



## Kompleksowo zmechanizowane systemy ścianowe – elementy, ich współpraca i ograniczenia.

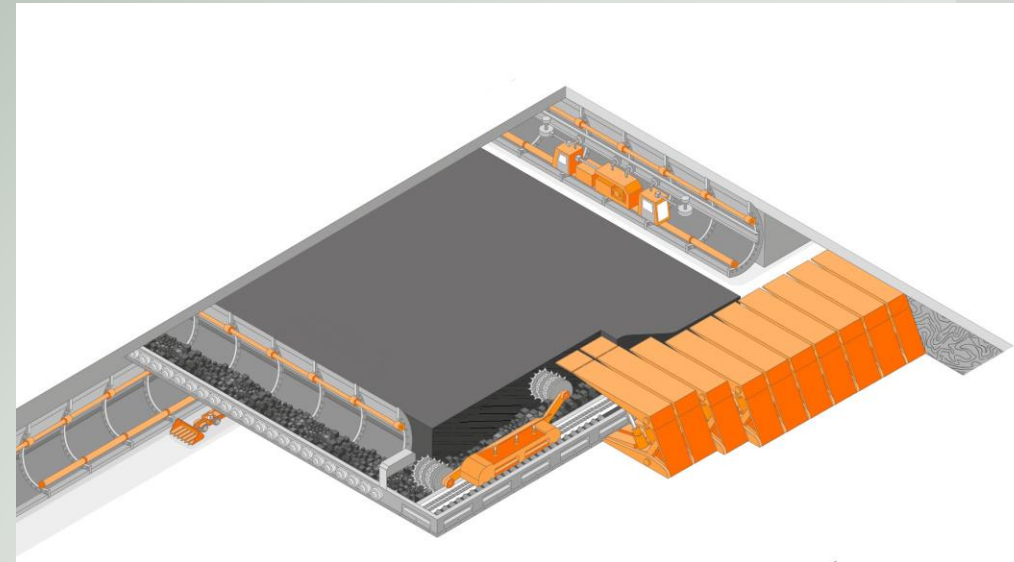
Jacek Korski

Co to jest  
ściana  
węglowa  
(ściana  
wydobycza)?

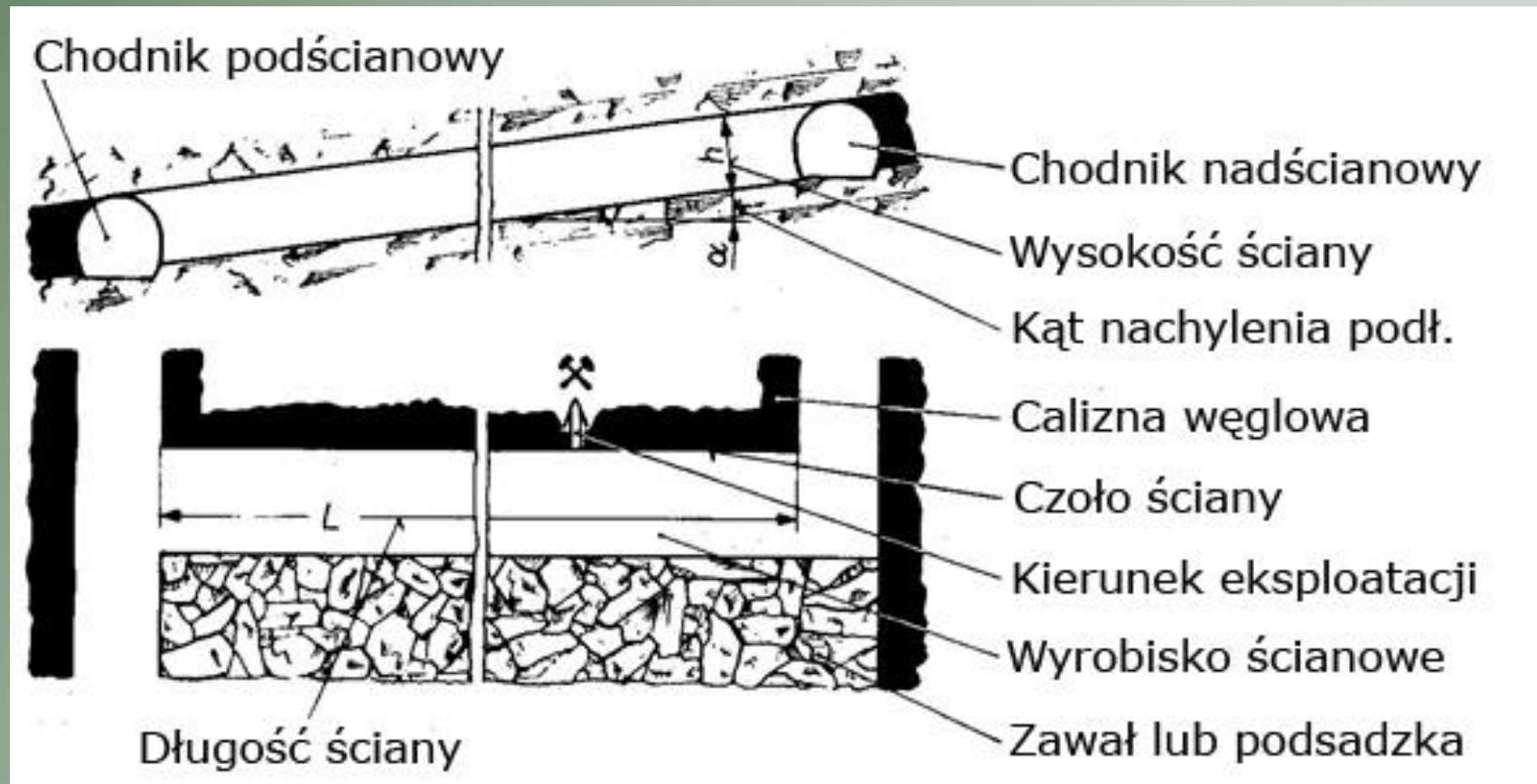
## Ściana wydobywcza - definicja

– wyrobisko  
podziemne ograniczone  
dwoma, w zasadzie  
równoległymi do siebie,  
wyrobiskami poziomymi  
(chodnikami)  
(nadścianowym i  
podścianowym) lub  
pochyłymi (pochylnia). W  
ścianie eksploatacyjnej  
zachodzi urabianie węgla  
(czasami soli potasowej,  
sody pasemkowej lub  
fosforytu) na całej jej  
długości.

## Idea kompleksowo zmechanizowanej ściany węglowej wg. EVRAZ



# Schemat wrobiska ścianowego

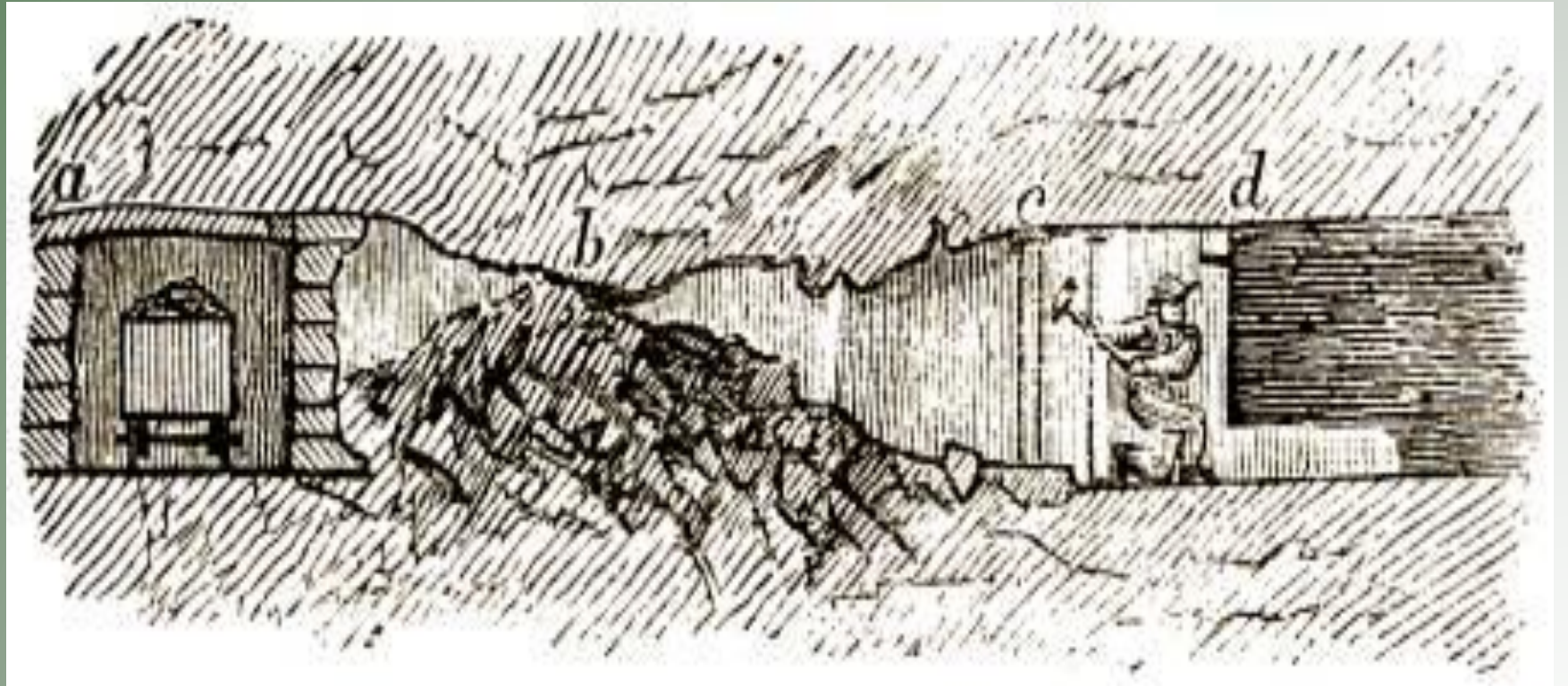


# Historia systemu ścianowego

W drugiej połowie XVII wieku pojawił się w angielskim hrabstwie Shropshire system wydobywania węgla kamiennego nazywany dziś systemem ścianowym, a wtedy systemem ze Shropshire. Górnicy ręcznie kilofami podcinali węgiel w spągu czyli wykonywali wrąb. Czasami podcięty (podwrębiony) pokład węgla podpierano drewnem. Po zakończeniu wrębienia przy spągu usuwano drewniane podpory i węgiel po własnym ciężarze opadał na spąg. Ładowano go wtedy ręcznie na całej długości ściany. Odsłonięty strop pokładu podpierano drewnianymi stojakami dla zabezpieczenia przed obwałami od strony zrobów.

Choć technologia później uległa znacznym zmianom to ogólna idea polegająca na wybieraniu węgla szerokim przodkiem z późniejszym kontrolowanym zawałem stropu w wybranej przestrzeni dla ochrony przyociosowej części ściany czyli przedziału w którym realizowane są czynności związane z urabianiem.





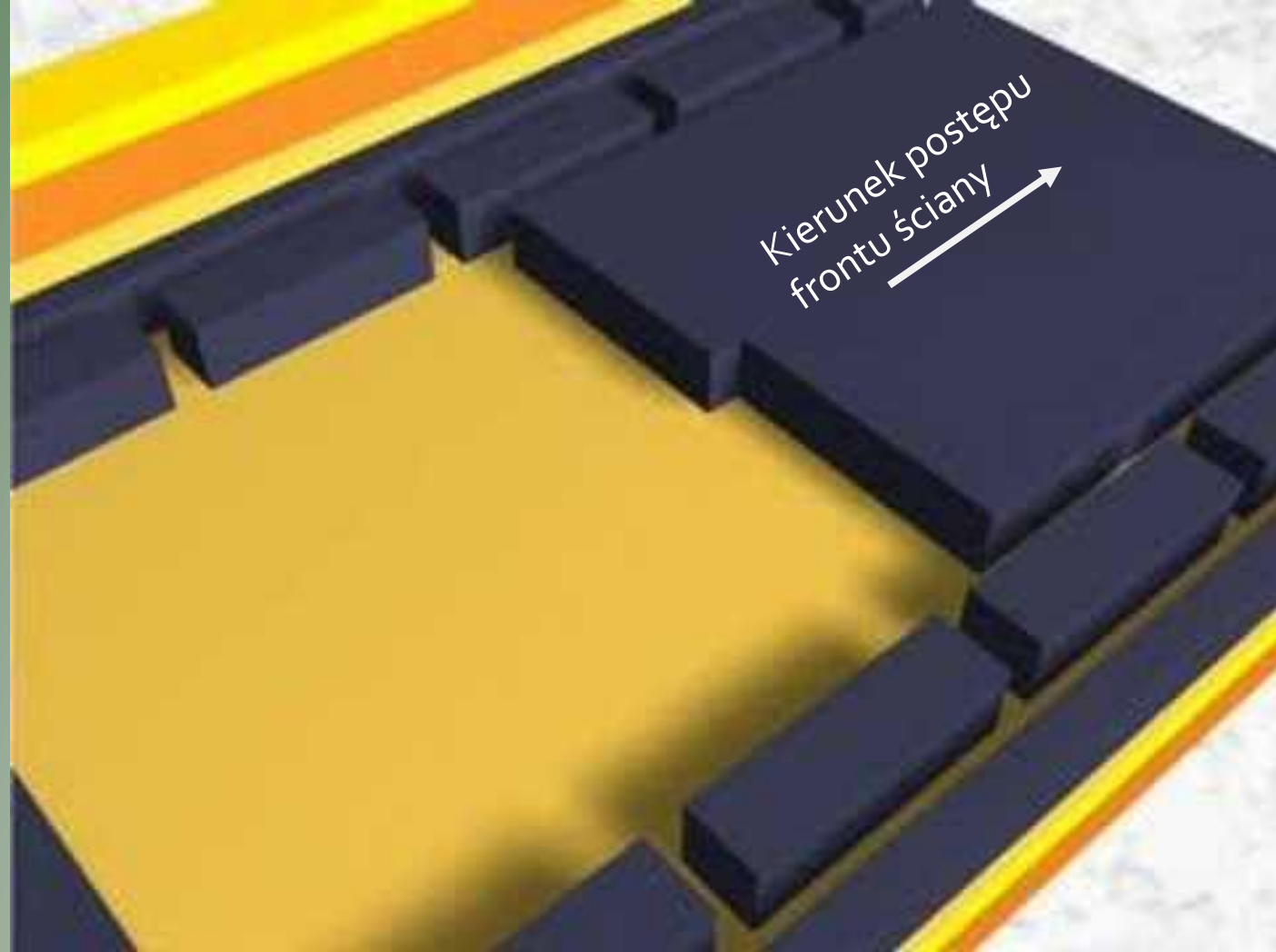
W 1811 roku Shropshire Mining Method czyli długofrontowy system wydobywania węgla został opisany przez Johna Faireya. Jednak około 1770 roku system ścianowy był stosowany w szkockich kopalniach w hrabstwach West Lothian i Lanark.

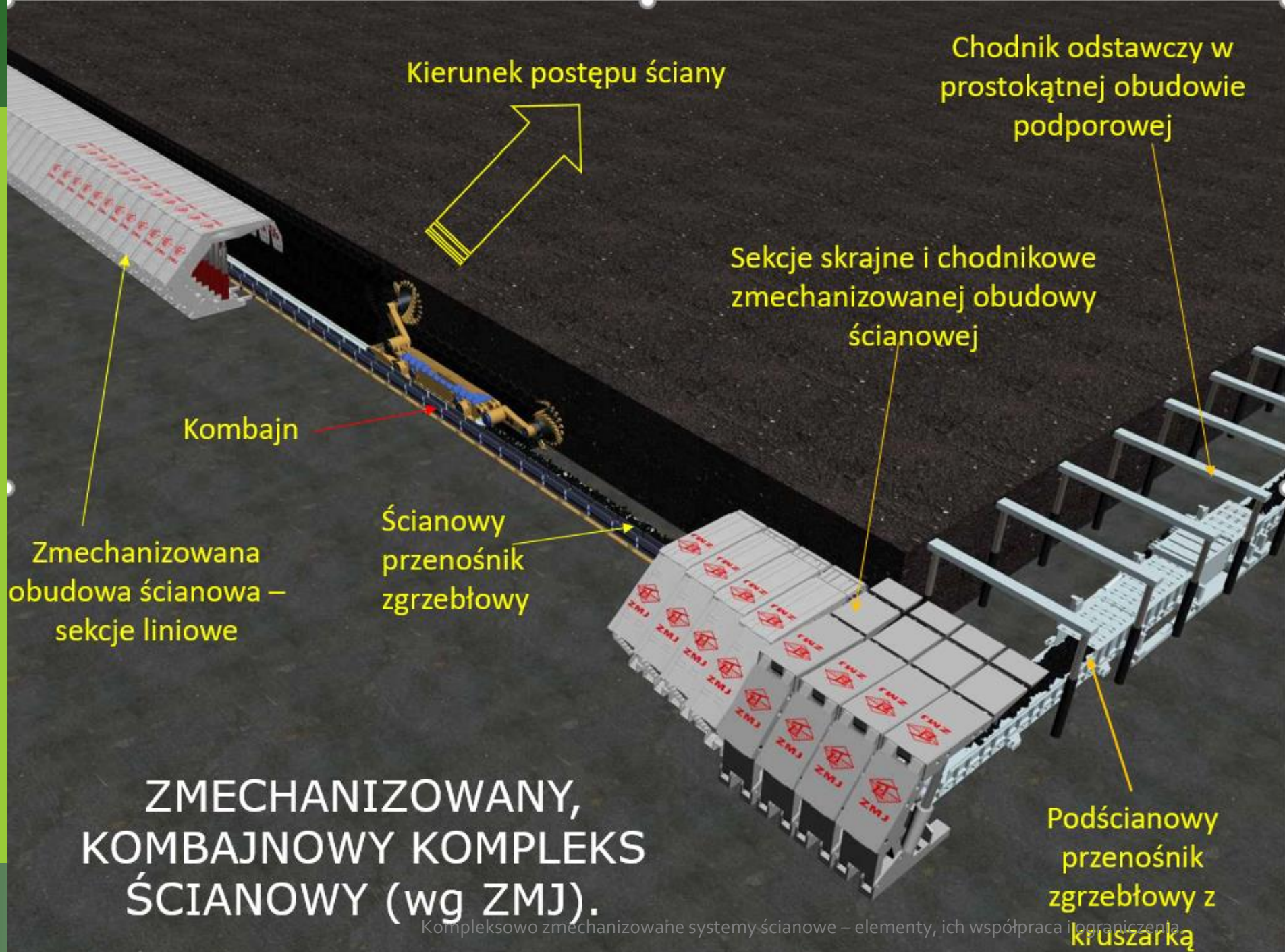
# Początki systemu ścianowego

Wtedy określono charakterystyczne wyróżniki systemu ścianowego:

- ❑ Szeroki (długi) front przodka wybierkowego.
- ❑ Likwidacja wybranej przestrzeni bezzwłocznie za przodkiem przez zawał skał stropowych (później także przez wypełnienie wybranej przestrzeni częściowo lub całkowicie materiałem dostarczonym czyli podsadzką).
- ❑ Jednokierunkowy ruch środków transportu urobku w ścianie (najpierw skrzyń urobkowych, potem wozów a na koniec przenośników).
- ❑ Jednokierunkowy przepływ powietrza eliminujący konieczność stosowania urządzeń wentylacyjnych w przodku (tam, przegród) powodujących utrudnienia i konflikty z realizowanymi czynnościami i operacjami.

# Ściana wydobycza - idea





# ZMECHANIZOWANY, KOMBAJNOWY KOMPLEKS ŚCIANOWY (wg ZMJ).

Kompleksowo zmechanizowane systemy ścianowe – elementy, ich współpraca i ograniczenia



Niezależnie od stopnia mechanizacji, ściana wydobywcza służy do realizacji operacji podstawowych procesu wybierkowego czyli:

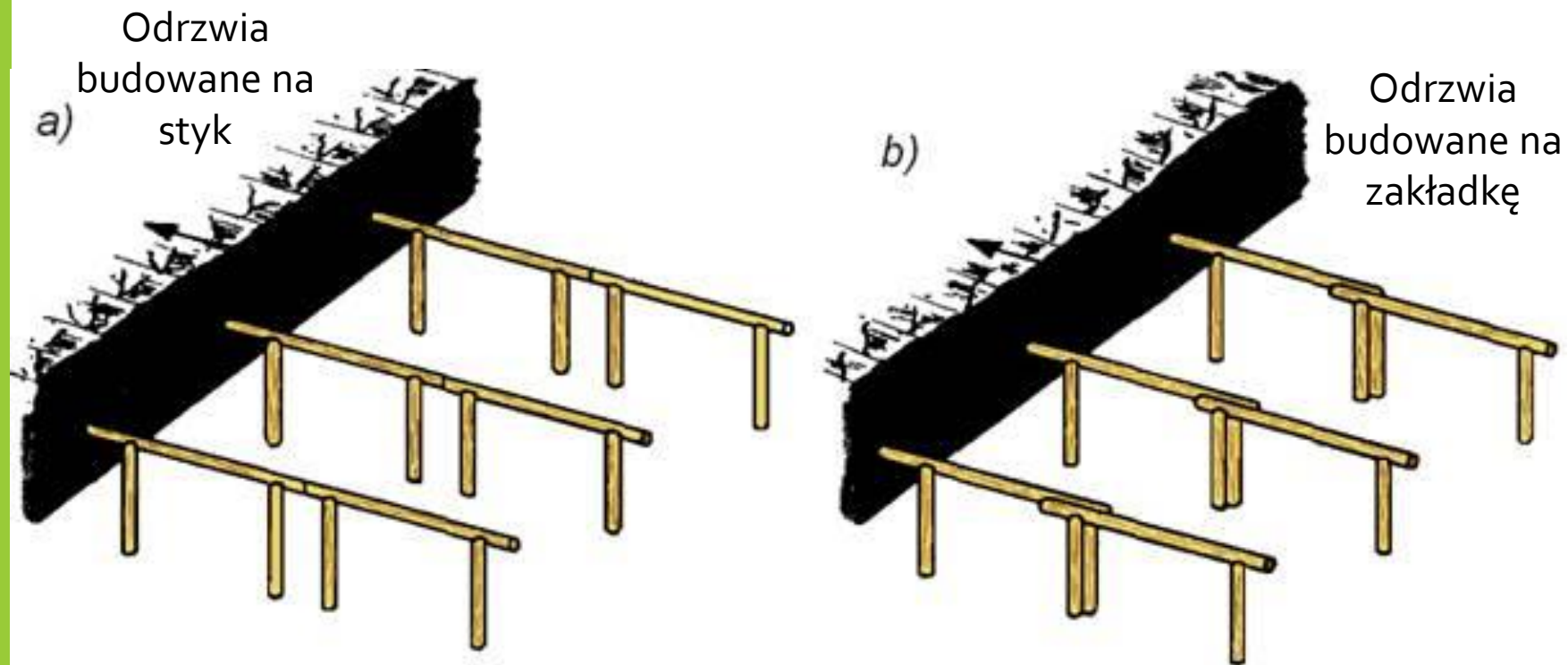
- ❑ Urabianie węgla (rzadziej innych kopalin),
- ❑ Ładowanie urobku na środek transportu,
- ❑ Transport urobku wzdłuż ściany na zewnątrz przodka
- ❑ W ścianie realizowane są także inne operacje związane z zabezpieczeniem wyrobiska, likwidacją zrobów czy likwidacją zagrożeń górniczych i technicznych.

## Obudowa ścian

W procesie wybierkowym wykonywana jest dodatkowa operacja w postaci tymczasowego i ostatecznego zabezpieczenia wyrobiska przez wykonanie obudowy (tymczasowej i/lub ostatecznej).

Uznanie operacji tymczasowego i ostatecznego zabezpieczenia wyrobiska obudową jako dodatkową/pomocniczą operację wynika z faktu, że w pierwszych ścianach (XVII w.) i współczesnym górnictwie rud często nie zachodzi potrzeba zabezpieczenia przestrzeni roboczej ściany. Zabezpieczenie wyrobiska ścianowego realizowane jest przez podparcie stropu i/lub osłonięcie przestrzeni roboczej ściany.

Indywidualna  
drewniana  
obudowa  
poprzeczna  
konwencjonalnej  
ściany



## Ładowanie urobku do wozu w ścianie konwencjonalnej

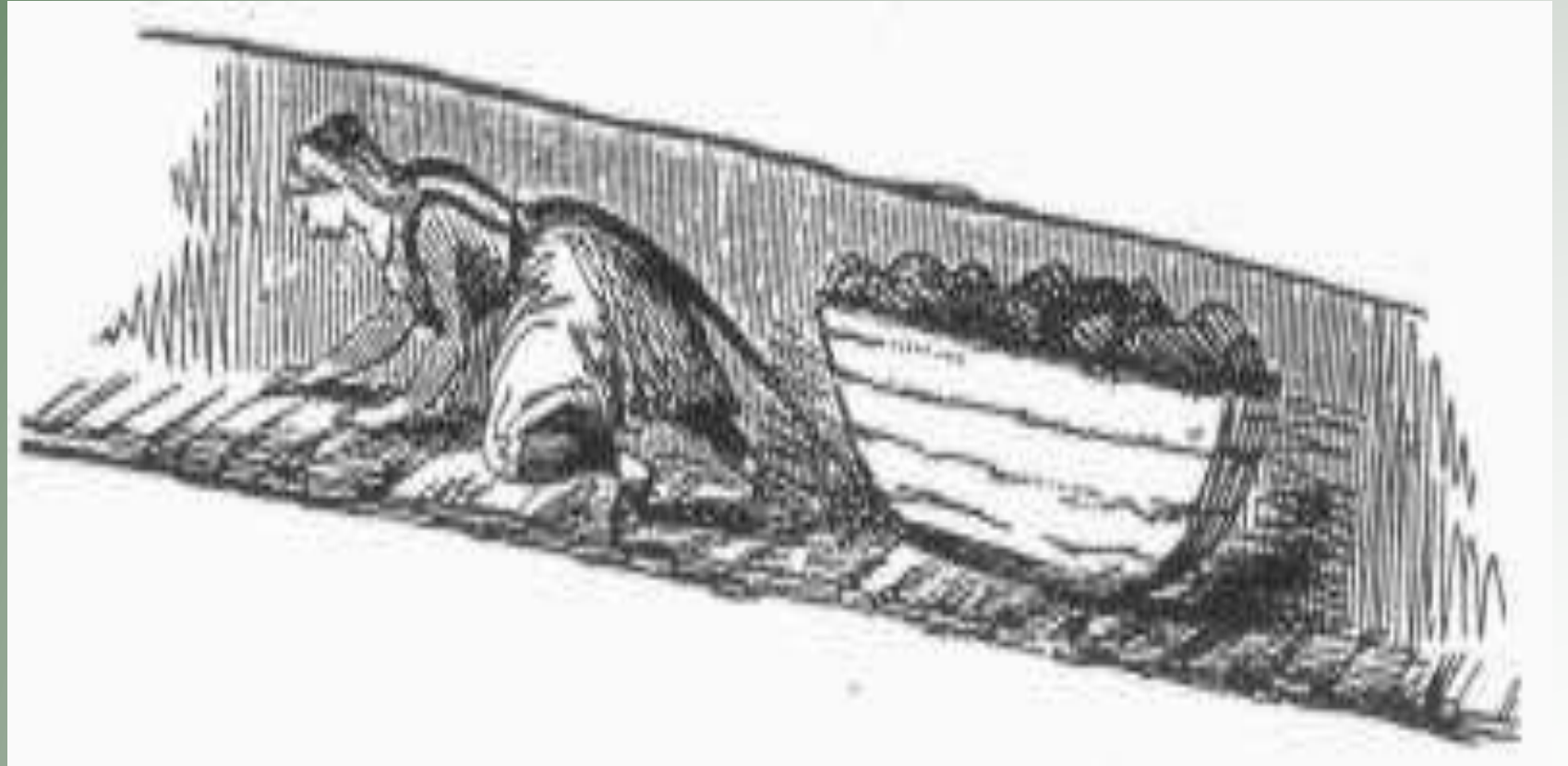
Po podwębieniu węgla wybijano podpory drewniane. Dążono do uzyskania możliwie dużego udziału dużych brył urobku.

Jeżeli węgiel nie obrywał się to wykonywano drogi wręb przy stropie w które wbijano kliny.

Stosowano też roboty strzałowe.



W i z pierwszych  
ścianach  
transport węgla  
odbywał się  
ręcznie lub za  
pomocą  
pchanych lub  
wleczonych po  
spągu skrzyń



W ujęciu historycznym występowały różne rozwiązania techniczne i technologiczne w ścianach wydobywczych:

- **Ściany tradycyjne** – z urabianiem ręcznym. Na początku wszystkie operacje procesu wybierkowego realizowano ręcznie za pomocą narzędzi prostych zastępowanych stopniowo ręcznymi maszynami (młot udarowy zastąpił kilof, łopata mechaniczna ręczną łopatę i wreszcie przenośnik potrząsalny, a następnie taśmowy zastąpił transport urobku w skrzyniach czy prostych wózkach). W ścianach konwencjonalnych pojawiły się pierwsze maszyny do wykonywania wrębu – wrębiarki.
- **Ściany konwencjonalne** – z urabianiem calizny węglowej za pomocą materiałów wybuchowych. Od wykonywania wszystkich czynności ręcznie poprzez mechaniczne wiercenie otworów strzałowych ręcznymi wiertarkami. Dla zmniejszenia pracochłonności robót strzałowych zastąpiono włom czyli dodatkową płaszczyznę odstonięcia wykonywaną za pomocą robot strzałowych wykonywanym mechanicznie wrębem (za pomocą różnego typu wrębiarek). Ze ścianami konwencjonalnymi wiąże się zastosowanie w ścianach przenośników zgrzebłowych tzw. pancernych (Górny Śląsk, ok. 1942r.). Później wykorzystano wrębiarki łańcuchowe dodatkowo do ładowania urobku na przenośnik pancerny.
- **Ściany zmechanizowane** – z urabianiem mechanicznym za pomocą strugów węglowych i kombajnów węglowych (początkowo wycinających będących rozwojem wrębiarek łańcuchowych po współczesne ramieniowe kombajny frezujące).

# Etapy mechanizacji ścian wydobywczych

Mała mechanizacja (zastosowanie ręcznych narzędzi mechanicznych)

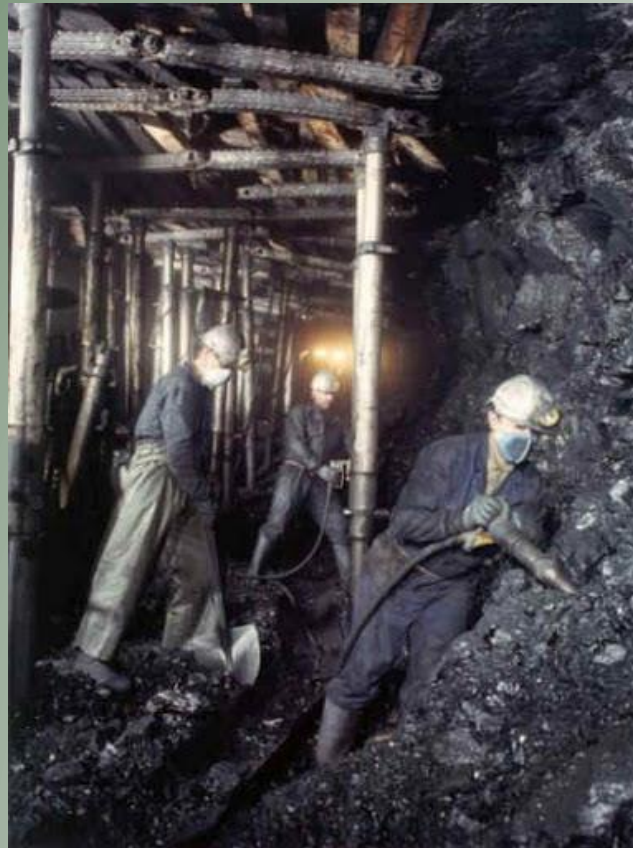
Częściowa mechanizacja (zmechanizowanie niektórych operacji wykonywanych w ścianie)

Całkowita mechanizacja (zmechanizowanie **wszystkich** operacji w systemie ściany) – urządzenia nie są wzajemnie zintegrowane ze sobą.

Kompleksowa mechanizacja ściany wydobywczej (realizowanie wszystkich operacji maszynami i urządzeniami zintegrowanymi ze sobą)

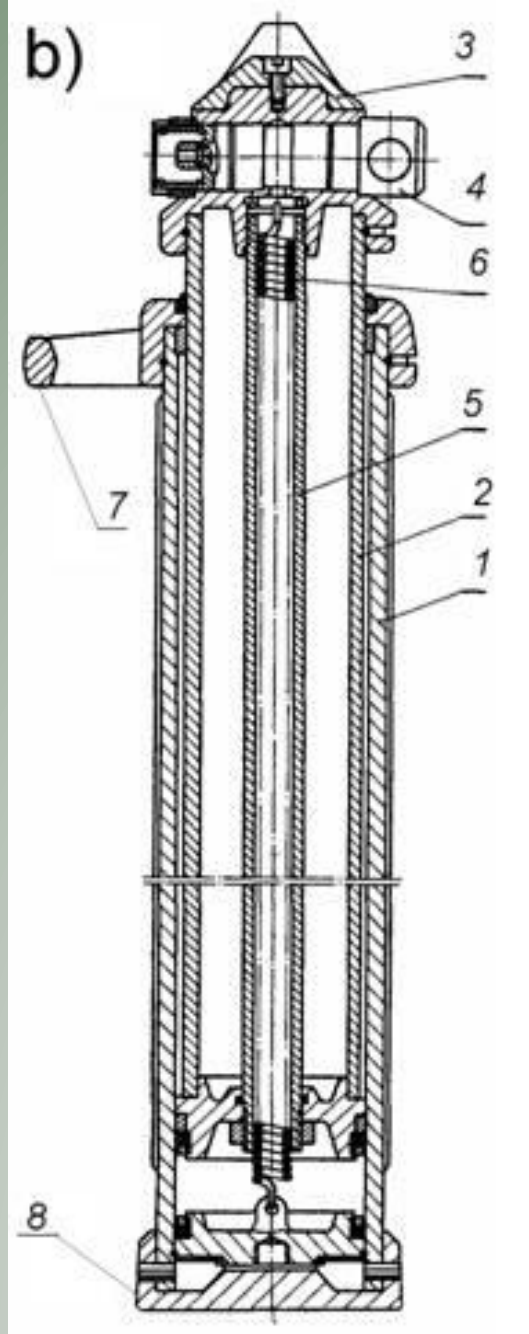
Mała  
mechanizacja w  
ścianach  
wydobywczych

Urabianie calizny węglowej  
pneumatycznymi młotkami  
udarowymi (odbudowy)





Centralnie  
zasilany  
indywidualny  
stojak  
obudowy  
ścianowej



Mechanizacja  
częściowa  
obejmuje także  
zmechanizowane  
operacje i  
zastosowanie  
prostych  
mechanizmów  
ręcznych



Ręczne przesuwanie przenośnika zgrzeblowego w ścianie za pomocą przesuwaków zębatkowych.

Obudowa ściany stalowo-członowa (stojaki stalowe cierne i stalowe stropnice członowe)

Kompleksowo zmechanizowane systemy ścianowe – elementy, ich współpraca i ograniczenia.

# Częściowa mechanizacja ścian wydobywczych

- **Częściowa mechanizacja**, gdzie mechanizowane są jedna lub kilka z wielu realizowanych w procesie operacji jest zmechanizowana.
- Jako pierwszą zmechanizowaną operację należy wymienić transport urobku w ścianie za pomocą przenośników (wstrząsanych lub taśmowych) zastosowanych na początku XX wieku (stąd zastąpienie w tym czasie w Wielkiej Brytanii nazwy Longwall Mining terminem Conveyor Mining). Mechaniczne urabianie kombajnami wycinającymi pojawiło się w górnictwie brytyjskim tuż przed II Wojną Światową, pierwsze strugi węglowe wprowadzono w górnictwie niemieckim w czasie II Wojny Światowej. Także pierwsze mechaniczne (bez elementów hydraulicznych) podporowe obudowy mechaniczne pojawiły się w niemieckim górnictwie węglowym w pierwszej połowie XX wieku. W podobnym czasie w górnictwie byłego ZSRR pojawiły się pierwsze ścianowe obudowy osłonowe także pozbawione elementów hydraulicznych.

Do transportu urobku w ścianie zastosowano przenośniki wibracyjne (tzw. rynny potrząsalne) pomysłu polskiego inżyniera Romana Riegera (ok.1905r.)



Całkowita  
mechanizacja  
(zmechanizowanie  
**wszystkich** operacji w  
systemie ściany)

- Całkowita mechanizacja ściany wydobywczej nie zakończyła procesu mechanizacji tych ścian. Poszczególne urządzenia w ścianie nie były jeszcze sprzężone funkcjonalnie ze sobą. (np. kombajn nie był zintegrowany z przenośnikiem, obudowa krocząca nie współpracowała z przenośnikiem etc.)

# Kompleksowa mechanizacja ściany wydobywczej

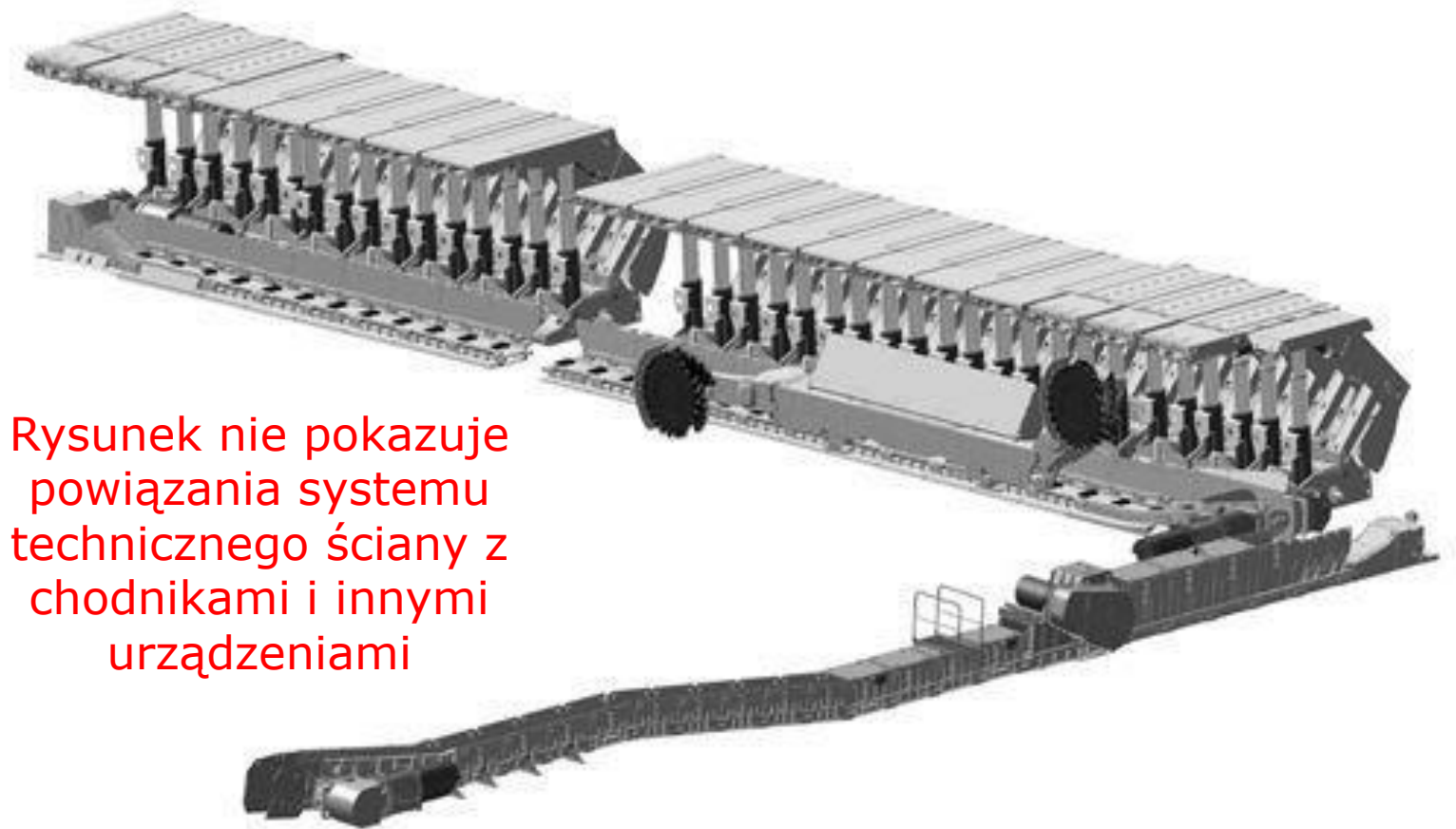
- ***Kompleksowa mechanizacja***

Ściana w której wszystkie operacje w ramach procesu wybierkowego w ścianie są zmechanizowane za pomocą zintegrowanych ze sobą urządzeń tworzących spójny system mechanizacyjny. Współczesne kompleksowo zmechanizowane ściany węglowe wyposażone są w systemy powiązanych ze sobą funkcjonalnie maszyn i urządzeń.

W warunkach polskich trudno mówić o kompleksowej mechanizacji ścian ze względu na duży udział ręcznie wykonywanych czynności w rejonie napędów przenośnika ścianowego w strefie skrzyżowań wyrobiska ściany z chodnikami przyścianowymi.

**Kompleksowa (pełna) mechanizacja procesu jest koniecznym warunkiem wstępnym (fundamentalnym) do automatyzacji tego procesu.**

# Kompleksowo zmechanizowana ściana z kombajnem węglowym system urządzeń



Rysunek nie pokazuje powiązania systemu technicznego ściany z chodnikami i innymi urządzeniami

## Zmechanizowane ściany wydobycze - zalety i wady

### Zalety

- Możliwość uzyskania najwyższego dobowego wydobycia z jednej jednostki wydobywczej – przodka
- Najwyższy, możliwy stopień bezpieczeństwa w ścianie.
- Wysoki stopień wykorzystania zasobów złoża.

### Wady

- Najwyższe nakłady inwestycyjne
- Duża wrażliwość na nieregularność zalegania pokładu (uskoki, zafałdowania, nieregularny kształt parceli eksploatacyjnej) – wymagane regularne parcele o kształcie prostokąta.
- Wysokie wymagania wobec pracowników
- Inne wyposażenie niż w poprzedzających robotach przygotowawczych (zbrojenie-wyzbrajanie)
- Duża złożoność systemów wsparcia.
- Silne oddziaływanie eksploatacji na powierzchnię



*Maszyna do transportu elementów ciężkich SH650*



# Pojazd do transportu obudowy



## Postrzeganie ściany zmechanizowanej

- **Ściana pomiędzy wewnętrznymi ociosami chodników przyścianowych z wyprowadzeniem napędów na chodniki** – tak postrzegane są ściany z chodnikami przyścianowymi wykonanymi w odrzwiowej obudowie podporowej. Występuje tu konflikt przestrzenny pomiędzy wyposażeniem ściany zmechanizowanej a odrzwiami obudowy chodnikowej.
- **Ściana zawarta pomiędzy zewnętrznymi ociosami chodników przyścianowych – „zawieszona swobodnie w przestrzeni swoich wyrobisk”** tak można opisać ścianę, której chodniki przyścianowe wykonane są z kotwieniem stropu (bez odrzwi obudowy podporowej). Jedynym ograniczeniem przestrzennym są strop, spąg i zewnętrzne ociosy chodników przyścianowych. Ilość konfliktów i ograniczeń technologicznych znacznie mniejsza niż przy stosowaniu podporowej obudowy odrzwiowej chodnika.

## **ZMECHANIZOWANY KOMPLEKS ŚCIANOWY.**

Współczesny zmechanizowany kompleks ścianowy składa się z kilku podstawowych elementów:

1. Maszyna urabiająca (kombajn lub strug),
2. Ścianowy przenośnik zgrzeblowy tzw. pancerny,
3. Zmechanizowana obudowa ścianowa,
4. Zgrzeblowy przenośnik podścianowy z kruszarką,
5. Hydrauliczny agregat pompowy zasilający obudowę zmechanizowaną,
6. Hydrauliczny agregat pompowy zasilający kombajn w wodę lub mieszaninę powietrzno-wodną.
7. Zestaw urządzeń elektrycznych zasilających urządzenia ściany.

**KOMPLEKSOWO  
ZMECHANIZOWANA ŚCIANA  
WYDOBYWCZA Z KOMBAJNEM**

Zmechanizowana  
obudowa  
ścianowa

Zgrzeblowy  
przenośnik  
podścianowy

Przenośnik  
taśmowy

Ścianowy  
przenośnik  
zgrzeblowy

Kombajn  
ścianowy

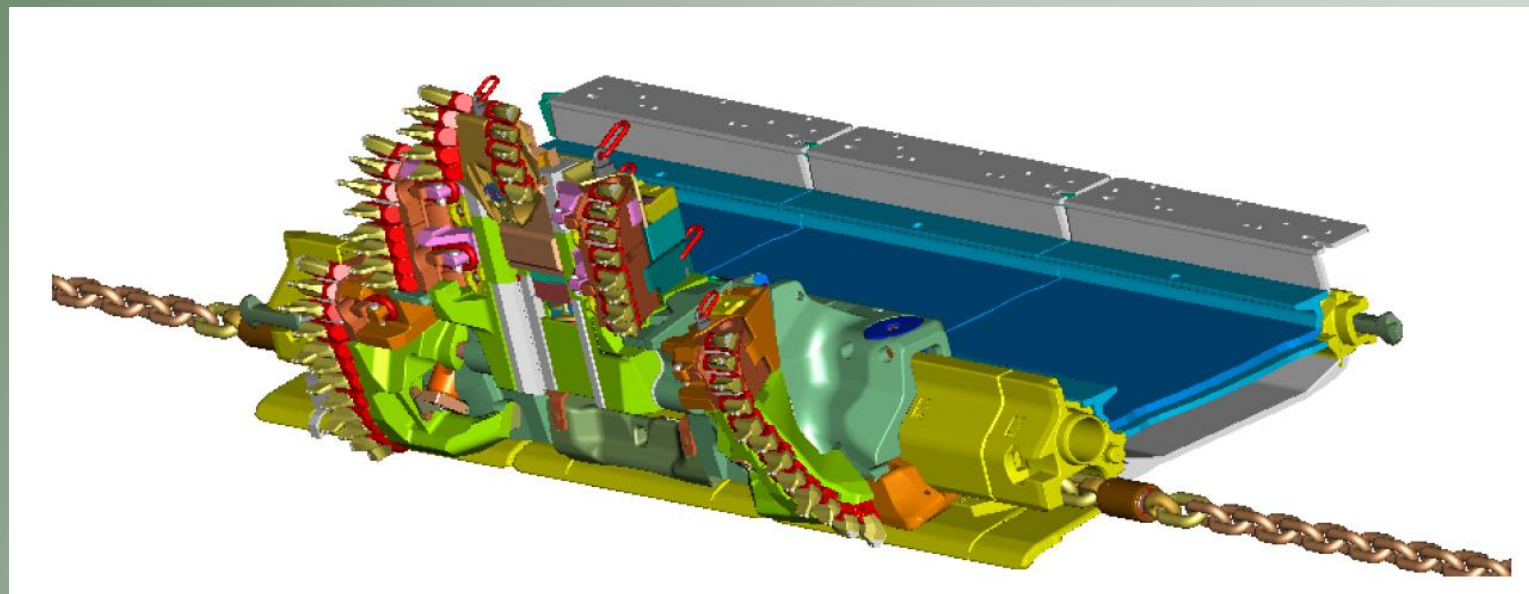
Chodnik  
podścianowy w  
obudowie  
łukowej

Podstawowe elementy  
zmechanizowanego kompleksu  
ścianowego spełniają różne funkcje  
służące dobrej pracy w/w elementów i  
ich wzajemnej poprawnej współpracy.

## Kombajn ścianowy (lub strug)

- **Maszyna urabiająca (kombajn lub strug)** służy zasadniczo do urabiania węgla (oddzielania go od calizny węglowej) i ładowania go na ścianowy przenośnik zgrzebłowy.
- Dodatkową funkcją maszyny urabiającej jest przygotowanie (wycięcie) przestrzeni dla pozostałych urządzeń ściany dla ich właściwej pracy. Dlatego zachodzi niekiedy potrzeba przycięcia dodatkowo skał w otoczeniu pokładu węgla (w spągu lub w stropie) lub pozostawienie węgla w spągu lub stropie ściany.
- W przypadku ścian wysokich stosuje się niekiedy kruszarki na kombajnie ścianowym (od strony napędu zwrotnego przenośnika ścianowego) celem skruszenia dużych brył węgla przy urabianiu kombajnem w stronę napędu zwrotnego (w kierunku przeciwnym do kierunku ruchu przenośnika ścianowego).

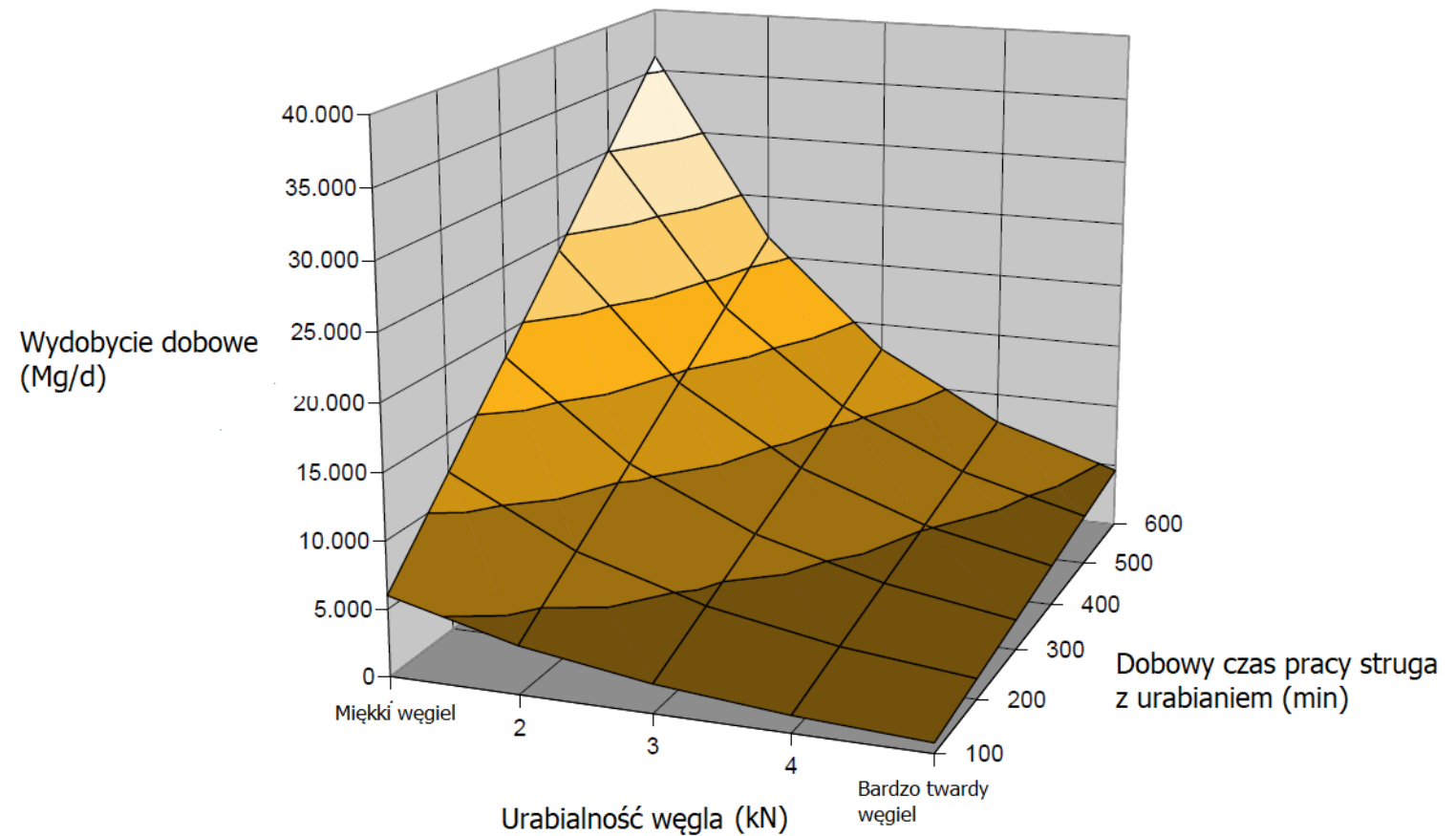
Strug węglowy  
GH-1600-1  
(kadłub) w  
wersji  
stosowanej w  
niemieckiej  
kopalni  
Prosper-Haniel



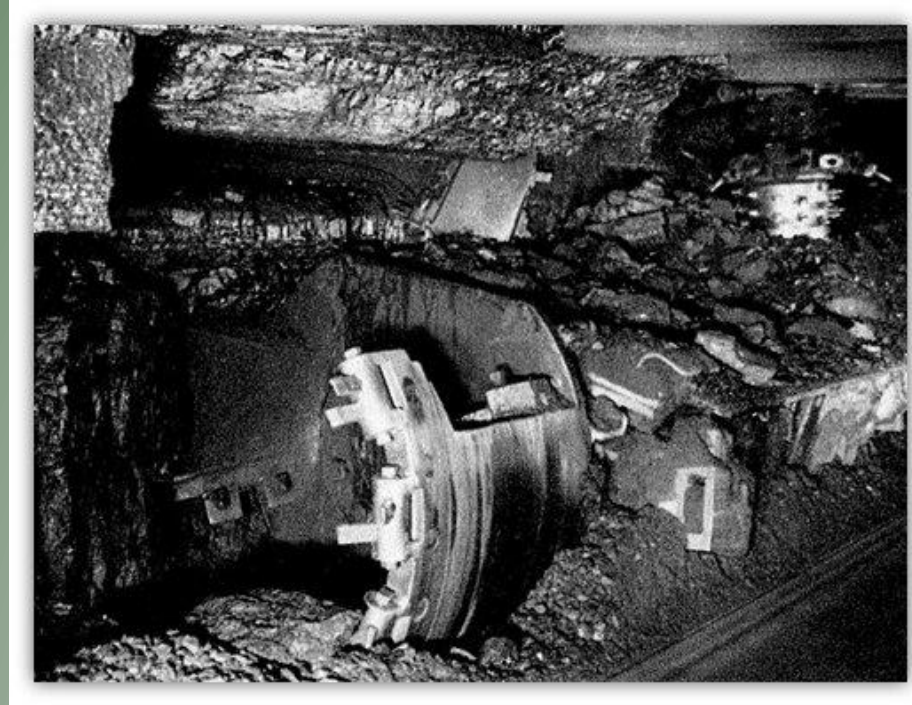
W latach 60-tych XX wieku tylko w niemieckich kopalniach węgla kamiennego pracowało jednocześnie blisko 600 strugów,  
W 2012 roku na całym świecie pracowało jednocześnie 35 strugów  
W 2019 roku w całym świecie pracowało, wg Michaela Myszkowskiego, tylko 17 ścian strugowych



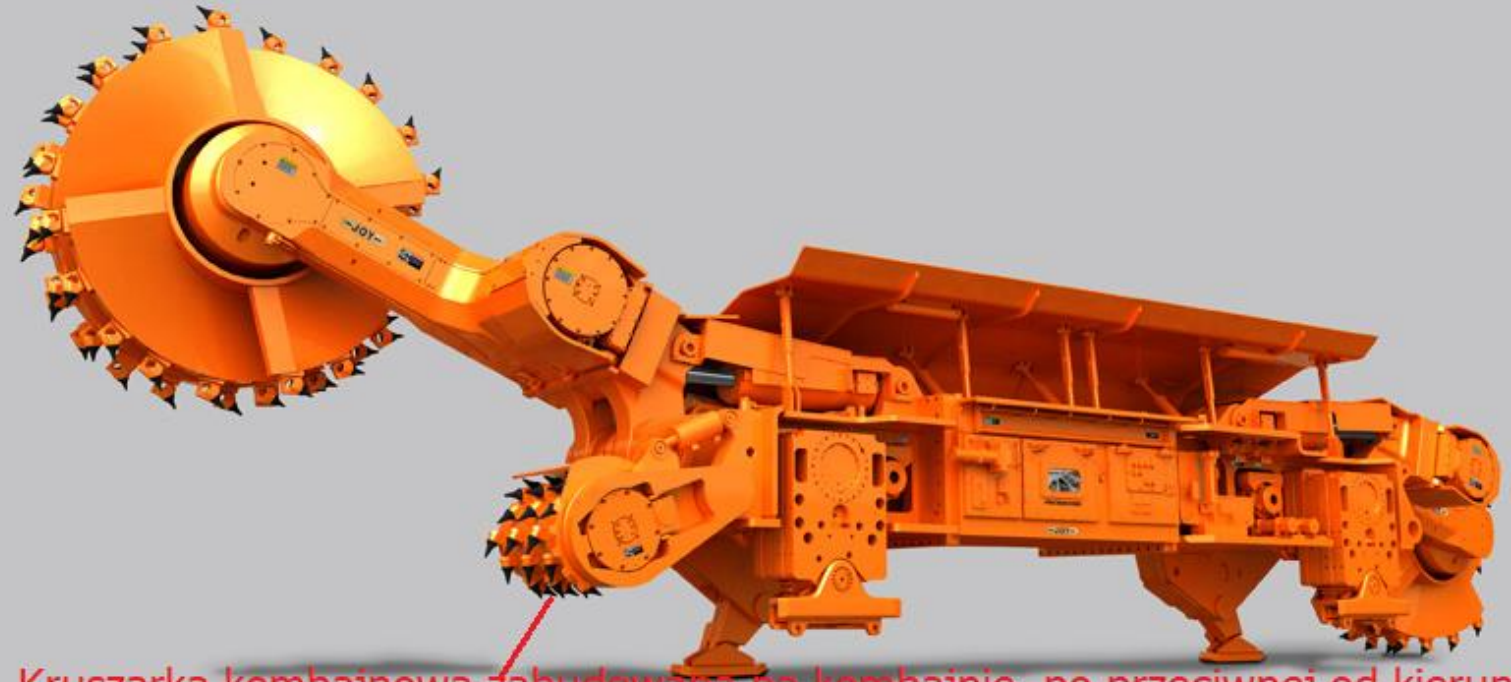
Zależność pomiędzy  
dobowym czasem z  
urabianiem i  
urabialnością węgla a  
wydobyciem  
dobowym (wg. M.  
Myszkowski)



Kombajny  
zwiercające typu  
Treppaner jako  
przykład  
nieuwzględnienia  
jednej z funkcji



- Zwiercające kombajny węglowe (Treppaner Shearer) zastosowano w Anglii ok. 1953. Poruszały się one po przenośniku ścianowym.
- Dość szybko okazało się, że ich zaleta w postaci dużego wychodu grubszych sortymentów węgla nie równoważy licznych wad jak kształt urobionej calizny. Później zastosowano dodatkowo najpierw frezujący organ urabiający (bęben) o osi pionowej, a później klasyczny frezujący organ urabiający o osi poziomej. Wyeliminowało to w istocie możliwość urabiania dwukierunkowego.



Kruszarka kombajnowa zabudowana na kombajnie, po przeciwnej od kierunku jazdy przenośnika stronie, zmniejsza ryzyko powstawania zatorów przed kombajnem (zwłaszcza w ścianach wysokich).

Ładowarki kombajnowe, w zależności od kierunku ruchu kombajnu są przekładane (obracane) - zawsze są, w stosunku do kierunku ruchu kombajnu, za organem urabiającym.



# Ścianowy przenośnik zgrzebłowy

**Ścianowy przenośnik zgrzebłowy** (tzw. pancerny) służy zasadniczo do transportu urobionej przez maszynę urabiającą (kombajn lub strug) kopaliny w ścianie.

Ścianowy przenośnik zgrzebłowy spełnia także dodatkowe ważne funkcje:

- Przenośnik ścianowy jest także swoistym zwornikiem (kręgosłupem) ściany – to po nim porusza się maszyna urabiająca (strug lub kombajn) i do niego przytwierdzona jest obudowa zmechanizowana
  - W prowadnicach kablowych (zastawkach) porusza się ruchoma – wleczona część przewodów zasilających kombajn.
  - Jest mechanicznym połączeniem sekcji ścianowej obudowy zmechanizowanej pomiędzy sobą (umożliwiając ich przemieszczanie – przesuwanie się)
- Trasa przenośnika ścianowego służy także jako konstrukcja do prowadzenia przez ścianę przewodów elektrycznych i węży hydraulicznych, a w ścianach strugowych łańcucha pociągowego i powrotnego struga (podobnie jak w kompleksie ścianowym Mikrus)
  - Konstrukcja ścianowego przenośnika zgrzebłowego służy często także do mocowania osprzętu dodatkowego (urządzenia łączności, sygnalizacji i wyłączniki awaryjne).
  - Konstrukcja przenośnika zgrzebłowego powoduje, że struga transportowego materiału zostaje częściowo wyrównana w czasie transportu.

Znajdź różnice  
pomiędzy  
kompleksami  
ścianowymi



## Ścianowy przenośnik zgrzebłowy

- Niekiedy, zwłaszcza w ścianach wysokich, zachodzi potrzeba zastosowania kruszarki na napędzie wysypowym przenośnika celem rozdrobnienia bardzo dużych brył urobku, które mogłyby zablokować przesyp z przenośnika ścianowego na zgrzebłowy przenośnik podścianowy i spowodować postój ściany – wstrzymanie wydobywania.

# Zmechanizowana obudowa ścianowa

**Zmechanizowana obudowa ścianowa** – jej podstawową funkcją jest zabezpieczenie przestrzeni roboczej ściany. Realizowane to jest przez podparcie stropu i/lub osłonę przed staczaniem się do przestrzeni roboczej ściany gruzowiska zawałowego.

Ponadto obudowa zmechanizowana:

- Jest podstawową rozporą do pchania przenośnika ścianowego
- Siłownik układu przesuwneego służy do przesuwania sekcji obudowy zmechanizowanej w przód,
- Jej elementy konstrukcyjne stanowią bazę do mocowania dodatkowych elementów wykonawczych – siłowników (do korygowania lub stabilizacji elementów wyposażenia ściany).
- Stabilizuje przenośnik z urabiającym kombajnem.
- Stanowi podstawę do montażu innych elementów wyposażenia ściany, a w tym
  - • Węży hydraulicznych
  - • Przewodów elektrycznych
  - • Elementów układów sterowania (w tym obudową), łączności i sygnalizacji.



# Zgrzeblowy przenośnik podścianowy

## **Zgrzeblowy przenośnik podścianowy z kruszarką**

służy do rozładowania urobku z przenośnika zgrzeblowego ścianowego, którego struga jest nierównomierna i zawiera dość duże bryły urobku. Konstrukcja przenośnika podścianowego powoduje wyrównanie strugi urobku, a zabudowana na nim kruszarka rozbija duże bryły urobku przed załadowaniem go na kolejny przenośnik – taśmowy, który cechuje się dużą wrażliwością na przeładowanie i/lub obecność nad-wymiarowych brył materiału.

Przenośniki taśmowe źle znoszą lokalne przeciążenia i bryły nosiwa o dużych gabarytach, dlatego nie rozładowuje się przenośnika ścianowego bezpośrednio na przenośnika taśmowy.

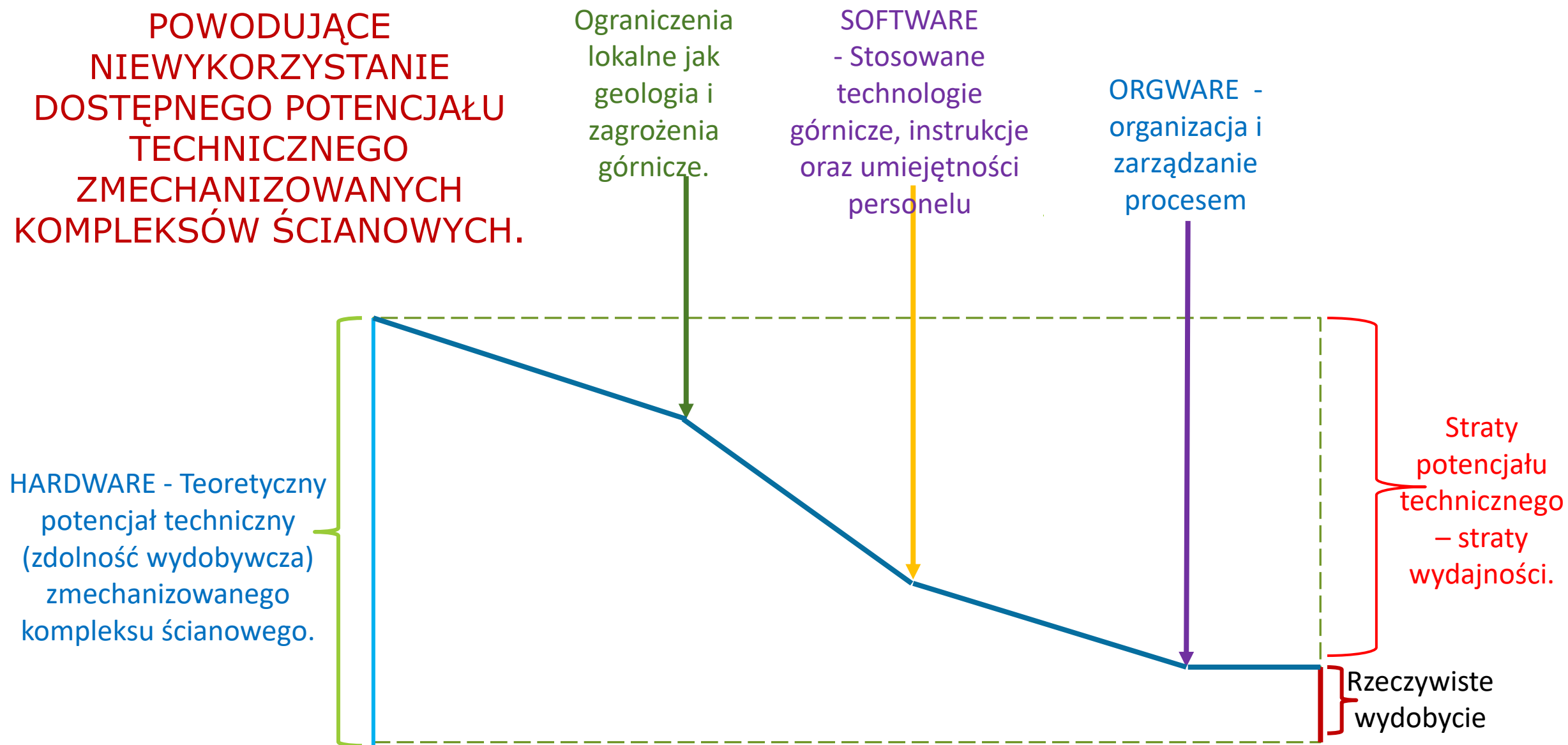
Zgrzebłowy  
przenośnik  
podścianowy

Dodatkowo przenośniki podścianowe wyposaża się w urządzenia przekładkowe umożliwiające przemieszczanie tego przenośnika w chodniku, czasami wraz ze stacją zwrotną przenośnika taśmowego.

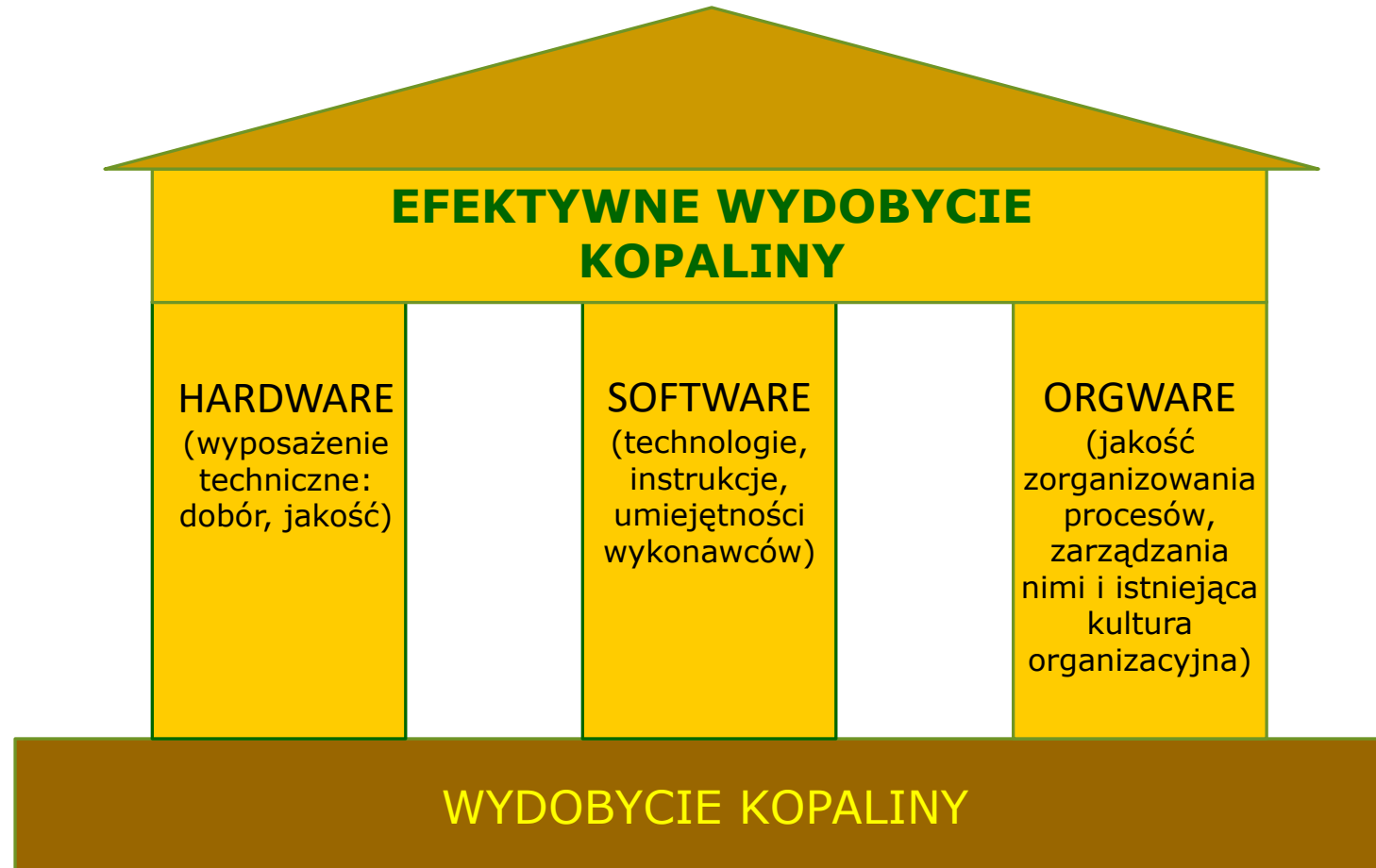
Cykl pracy w rozumieniu najkrótszego cyklu pracy ściany (jednego skrawu)



**OGRANICZENIA  
POWODUJĄCE  
NIEWYKORZYSTANIE  
DOSTĘPNEGO POTENCJAŁU  
TECHNICZNEGO  
ZMECHANIZOWANYCH  
KOMPLEKSÓW ŚCIANOWYCH.**



# FILARY EFEKTYWNOŚCI WYDOBYCIA



# Podstawowe grupy ograniczeń wydajności ścianowych kompleksów zmechanizowanych



# Ultra wysoka ściana zmechanizowania w górnictwie chińskim.

# Zalety i ograniczenia eksploatacji grubego pokładu węgla na jedną warstwę

## Zalety:

Możliwość uzyskania bardzo wysokiego wydobycia dobowego z jednego przodka.

Na mniejszych głębokościach zalegania pokładu efektywna alternatywa dla eksploatacji odkrywkowej ze względu na wyeliminowanie przemieszczania dużych mas nadkładu.

## Ograniczenia:

Maksymalna wysokość pracy do ok.8,5m (przeważnie do 7,5m);

Możliwość stosowania tylko do eksploatacji niemal poziomych pokładów;

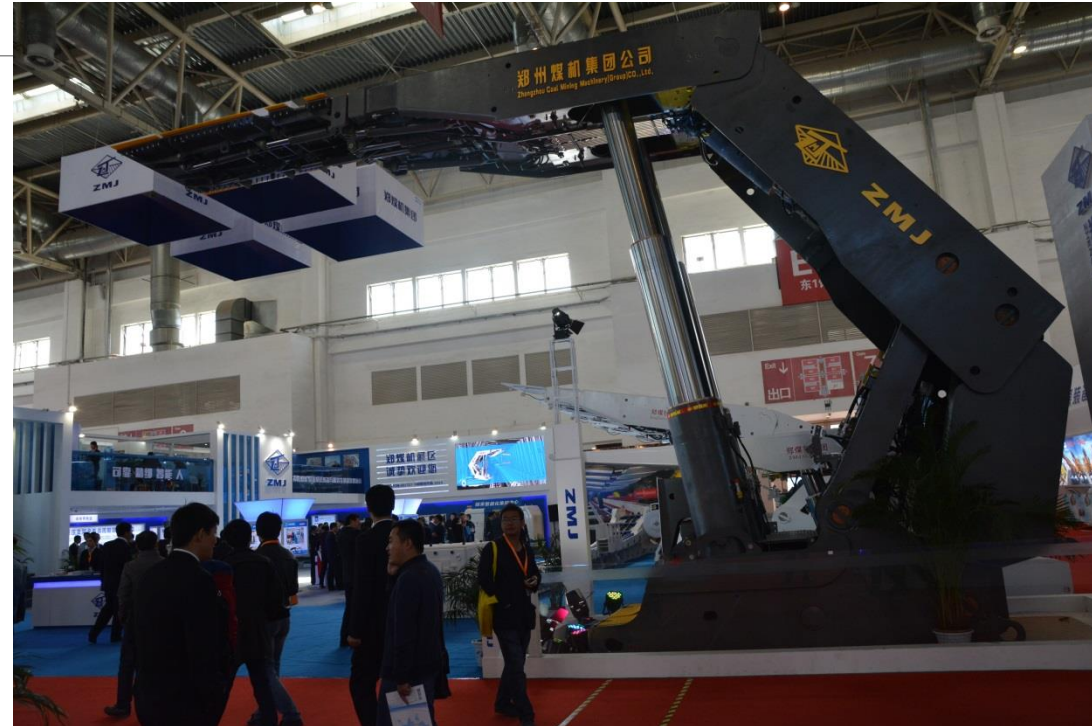
Wymagane bardzo dobre warunki górniczo-geologiczne (w tym mocny węgiel, dobry strop i nośny spąg pokładu);

Duża wrażliwość na postoje ściany (w konsekwencji opady ociosu i stropu).

**Systemy ścianowe do eksploatacji grubego pokładu wymagają ciężkiego i kosztownego i bardzo niezawodnego wyposażenia ( dlatego w świecie pracuje niewiele takich kompleksów).**



Systemy ścianowe do eksploatacji grubego pokładu na jedną warstwę wymagają ciężkiego i kosztownego i bardzo niezawodnego wyposażenia (dlatego w świecie pracuje niewiele takich kompleksów).



Chińska obudowa zmechanizowana ZY 26000 40/88D o zakresie geometrycznym 4000-8800mm (ZMJ) pokazana w Pekinie w 2015

Od 2007 roku w należącej do chińskiego koncernu Shenhua Shendong kopalni Bulianta wyeksploatowano ponad 20 ścian zawałowych o wysokości furty eksploatacyjnej 7,5.

Ściany wyposażone były obudowę zmechanizowaną produkcji chińskiej (masa ok. 70Mg, podziałka transportowa 2,05m, podziałka robocza 2,4m zabiór 0,786m), przenośnik ścianowy i podścianowy produkcji DBT, kombajn EDW-1000. Wybiegi ścian 7-8km, głębokość zalegania pokładu 120-150m.

Ściany uzyskiwały średnie wydobyte dobowe 40 000 – 50 000Mg/d.

Chodniki przyścianowe podwójne w przekroju prostokątnym w samodzielnej obudowie kotwiowej.

Pod koniec 2018 roku w jednej z kopalń Shenhua Shendong uruchomiono ścianę o wysokości furty eksploatacyjnej 8,5m.











注意安全  
请勿靠近

## Zmechanizowana obudowa chodnikowa





Wybetonowany spąg chodnik przyścianowego ułatwia przemieszczanie napędów przenośnika ścianowego, przenośnika podścianowego i innych urządzeń

---



# Dziękuję za uwagę

---

