

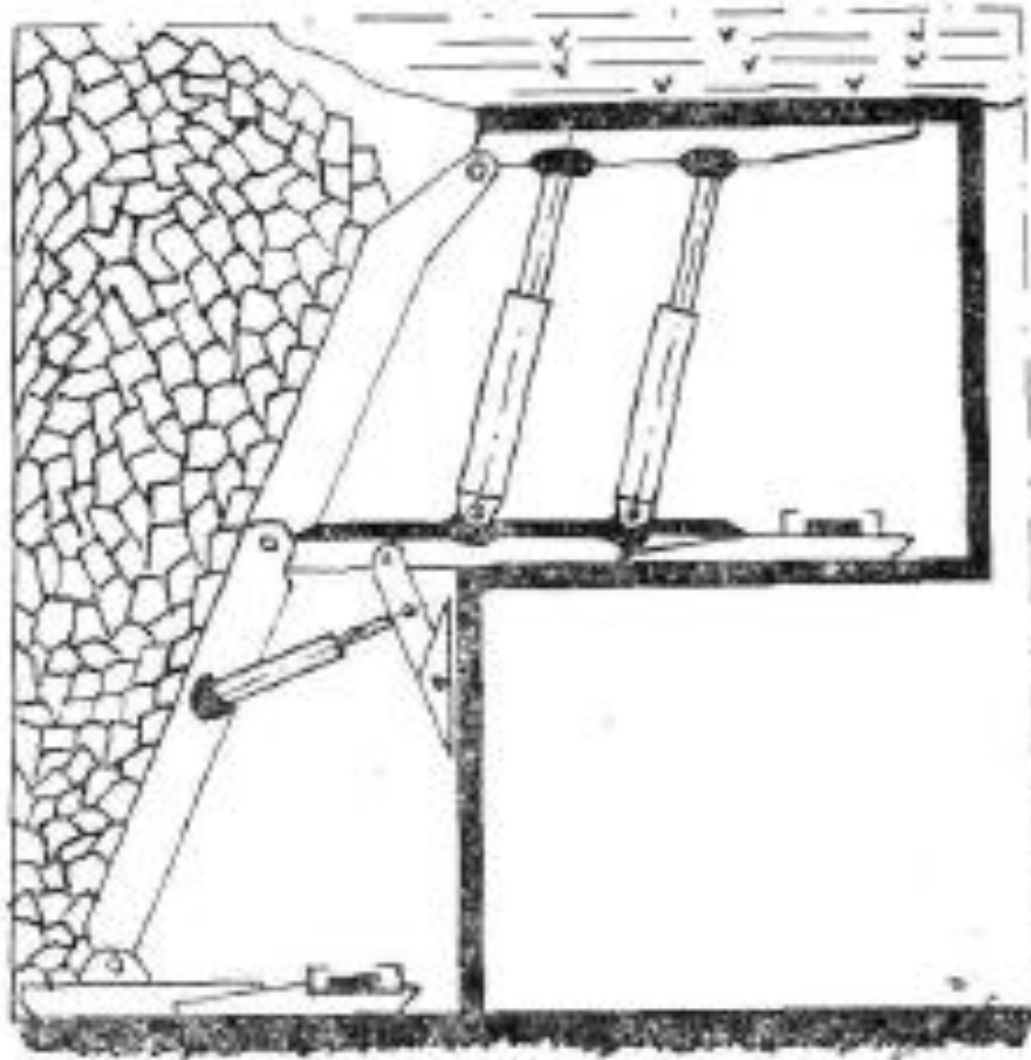
**70 lat rozwoju ścianowych systemów  
podbierkowych w światowym  
górnictwie węglowym  
- doświadczenia, technologie,  
mechanizacja.**

Dr inż. Jacek Korski

**FAMUR**

# Ścianowe systemy eksploatacji grubych pokładów węgla – możliwe rozwiązania:

- Eksploatacja grubego pokładu jedną warstwą (nie więcej niż, obecnie, 9m);
- Eksploatacja grubego pokładu na warstwy (równoległe do uławicenia lub poprzecznie do uławicenia {w tym poziomo});
- Eksploatacja podbierkowa - LTCC



Pojawiały się pomysły na wybieranie grubego pokładu (7,0m) jednym „dwupiętrowym” kompleksem ścianowym (lata 70-te b. ZSRR)

# Zalety i ograniczenia eksploatacji grubego pokładu węgla na jedną warstwę

## Zalety:

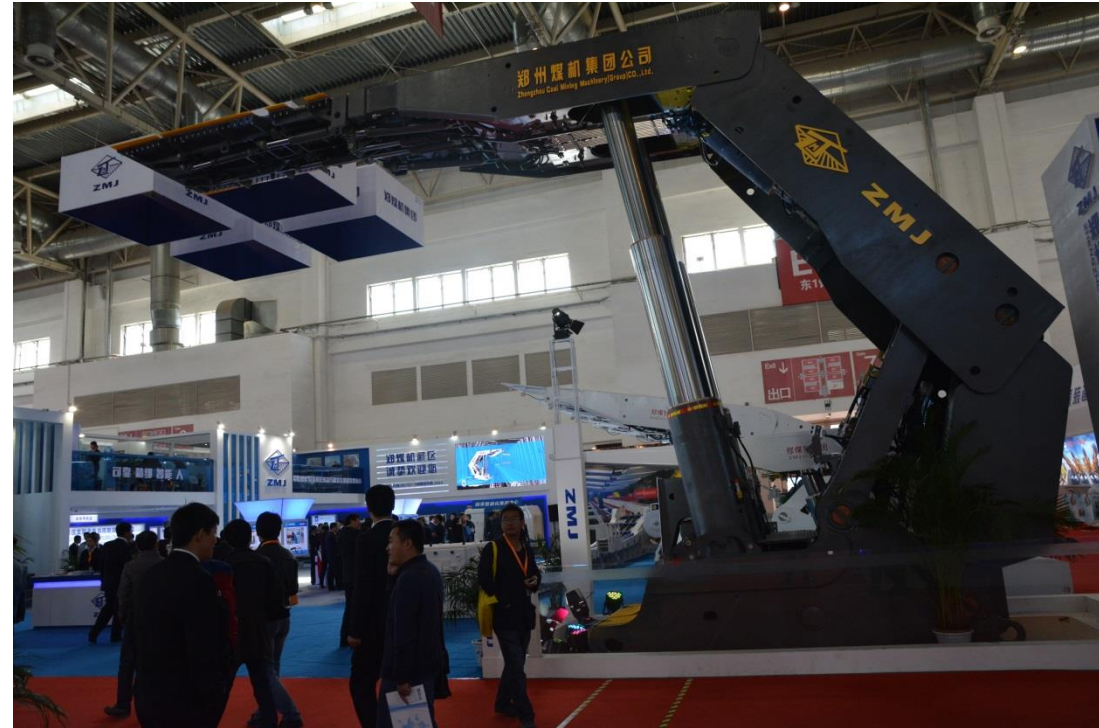
- Możliwość uzyskania bardzo wysokiego wydobycia dobowego z jednego przodka.

## Ograniczenia:

- Maksymalna wysokość pracy do 9m (przeważnie do 7m);
- 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

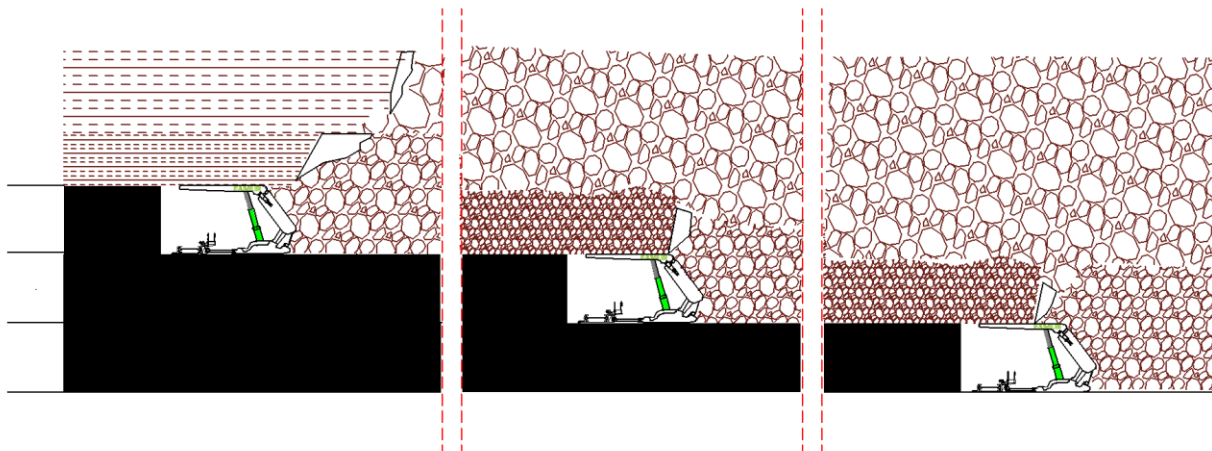
# Zalety i ograniczenia eksploatacji grubego pokładu węgla na warstwy

## Zalety:

- Możliwość uzyskania wysokiego stopnia wykorzystania złoża.

## Ograniczenia:

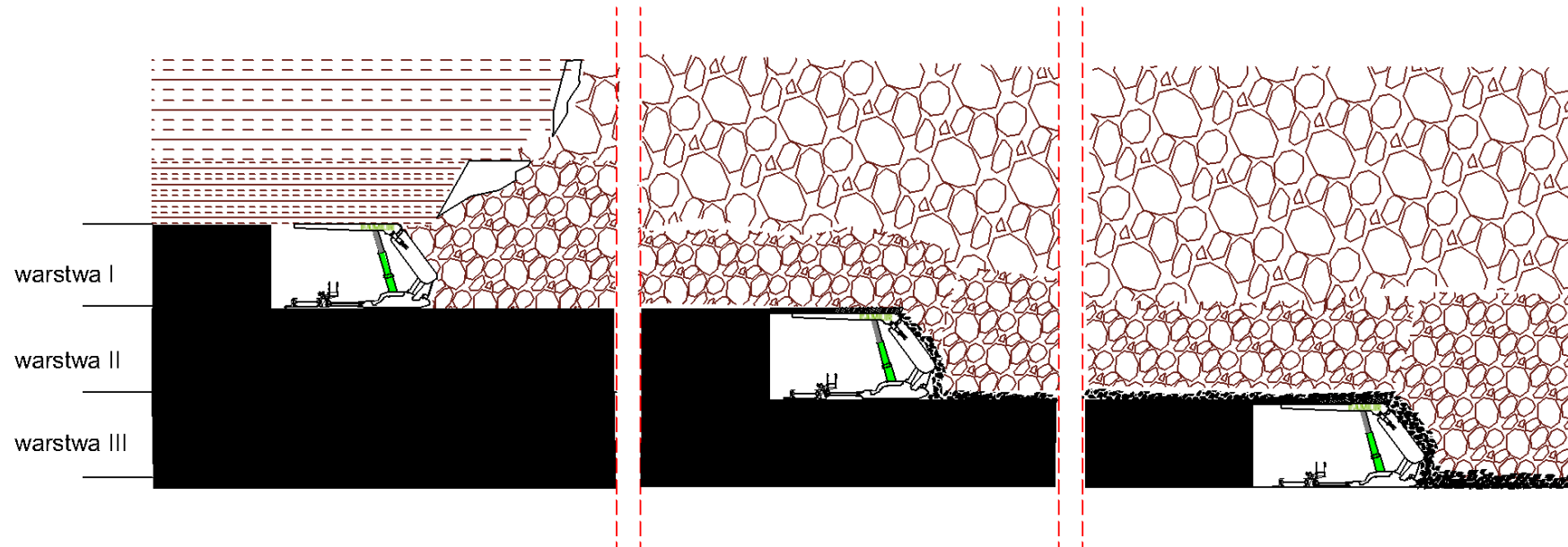
- Duży zakres robót przygotowawczych (chodnikowych).
- Wymagana ścisła koordynacja eksploatacji w poszczególnych warstwach (współcześnie coraz częściej stosuje się wybieranie jednej warstwy na dużej powierzchni – jak jednego pokładu);
- Duże ryzyko stosowania w warunkach dużej skłonności węgla do samozapalenia Wymagane bardzo dobre warunki górnictwo-geologiczne (w tym mocny węgiel, dobry strop i nośny spąg pokładu).



Taka eksploatacja wymaga także najwyższego natężenia robót przygotowawczych ( w mb/1000Mg).

Eksploatacja grubego pokładu na warstwy wymaga bardzo dobrej koordynacji, wysokich kwalifikacji załogi i niosą wysokie ryzyko strat, a także samozapalenia węgla. Taka eksploatacja wymaga także najwyższego natężenia robót przygotowawczych (mb/1000Mg). Dlatego nadal spotyka się w świecie eksploatację grubego pokładu na warstwy, ale z dużym rozsunieniem w czasie eksploatacji poszczególnych warstw (warstwy traktuje się jako „niezależne” pokłady).

### **Eksploatacja pokładu na 3 warstwy - technologia z pozostawieniem półki węglowej**



# Ogólne zalety i ograniczenia podbierkowej (ścianowej) eksploatacji grubego pokładu węgla:

## Zalety:

- Możliwość wybrania „nieskończenie” grubego pokładu węgla;
- Możliwość uzyskania bardzo wysokiego wydobycia dobowego z jednego przodka.
- Niewielka ilość robót przygotowawczych i stosunkowo mniejsze niż w systemach eksploatacji na jedną warstwę wymagania w stosunku do gabarytów chodników;
- Mniejsze gabaryty elementów wyposażenia ściany w stosunku do ścian na jedną grubą warstwę – ściana w dolnej, urabianej kombajnem warstwie ma wysokość ok. 3m .

## Ograniczenia:

- Zagrożenie metanowe;
- Wysoka skłonność pokładu do samozapalenia;
- Mocne, trudno rabujące się stropy pokładu;
- Słabe spągi pokładu ( lub spodki węglowe przy eksploatacji na kilka warstw podbierkowych).
- Nachylenie ściany nie powinno przekraczać podłużnie i poprzecznie  $10^{\circ}$  (dla zwiększenia stopnia uzysku węgla z warstwy podbieranej pożądane jest prowadzenie ściany poprzecznie na niewielki upad).

**Podbierkowe systemy ścianowe do eksploatacji grubego pokładu stawiają wysokie wymagania załodze ściany. Problemem jest rozluźnianie węgla w warstwie wypuszczanej**



Jak pisał R. Ostrihansky : „... istotą systemu podbierkowego jednowarstwowego jest wybieranie grubego pokładu na całą grubość w dwu ławach zawałem stropu. Dolną ławę wybiera się z pewnym wyprzedzeniem ścianą lub ubierką. Po wybraniu w tej ławie przewidzianego zabioru wywołuje się zawał ławy górnej. Urobek z tej ławy spada na przenośnik ścianowy lub jest na niego ładowany...

Ostrihansky R.: *Eksploatacja podziemna złóż węgla kamiennego*. „Śląsk” Spółka z. o.o., Katowice 1996.

Francuska kopalnia  
D'arcy ok. 1844 roku -  
ubierka podbierkowa

fig. III

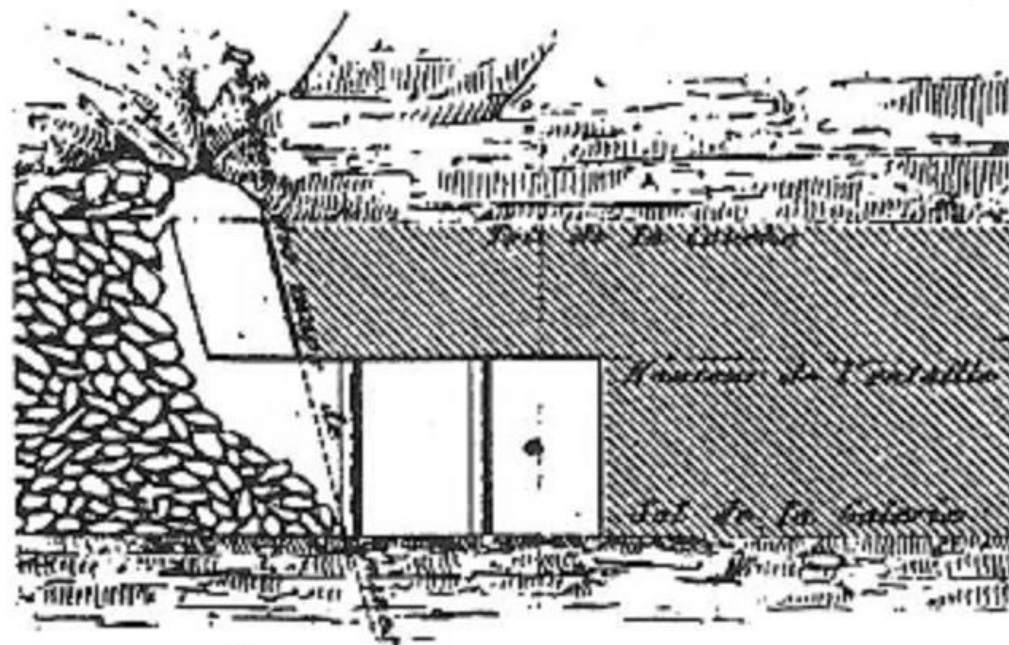
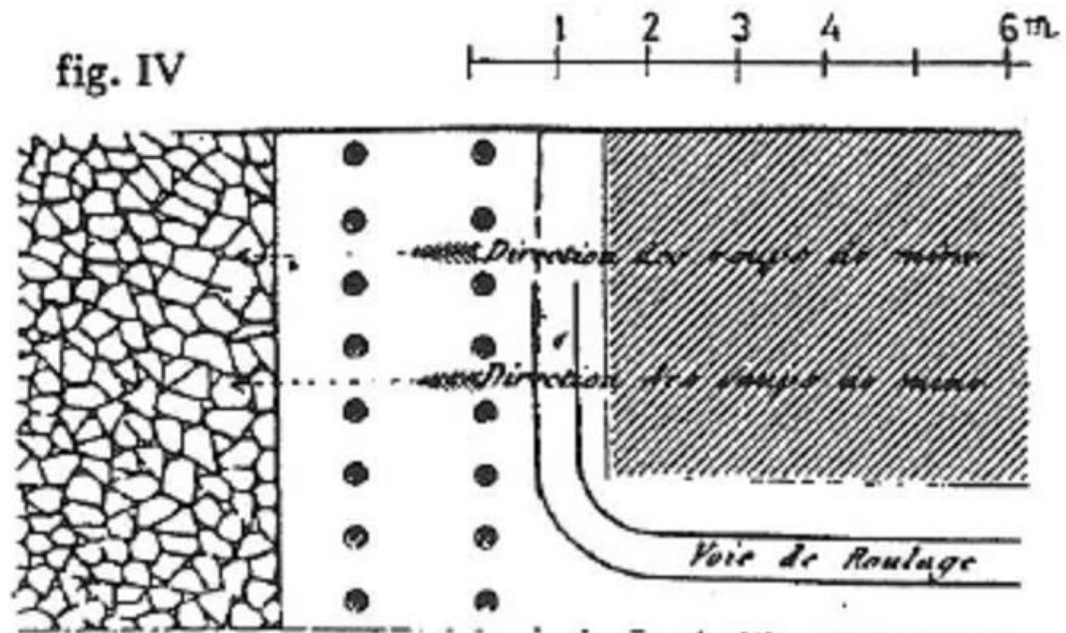
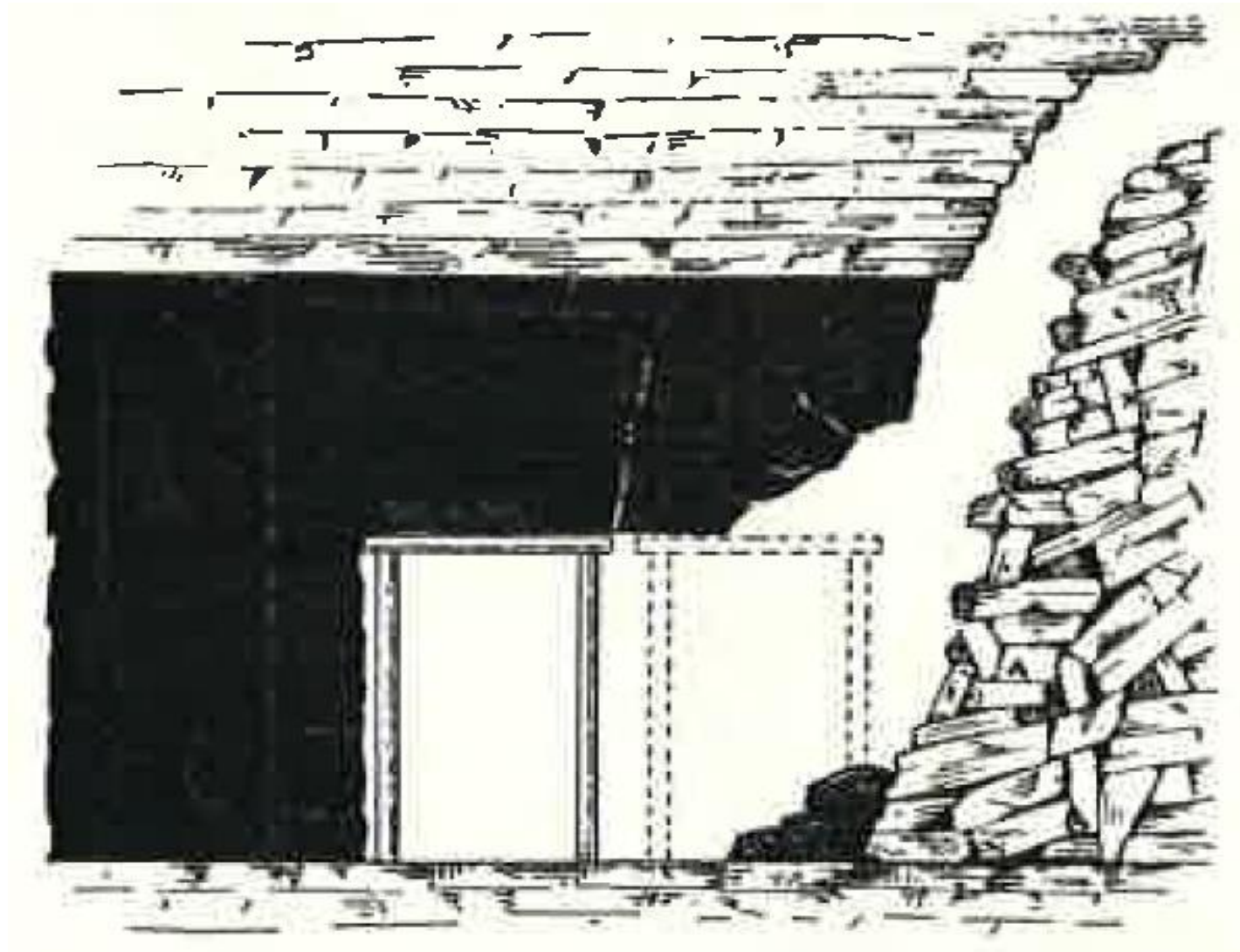


fig. IV

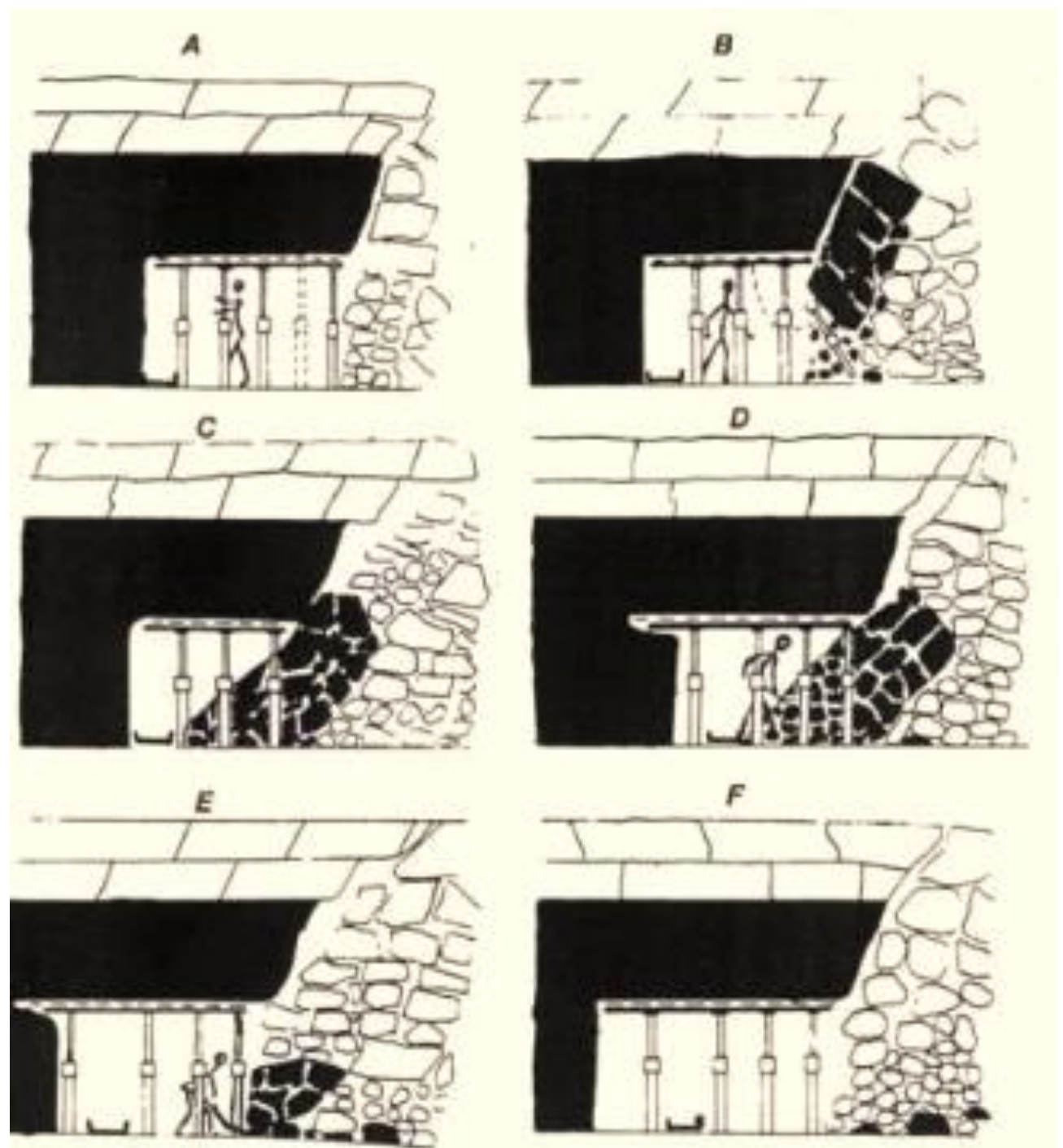




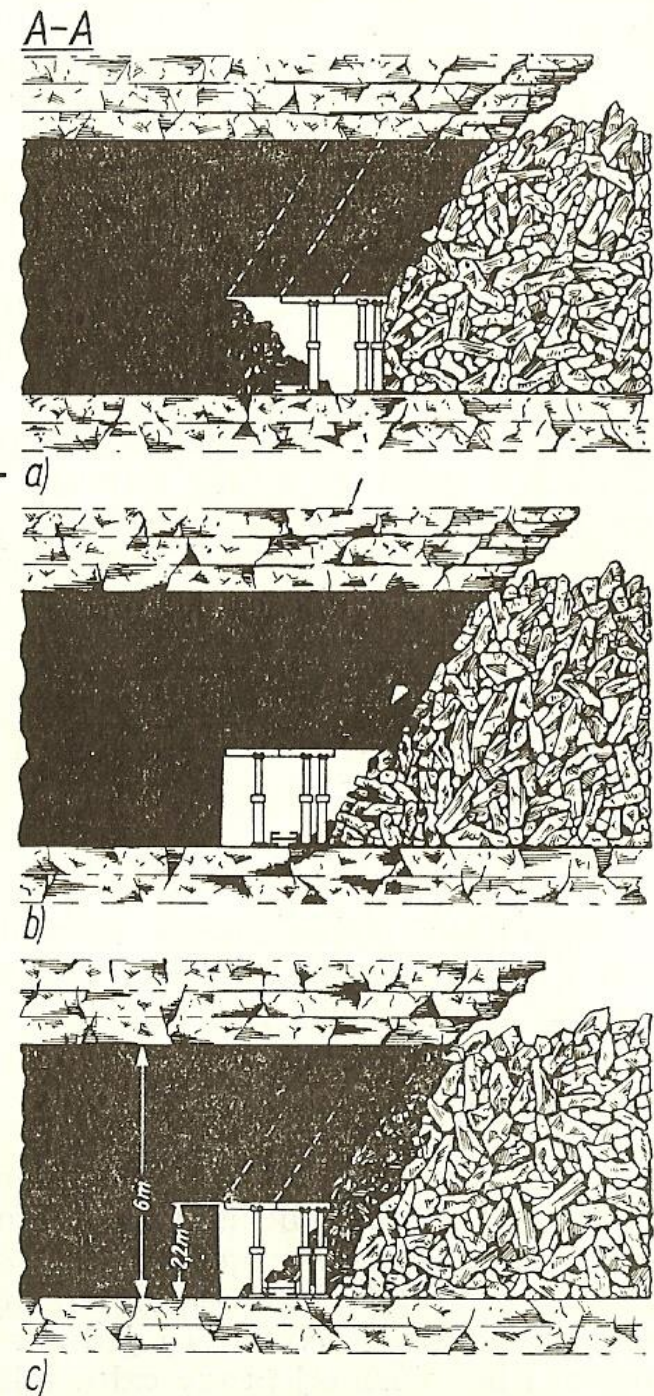
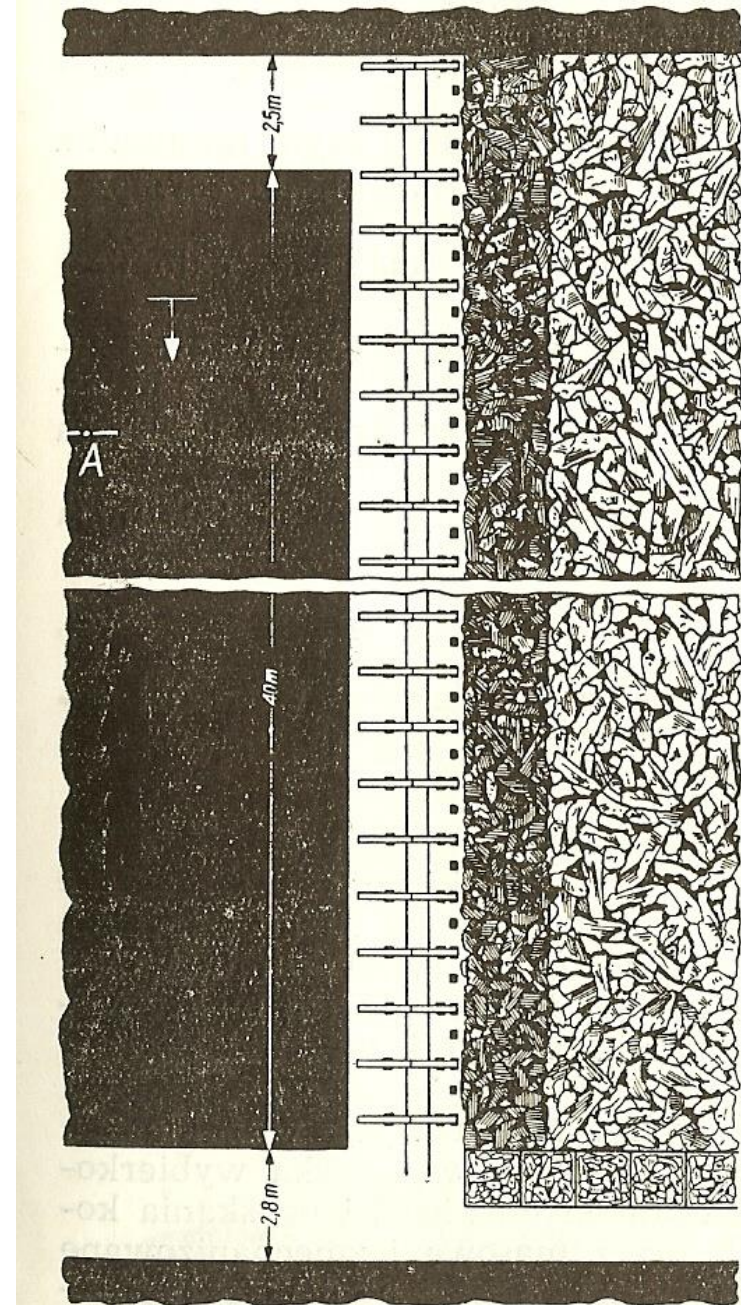
Konwencjonalna ubierka podbierkowa (Fritsche –  
Bergbaukunde {1944})



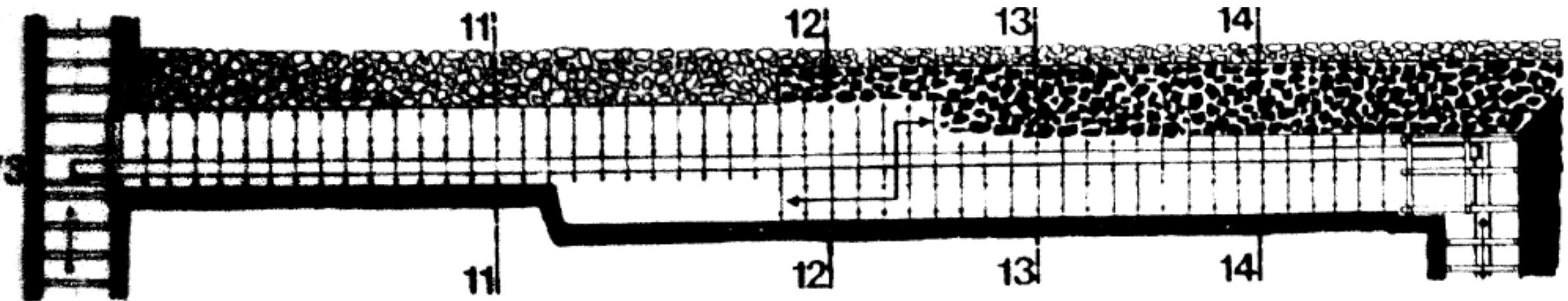
Cykl pracy w  
konwencjonalnej  
ścianie  
podbierkowej w  
kop. Ricard (ok.  
1954r.)

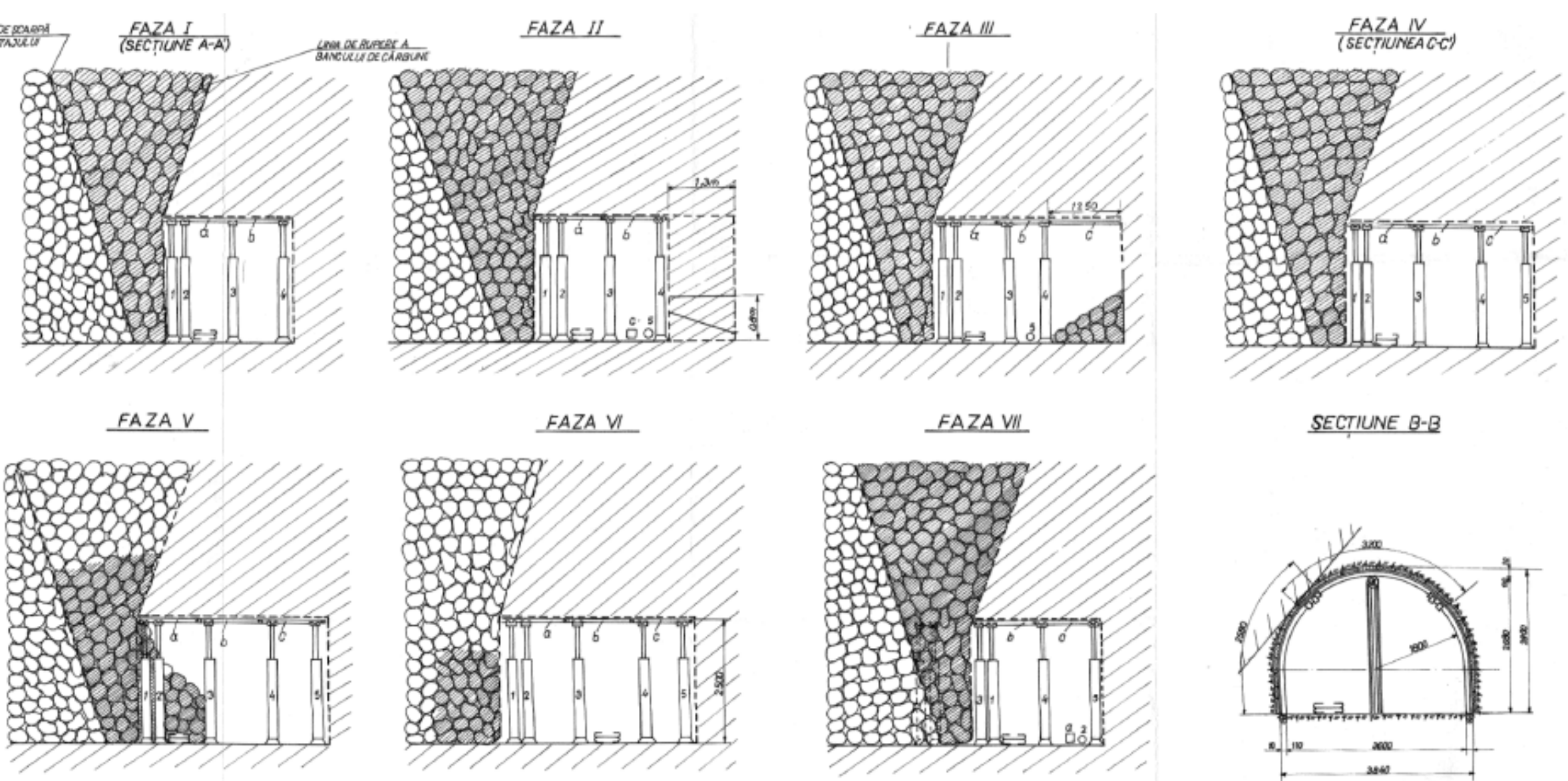


Konwencjonalna  
ściana podbierkowa  
w kop. Siersza  
(Polska) oparta na  
rozwiązaniu  
francuskim



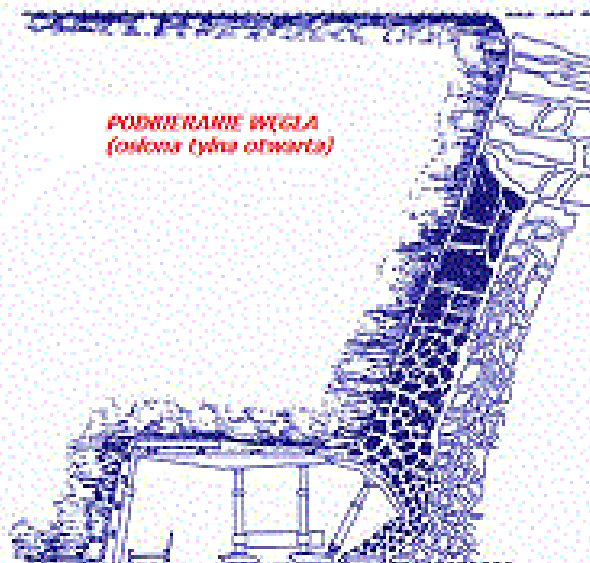
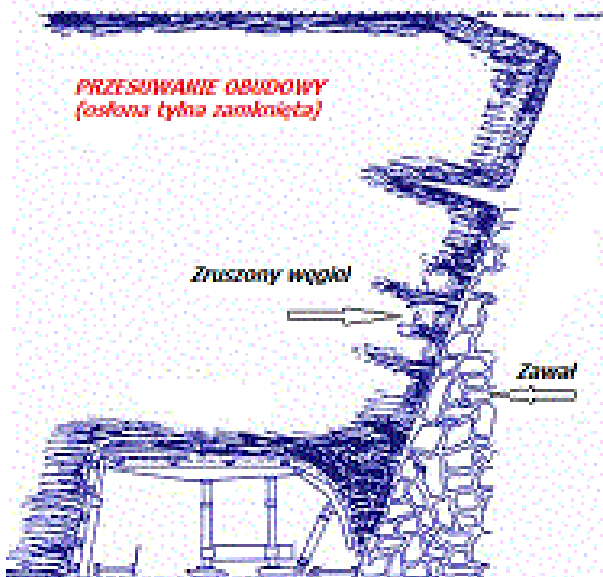
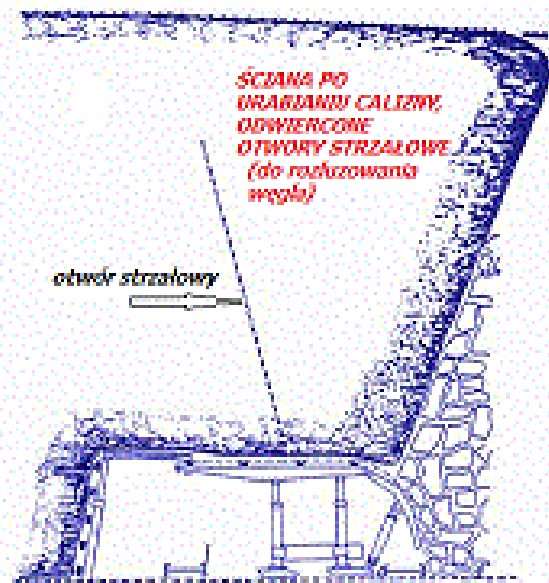
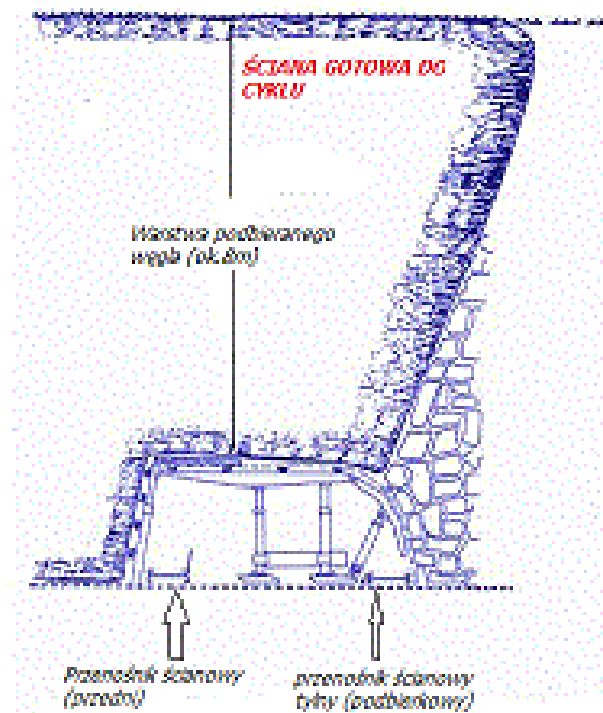
# Konwencjonalna ściana podbierkowa w kopalni Velenje (Słowenia)





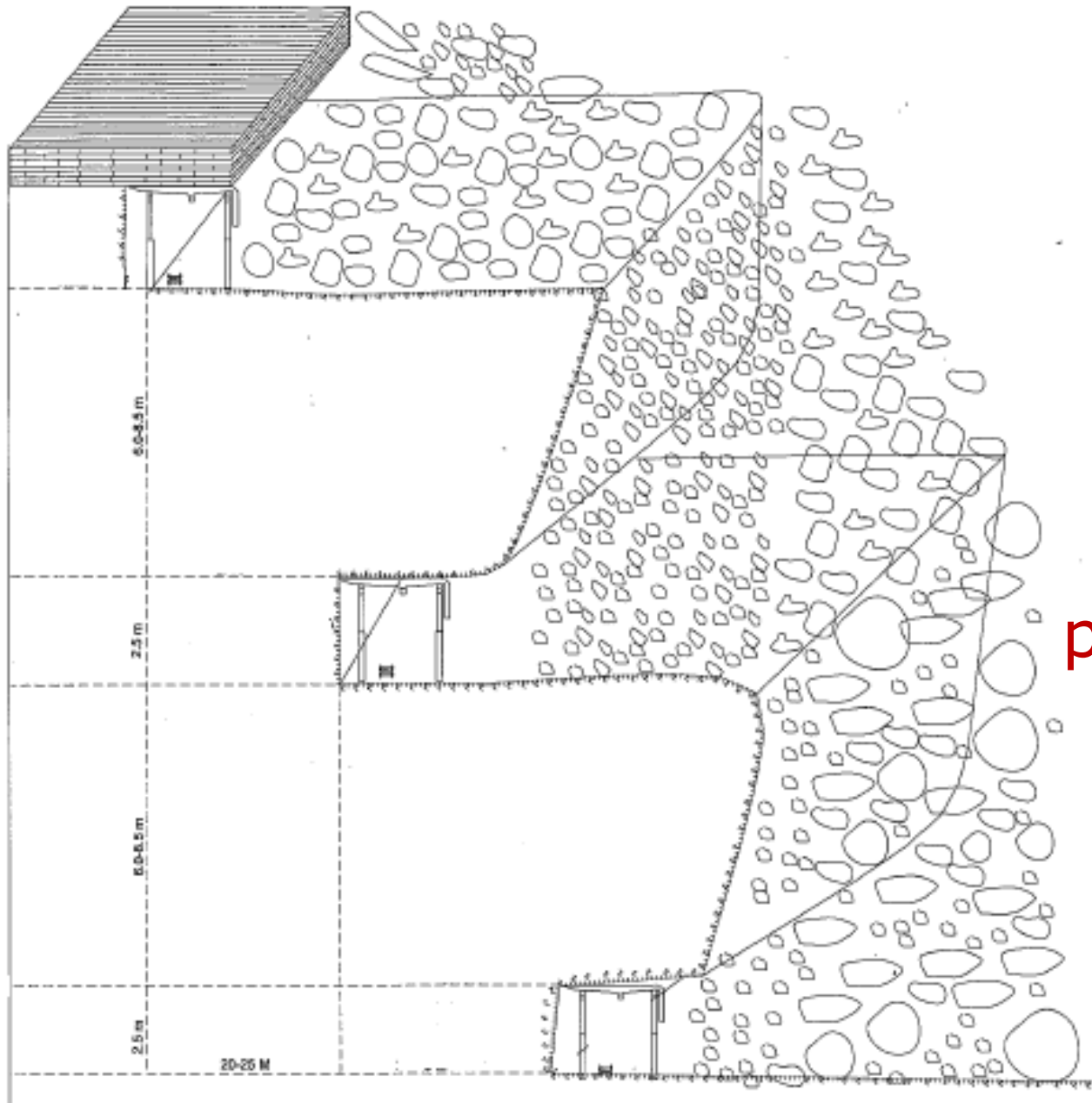
Jeszcze w 2015 roku konwencjonalną ścianę podbierkową prowadzono w rumuńskiej kopalni Lonea (Zagłębie Petrosani)





Próby mechanizacji ścianowej eksploatacji podbierkowej podjęto we Francji bezpośrednio po wdrożeniu metody (jeden z przykładów)

# Częściowo zmechanizowane ściany podbierkowe

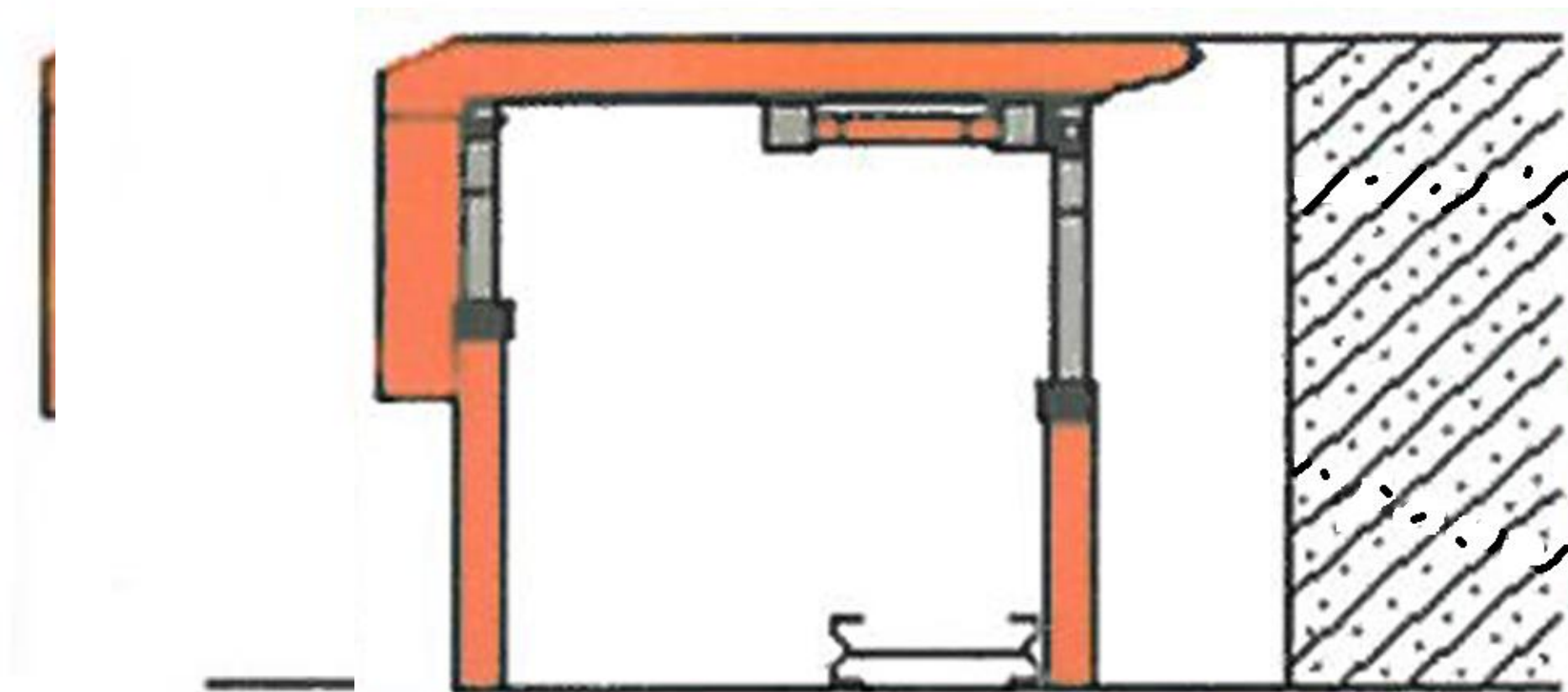


Ogólna idea eksploatacji podbierkowej w kopalni Imbat

# Ścianowa obudowa zmechanizowana z górnym układem przesuwu stosowana w kop. Imbat



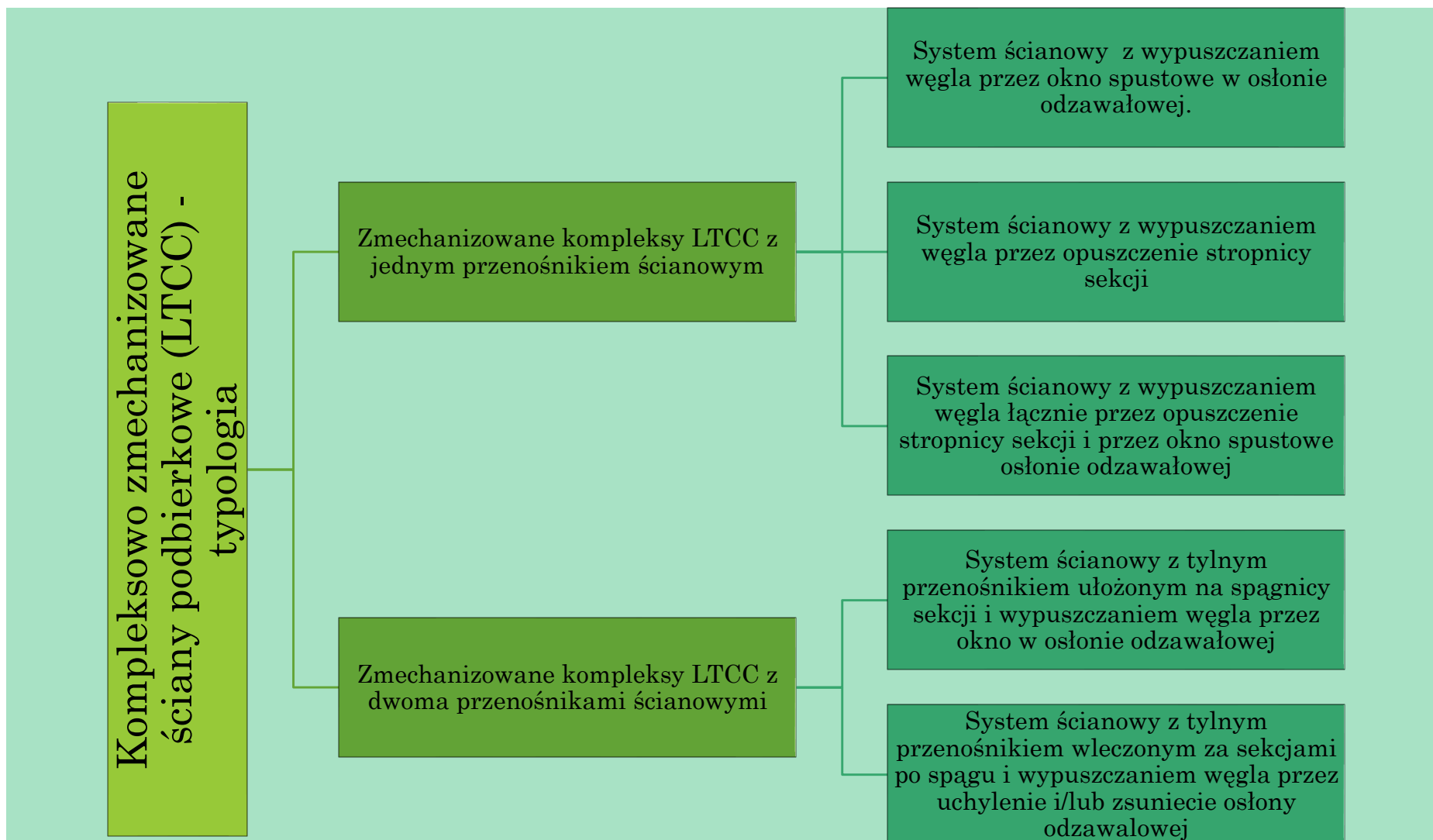
# Częściowo zmechanizowana ściana podbierkowa w kopalni Imbat (Turcja) – cykl pracy





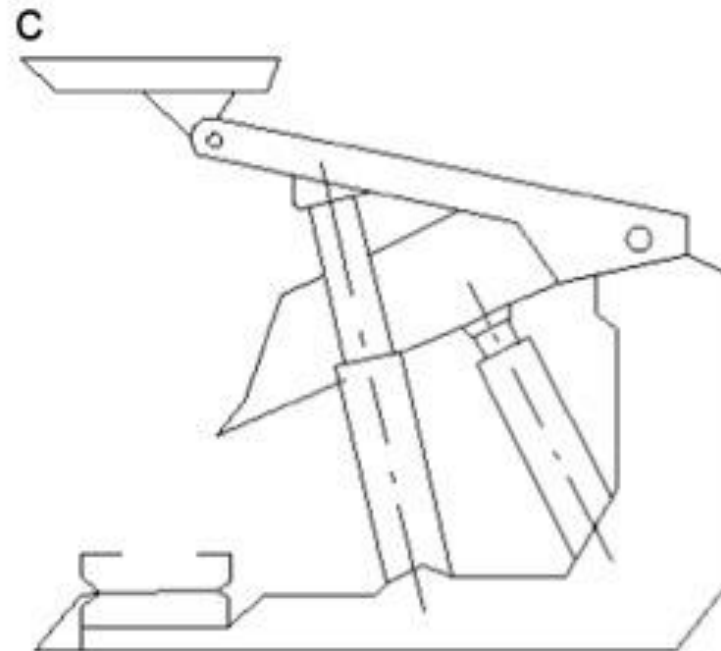
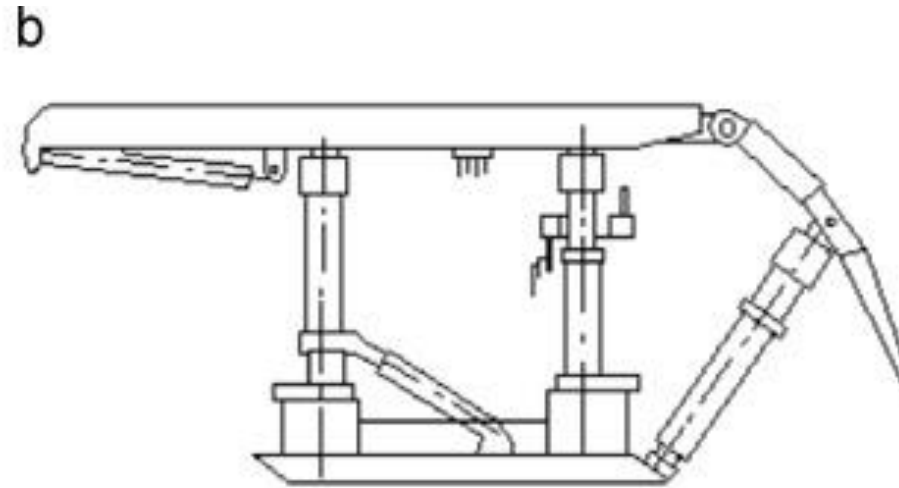
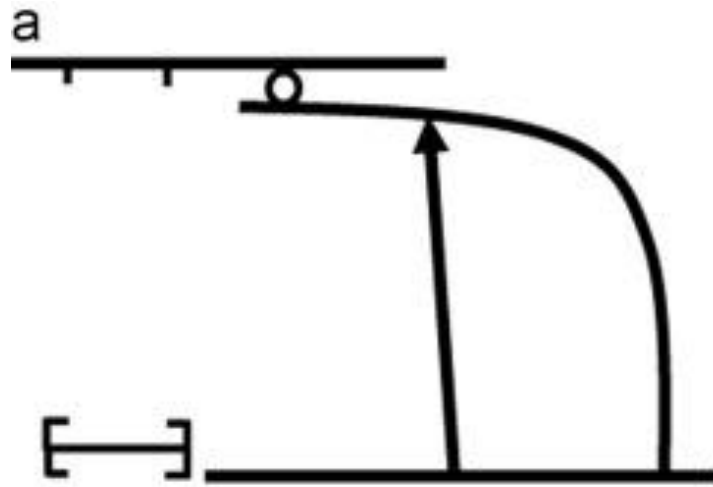
# Kompleksowo zmechanizowane ściany podbierkowe

# Typologia kompleksowo zmechanizowanych ścian podbierkowych:



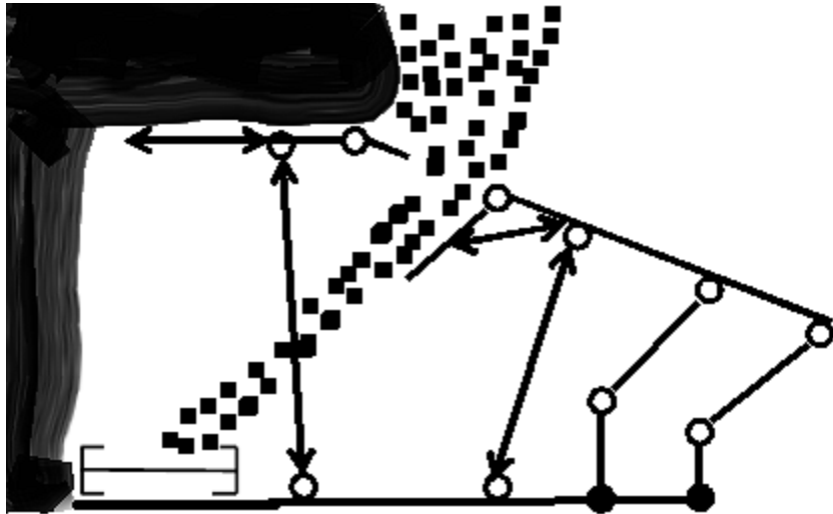


# Podstawowe idee zmechanizowanych obudów podbierkowych

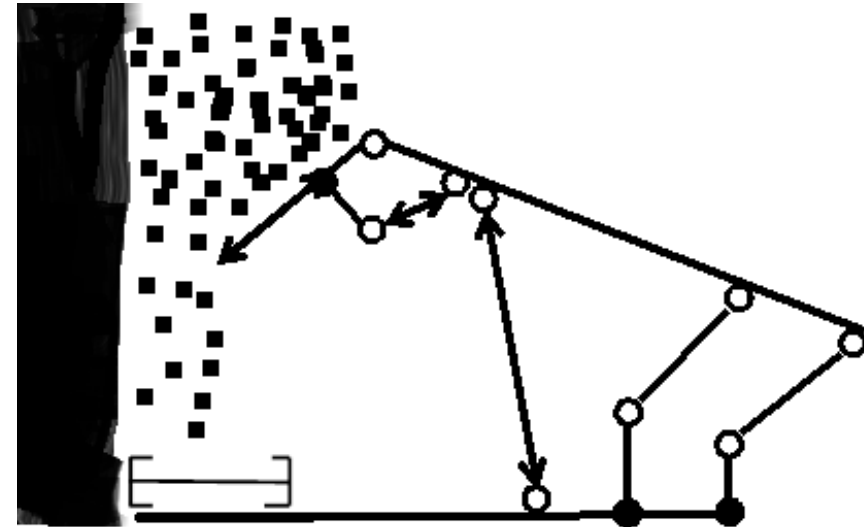


Zalety i ograniczenia  
poszczególnych typów  
zmechanizowanych ścianowych  
kompleksów podbierkowych

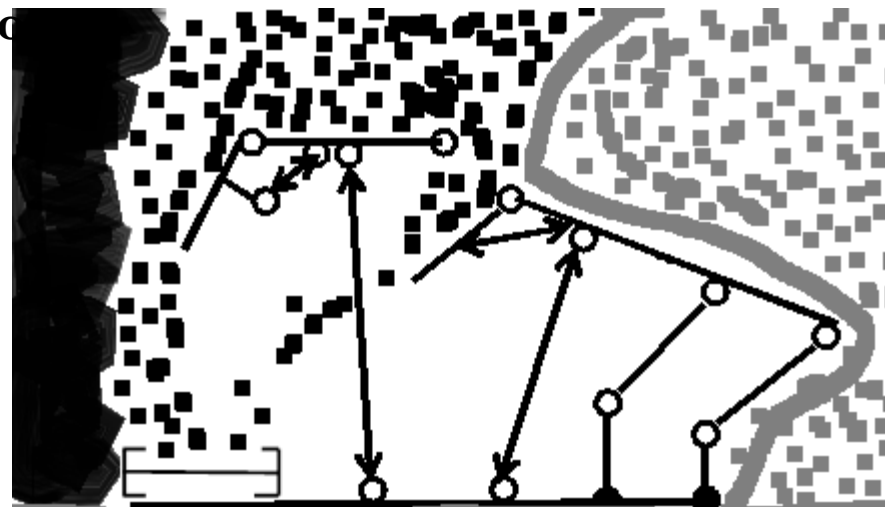
# Rozwiązania systemu wypuszczania węgla w jedno-przenośnikowych ścianach podbierkowych (LTCC)



System z wypuszczaniem węgla przez okno spustowe

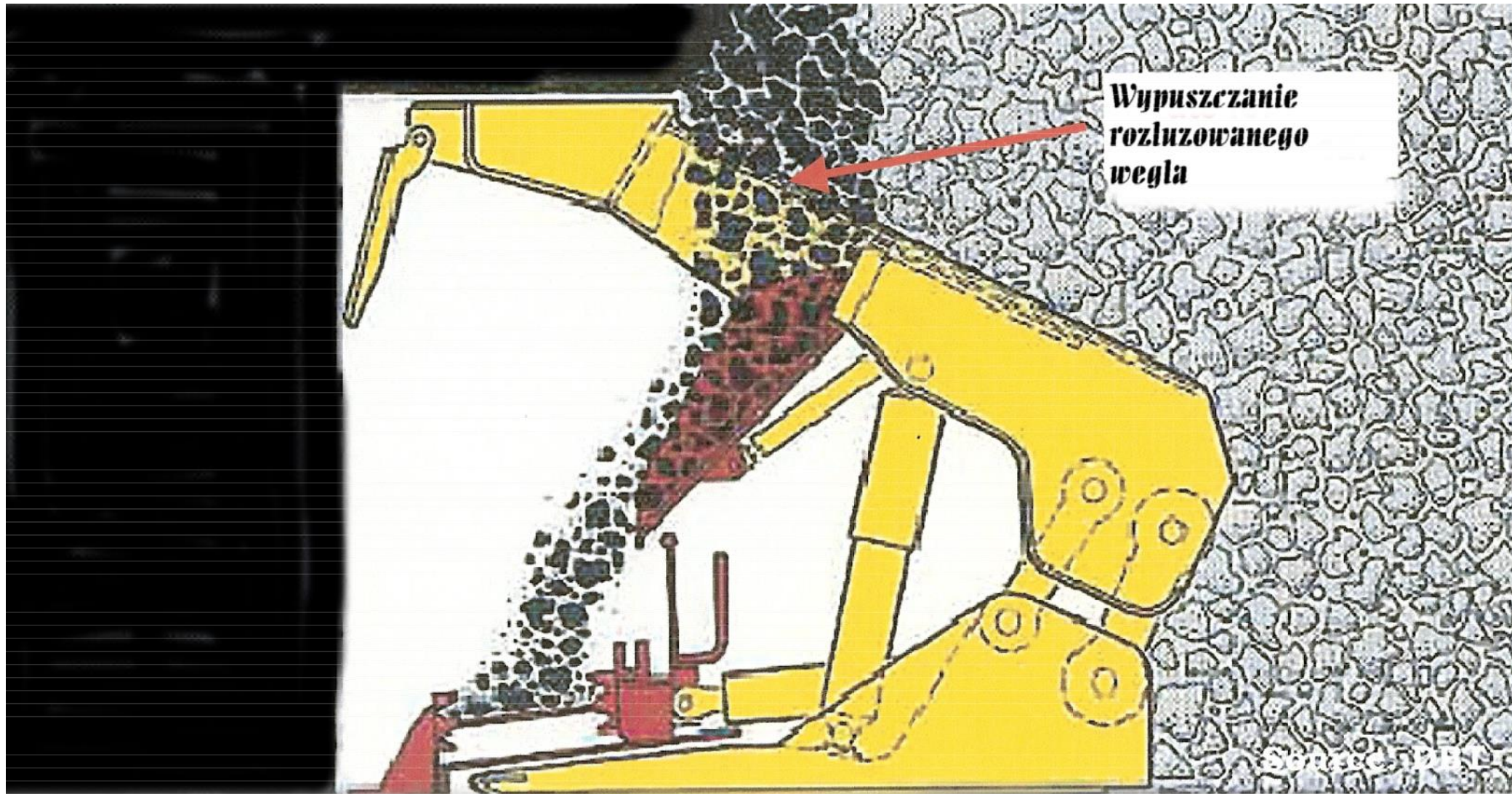


System z wypuszczaniem węgla przez uchylenie stropnicy



System z wypuszczaniem węgla przez okno spustowe i przez

# System ścianowy z wypuszczaniem węgla przez okno spustowe w osłonie odzawałowej



# Podstawowe elementy jednoprzenośnikowej ściany podbierkowej z oknem spustowym

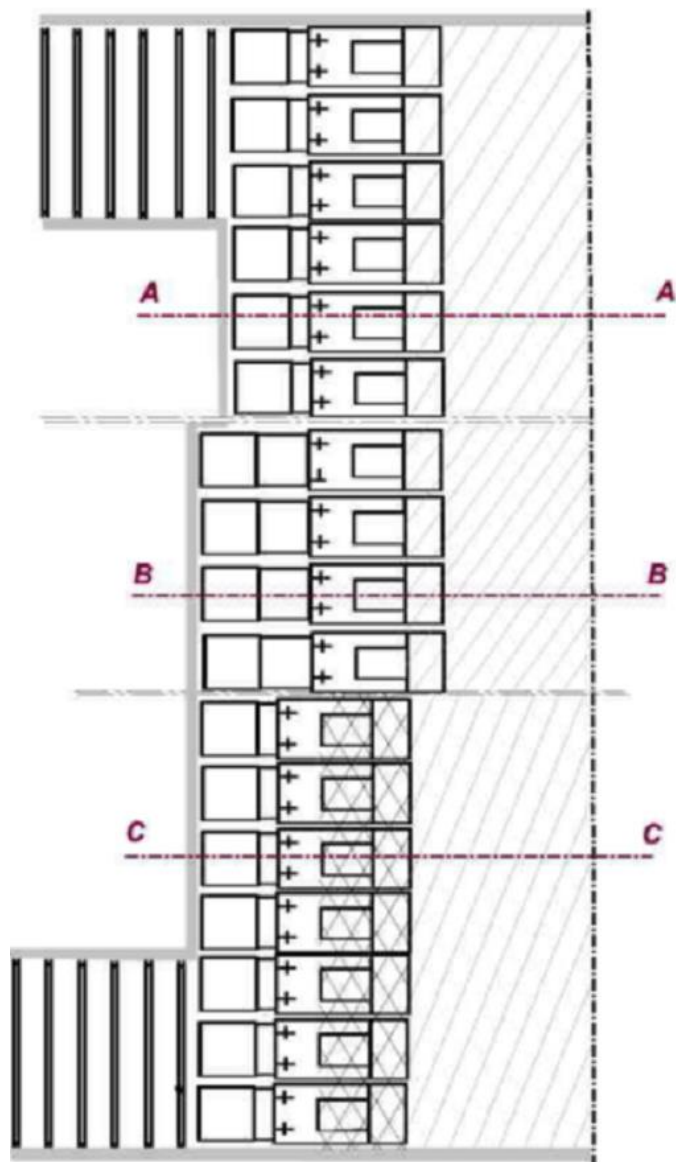


# Obudowy zmechanizowane podbierkowe z oknem spustowym (Vinalta – Wietnam)



# Obudowa zmechanizowana z oknem spustowym w kopalni lignitu





Faza I

A-A

półka stropowa

warstwa przyspągowa

zawal

Faza II

B-B

półka stropowa

warstwa przyspągowa

3z

otwór urabiający

zawal

Faza III

C-C

półka stropowa

warstwa przyspągowa

urobiony węgiel

zawal

z - zabiór

Cykl pracy jednoprzenośnikowej ściany podbierkowej



## System ścianowy z wypuszczaniem węgla przez okno spustowe w osłonie odzawałowej

### Zalety:

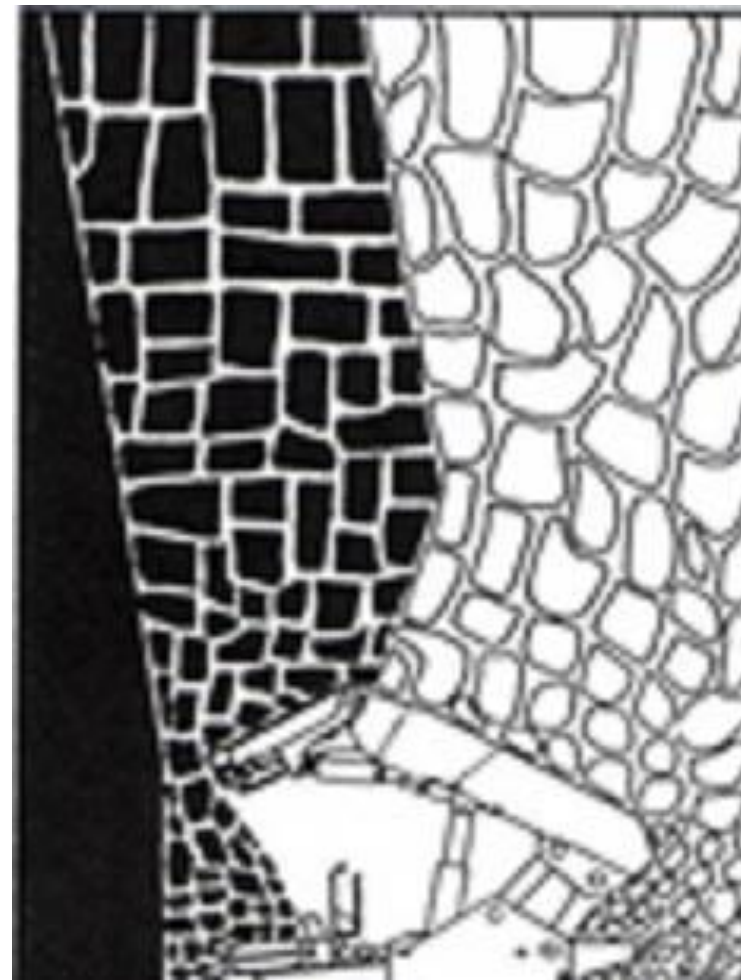
- Możliwość bezpiecznej eksploatacji podbierkowej za pomocą kompleksu bardzo zbliżonego do klasycznej ściany zmechanizowanej (zawałowej)
- Możliwość uzyskania dużej powierzchni spagownicy umożliwiającej pracę na słabych spągach.
- bardzo wysokiego wydobycia dobowego z jednego przodka.

### Wady:

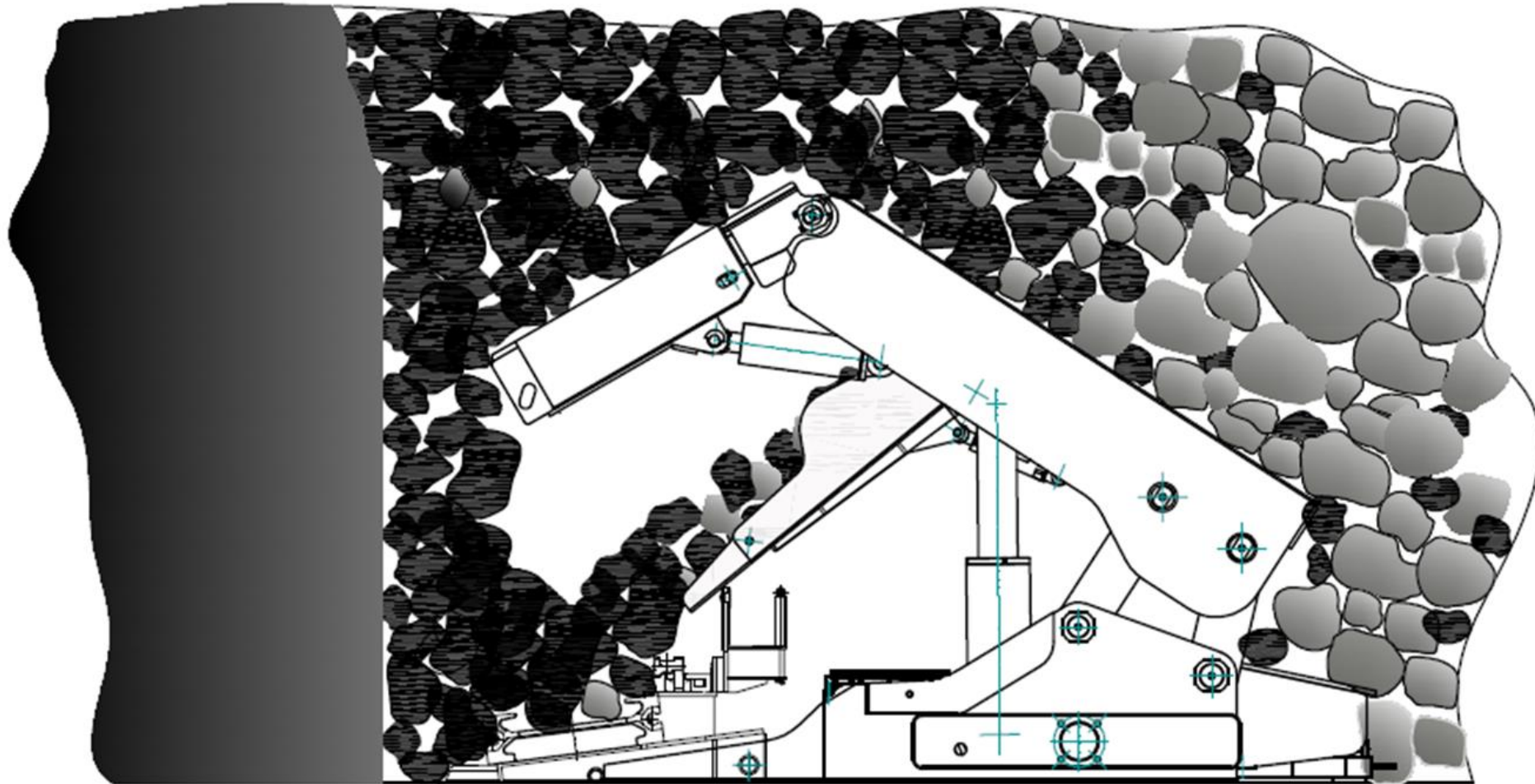
- Zatykanie się okna spustowego urobkiem (wskutek naturalnego zsypu lub występowania dużych brył węgla (np. ksylitów).
- Mniejsza niż w innych systemach podbierkowych efektywność odzysku węgla z górnej podbieranej warstwy.
- Ograniczone względami konstrukcyjnymi wymiary okna spustowego w osłonie odzawałowej.
- Praktycznie niemożliwe jednoczesne urabianie ściany kombajnem i wypuszczanie węgla.

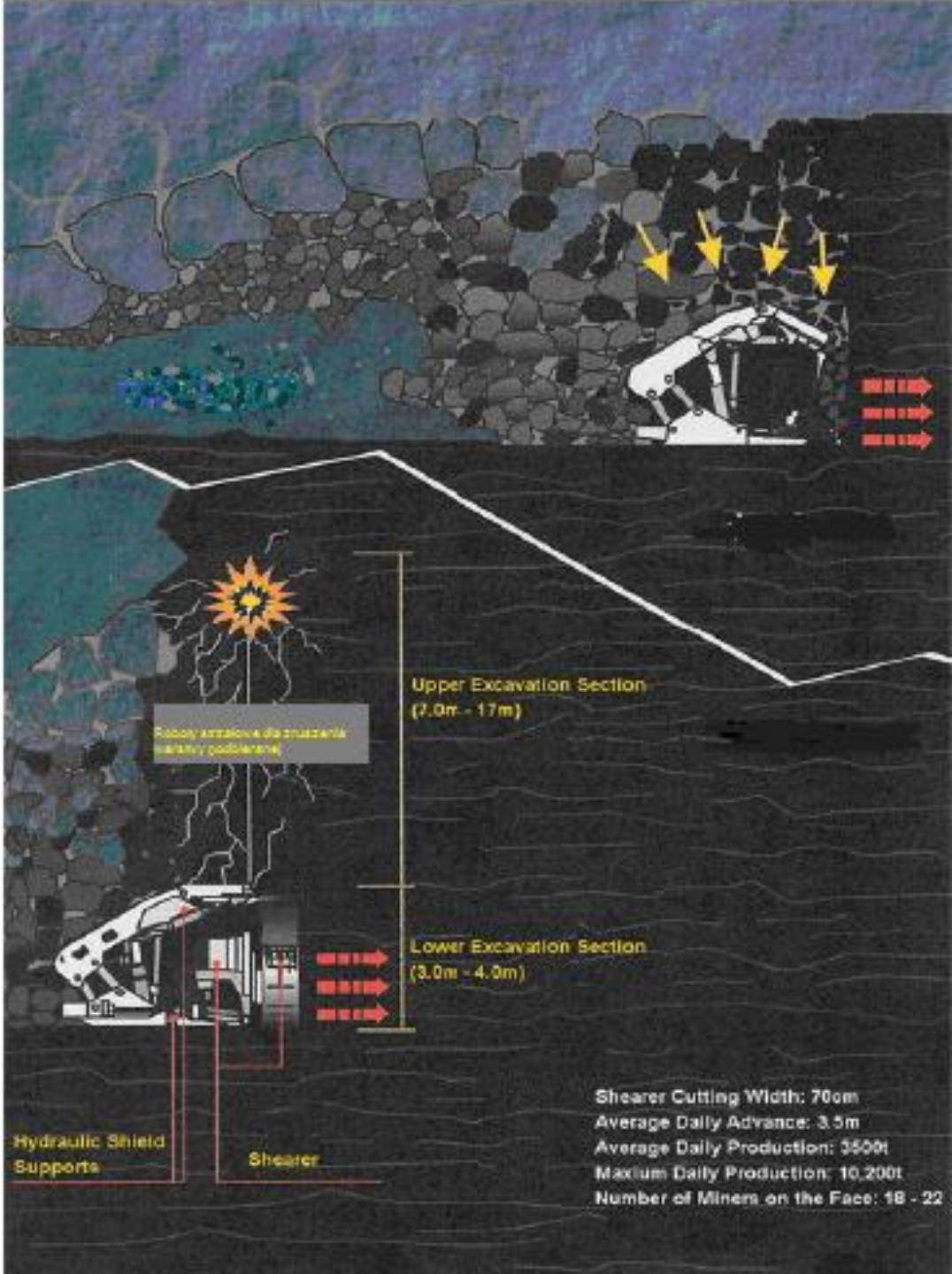
**System współcześnie stosowany jest w kopalniach Słowacji i do niedawna w Turcji. Próbowano zastosować ten system w Wietnamie. Brak informacji o aktualnym stosowaniu w innych krajach.**

System ścianowy z wypuszczaniem węgla łącznie przez opuszczenie stropnicy sekcji i przez okno spustowe osłonie odzawałowej



# System ścianowy z wypuszczaniem węgla łącznie przez opuszczenie stropnicy sekcji i przez okno spustowe osłonie odzawałowej





# Kopalnia Velenje (Słowenia)

## System ścianowy z wypuszczaniem węgla łącznie przez opuszczenie stropnicy sekcji i przez okno spustowe osłonie odzawałowej

### Zalety:

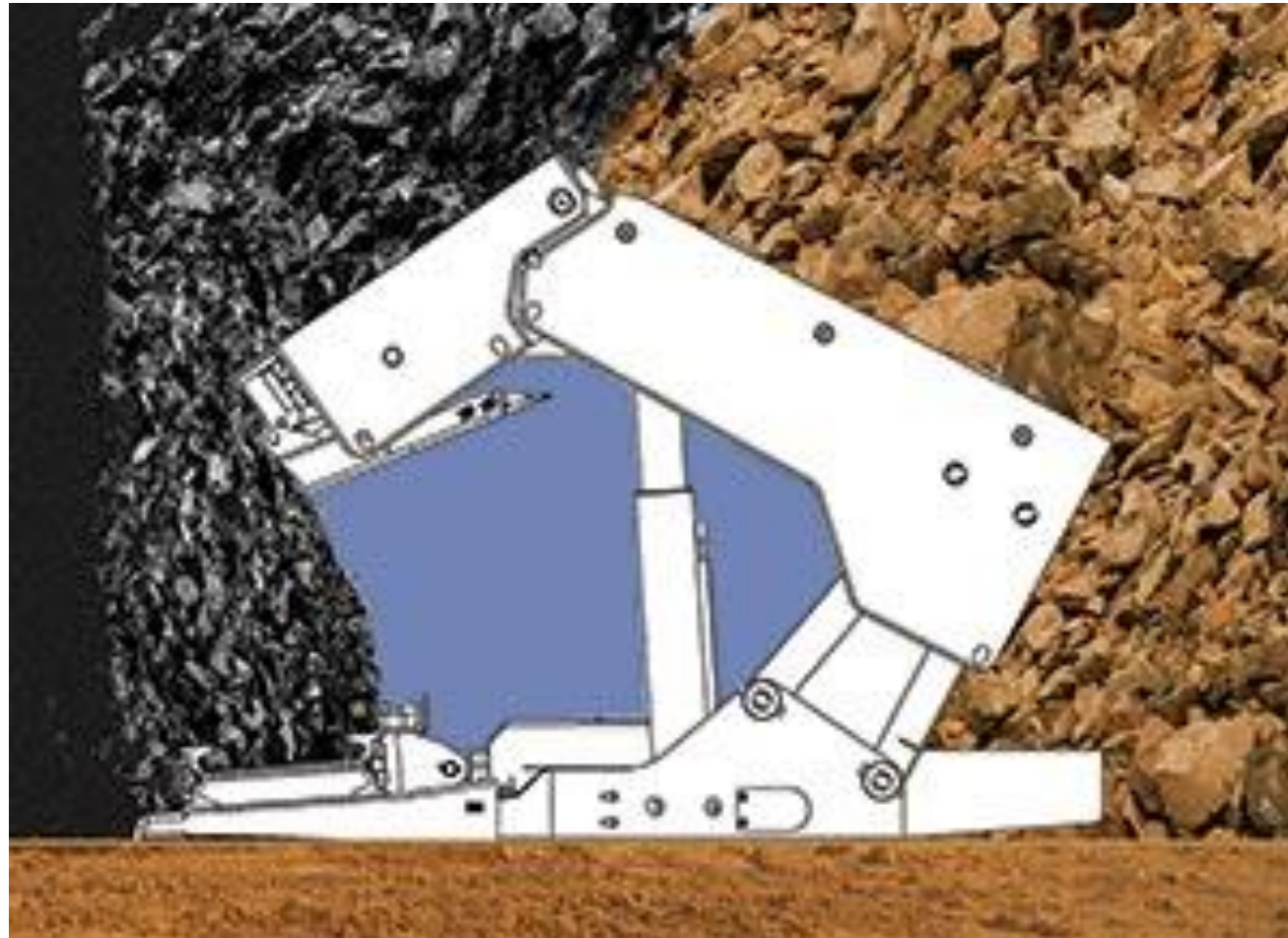
- Możliwość uzyskania bardzo wysokiego wydobycia dobowego z jednego przodka.
- Możliwość uzyskania wyższej relacji pomiędzy grubością warstwy wypuszczanej a urabianej kombajnem.
- Możliwość podejmowania wypuszczania węgla nawet po 4-5 cyklach urabiania kombajnem - osłabia to skutek rozdzielania w czasie urabiania i wypuszczania.
- Istnieje możliwość zmniejszenia nacisku jednostkowego na spąg.

### Wady:

- Wymaga dużej dyscypliny technologicznej i dobrej organizacji pracy;
- Bardzo ograniczona możliwość wypuszczania z jednoczesnym urabianiem kombajnem
- Zatykanie się okna spustowego urobkiem (wskutek naturalnego zsypu lub występowania dużych brył węgla (np. ksyliłów).
- .

**Najbardziej stosowany kompleksowo zmechanizowany system ścianowy do eksploatacji podbierkowej – stosowany w przeszłości w kopalni Velenje (Słowenia), a następnie w Serbii i Bośni oraz w tureckiej kopalni Soma.**

# System ścianowy z wypuszczaniem węgla przez opuszczenie stropownicy sekcji (Velenje - VMM)



# System ścianowy z wypuszczaniem węgla przez opuszczenie stropnicy sekcji (Velenje -VMM)

## Zalety:

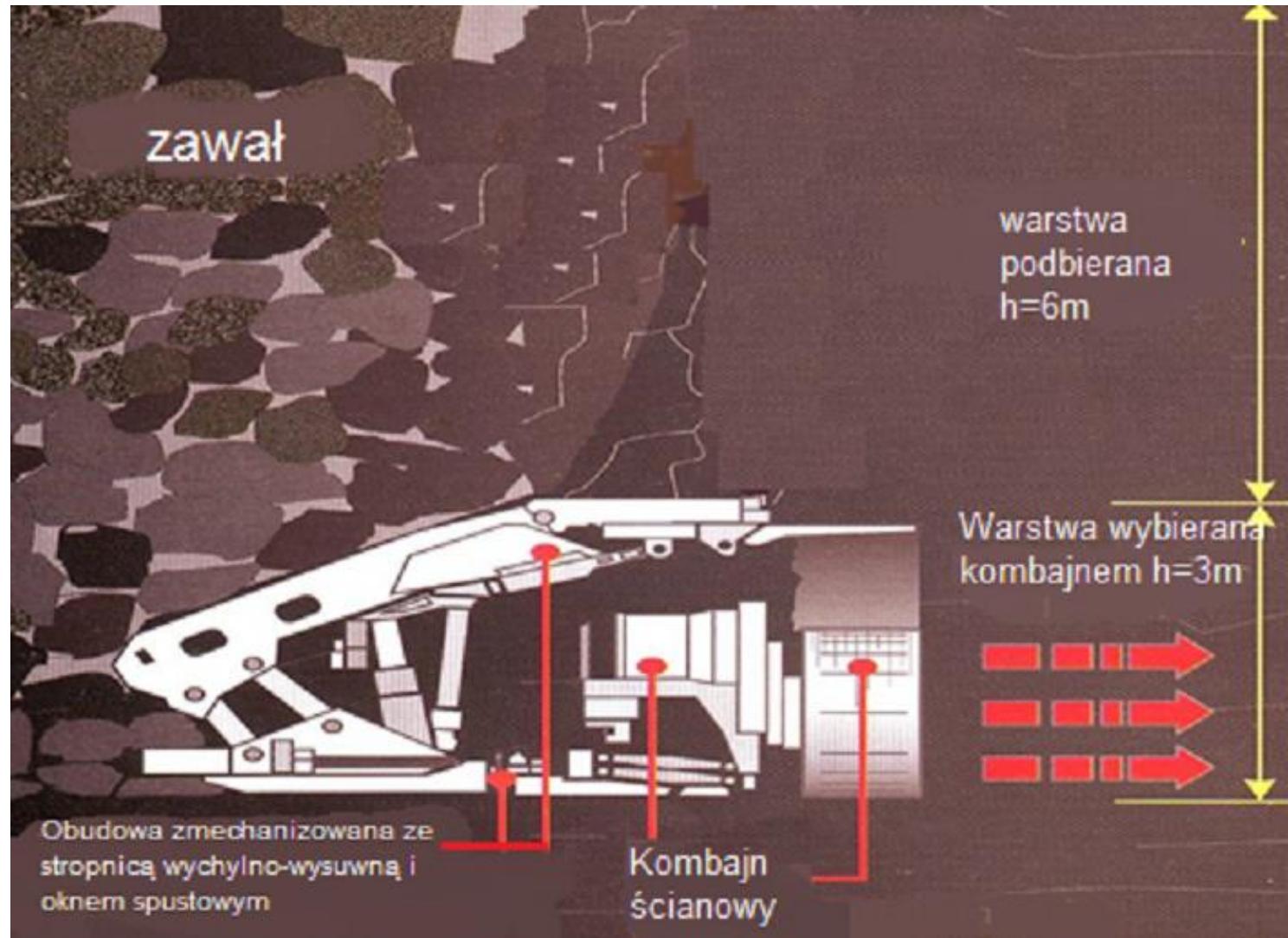
- Możliwość bezpiecznej eksploatacji podbierkowej za pomocą kompleksu bardzo zbliżonego do klasycznej ściany zmechanizowanej (zawałowej)
- Możliwość uzyskania bardzo wysokiego wydobywania dobowego z jednego przodka (rekord 17 000 Mg/d);
- Możliwość uzyskania wyższej relacji pomiędzy grubością warstwy wypuszczanej a urabianej kombajnem
- Wyeliminowanie kleszczenia się wypuszczanego węgla w czasie wypuszczania.
- Istnieje możliwość zmniejszenia nacisku jednostkowego na spąg.

## Wady:

- Wymaga dużej dyscypliny technologicznej i dobrej organizacji pracy;
- Bardzo ograniczona możliwość wypuszczania z jednoczesnym urabianiem kombajnem.

**System stosowany w słoweńskiej kopalni węgla brunatnego Velenje. Znanne są także próby stosowania w Turcji (kop. Soma) i Bośni (Mramor- Kreka).**

# węgla łącznie przez opuszczenie stropnicy sekcji i przez okno spustowe osłonie odzawałowej





# System ścianowy z tylnym przenośnikiem ułożonym na spągnicy sekcji i wypuszczaniem węgla przez okno w osłonie odzawałowej

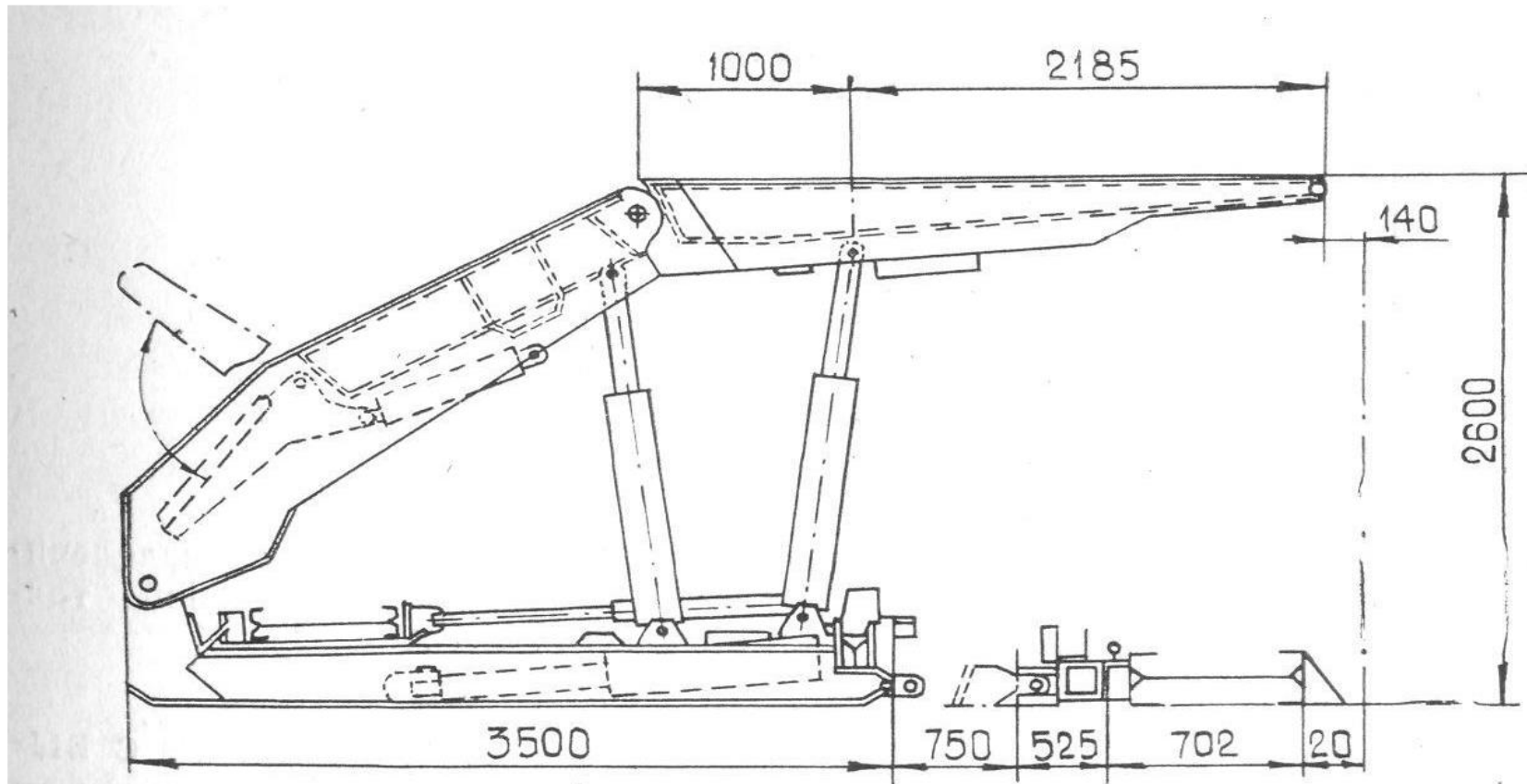


Рис. 7. Секция механизированной крепи Маррель Идро FB -21-30S

## System ścianowy z tylnym przenośnikiem ułożonym na spągnicy sekcji i wypuszczaniem węgla przez okno w osłonie odzawałowej

### Zalety:

- Możliwość podbierkowej eksploatacji grubego pokładu lub warstwy węgla,
- Możliwość uzyskania niskiego nacisku jednostkowego na spąg.

### Wady:

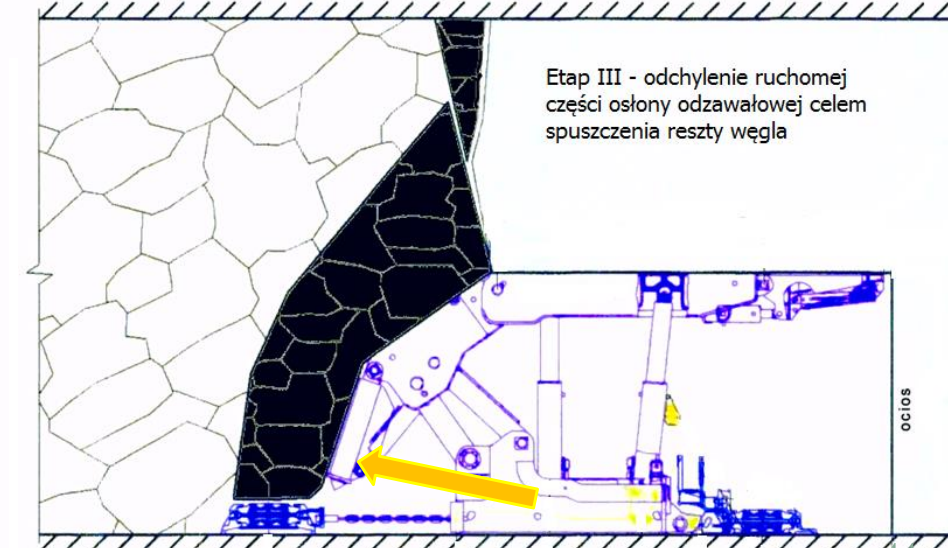
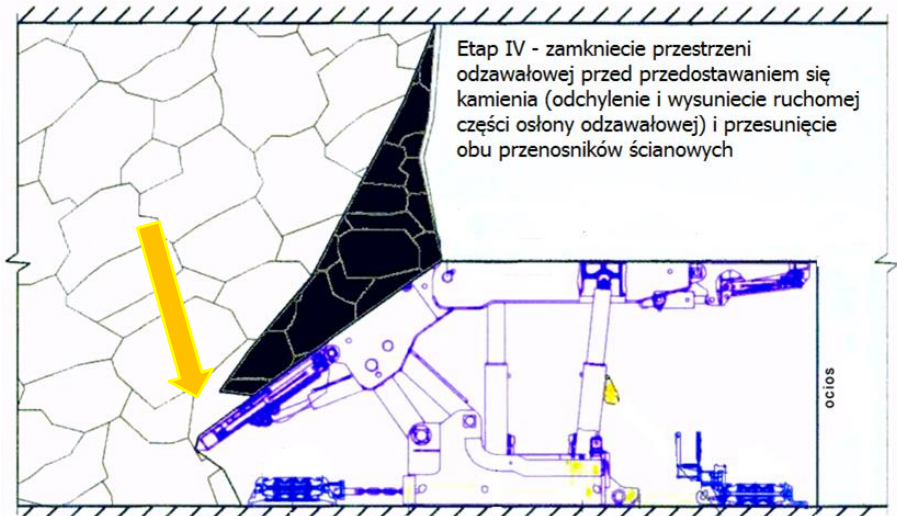
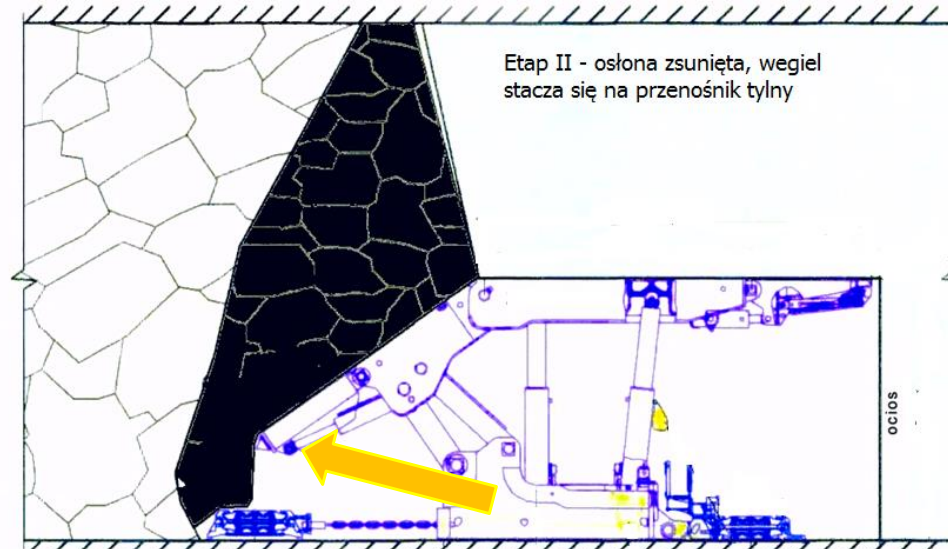
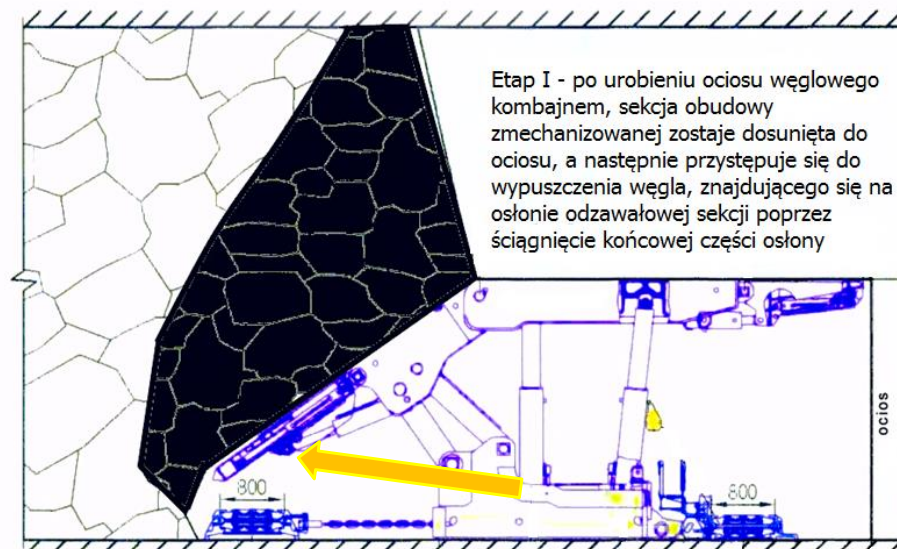
- Bardzo ograniczona przestrzeń dla obsługi i konserwacji tylnego podbierkowego przenośnika zgrzebłowego.
- Utrudniony dostęp do usuwania ewentualnych zatorów w oknie spustowym
- Relatywnie duże gabaryty transportowe obudowy zmechanizowanej i masa.
- Skomplikowany wysyp urobku ze ściany i obudowa skrzyżowania z chodnikiem.
- Konieczność prowadzenia zwrotni i napędu wysypowego przenośnika tylnego podbierkowego w chodnikach przyścianowych

**Współcześnie rozwiązania takie nie są już prawdopodobnie stosowane.**

# System ścianowy z tylnym przenośnikiem wleczonym za sekcjami po spągu i wypuszczaniem węgla przez uchylene i/lub zsuniecie osłony odzawałowej



# Cykl pracy dwuprzenośnikowej ściany zmechanizowanej



# Zalety i ograniczenia eksploatacji grubego pokładu węgla na jedną warstwę

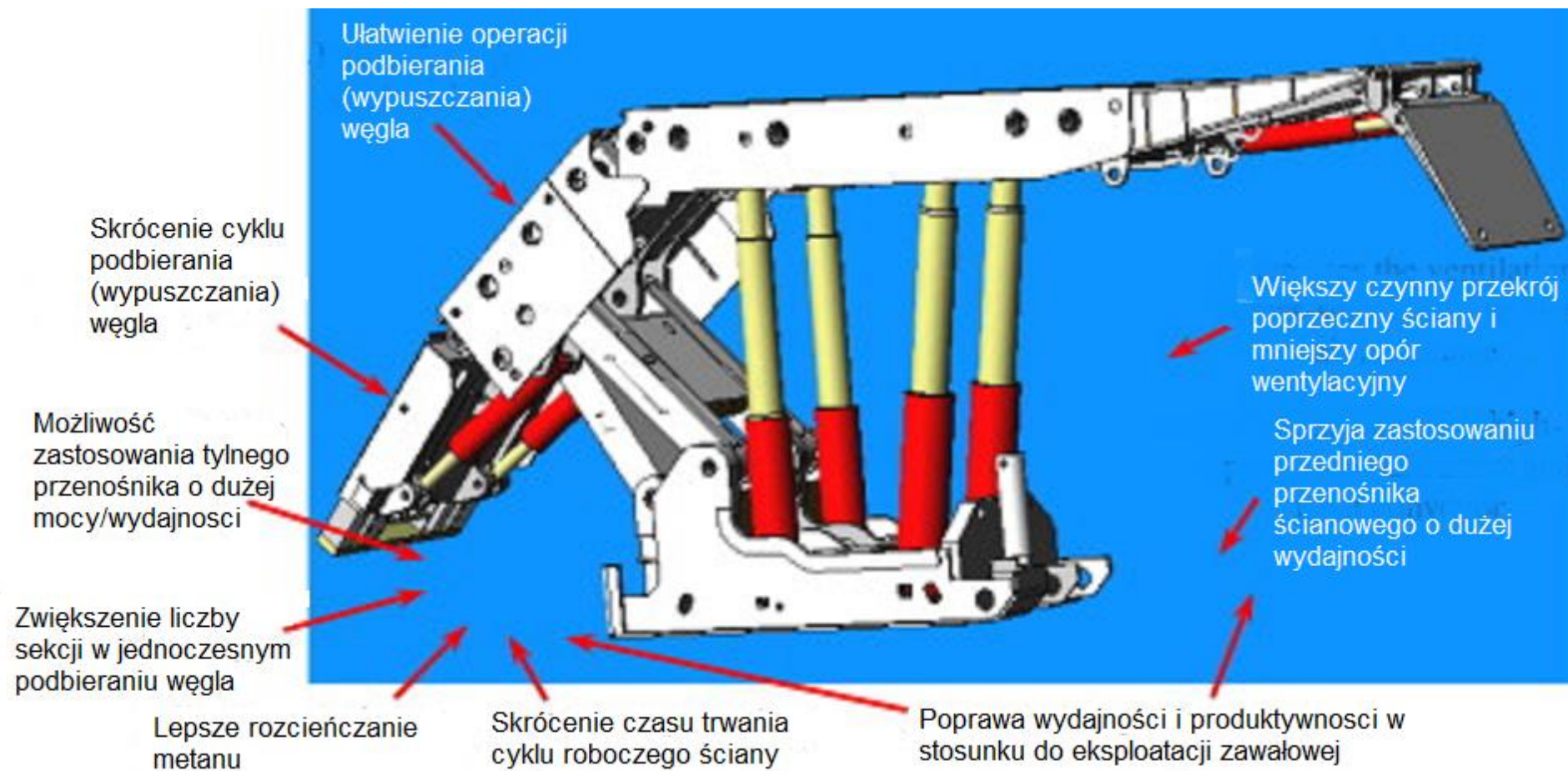
## Zalety:

- Możliwość uzyskania bardzo wysokiego wydobycia dobowego z jednego przodka (nawet do 50 000Mg/d).
- Duże bryły węgla nie powodują wstrzymania procesu wypuszczania urobku.
- Możliwość uzyskania wystarczającej przestrzeni od obsługi i konserwacji tylnego podbierkowego przenośnika zgrzeblowego

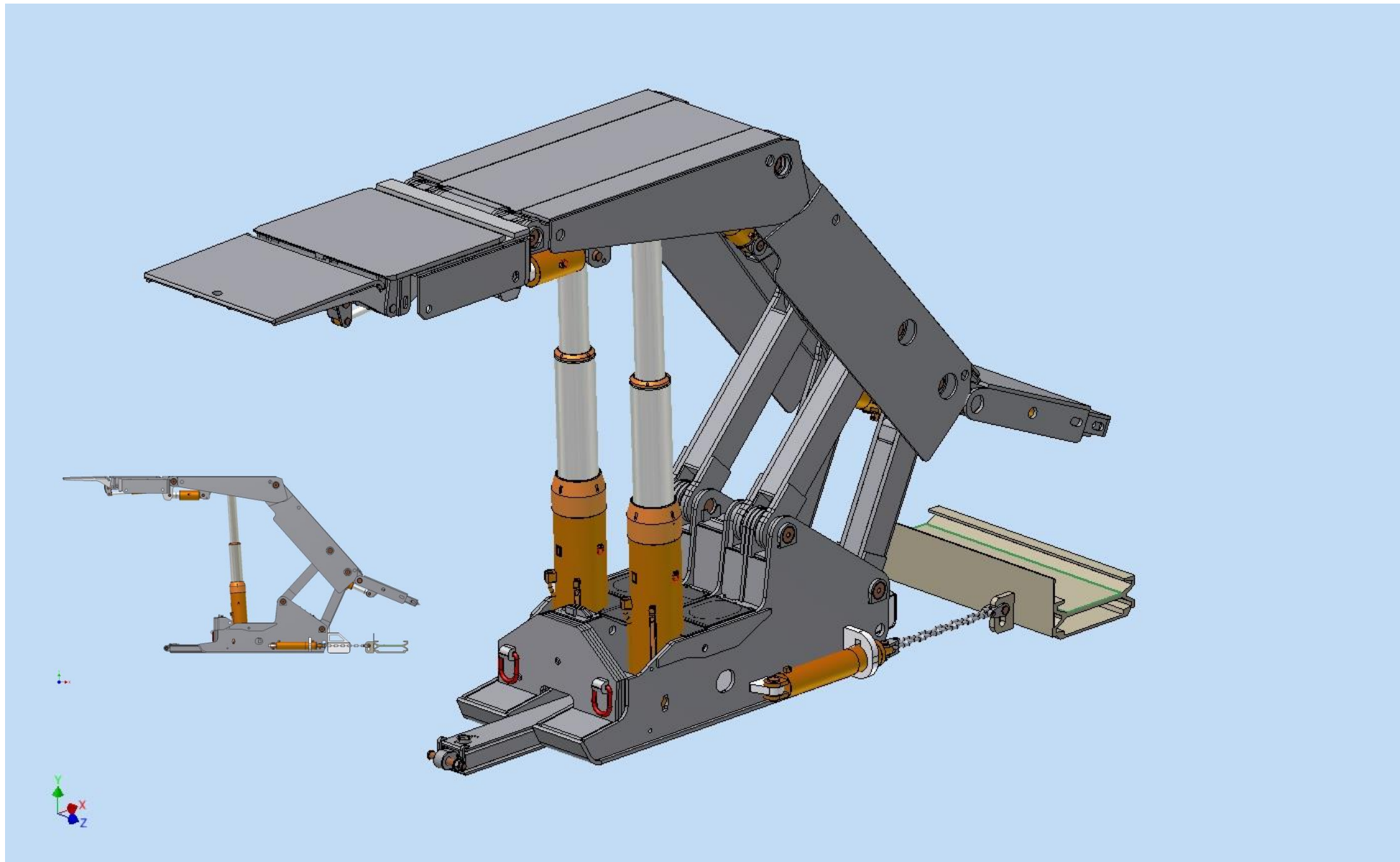
## Wady:

- Duża złożoność systemu (między innymi 3 lub 4 typy obudów w ścianie i dwa przenośniki zgrzeblowe) wpływające na wysoką cenę.
- Wymaga doświadczonej załogi górniczej.
- Skomplikowany wysyp urobku ze ściany i obudowa skrzyżowania z chodnikiem.
- Relatywnie mała powierzchnia spagownicy sekcji przy dużej powierzchni stropnicy. – wymagany nośny spąg.

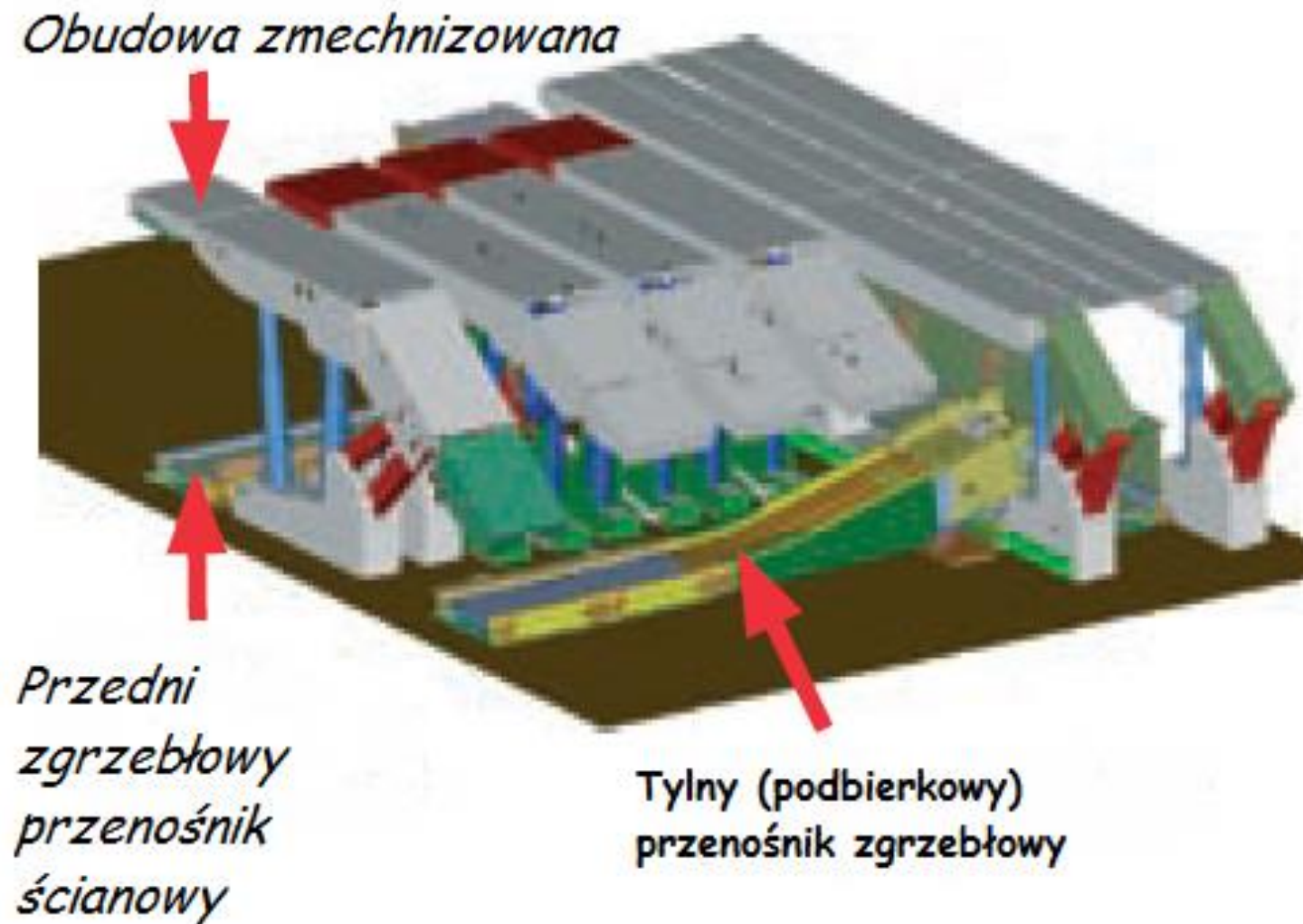
**Dwuprzenośnikowe ścianowe systemy podbierkowe z tylnym przenośnikiem (podbierkowym) włączonym po spągu są najbardziej wydajnymi systemami do ścianowej eksploatacji podbierkowej węgla kamiennego. Brak jest również pozytywnych doświadczeń z kopalń węgla brunatnego.).**



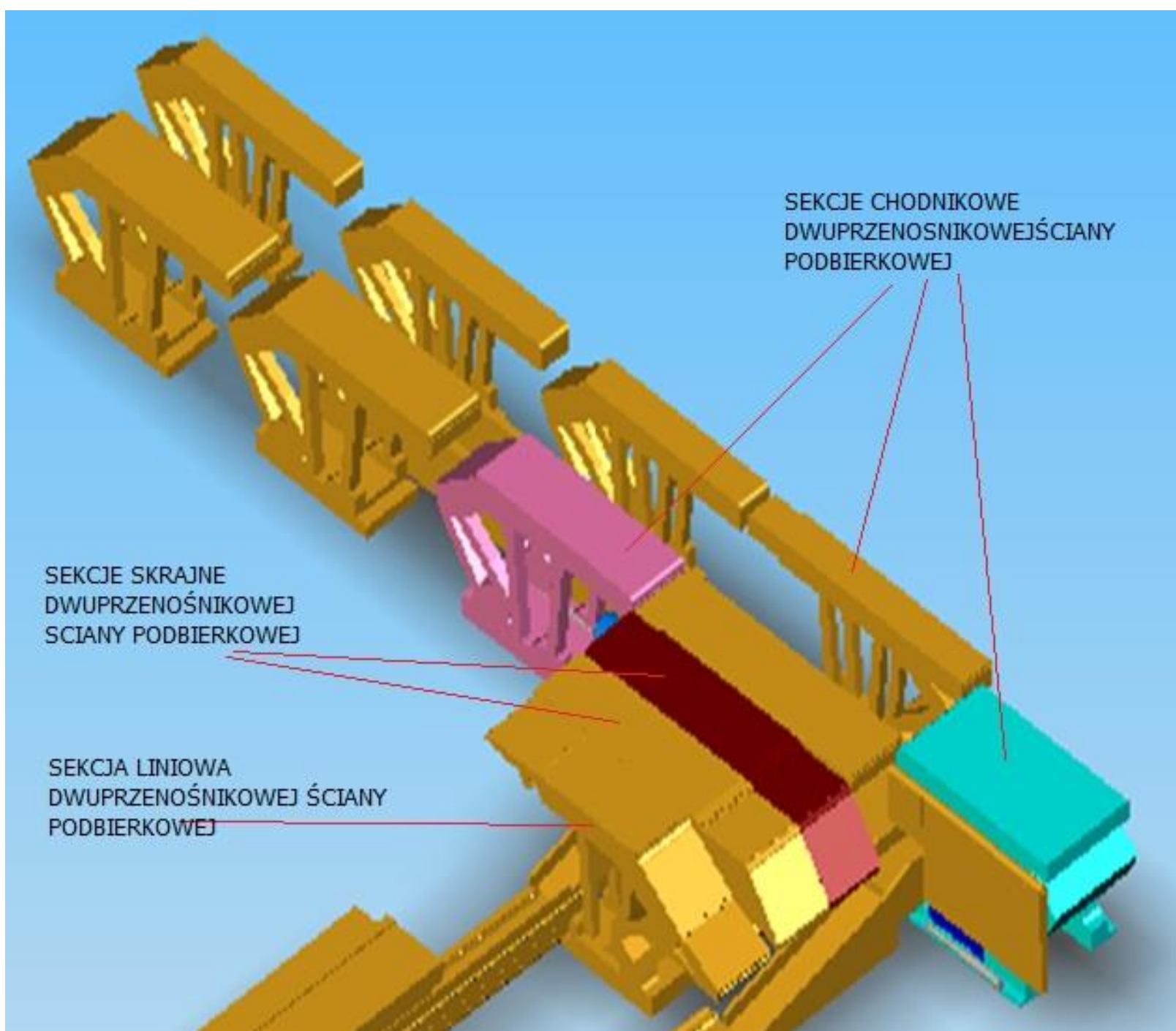
# Obudowa zmechanizowana FAZOS 37/46 POz-P do dwuprzenośnikowej ściany podbierkowej



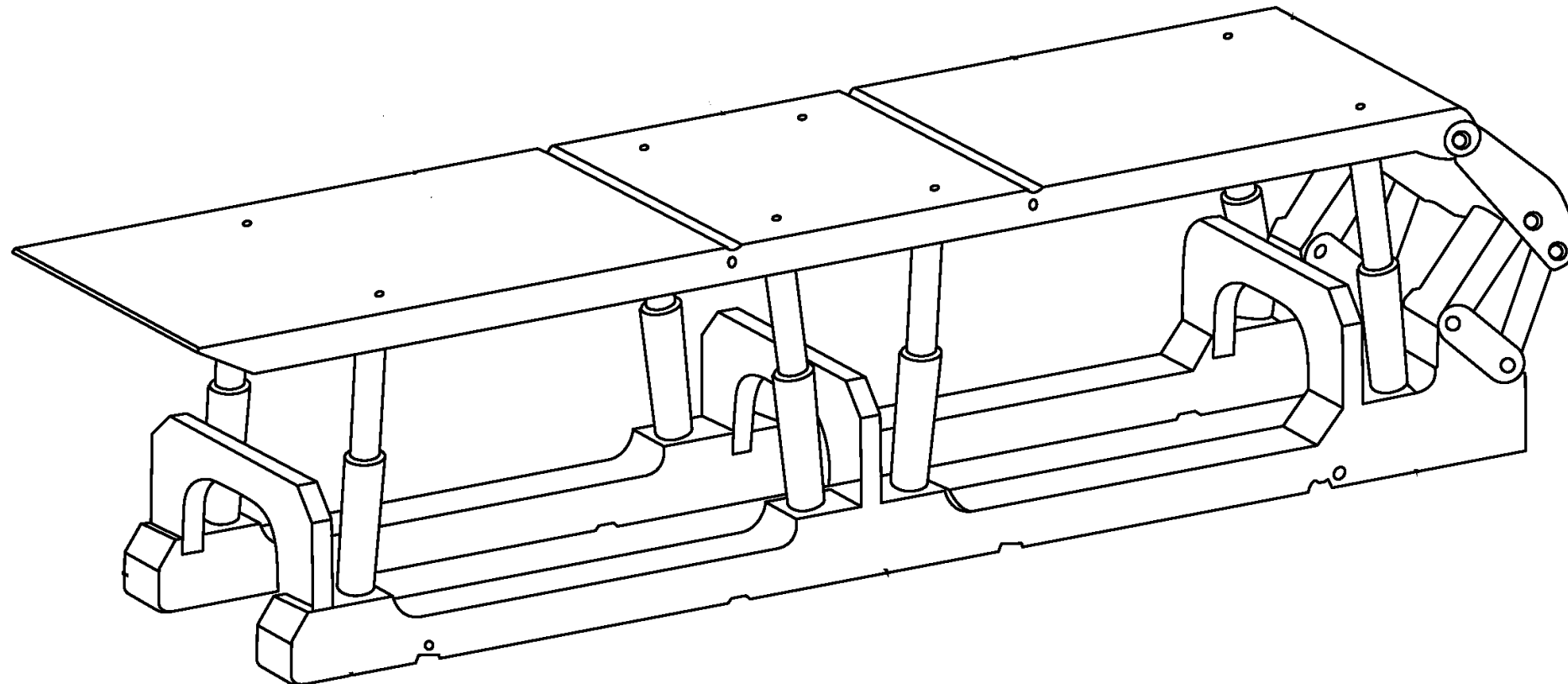
Duża złożoność systemu (między innymi 3 lub 4 typy obudów w ścianie i dwa przenośniki zgrzebłowe) wpływające na wysoką cenę.

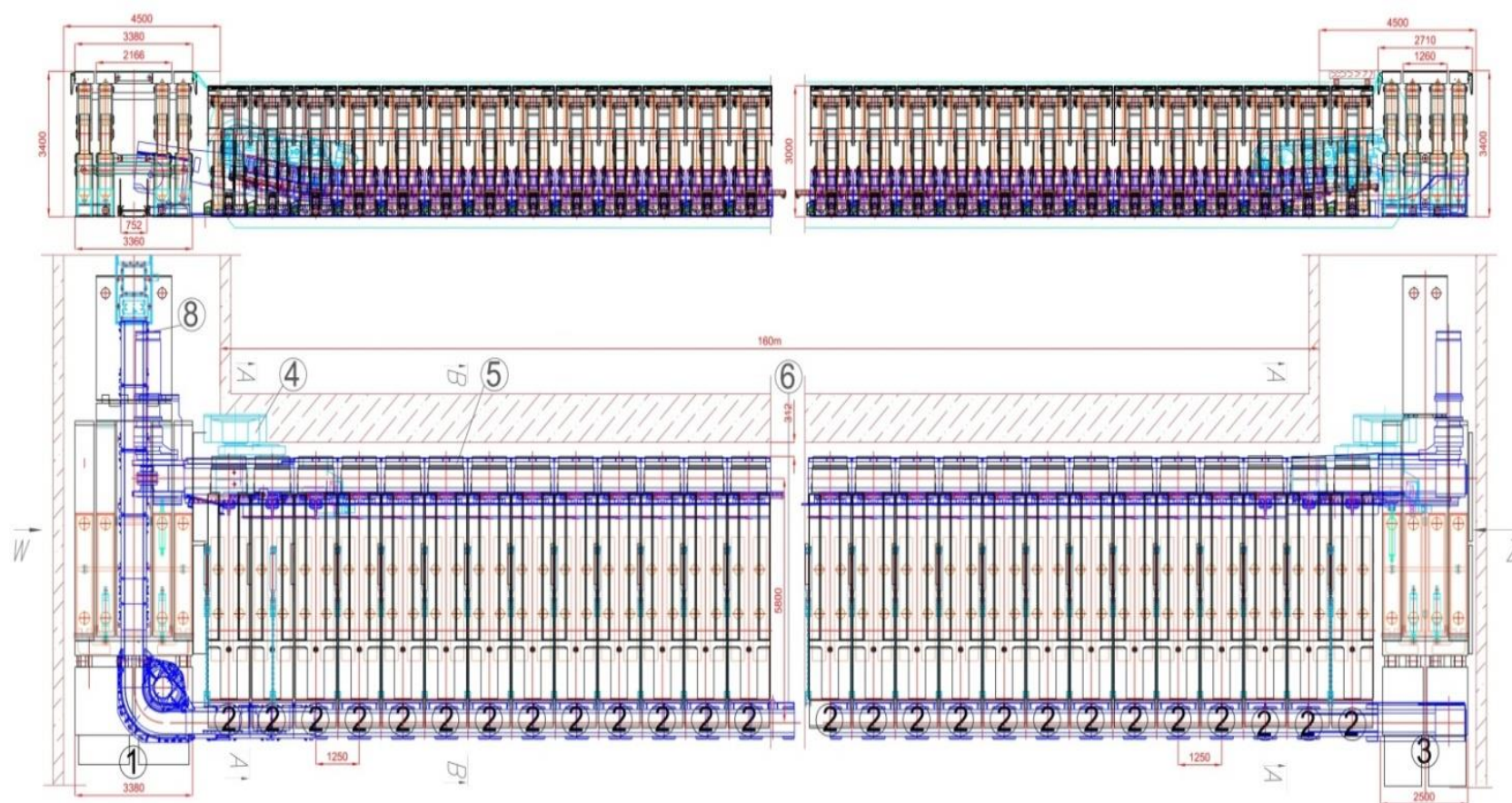






# Przykład obudowy chodnikowej do dwuprzenośnikowej ściany podbierkowej.





W ostatnich latach FAMUR dostarczył do tureckiej kopalni Imbat 5 kompleksów podbierkowych z tylnym przenośnikiem kątowym

Ścianowe kompleksy podbierkowe (LTCC) w wersji jednoprzenośnikowej stosowane są współcześnie w Wietnamie, Turcji, Bośni, Serbii, Słowenii i Słowacji przede wszystkim do eksploatacji węgla brunatnych (lignitów i twardych węgla typu *subbituminous*).

Nie są znane współczesne zastosowania tych systemów do eksploatacji węgla kamiennego.

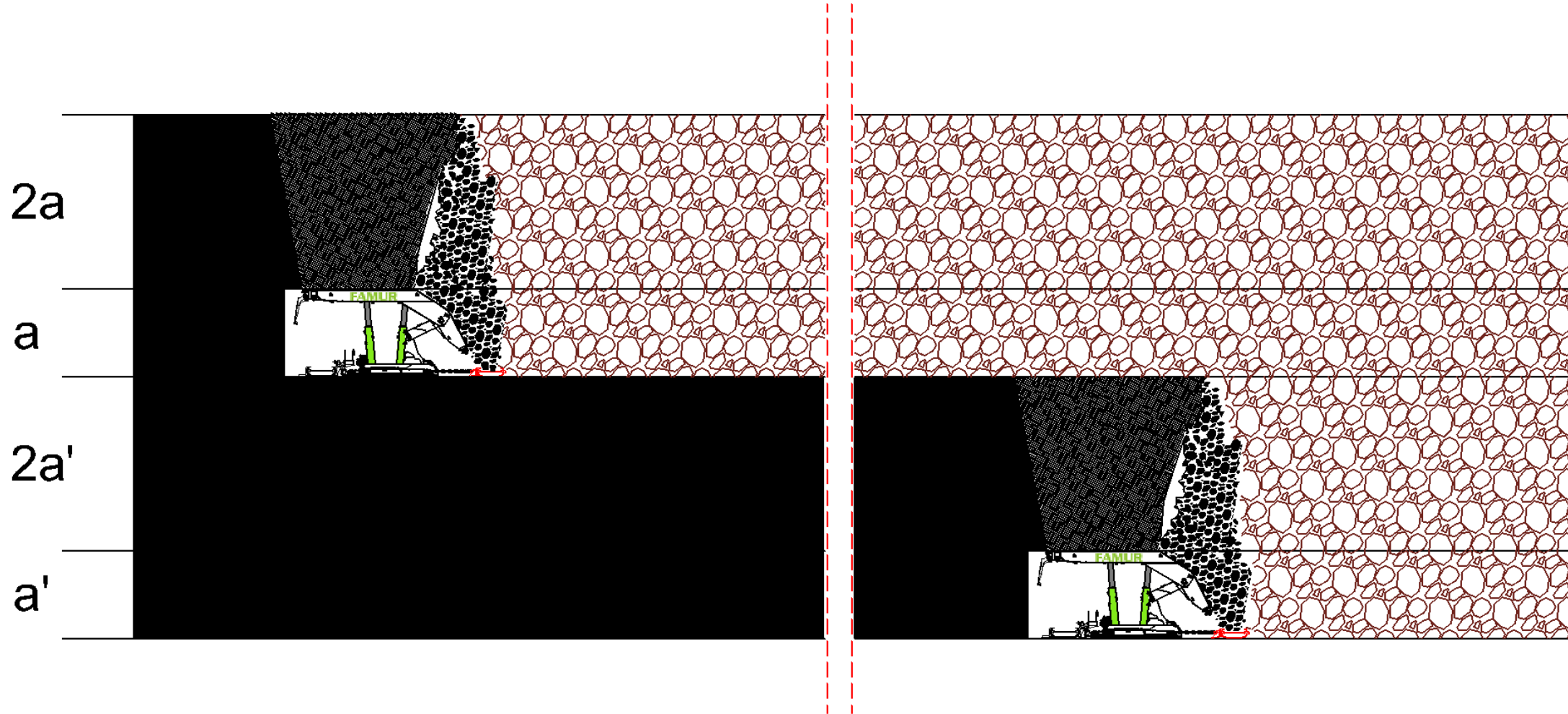
Dwuprzenośnikowe systemy LTCC (zwłaszcza z przenośnikiem tylnym wleczonym po spągu) są stosowane dość powszechnie w chińskim górnictwie węgla kamiennego (w 2009 ok 90mln Mg) i w Australii (Austar, North Goonyella), Turcji, Rosji i Bangladeszu.

# Systemy warstwowo-podbierkowe

- Wskaźnik wykorzystania złoża w eksploatacji ścianami podbierkowymi (LTCC) może osiągnąć, wg źródeł chińskich, 85-90% (przy eksploatacji na warstwy podbierkowe może przekroczyć w kolejnych warstwach 100%).
- Za optymalną uznaje się relację pomiędzy grubością warstwy podbieranej do wybieranej ścianą (kombajnem) 2:1 (choć niektóre źródła wskazują na możliwość eksploatacji podbierkowej w relacji nawet 5:1)

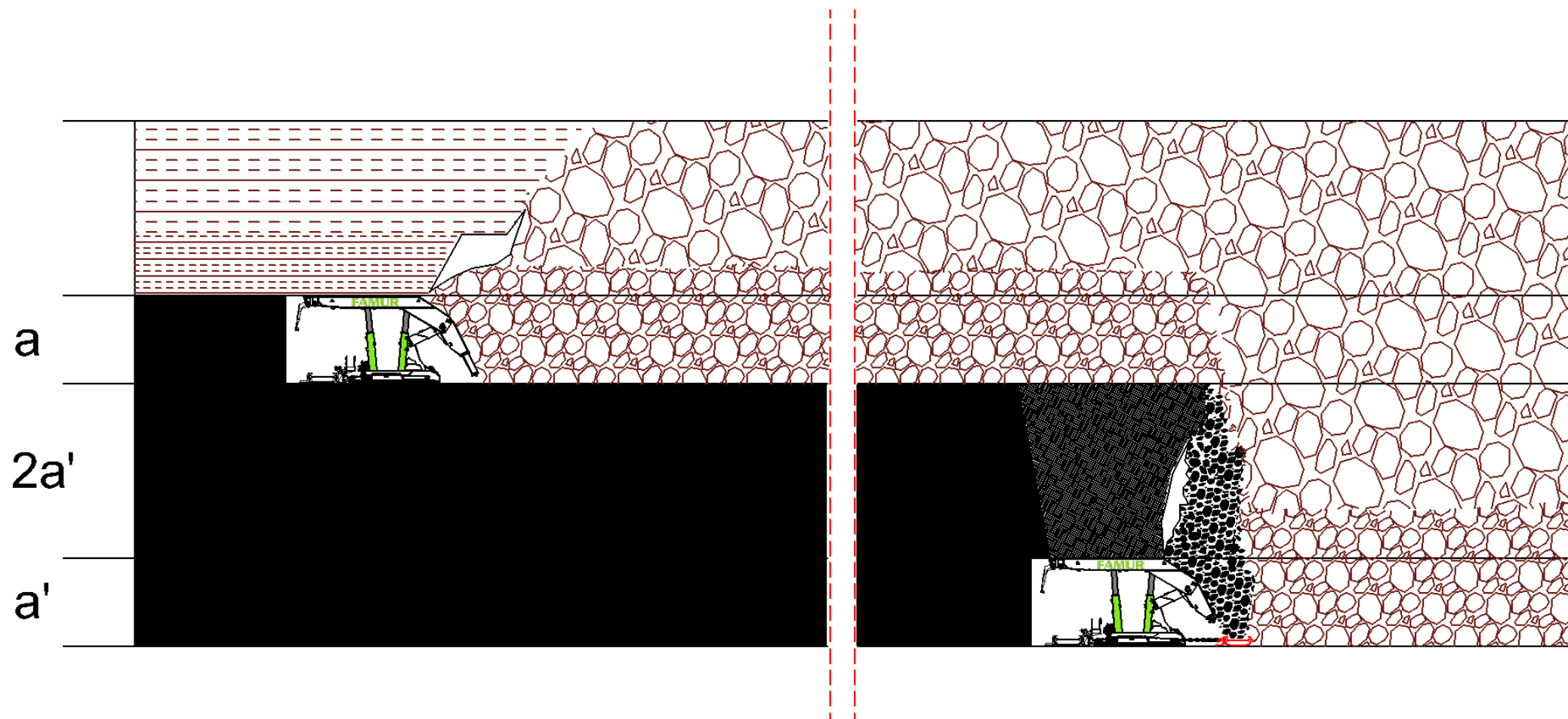
# „Klasyczne” rozwiązanie – ściany podbierkowa w kolejnych warstwach

a - ściana podbierkowa; a' - ściana podbierkowa



# Eksploatacja pierwszej warstwy pokładu na zawał z wymuszaniem zawału stropu

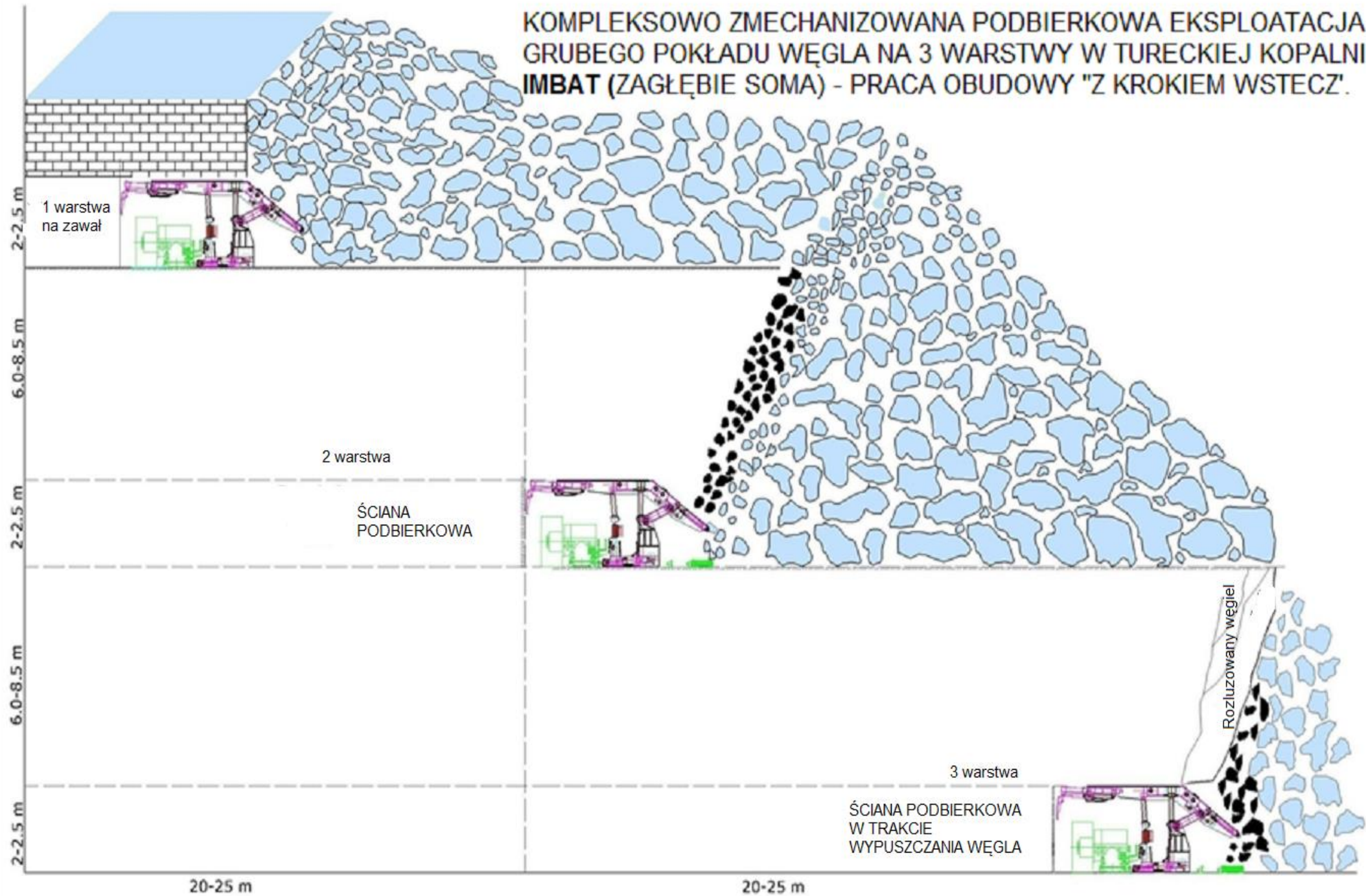
a - ściana zawałowa; a' - ściana podbierkowa





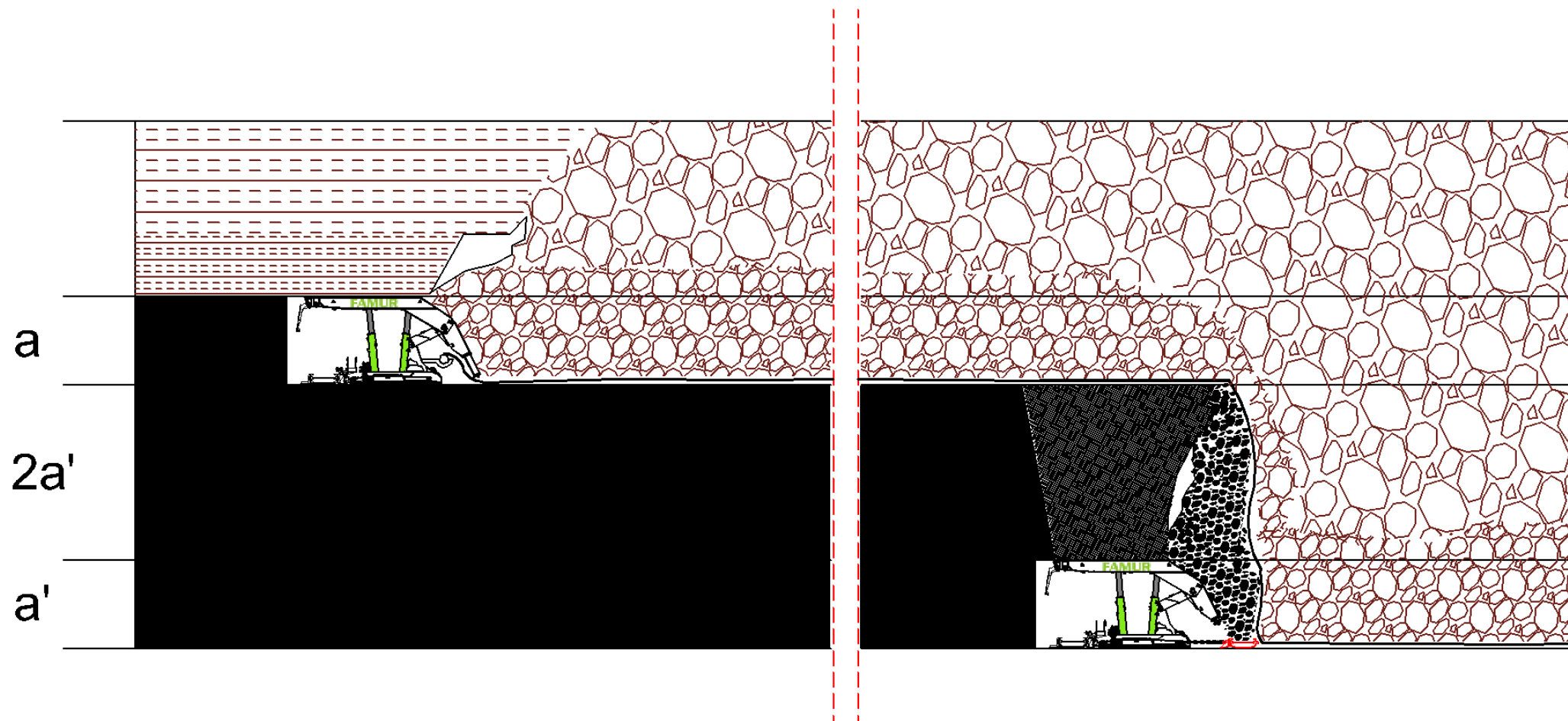


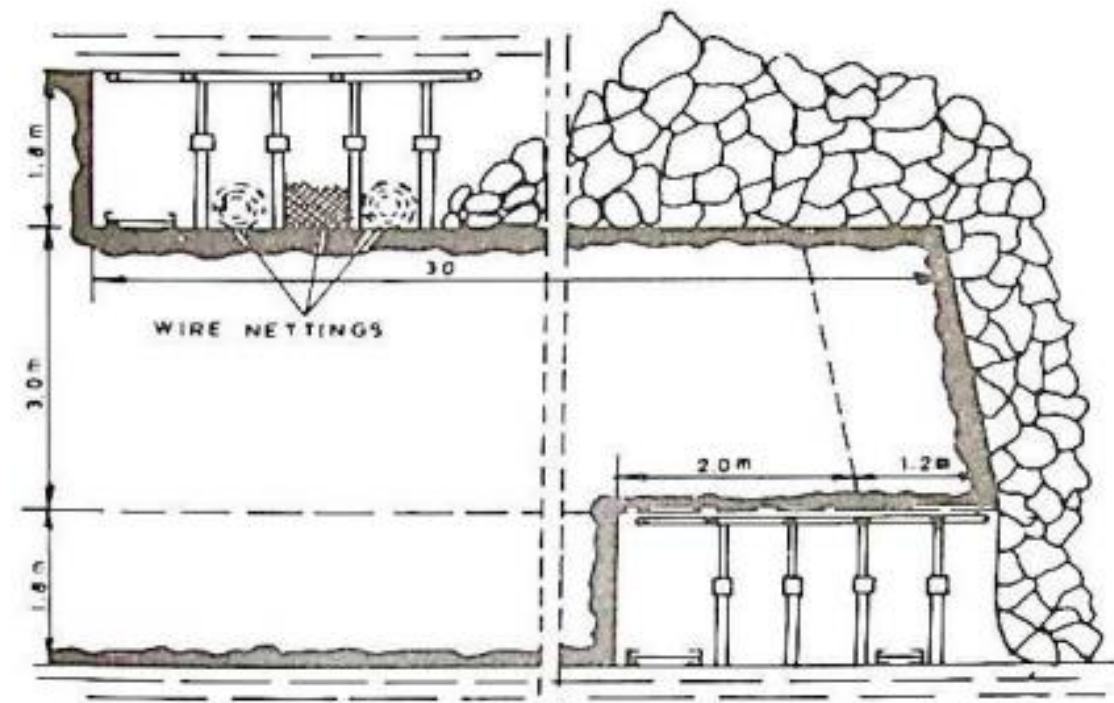
KOMPLEKSOWO ZMECHANIZOWANA PODBIERKOWA EKSPLOATACJA GRUBEGO POKŁADU WĘGLA NA 3 WARSTWY W TURECKIEJ KOPALNI IMBAT (ZAGŁĘBIE SOMA) - PRACA OBUDOWY "Z KROKIEM WSTECZ".



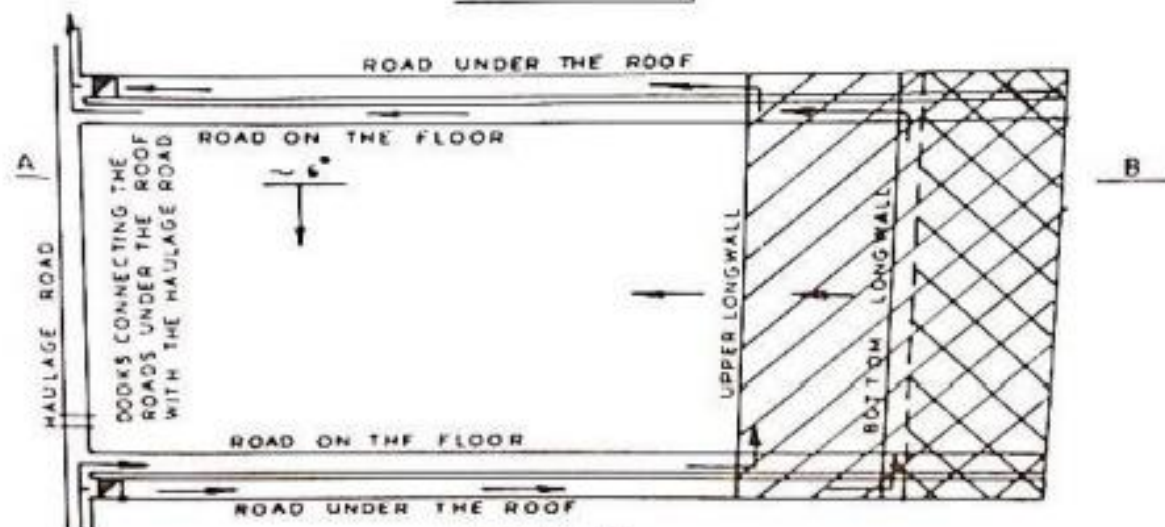
Eksploatacja warstwowo-podbierkowa ze ścianą zawałową w pierwszej warstwie i wykładaniem podłogi z rozwijanej siatki dla ograniczenia zanieczyszczenia urobku z warstwy wypuszczanej

a - ściana zawałowa z podłogą; a' - ściana podbierkowa





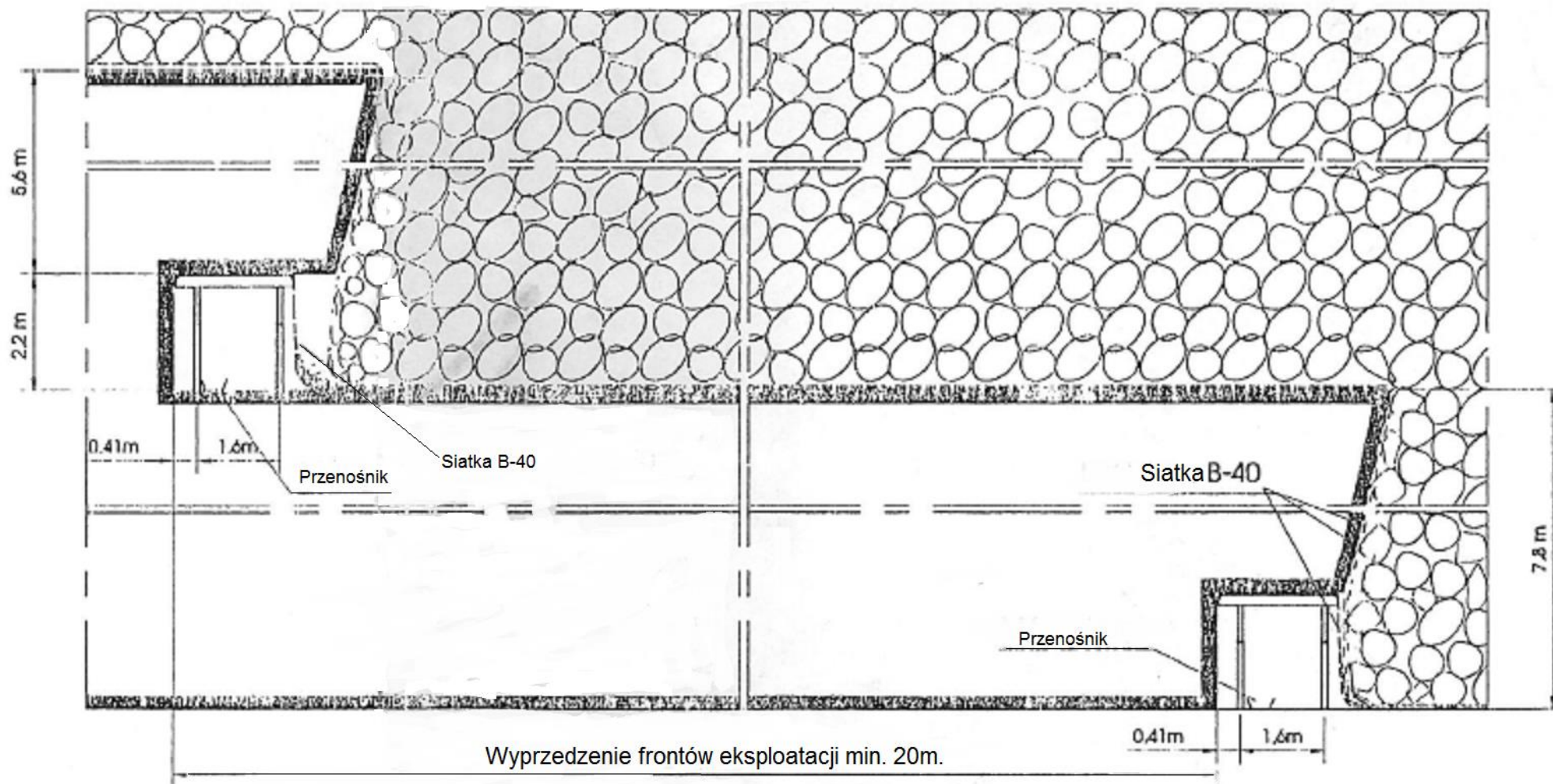
SECTION A-B



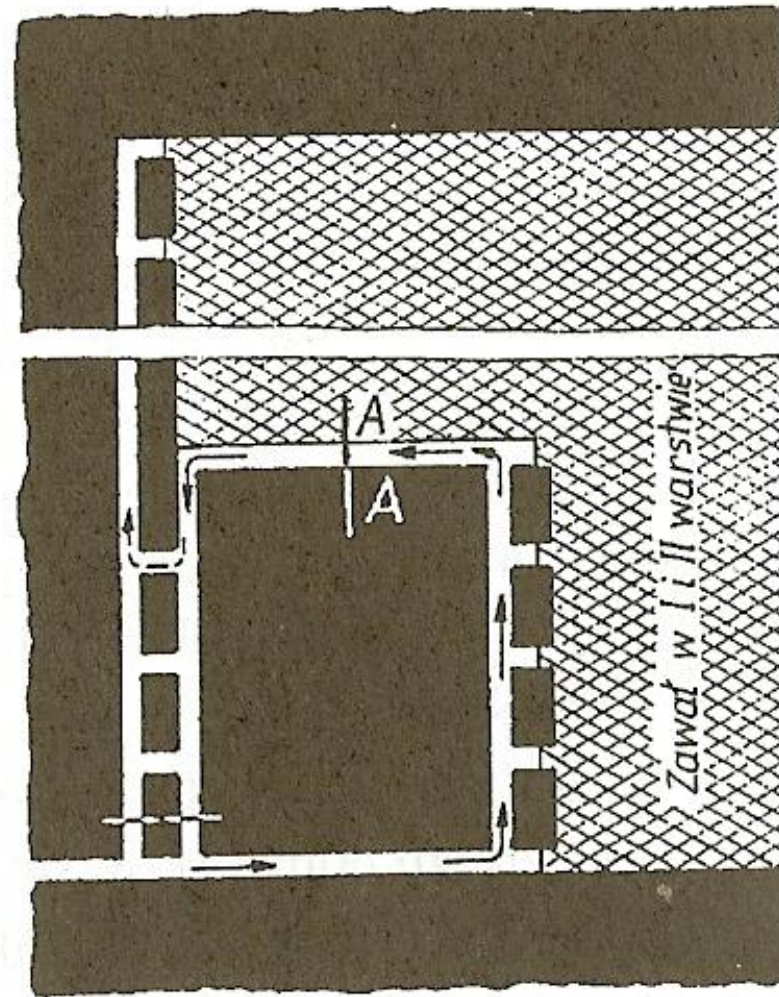
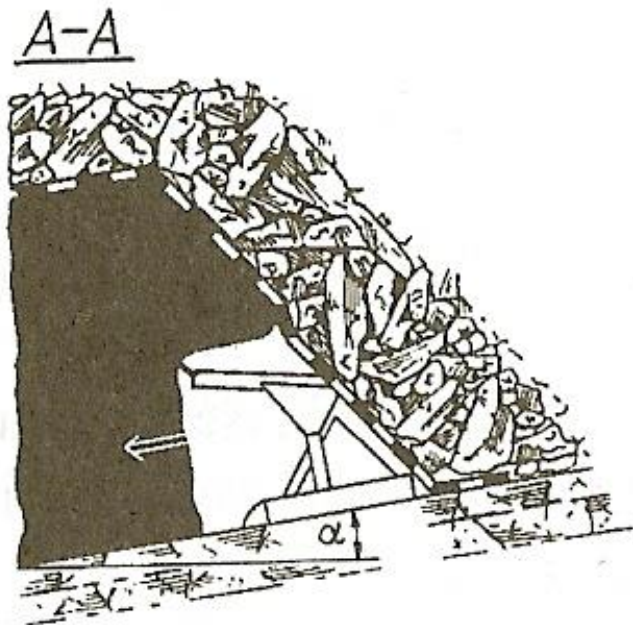
SITE PLAN

Konwencjonalna  
 ściana podbierkowa  
 w warstwowo-  
 podbierkowym  
 systemie  
 eksploatacji

# Konwencjonalny system warstwowo-podbierkowy z wykładaniem podłogi siatkowej w I-szej warstwie w wietnamskiej kopalni Mao-Khe

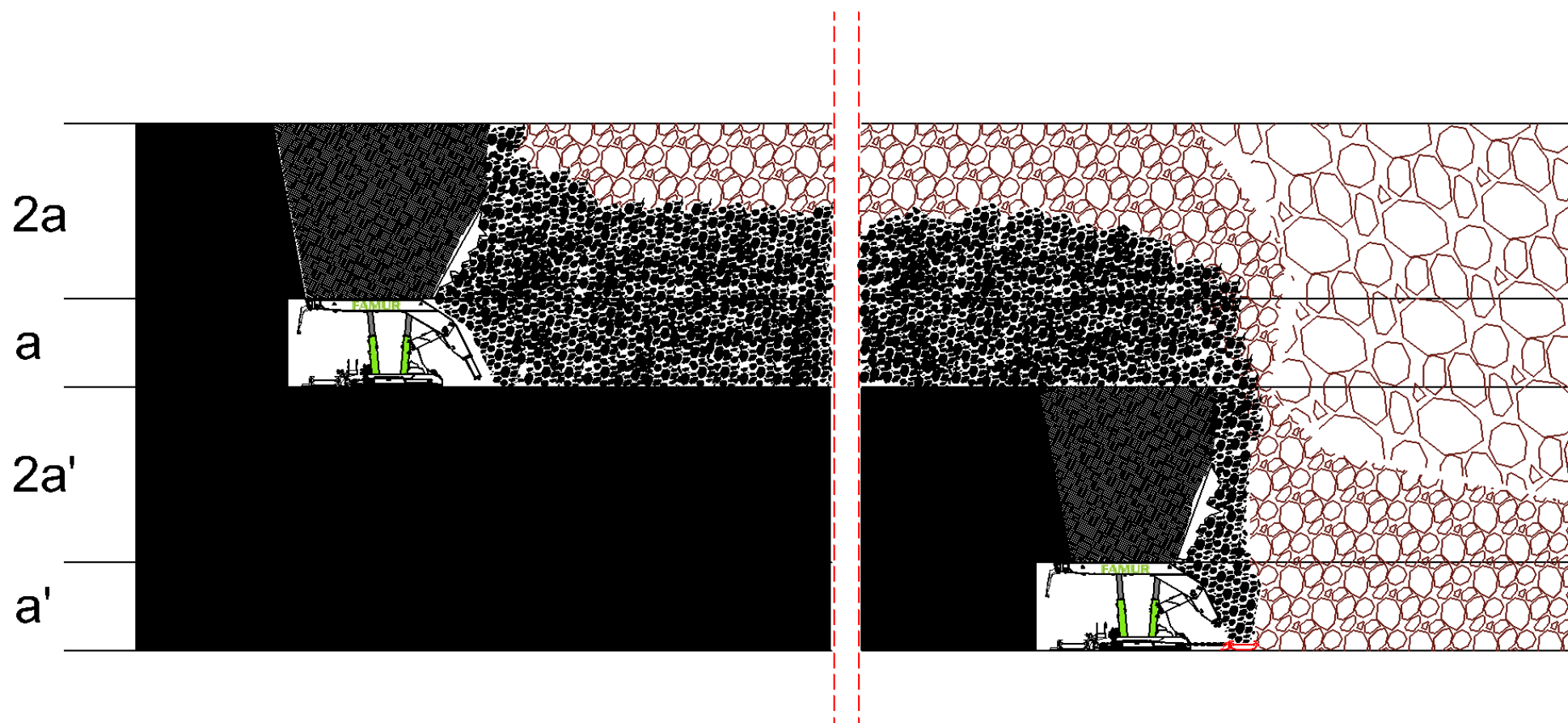


W Zagłębiu Kuźnieckim (KuzBas) we wschodniej Syberii zastosowano warstwowo -podbierkowy system eksploatacji typu KTU, który eliminował zanieczyszczanie urobku skalami ze stropu pokładu



Eksploatacja warstwami podbierkowymi z pozostawianie podebranego węgla w zawale pierwszej ściany i wypuszczaniem go w drugiej warstwie łącznie z węglem ze stropu drugiej warstwy

a - ściana zawałowa pod stropem węglowym; a' - ściana podbierkowa



Występowanie metanu jest istotnym problemem i zagrożeniem w przodkach podbierkowych wynika to kruszenia (rozdrabniania) dużej ilości węgla nad wyrobiskiem eksploatacyjnych przy mało intensywnym przewietrzaniu.

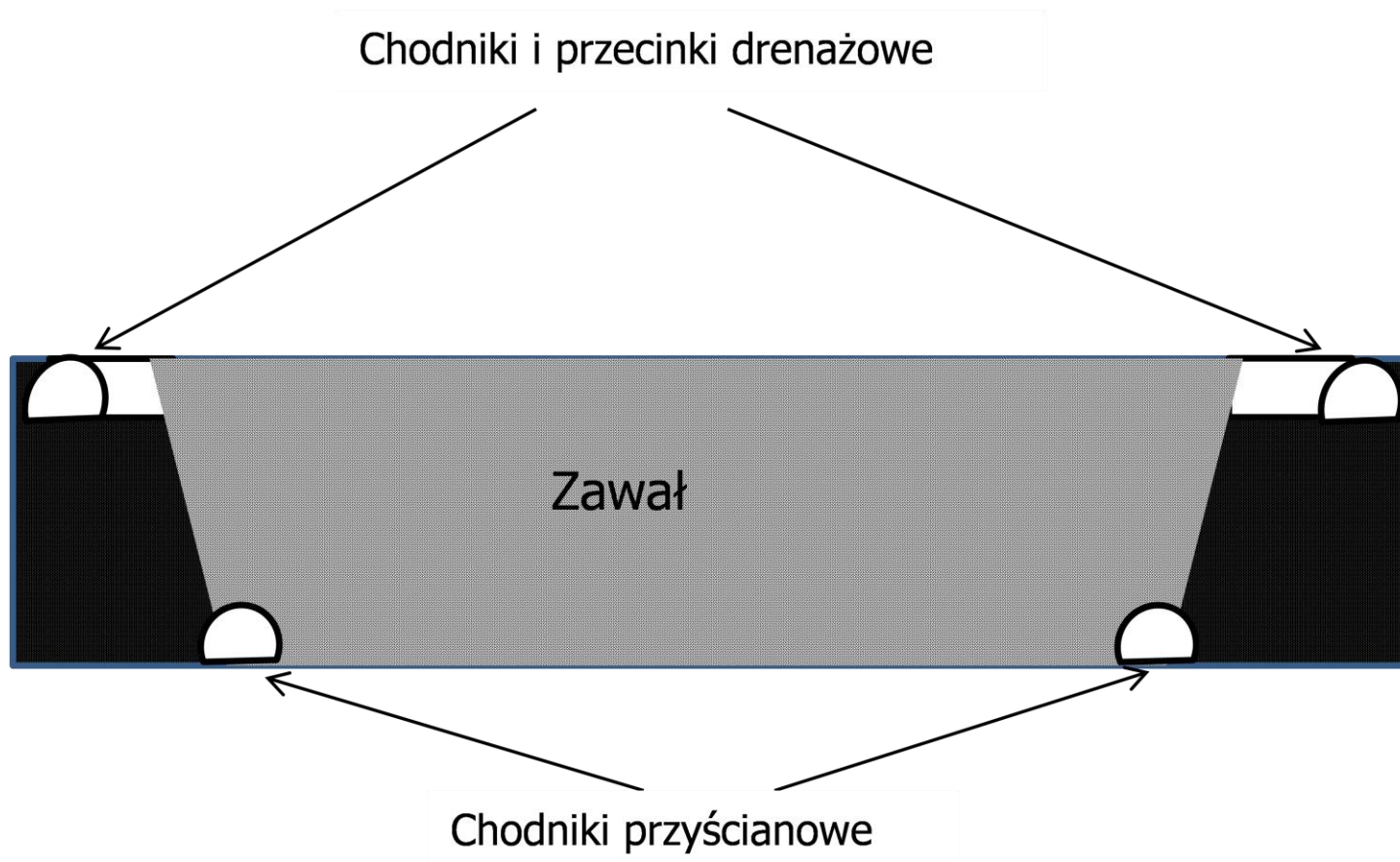
Skłonność węgla do samozapalenia i, czasami jednocześnie, wysoki poziom zagrożenia metanowego było przez długi czas najpoważniejszym ograniczeniem stosowania podbierkowych systemów wybierania węgla.

Próba ścianowej eksploatacji podbierkowej w kopalni Siersza zakończyła się niepowodzeniem wskutek pożaru endogenicznego.



W ostatnich latach badania  
podbierkowych ścianowych  
systemów eksploatacji grubych  
pokładów dotyczą możliwości  
rozszerzenia ich stosowania do  
pokładów metanowych i skłonnych  
do samozapalenia

# Sposób zwalczania zagrożenia metanowego w chińskiej kopalni Whanpo



# Dziękuję za uwagę!!!

Chętnie odpowiem na pytania.

Jacek Korski

[jkorski@famur.com.pl](mailto:jkorski@famur.com.pl)