacierpywanie
- ładowanie z nabieraniem urobku przez nagarnianie.

Innym kryterium podziału jest przebieg realizacji czynności ładowania w czasie. Ze względu na tak sformułowane kryterium, procesy ładowania można podzielić na:

- ciągle i przerywane (cykliczne).

W pierwszym przypadku urobek jest pobierany i wysypywany na środek odstawy w sposób ciągły w postaci strugi o określonym wydatku, którego wartość nie musi być stałą w funkcji czasu. W drugim natomiast przypadku, urobek jest dostarczany na środek odstawy w odstępach czasu określonych jako suma czasów trwania czynności nabierania porcji urobku o danej objętości, jej podniesienia, przemieszczenia nad urządzenie odstawy, a także powrotu do pozycji wyjściowej początku cyklu ładowania.

Następny z kolei proces polegający na odtransportowaniu urobku poza obręb przodka nazywany jest odstawą. Odstawa może być realizowana w sposób ciągły lub przerywany, co zależy od rozwiązania konstrukcyjnego manipulatora odstawy

W przypadku podziału ładowarek należy brać pod uwagę następujące kryteria:

- miejsce przeznaczenia,
- sposób ładowania urobku,
- sposób przemieszczania urobku,
- sposób wyładunku urobku,
- sposób przemieszczania się ładowarki,
- rodzaj energii zasilania.

Ze względu na miejsce przeznaczenia ładowarki można podzielić na:

- ładowarki wąsko przodkowe,
- ładowarki szeroko przodkowe

Ze względu na sposób ładowania urobku ładowarki można podzielić na:

- ładowarki zacierpujące,
- ładowarki nagarniające,
- ładowarki zagarniające

Ze względu na sposób przemieszczania urobku ładowarki można podzielić na:

- podawarkowe
- bezpodawarkowe
- zasobnikowe

Ze względu na sposób wyładunku urobku ładowarki można podzielić na:

- ładowarki zasięrzutne,
- ładowarki czołowo wysypujące,
- ładowarki bocznie wysypujące.

Ze względu na sposób przemieszczania się ładowarki można podzielić na:

- ładowarki bezpodwoziowe,
- ładowarki na podwoziu samobieżnym:
 - ładowarki na podwoziu kołowym szynowym,
 - ładowarki na podwoziu kołowym oponowym,
 - ładowarki na podwoziu gąsienicowym.

O wyborze odpowiedniego rodzaju energii zasilającej maszyny dołowe decydujący wpływ mają zarówno warunki górnicze (stan zagrożenia metanowego i niebezpieczeństwo wybuchu), jak i warunki techniczno ruchowe. Ze względu na sposób rodzaj energii zasilania ładowarki można podzielić na:

- pneumatyczne,
- elektryczne,
- elektrohydrauliczne,
- spalinowe.

Dr inż. Krzysztof Kotwica

Katedra Maszyn Górniczych, Przeróbczych i Transportowych



W systemach mechanizacyjnych opartych na układach autonomicznych do realizacji procesu ładowania stosuje się maszyny zwane ładowarkami chodnikowymi.

Najszerzej stosowanymi ładowarkami z grupy ładowarek zaczerpujących są:

- ładowarki zasięrzutne,
- ładowarki łyżkowe bocznie wysypujące,
- ładowarki łyżkowe czołowo wysypujące,
- ładowarki zgarniakowe

a z grupy ładowarek nagarniających:

- ładowarki łapowe.

Dr inż. Krzysztof Kotwica

Katedra Maszyn Górniczych, Przeróbczych i Transportowych

Ładowarka zasięrzutna

Zasada pracy ładowarki zasięrzutnej polega na nabieraniu urobku do opuszczonej łyżki przez wywieranie na nią nacisku przez mechanizm jazdy. Po zaczerpnięciu urobku następuje przeniesienie łyżki ponad ładowarkę z jednoczesnym równoległym ustawieniem nadwozia ładowarki względem osi podłużnej podwozia. W końcowej fazie tego ruchu następuje dynamiczne wyrzucenie zawartości łyżki za ładowarkę (do podstawionego wozu kopalnianego lub zasobnika ładowarki).

Ładowanie urobku ładowarką zasięrzutną składa się z trzech czynności:

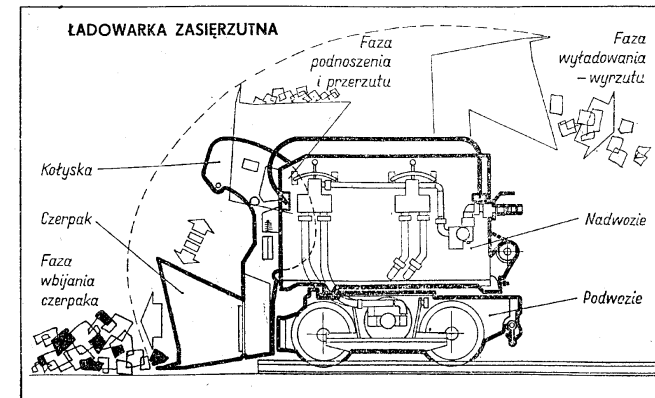
- rozpędzania ładowarki i podjazdu do urobku
- napełnienia czerpaka
- podniesienia czerpaka z równoczesnym wycofaniem ładowarki i następnie wysypem urobku do wozu.

Ładowarki zasięrzutne są stosowane w chodnikach kamiennych, kamienno-węglowych, a rzadko w węglowo-kamiennych i węglowych prowadzonych z małym nachyleniem $\pm 4^\circ$.

Do zalet ładowarek zasięrzutnych zalicza się prostą i zwartą konstrukcję wpływającą na niski koszt, łatwą obsługę i konserwację pewność. Natomiast do wad: wysoki przerzut czerpaka, kruszenie urobku, mały front ładowania w przypadku ładowarek torowych.

Dr inż. Krzysztof Kotwica

Katedra Maszyn Górniczych, Przeróbczych i Transportowych



Dr inż. Krzysztof Kotwica

Katedra Maszyn Górniczych, Przeróbczych i Transportowych

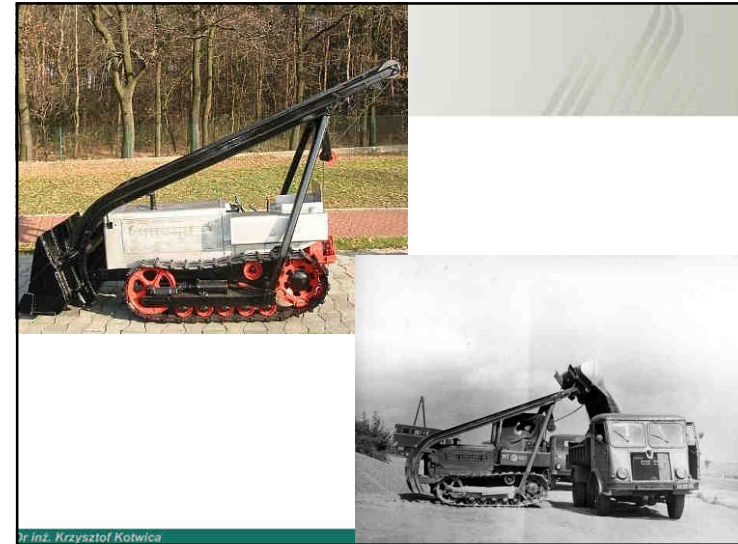

AGH

Ładowarka zasięrgutna ŁZK – 6p

- Parametry techniczne i eksploatacyjne :
- Pojemność czerpaka 0,2 m³
- Front ładowania 2 200 mm
- Maksymalna wysokość napelnianego wózka 1 350 mm
- Rozstaw torów 470÷900 mm
- Ciśnienie powietrza zasilającego 0,35÷0,6 MPa
- Wydajność ładowarki praktycznie osiągalna 30÷40 m³/h
- Dopuszczalny kąt nachylenia wzdłużnego torów do 4°
- Średni czas jednego cyklu ładowania 9,5 s
- Moc silnika przy p = 0,4 MPa 6,6 kW
- Masa ładowarki 2960 kg



inż. Krzysztof Kotwica



Ładowarka zgarniakowa

Zasada pracy ładowarki zgarniakowej polega na „przeciąganiu” po przyźnie ładowanego urobku, odpowiednio ukształtowanego naczynia - zgarniaka. Przeciąganie to odbywa się za pomocą ciągów, najczęściej lin stalowych. Ładowarka zgarniakowa jest urządzeniem bardzo prostym, pozwalającym, w zależności od jej typu, na ładowanie urobku na przenośnik zgrzeblowy lub do wozów.

Zalety tej ładowarki to:

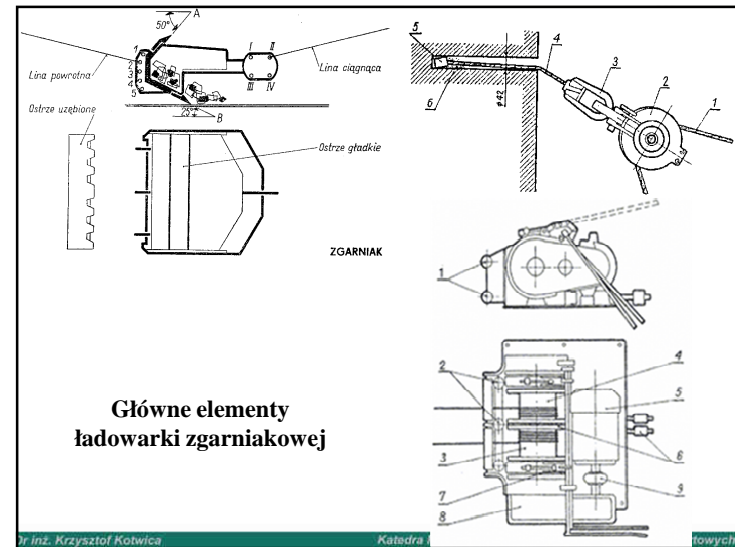
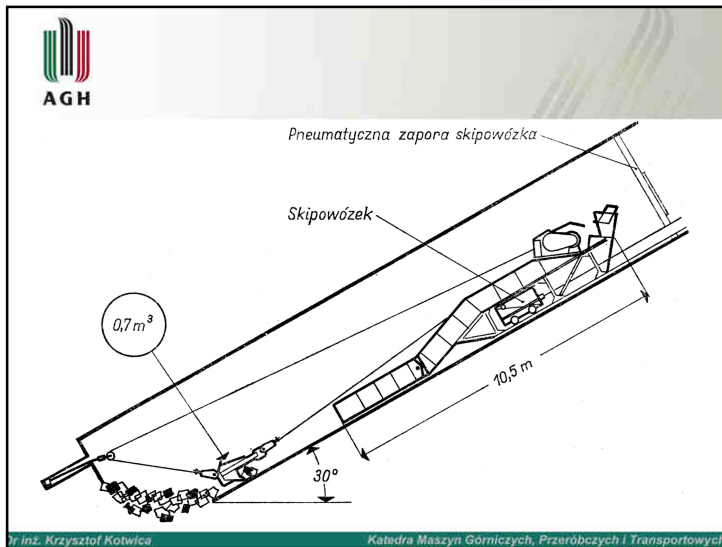
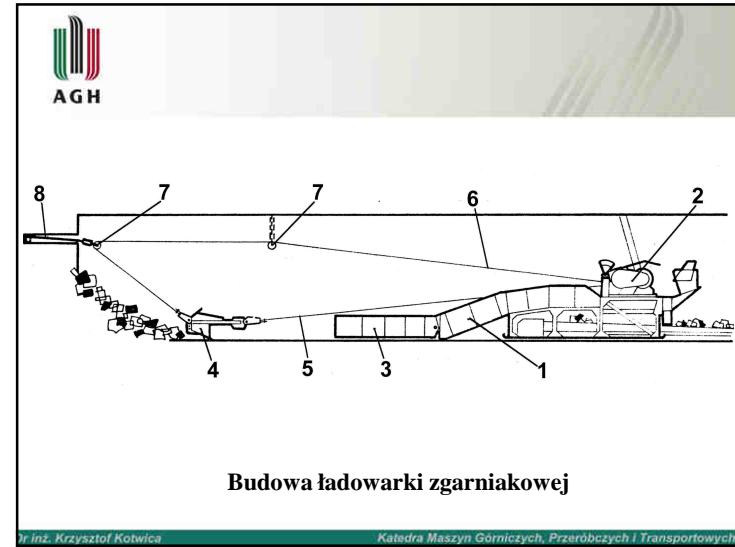
- prostota konstrukcji
- uniwersalność zastosowania (nawet przy nachyleniach do 45°)
- niezawodność działania
- niskie koszty zakupu i eksploatacji.

Typowa ładowarka zgarniakowa składa się z takich zespołów, jak: kołowrót, pomost załadowniczy z zastawkami, zgarniak oraz z osprzętu pomocniczego takiego jak: krążki, kotwie i zaciski linowe.

Dużą zaletą ładowarek zgarniakowych jest prosta konstrukcja i wynikająca stąd mała awaryjność oraz łatwy montaż i demontaż urządzenia.

Ich wadą jest możliwość żłobienia rowu w spągu wyrobiska na drodze odstawy. Stąd nie zaleca się stosowania ładowarek zgarniakowych w wyrobiskach ze spągiem łatwo urabialnym, np. w łupkach.

Wydażność ładowarek zgarniakowych zależy głównie od długości drogi zgarniania, prędkości roboczej zgarniaka, mocy silników kołowrotów, rozdrobnienia urobku i pojemności zgarniaków.



Ładowarka bocznie sypiąca

Praca załadunku ładowarki polega na zaczerpnięciu urobku, co odbywa się w trakcie najazdu maszyny na przymię urobku przy odpowiednio ustawionej łyżce. Dla ułatwienia zaczerpywania urobku w trakcie napelniania łyżki wykonuje się nią „krótkie” ruchy oscylacyjne (góra-dół) co poprawia efektywność zaczerpywania - szczególnie brył o większych wymiarach. Rozładunek może odbywać się na dowolną stronę.

Ładowarki bocznie sypiące przeznaczone są do ładowania urobku zarówno węglowego, jak i kamiennego przy nachyleniu wyrobiska $\pm 15^\circ$ pracując na podwoziu gąsienicowym, obecnie wyposaża się je również w podwozia oponowe do pracy w wyrobiskach poziomych i o małych nachyleniach. Ładowarki bocznie sypiące można podzielić:

- ze względu na rodzaj napędu na: elektro-hydrauliczne - obecnie najczęściej stosowane i spalinowe
- ze względu na wysokość wysypu na: nisko wysypujące - ładujące urobek na przenośnik zgrzeblowy i wysoko wysypujące - ładujące na wozy lub przenośnik.

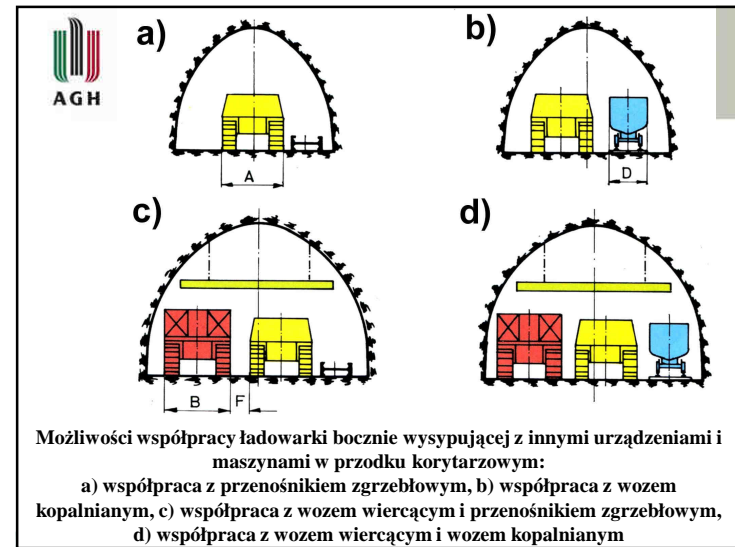
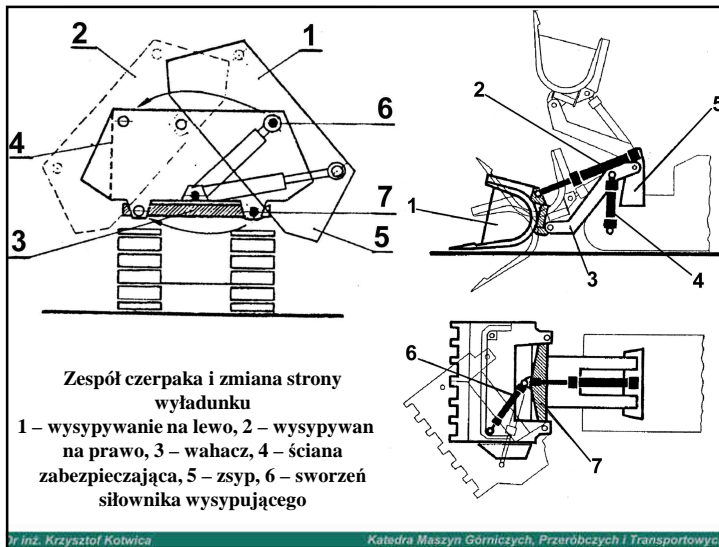
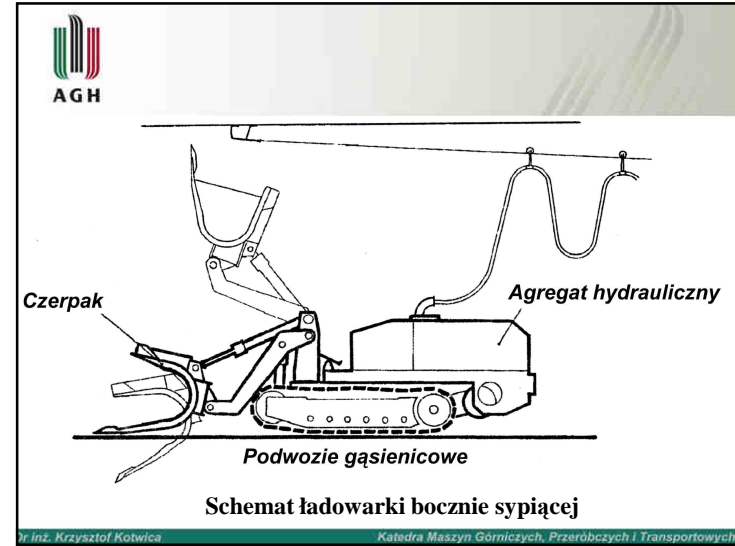
Do zalet ładowarek bocznie sypiących można zaliczyć:

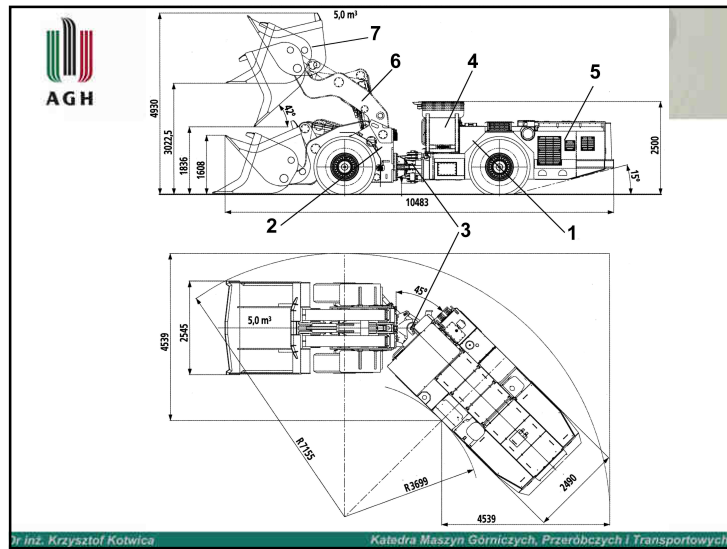
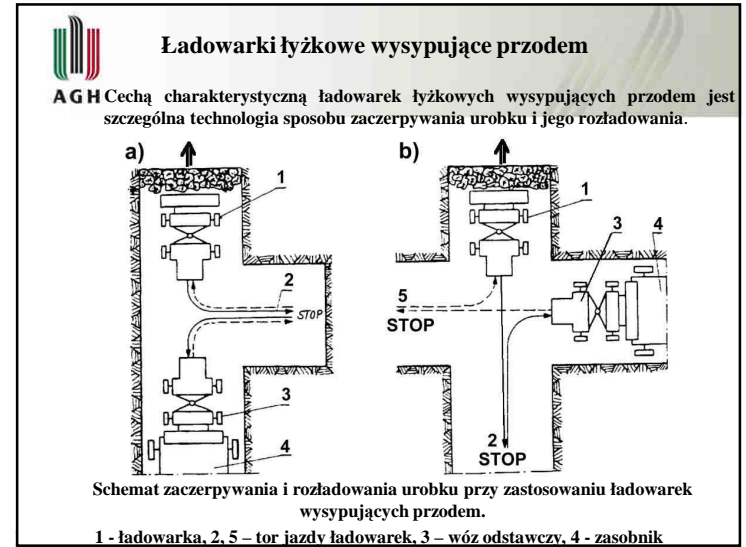
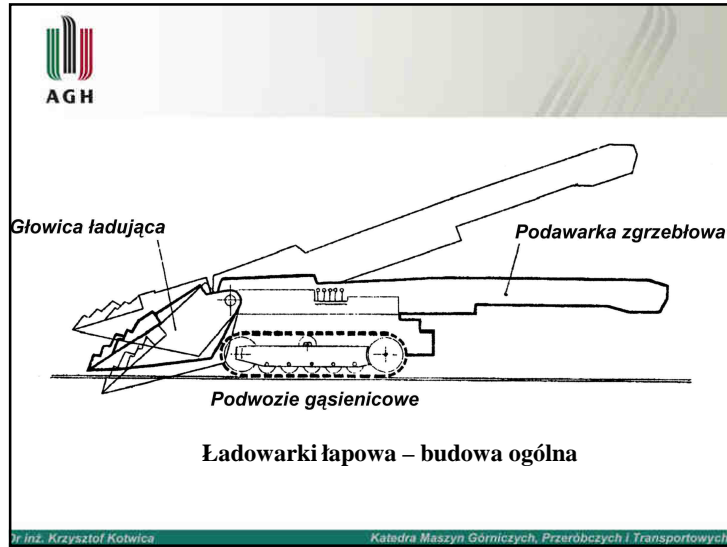
- dużą zwrotność podwozia,
- dużą wydajność ładowania - wyposażane w czerpaki o pojemności od 0,45 do 1,2 m³,
- krótką drogę manewrowania czerpakiem,

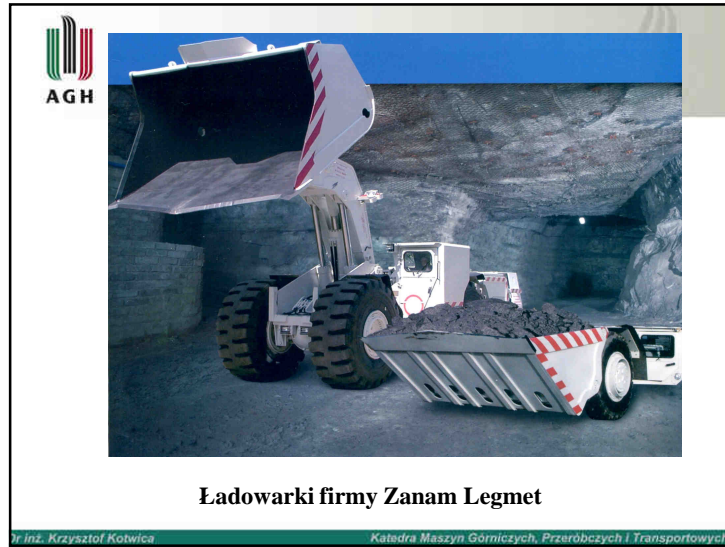
Podwozie gąsienicowe ładowarki jako jej zespół nośny wykazuje wiele istotnych zalet, takich jak: duża powierzchnia kontaktu z podłożem, co daje małe naciski na spąg, łatwość pokonywania nierówności, dobra przyczepność do spągu, co daje duże siły naporu i uciągu.

Dr inż. Krzysztof Kotwica

Katedra Maszyn Górniczych, Przeróbczych i Transportowych



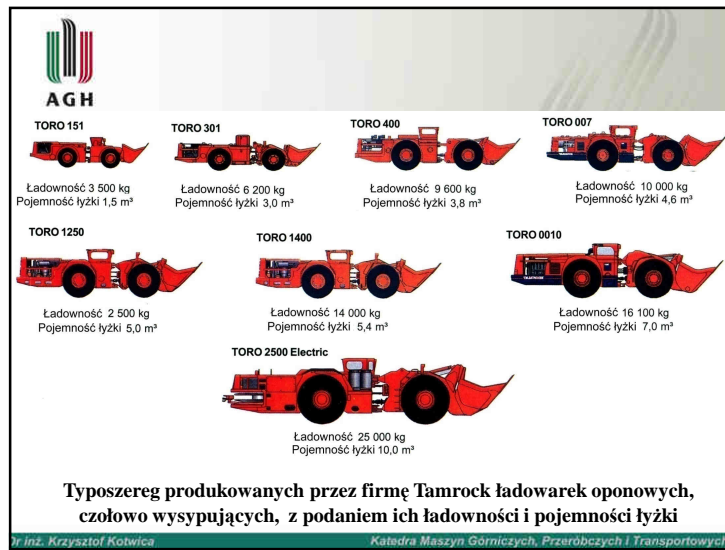




Ładowarka LKP-0405



Ładowarka LKP-0900

*inż. Krzysztof Kotwica**Katedra Maszyn Górniczych, Przeróbczych i Transportowych*



WOZY ODSTAWCZE

Do zrealizowania odstawy z zastosowaniem maszyn odstawczych można wybrać następujące rozwiązania:

- Samojezdne wozy odstawcze szufladowe napędzane silnikami spalinowymi lub elektrycznymi,
- Samojezdne wozy odstawcze wywrotkowe z silnikami spalinowymi,
- Samojezdne wozy odstawcze członowo przegubowe z silnikami spalinowymi.

inż. Krzysztof Kotwica

Katedra Maszyn Górniczych, Przeróbczych i Transportowych



Wóz odstawczy z szufladowym systemem rozładunku CB4 firmy LEGMET



inż. Krzysztof Kotwica



Obniżona ładowarka Scooptram® ST600LP do ładowania i odstawy urobku na niskich wyrobiskach o wysokości minimalnej 1600 mm.

Model ST600LP zaprojektowano na potrzeby wydobycia złóż platyny, palladu i chromu w Afryce Południowej, jednak nadaje się on do wykorzystania w każdej kopalni, w której wymagana jest wysoka niezawodność i opłacalność na niskich wyrobiskach



inż. Krzysztof Kotwica

Wozy odstawcze typu WKPL28 produkcji DFM Zanam – Legmet z wywrotkowym systemem rozładunku





Przykład załadunku wozu odstawczego wywrotkowego w przodku korytarzowym za pomocą ładowarki czołowo wysypującej

inż. Krzysztof Kotwica

Katedra Maszyn Górniczych, Przeróbczych i Transportowych