

RZECZPOSPOLITA  
POLSKA



Urząd Patentowy  
Rzeczypospolitej Polskiej

(12) **OPIS PATENTOWY** (19) **PL** (11) **240406**

(13) **B1**

(21) Numer zgłoszenia: **413691**

(22) Data zgłoszenia: **28.08.2015**

(51) Int.Cl.

**E21C 35/24 (2006.01)**

**G05D 1/00 (2006.01)**

**G05B 19/048 (2006.01)**

**G05B 13/00 (2006.01)**

(54) **Sposób monitorowania maszyny górniczej do wykonywania wrębów  
w ścianowym systemie wydobywczym oraz urządzenie monitorujące  
dla ścianowego systemu wydobywczego**

(30) Pierwszeństwo:  
**28.08.2014, US, 62/043,387**

(43) Zgłoszenie ogłoszono:  
**25.04.2016 BUP 09/16**

(45) O udzieleniu patentu ogłoszono:  
**28.03.2022 WUP 13/22**

(73) Uprawniony z patentu:

**JOY GLOBAL UNDERGROUND MINING LLC,  
Warrendale, US**

(72) Twórca(y) wynalazku:

**PAUL M. SIEGRIST, Tarragindi, AU  
NIGEL J. BUTTERY, South Brisbane, AU  
LACHLAN PALMER, Bulimba, AU**

(74) Pełnomocnik:

**rzecz. pat. Dariusz Świerczyński**

**PL 240406 B1**

## Opis wynalazku

Niniejszy wynalazek dotyczy sposobu monitorowania maszyny górniczej do wykonywania wrębów w ścianowym systemie wydobywczym oraz urządzenia monitorującego dla ścianowego systemu wydobywczego. A dokładniej niniejszy wynalazek dotyczy monitorowania rynnociągu i horyzontu cięcia oraz położenia kombajnu w ścianowym systemie wydobywczym.

W jednym z aspektów niniejszy wynalazek przedstawia sposób monitorowania maszyny górniczej do wykonywania wrębów w ścianowym systemie wydobywczym, przy czym maszyna górnicza do wykonywania wrębów zawiera kombajn, mający pierwszą głowicę urabiającą oraz drugą głowicę urabiającą, charakteryzujący się tym, że obejmuje odebranie przez procesor danych dotyczących położenia kombajnu, obejmujących informacje uzyskane z czujników, dotyczące co najmniej jednego elementu z grupy obejmującej położenie kombajnu, położenie pierwszej głowicy urabiającej oraz położenie drugiej głowicy urabiającej, identyfikację przez procesor, na podstawie danych położenia kombajnu, danych profilu uzyskanych w cyklu wrębiania, analizę danych profilu przez procesor celem ustalenia, czy w trakcie cyklu wrębiania wystąpił błąd położenia, na podstawie tego, czy dane profilu zawierały się w zwykłych parametrach roboczych w trakcie cyklu wrębiania, wygenerowanie powiadomienia po ustaleniu, że w trakcie cyklu wrębiania wystąpił błąd położenia.

Korzystnie dane profilu obejmują co najmniej jeden element z grupy obejmującej profil wrębu przy spągowego, profil wrębu stropowego, profil eksploatacji, profil nachylenia podłużnego, profil nachylenia poprzecznego oraz profil szybkości zmiany kąta nachylenia poprzecznego.

Korzystnie sposób obejmuje ponadto identyfikację, w oparciu o dane dotyczące położenia kombajnu, punktu początkowego oraz punktu końcowego dla cyklu wrębiania.

Korzystnie identyfikacja danych profilu obejmuje identyfikację, za pomocą procesora, profilu rynnociągu w oparciu o położenie kombajnu, oraz identyfikację, za pomocą procesora, profilu wrębu przyspągowego w oparciu o położenie pierwszej głowicy urabiającej, przy czym błąd położenia wskazuje, że różnica między profilem rynnociągu a profilem wrębu przyspągowego w cyklu wrębiania przekracza uprzednio zdefiniowany próg stopni spągowych.

Korzystnie błąd położenia wskazuje, że różnica, w cyklu wrębiania, między położeniem pierwszej głowicy urabiającej a położeniem drugiej głowicy urabiającej przekracza uprzednio zdefiniowany próg eksploatacji.

Korzystnie błąd położenia wskazuje, że co najmniej jeden element z grupy obejmującej nachylenie podłużne kombajnu oraz szybkość zmiany kąta nachylenia poprzecznego kombajnu w cyklu wrębiania znajduje się poza zwykłymi parametrami roboczymi.

Korzystnie cykl wrębiania stanowi bieżący cykl wrębiania, a ponadto obejmuje uzyskanie dostępu do danych profilu, uzyskanych w poprzednim cyklu wrębiania, a ponadto porównanie danych profilu dla poprzedniego cyklu wrębiania z danymi profilu bieżącego cyklu wrębiania.

Korzystnie dane profilu bieżącego cyklu wrębiania i poprzedniego cyklu wrębiania obejmują informacje dotyczące położenia pierwszej głowicy urabiającej, a ponadto obejmuje określenie, z użyciem procesora, czy różnica między położeniem pierwszej głowicy urabiającej w poprzednim cyklu wrębiania a położeniem pierwszej głowicy urabiającej w bieżącym cyklu wrębiania przekracza uprzednio ustalony próg odchylenia wrębu przyspągowego.

Korzystnie dane profilu bieżącego cyklu wrębiania i poprzedniego cyklu wrębiania obejmują informacje dotyczące położenia drugiej głowicy urabiającej, a ponadto obejmuje określenie, z użyciem procesora, czy różnica między położeniem drugiej głowicy urabiającej w poprzednim cyklu wrębiania a położeniem drugiej głowicy urabiającej w bieżącym cyklu wrębiania przekracza uprzednio ustalony próg odchylenia wrębu przystropowego.

Korzystnie dane profilu bieżącego cyklu wrębiania i poprzedniego cyklu wrębiania obejmują informacje dotyczące nachylenia podłużnego rynnociągu, a ponadto obejmuje określenie, czy nachylenie podłużne zmierza w kierunku poziomu ostrzegawczego nachylenia podłużnego.

Korzystnie dane profilu bieżącego cyklu wrębiania i poprzedniego cyklu wrębiania obejmują informacje dotyczące szybkości zmiany kąta nachylenia poprzecznego rynnociągu, a ponadto obejmuje określenie, czy szybkość zmiany kąta nachylenia poprzecznego zmierza w kierunku poziomu ostrzegawczego nachylenia poprzecznego.

W innym z aspektów niniejszy wynalazek przedstawia urządzenie monitorujące dla ścianowego systemu wydobywczego, zawierającego kombajn mający pierwszą głowicę urabiającą, drugą głowicę

urabiającą oraz pierwszy czujnik do określania położenia co najmniej jednego elementu spośród kombajnu, pierwszej głowicy urabiającej i drugiej głowicy urabiającej w trakcie cyklu wrębiania, charakteryzujący się tym, że zawiera moduł monitorujący realizowany przy użyciu działania procesora, pozostający w łączności z kombajnem w celu uzyskiwania danych dotyczących położenia kombajnu, obejmujących informacje dotyczące co najmniej jednego elementu z grupy zawierającej położenie kombajnu, położenie pierwszej głowicy urabiającej i położenie drugiej głowicy urabiającej. Moduł monitorujący zawiera moduł analizy, skonfigurowany do rozpoznawania danych profilu na podstawie danych położenia kombajnu, uzyskanych w trakcie cyklu wrębiania, oraz analizowania danych profilu w celu ustalania, czy w trakcie cyklu wrębiania wystąpił błąd położenia, w oparciu o to, czy dane profilu mieściły się w zakresie zwykłych parametrów roboczych w trakcie cyklu wrębiania, oraz moduł powiadomień, skonfigurowany do generowania powiadomienia po ustaleniu, że w trakcie cyklu wrębiania wystąpił błąd położenia.

Korzystnie procesor jest skonfigurowany do identyfikacji, w oparciu o dane dotyczące położenia kombajnu, punktu początkowego oraz punktu końcowego dla cyklu wrębiania.

Korzystnie dane profilu obejmują co najmniej jeden element z grupy obejmującej profil wrębu przyspągowego, profil wrębu przystropowego, profil eksploatacji, profil nachylenia podłużnego, profil nachylenia poprzecznego oraz profil szybkości zmiany kąta nachylenia poprzecznego.

Korzystnie moduł analizy jest skonfigurowany do identyfikacji danych profilu poprzez identyfikację profilu rynnociągu w oparciu o położenie kombajnu, a także identyfikację profilu wrębu przyspągowego w oparciu o położenie pierwszej głowicy urabiającej, przy czym błąd położenia wskazuje, że różnica między profilem rynnociągu a profilem wrębu przyspągowego w cyklu wrębiania przekracza uprzednio zdefiniowany próg stopni spągowych.

Korzystnie błąd położenia wskazuje, że różnica między położeniem pierwszej głowicy urabiającej a położeniem drugiej głowicy urabiającej w trakcie cyklu urabiania przekracza uprzednio zdefiniowany próg eksploatacji.

Korzystnie błąd położenia wskazuje, że co najmniej jeden element z grupy obejmującej nachylenie podłużne rynnociągu oraz nachylenie poprzeczne rynnociągu w cyklu wrębiania, znajduje się poza zwykłymi parametrami roboczymi.

Korzystnie cykl wrębiania stanowi bieżący cykl wrębiania, przy czym moduł analizy jest ponadto skonfigurowany do uzyskania dostępu do danych profilu, uzyskanych w poprzednim cyklu wrębiania, oraz porównania danych profilu dla poprzedniego cyklu wrębiania z danymi profilu bieżącego cyklu wrębiania.

Korzystnie dane profilu obejmują profil wrębu przyspągowego w oparciu o położenie pierwszej głowicy urabiającej i w którym moduł analizy określa, czy różnica między profilem wrębu przyspągowego dla poprzedniego cyklu wrębiania a profilem wrębu przyspągowego dla bieżącego cyklu wrębiania przekracza uprzednio określony próg odchylenia wrębu przyspągowego.

Korzystnie dane profilu obejmują profil wrębu przy stropowego w oparciu o położenie drugiej głowicy urabiającej i w którym moduł analizy określa, czy różnica między profilem wrębu przystropowego dla poprzedniego cyklu wrębiania a profilem wrębu przy stropowego dla bieżącego cyklu wrębiania przekracza uprzednio określony próg odchylenia wrębu przystropowego.

Korzystnie dane profilu dla bieżącego cyklu wrębiania i poprzedniego cyklu wrębiania zawierają profil nachylenia podłużnego na podstawie nachylenia podłużnego rynnociągu oraz w którym moduł analizy jest skonfigurowany do ustalenia, czy nachylenie podłużne rynnociągu zmierza w kierunku poziomu ostrzegawczego nachylenia podłużnego w oparciu o profil nachylenia podłużnego.

Korzystnie dane profilu dla bieżącego cyklu wrębiania i poprzedniego cyklu wrębiania zawierają profil szybkości zmiany kąta nachylenia poprzecznego na podstawie nachylenia poprzecznego rynnociągu oraz w którym moduł analizy (954) jest skonfigurowany do ustalenia, czy szybkość zmiany kąta nachylenia poprzecznego zmierza w kierunku poziomu ostrzegawczego nachylenia poprzecznego.

W jednym z przykładów wykonania wynalazek przedstawia sposób monitorowania maszyny górniczej do wykonywania wrębów w ścianowym systemie wydobywczym, zgodnie z którym maszyna górnicza do wykonywania wrębów zawiera kombajn, mający pierwszą głowicę urabiającą i drugą głowicę urabiającą, przy czym sposób ten obejmuje odbieranie przez procesor danych profilu horyzontu w trakcie cyklu wrębiania. Dane dotyczące profilu horyzontu zawierają informacje dotyczące co najmniej jednego elementu z grupy obejmującej położenie kombajnu, położenie pierwszej głowicy urabiającej, położenie drugiej głowicy urabiającej oraz kąty nachylenia podłużnego i poprzecznego korpusu kombajnu. Sposób ten obejmuje ponadto analizę danych profilu horyzontu przez procesor w celu określania, czy doszło do błędu położenia podczas cyklu wrębiania w oparciu o to, czy dane profilu horyzontu mieściły

się w zakresie zwykłych parametrów roboczych w trakcie cyklu wrębiania, jak również generowanie powiadomienia w razie stwierdzenia błędu położenia w trakcie cyklu wrębiania.

W innym przykładzie wykonania wynalazek dotyczy urządzenia monitorującego dla ścianowego systemu wydobywczego, zawierającego kombajn mający pierwszą głowicę urabiającą, drugą głowicę urabiającą oraz pierwszy czujnik do określania położenia co najmniej jednego elementu spośród kombajnu, pierwszej głowicy urabiającej, drugiej głowicy urabiającej, oraz kątów nachylenia podłużnego i poprzecznego korpusu kombajnu w trakcie całego cyklu wrębiania. Urządzenie monitorujące zawiera moduł monitorujący realizowany przy użyciu działania procesora, pozostający w łączności z kombajnem w celu uzyskiwania danych dotyczących profilu horyzontu, zawierających informacje dotyczące co najmniej jednego elementu z grupy zawierającej położenie kombajnu, położenie pierwszej głowicy urabiającej i położenie drugiej głowicy urabiającej. Moduł monitorujący zawiera moduł analizy, skonfigurowany w celu analizowania danych profilu horyzontu oraz ustalania, czy w trakcie cyklu wrębiania wystąpił błąd położenia, w oparciu o to, czy dane profilu horyzontu mieściły się w zakresie zwykłych parametrów roboczych w trakcie cyklu wrębiania, jak również moduł powiadomień, skonfigurowany w celu generowania powiadomienia po ustaleniu, że w trakcie cyklu wrębiania wystąpił błąd położenia.

Inne aspekty wynalazku staną się wiadome po zapoznaniu się z poniższym szczegółowym opisem i załączonymi figurami rysunku, na których:

- fig. 1 przedstawia schematycznie system wydobywczy zgodnie z jednym przykładem wykonania wynalazku,
- fig. 2A-B przedstawiają ścianowy system wydobywczy odnoszący się do systemu wydobywczego na fig. 1,
- fig. 3A-C przedstawiają kombajn ścianowy w ścianowym systemie wydobywczym,
- fig. 4 przedstawia zmechanizowaną obudowę ścianową w ścianowym systemie wydobywczym,
- fig. 5 przedstawia widok profilu obudowy ścianowej w ścianowym systemie wydobywczym,
- fig. 6A-B przedstawiają kombajn ścianowy podczas jego przemieszczania przez złożę węgla,
- fig. 7 przedstawia zawalanie się warstw geologicznych w miarę, jak węgiel jest usuwany ze złoża węgla,
- fig. 8 przedstawia schematycznie system monitorowania kondycji przodku ścianowego zgodnie z jednym przykładem wykonania wynalazku,
- fig. 9 przedstawia schemat systemu kontroli horyzontu zgodnie z systemem na fig. 8,
- fig. 10 przedstawia sieć działań ilustrującą sposób monitorowania danych horyzontu zgodnie z systemem kontroli na fig. 9,
- fig. 11A przedstawia wykres ukazujący położenie kombajnu wzdłuż czoła przodku węglowego w funkcji czasu w cyklu wrębiania jednokierunkowego,
- fig. 11B przedstawia wykres ukazujący położenie kombajnu wzdłuż czoła przodku węglowego w funkcji czasu w cyklu wrębiania dwukierunkowego,
- fig. 12 przedstawia dane horyzontu odpowiadające jednemu cyklowi wrębiania,
- fig. 13 przedstawia moduł monitorujący systemu wydobywczego,
- fig. 14 przedstawia sposób monitorowania parametru stopni spągowych profilu wrębu przyspągowego,
- fig. 15 przedstawia sposób monitorowania parametru eksploatacji kombajnu,
- fig. 16 przedstawia sposób monitorowania parametru nachylenia podłużnego rynny kombajnu,
- fig. 17 przedstawia sposób monitorowania parametru nachylenia poprzecznego rynny kombajnu,
- fig. 18 przedstawia sposób monitorowania kolejnego stopnia spągowego dwóch profili wrębu przyspągowego,
- fig. 19 przedstawia przykładowy wykres zawierający profil wrębu przyspągowego bieżącego cyklu wrębiania i profil wrębu przyspągowego poprzedniego cyklu wrębiania,
- fig. 20 przedstawia sposób monitorowania kolejnego stopnia spągowego dwóch profili wrębu przyspągowego,
- fig. 21 przedstawia sposób monitorowania kolejnej nadmiernej eksploatacji dwóch profili eksploatacji,
- fig. 22 przedstawia sposób monitorowania danych dotyczących nachylenia poprzecznego rynny i nachylenia podłużnego rynny dla więcej niż jednego cyklu wrębiania,

fig. 23 ilustruje sposób analizowania danych chwilowych horyzontu,

fig. 24 przedstawia przykładowe powiadomienie z wykorzystaniem poczty e-mail.

Zanim przykłady wykonania niniejszego wynalazku zostaną opisane szczegółowo, należy przyjąć, że wynalazek nie ogranicza się w swoim zastosowaniu do szczegółów konstrukcji oraz rozmieszczenia komponentów przedstawionych w poniższym opisie lub zilustrowanych na poniższych figurach rysunku. Wynalazek pozwala na inne przykłady wykonania oraz może być realizowany w różny sposób.

Ponadto należy rozumieć, że przykłady wykonania wynalazku mogą zawierać sprzęt, oprogramowanie i elektroniczne elementy lub moduły, które dla celów omówienia mogą być przedstawione i opisane, jak gdyby większość elementów została zrealizowana jedynie w sprzęcie. Jednakże fachowiec o zwykłych umiejętnościach w dziedzinie, na podstawie lektury niniejszego szczegółowego opisu, zorientuje się, że w co najmniej jednym przykładzie wykonania elektroniczne elementy wynalazku można zrealizować w postaci oprogramowania (na przykład, elementy przechowywane na trwałym nośniku z możliwością odczytu przez komputer), wykonywalnego przez jeden lub większą liczbę procesorów. Należy zauważyć, że wiele urządzeń sprzętowych i programowych, jak również wiele różnych elementów konstrukcyjnych jako takich, może być wykorzystywanych do realizacji niniejszego wynalazku. Ponadto, jak opisano poniżej, określone konfiguracje mechaniczne, przedstawione na figurach rysunku, mają na celu zilustrowanie przykładów wykonania wynalazku. Możliwe są jednak inne alternatywne konfiguracje mechaniczne. Na przykład, „sterowniki” i „moduły” opisane w specyfikacji mogą obejmować standardowe elementy do przetwarzania, takie jak jeden lub więcej procesorów, jeden lub więcej modułów nośników z możliwością odczytu przez komputer, jeden lub więcej interfejsów wejścia/wyjścia i różne połączenia (na przykład, magistralę systemową), łączące elementy. W niektórych przypadkach sterowniki i moduły mogą być realizowane w postaci jednego lub więcej procesorów ogólnego przeznaczenia, cyfrowych procesorów sygnałowych DSP, układów ASIC i układów FPGA, które wykonują instrukcje lub w inny sposób realizują ich funkcje opisane w niniejszym dokumencie.

Fig. 1 przedstawia system wydobywczy 10. System wydobywczy 10 zawiera ścianowy system wydobywczy 100 i system monitorowania kondycji 700. System wydobywczy 10 jest skonfigurowany tak, że wydobywa produkt, na przykład węgiel, w kopalni w wydajny sposób. Ścianowy system wydobywczy 100 w sposób fizyczny wydobywa węgiel w kopalni podziemnej, zaś system monitorowania kondycji 700 monitoruje działanie ścianowego systemu wydobywczego 100, aby zapewnić, że wydobywanie węgla odbywa się w wydajny sposób.

Wydobycie ścianowe rozpoczyna się od rozpoznania złoża węgla przeznaczonego do eksploatacji, a następnie przeprowadza się „blokowanie” złoża z utworzeniem pól wybierania węgla poprzez drażnienie chodników wokół obwodu każdego pola wybierania. Podczas eksploatacji złoża (to jest, wydobywania węgla), wybrane słupy węgla można pozostawić nienaruszone między sąsiednimi polami wybierania węgla jako pomoc we wsparciu leżących powyżej warstw geologicznych. Pola wybierania węgla są wydobywane przez ścianowy system wydobywczy 100, który zawiera elementy składowe, takie jak zautomatyzowane elektro-hydrauliczne obudowy ścianowe, maszynę do wykonywania wrębów w pokładach węgla (czyli, kombajn ścianowy) oraz przenośnik ścianowy (AFC, ang. armored face conveyor), równoległy do czoła przodku węglowego. Gdy kombajn przemieszcza się wzdłuż szerokości czoła przodku węglowego, usuwając warstwę węgla (na przykład, zabiór węgla), obudowy ścianowe automatycznie przemieszczają się naprzód w celu podparcia stropu dopiero co odsłoniętego odcinka warstwy. Przenośnik ścianowy AFC jest następnie przemieszczany naprzód przez obudowy ścianowe w kierunku czoła przodku węglowego na odległość równą grubości warstwy węgla, uprzednio usuniętej przez kombajn. Przemieszczanie AFC w kierunku czoła przodku węglowego w taki sposób, że pozwala kombajnowi na oddziaływanie na czoło przodku węglowego oraz na kontynuowanie urabiania węgla z przodku węglowego.

System monitorowania kondycji 700 monitoruje dane dotyczące położenia kombajnu w ścianowym systemie wydobywczym 100, aby zapewnić, że ścianowy system wydobywczy 100 nie doświadczy utraty horyzontu. Kontrolowanie horyzontu w ścianowym systemie wydobywczym umożliwi bardziej wydajne wydobywanie węgla poprzez wydobywanie maksymalnej ilości węgla, bez osłabienia podparcia dla leżących powyżej warstw geologicznych. Na przykład, utrata horyzontu w ścianowym systemie wydobywczym 100 może spowodować obniżenie jakości węgla (na przykład, gdy wraz z węglem wydobywany jest materiał inny niż węgiel), pogorszenie stopnia wyrównania czoła przodku, powstawanie jam poprzez niekorzystny wpływ na leżące wyżej warstwy oraz, w niektórych przypadkach, utrata horyzontu może spowodować uszkodzenie ścianowego systemu wydobywczego 100 (na przykład, jeśli stropnica

obudowy ścianowej zderzy się z kombajnem). W niektórych przykładach wykonania, system monitorowania kondycji 700 monitoruje dane dotyczące obudowy ścianowej, dane dotyczące AFC i inne dane dotyczące ścianowego systemu wydobywczego, dodatkowo lub alternatywnie wobec danych dotyczących położenia kombajnu.

Fig. 2A przedstawia ścianowy system wydobywczy 100, zawierający obudowy ścianowe 105 i kombajn ścianowy 110. Obudowy ścianowe 105 są połączone ze sobą, równolegle do czoła przodku węglowego (nie pokazano), z użyciem połączeń elektrycznych i hydraulicznych. Ponadto obudowy ścianowe 105 osłaniają kombajn 110 przed leżącymi powyżej warstwami geologicznymi. Liczba obudów ścianowych 105 stosowanych w systemie wydobywczym 100 zależy od szerokości czoła przodku węglowego, poddawanego eksploatacji, ponieważ obudowy ścianowe 105 mają za zadanie ochraniać całą szerokość czoła przodku węglowego przed warstwami. Kombajn 110 jest przemieszany wzdłuż linii czoła przodku węglowego przy użyciu przenośnika AFC 115, który ma wyspecjalizowaną prowadnicę dla kombajnu 110, biegnącą równolegle do czoła przodku węglowego między samym czołem a obudowami ścianowymi 105. AFC 115 zawiera również przenośnik równoległy do prowadnicy kombajnu, przez co wydobyty węgiel może spadać na przenośnik w celu jego odprowadzania od czoła przodku. Przenośnik i prowadnica przenośnika AFC 115 są napędzane za pomocą napędów AFC 120 znajdujących się na wlocie 121 do ściany i na wylocie 122 ze ściany, które są położone na odległych końcach przenośnika AFC 115. Napędy AFC 120 umożliwiają przenośnikowi ciągły transport węgla w kierunku wlotu 121 do ściany (po lewej stronie fig. 2A) i pozwalają na ciągnięcie kombajnu 110 wzdłuż prowadnicy przenośnika AFC 115 dwukierunkowo wzdłuż całego czoła przodku węglowego. Należy zauważyć, że w zależności od konkretnego rozkładu kopalni, układ ścianowego systemu wydobywczego 100 może być inny niż opisany powyżej, na przykład, wlot do ściany może się znajdować na prawym odległym końcu przenośnika AFC 115, zaś wylot ze ściany może się znajdować na lewym odległym końcu przenośnika AFC 115.

Ścianowy system wydobywczy 100 zawiera również przenośnik zgrzebłowy podścianowy (ang. beam stage leader, BSL) 125, umieszczony prostopadle na końcu od strony wlotu do ściany przenośnika AFC 115. Fig. 2B przedstawia widok perspektywiczny systemu 100 oraz powiększony widok przenośnika zgrzebłowego podścianowego BSL 125. Gdy uzyskany węgiel transportowany przez przenośnik ścianowy AFC 115 dotrze do wlotu 121 do ściany, węgiel jest prowadzony wzdłuż zakrętu 90° na przenośnik zgrzebłowy podścianowy BSL 125. W niektórych przypadkach przenośnik zgrzebłowy podścianowy BSL 125 łączy się z przenośnikiem ścianowym AFC 115 ukośnie (na przykład, pod kątem innym niż 90°). Przenośnik zgrzebłowy podścianowy BSL 125 przygotowuje następnie i ładuje węgiel na przenośnik na wlocie do ściany (nie pokazano), który transportuje węgiel na powierzchnię. Węgiel jest przygotowany do załadunku przez kruszarkę (lub sortownik) 130, która rozbija węgiel w celu usprawnienia załadunku na przenośnik na wlocie do ściany. Podobnie jak przenośnik ścianowy AFC 115, przenośnik zgrzebłowy podścianowy BSL 125 jest napędzany przez napęd BSL.

Fig. 3A-C przedstawiają kombajn 110. Fig. 3A przedstawia widok perspektywiczny kombajnu 110. Kombajn 110 ma podłużną obudowę centralną 205, która mieści urządzenia sterujące przeznaczone dla kombajnu 110. Poniżej obudowy 205 znajdują się klocki ślizgowe 210 (fig. 3A) oraz podchwyty 212 (fig. 3B). Klocki ślizgowe 210 podpierają kombajn 110 po stronie czołowej przenośnika AFC 115 (na przykład, po stronie najbliższej czoła przodku węglowego), a podchwyty 212 podpierają kombajn 110 na przenośniku AFC 115 od strony zawaliska. W szczególności podchwyty 212 i zęby koła łańcuchowego zaczepiają o prowadnicę AFC 115, pozwalając na napędzanie kombajnu 110 wzdłuż przenośnika AFC 115 i czoła przodku węglowego. W bok od obudowy 205 biegnie lewe i prawe ramię 215 i 220, przy czym są one unoszone i opuszczane za pomocą siłowników hydraulicznych, przymocowanych od dołu ramion 215, 220 i korpusu 205 kombajnu. Na odległym końcu prawego ramienia 215 (w stosunku do obudowy 205) znajduje się prawa głowica urabiająca 235, a na odległym końcu lewego ramienia 220 znajduje się lewa głowica urabiająca 240. Każda głowica urabiająca 235, 240 jest napędzana przez silnik elektryczny 234, 239 za pośrednictwem przekładni w obrębie ramienia 215, 220. Każda z głowic urabiających 235, 240 ma wiele noży 245 (na przykład, elementów frezujących), które ścierają czoło przodku węglowego, gdy głowice urabiające 235, 240 się obracają, przez co węgiel jest urabiany. Nożom 245 towarzyszą również dysze rozpylające, które rozpylają płyn w trakcie procesu eksploatacji w celu rozpraszania szkodliwych i/albo palnych gazów, które gromadzą się w miejscu eksploatacji, tłumienia pyłu i wspomagania chłodzenia. Fig. 3B przedstawia widok z boku kombajnu 110, zawierającego głowice urabiające 235, 240; ramiona 215, 220; podchwyty 212 i obudowę 205. Fig. 3B przedstawia również szczegół silnika lewej odstawy 250 i silnika prawej odstawy 255.

Kombajn 110 zawiera również różne czujniki, aby umożliwić automatyczne sterowanie kombajnem 110. Na przykład, kombajn 110 zawiera pochyłomierz 260 lewego ramienia, pochyłomierz 265 prawego ramienia, czujniki 270 lewej przekładni odstawy, czujniki 275 prawej przekładni odstawy oraz czujnik 280 kąta nachylenia wzdłużnego i kąta nachylenia poprzecznego. Fig. 3C przedstawia przybliżone rozmieszczenie poszczególnych czujników. Należy rozumieć, że czujniki mogą być umieszczone w innym miejscu w kombajnie 110. Pochyłomierze 260, 265 dostarczają informacji dotyczących kąta nachylenia ramion 215, 220. Położenie ramion można również mierzyć z użyciem przetworników liniowych, zamontowanych między każdym ramieniem 215, 220 a korpusem 205 kombajnu. Czujniki 270, 275 przekładni odstawy dostarczają informacji dotyczących położenia kombajnu 110 wzdłuż przenośnika AFC 115, a także prędkości i kierunku ruchu kombajnu 110. Czujnik 280 kąta nachylenia podłużnego i poprzecznego dostarcza informacji dotyczących wyrównania kąтового korpusu 205 kombajnu. Jak pokazano na fig. 3C, nachylenie podłużne kombajnu 110 odnosi się do odchylenia kąтового w kierunku do i od czoła przodku węglowego, podczas gdy nachylenie poprzeczne kombajnu 110 odnosi się do różnicy kątowej między prawą stroną kombajnu 110 a lewą stroną kombajnu 110, co bardziej wyraźnie pokazano z użyciem osi na fig. 3C. Zarówno nachylenie podłużne, jak i nachylenie poprzeczne kombajnu 110 mierzy się w stopniach. Nachylenie dodatnie odnosi się do kombajnu 110 odchylającego się od czoła przodku węglowego (to jest, gdy strona przednia kombajnu 110 znajduje się wyżej niż część kombajnu 110 od strony zawaliska), podczas gdy nachylenie ujemne odnosi się do kombajnu 110 nachylającego się w kierunku czoła przodku węglowego (to jest, gdy strona przednia kombajnu 110 znajduje się niżej niż część kombajnu 110 od strony zawaliska). Dodatkowo nachylenie poprzeczne odnosi się do kombajnu 110, nachylonego tak, że prawa strona kombajnu 110 znajduje się wyżej niż lewa strona kombajnu 110, podczas gdy ujemne nachylenie poprzeczne odnosi się do kombajnu 110, nachylonego tak, że prawa strona znajduje się niżej niż lewa strona kombajnu 110. Czujniki dostarczają informacji, aby określić względne położenie kombajnu 110, prawej głowicy urabiającej 235 i lewej głowicy urabiającej 240.

Fig. 4 przedstawia ścianowy system wydobywczy 100 w widoku wzdłuż linii czoła przodku węglowego 303. Ukazano obudowę ścianową 105, która osłania kombajn 110 przed położoną wyżej warstwą za pomocą wysuniętej stropnicy 315 obudowy ścianowej 105. Stropnica 315 jest przemieszczana w pionie (to znaczy, przemieszczana w kierunku do i od warstwy) za pomocą stojaków hydraulicznych 430, 435 (patrz: fig. 5). Lewy i prawy stojak hydrauliczny 430, 435 zawierają płyn pod ciśnieniem w celu podpierania stropnicy 315. Tym samym stropnica 315 wywiera szereg sił skierowanych do góry na warstwę geologiczną poprzez zastosowanie różnych wartości ciśnienia do stojaków hydraulicznych 430, 435. Po stronie przedniej stropnicy 315 zamocowano deflektor lub rozpórę 325, którą ukazano w położeniu podparcia czoła. Jednakże rozpórę 325 może być także w pełni wysunięta, jak pokazano przy użyciu linii przerywanej, za pomocą ramienia 330 rozpory. Ramię postępowe 335 przytworzone do podstawy 340 umożliwia ciągnięcie obudowy ścianowej 105 w kierunku czoła przodku węglowego 303, podczas gdy urabiane są warstwy węgla, w celu podparcia dopiero co odsłoniętych warstw. Ramię postępowe 335 umożliwia również popychanie naprzód przez obudowę ścianową 105 przenośnika AFC 115.

Fig. 6A przedstawia kombajn ścianowy 110, gdy ten przechodzi wzdłuż szerokości czoła przodku węglowego 303. Jak pokazano na fig. 6A, kombajn 110 może się przemieszczać w bok wzdłuż czoła przodku węglowego 303, w sposób dwukierunkowy, choć nie jest to konieczne, aby kombajn 110 wykonywał urabianie węgla dwukierunkowo. Na przykład, w trakcie niektórych operacji górniczych, kombajn 110 może być napędzany w dwóch kierunkach wzdłuż czoła przodku węglowego 303, ale urabia węgiel tylko podczas ruchu w jednym kierunku. Na przykład, kombajn 110 może być używany do eksploatacji jednego zabioru węgla w ciągu pierwszego przejścia naprzód wzdłuż szerokości czoła przodku węglowego 303, lecz może nie eksploatować kolejnego zabioru węgla w trakcie przejścia powrotnego. Alternatywnie, kombajn 110 może być skonfigurowany do eksploatacji jednego zabioru węgla zarówno podczas przejścia w przód, jak i przejścia powrotnego, a przez to do wykonywania operacji urabiania dwukierunkowo. Fig. 6B przedstawia kombajn ścianowy 110, gdy ten przechodzi wzdłuż czoła przodku węglowego 303, w widoku od przodu. Jak pokazano na fig. 6B, lewy wrębnik 240 i prawy wrębnik 235 kombajnu 110 są przesunięte względem siebie, aby objąć swym zasięgiem całą wysokość złoża węgla poddawanego eksploatacji. W szczególności, gdy kombajn 110 jest przemieszczany poziomo wzdłuż przenośnika ścianowego AFC 215, lewy wrębnik 240, jak pokazano, urabia węgiel z dolnej połowy czoła przodku węglowego 303, natomiast prawy wrębnik 235, jak pokazano, urabia węgiel z górnej połowy czoła przodku węglowego 303.

Gdy węgiel jest urabiany z czoła przodku węglowego 303, warstwom geologicznym leżącym nad obszarami poddawanych eksploatacji zezwala się na zapadanie za systemem wydobywczym 100, gdy system wydobywczy 100 przemieszcza się naprzód przez złożę węgla.

Fig. 7 przedstawia system wydobywczy 100, przemieszczający się naprzód w obrębie złoża węgla 620, gdy kombajn 110 usuwa węgiel z czoła przodku węglowego 303. W szczególności czoło przodku węglowego 303, jak pokazano na fig. 7, biegnie w kierunku prostopadłym względem płaszczyzny rysunku. Gdy system wydobywczy 100 przemieszcza się naprzód w obrębie złoża węglowego 620 (w prawo na fig. 7), umożliwia się zapadanie warstwy 625 za systemem 100 z utworzeniem zawaliska 630. W pewnych warunkach zapadanie się położonej wyżej warstwy 625 może także przyczyniać się do powstawania jam lub nierównomiernego rozkładu warstw powyżej obudowy ścianowej 105. Powstawanie jam nad obudową ścianową 105 może powodować nierównomierny rozkład nacisku nad stropnicą 315 obudowy ścianowej 105, wywieranego przez położone wyżej warstwy, co może doprowadzić do uszkodzenia systemu wydobywczego 100, a w szczególności obudowy ścianowej 105. Jama może biec do przodu, sięgając do obszaru, który nadal oczekuje na eksploatację, co powoduje zakłócenia w procesie eksploatacji ścianowej, zmniejszając tempo produkcji, oraz może skutkować uszkodzeniem sprzętu i zwiększeniem szybkości zużycia.

Powstawanie jam może być spowodowane utratą horyzontu. Utrata horyzontu odnosi się do przypadku, w którym wyrównanie i/albo położenie ścianowego systemu wydobywczego 100, w tym kombajnu 110, przenośnika AFC 115 oraz obudowy ścianowej 105 znacznie odbiega od rzeczywistej topografii złoża węgla (na przykład, gdy lewa i prawa głowica urabiająca 240, 235 urabiają poza granicami stropu i spągu złoża węgla). Gdy do tego dojdzie, system wydobywczy 100 nie wydobywa węgla w wydajny sposób. Na przykład, kombajn 110 może nie być odpowiednio wyrównany względem złoża węgla, a przez to eksploatować materiał niebędący węglem, powodując utratę jakości węgla. Utrata horyzontu może także skutkować niepotrzebnym połączeniem w przenośniku AFC 115 i obudowach ścianowych 105, co może doprowadzić do uszkodzenia sprzętu i zwiększonego zużycia oraz może ograniczyć skuteczność obudów ścianowych 105 w zakresie kontroli warstw. System monitorowania kondycji 700 odbiera informacje z różnych czujników 260, 265, 270, 275, 280, zawartych w kombajnie 110, w celu monitorowania wyrównania i położenia kombajnu 110 oraz głowic urabiających 235, 240. System monitorowania kondycji 700 generuje profil rynnociągu, wrębu przyspągowego i wrębu przy stropowego, zawierający informacje dotyczące położenia kąтового (to jest, nachylenia podłużnego i poprzecznego) kombajnu 110, które stosuje się następnie do przewidywania ewentualnej utraty horyzontu oraz generowania powiadomień, gdy przewidziana zostanie możliwość utraty horyzontu.

Fig. 8 przedstawia system monitorowania kondycji 700, który może być stosowany do wykrywania i reagowania na problemy występujące w różnych podziemnych ścianowych systemach sterowania 705. Ścianowe systemy sterowania 705 znajdują się w miejscu wydobywania i zawierają różne komponenty oraz elementy sterujące kombajnu 110. W niektórych przykładach wykonania systemy sterowania 705 również zawierają różne komponenty oraz elementy sterujące obudów ścianowych 105, AFC 115 i tym podobnych. Ścianowe systemy sterowania 705 komunikują się z komputerem 710 na powierzchni za pośrednictwem przełącznika sieciowego 715 oraz sieci Ethernet lub podobnej sieci 718, przy czym obydwa elementy mogą znajdować się w miejscu wydobywania. Dane ze ścianowych systemów sterowania 705 są przekazywane do komputera 710 na powierzchni za pośrednictwem przełącznika sieciowego 715 oraz sieci Ethernet lub podobnej sieci w taki sposób, że, na przykład, przełącznik sieciowy 715 odbiera i kieruje dane z poszczególnych systemów sterowania kombajnu 110. Komputer 710 na powierzchni znajduje się ponadto w komunikacji ze zdalnym systemem monitorowania 720, który może zawierać różne urządzenia obliczeniowe oraz procesory 721 do przetwarzania danych odbieranych z komputera 710 na powierzchni (takich jak dane przekazywane między komputerem 710 na powierzchni a różnymi ścianowymi systemami sterowania 705), a także różne serwery 723 lub bazy danych do przechowywania takich danych. Zdalny system monitorowania 720 przetwarza i archiwizuje dane z komputera 710 na powierzchni w oparciu o logikę sterowania, która może być realizowana przez jedno lub więcej urządzeń obliczeniowych lub procesorów 721 zdalnego systemu monitorowania 720. Konkretna logika sterowania realizowana w zdalnym systemie monitorowania 720 może obejmować różne sposoby przetwarzania danych z każdego komponentu systemu wydobywczego (czyli obudów ścianowych 105, AFC 115, kombajnu 110 i tym podobnych).

Zatem sygnały wyjściowe ze zdalnego systemu monitorowania 720 mogą obejmować powiadomienia (zdarzenia) lub inne ostrzeżenia związane z określonymi komponentami ścianowego systemu wydobywczego 100 w oparciu o logikę sterowania realizowaną przez system 720. Te ostrzeżenia mogą

być przesyłane do wyznaczonych uczestników (na przykład, za pośrednictwem poczty e-mail, wiadomości SMS, internetu lub interfejsu konsoli opartego na intranecie i tym podobnych), takich jak personel obsługi technicznej w centrum serwisowym 725, z którym komunikuje się system monitorowania 720, a także personel pod ziemią lub nad ziemią w miejscu wydobycia w odniesieniu do podziemnych ścianowych systemów sterowania 705. Należy zauważyć, że zdalny system monitorowania 720 może również generować, na podstawie realizowanej logiki sterowania, informacje wyjściowe, które mogą być stosowane do sporządzania raportów dotyczących procedury wydobycia oraz kondycji stosowanego sprzętu. W związku z tym niektóre sygnały wyjściowe mogą być przekazywane do centrum serwisowego 725, podczas gdy inne mogą być archiwizowane w systemie monitorowania 720 lub przekazywane do komputera 710 na powierzchni.

Każdy z komponentów w systemie monitorowania kondycji 700 jest połączony komunikacyjnie dla potrzeb komunikacji dwukierunkowej. Ścieżki komunikacyjne między dowolnymi dwoma komponentami systemu 700 mogą być ścieżkami przewodowymi (na przykład, wykorzystującymi kable ethernetowe lub inne), bezprzewodowymi (na przykład, wykorzystującymi protokoły WiFi®, komórkowy, Bluetooth®) albo kombinacją powyższych. Choć na fig. 8 przedstawiono jedynie podziemny ścianowy system wydobywczy 200 oraz jeden przełącznik sieciowy, dodatkowe maszyny górnicze, zarówno podziemne, jak i działające na powierzchni (a także alternatywne w stosunku do eksploatacji ścianowej) mogą być połączone z komputerem 710 na powierzchni za pośrednictwem przełącznika sieciowego 715. Podobnie dodatkowe przełączniki sieciowe 715 lub połączenia mogą być uwzględnione celem zapewnienia alternatywnych ścieżek komunikacyjnych między podziemnymi ścianowymi systemami sterowania 705 a komputerem 710 na powierzchni, a także innymi systemami. Ponadto dodatkowe komputery 710 na powierzchni, zdalne systemy monitorowania 720, a także centra serwisowe 725 mogą być także zawarte w systemie 700.

Fig. 9 przedstawia przykład schematu blokowego podziemnych ścianowych systemów sterowania 705. W szczególności fig. 9 przedstawia układ 750 sterowania kombajnu dla kombajnu 110. Układ 750 sterowania kombajnu zawiera sterownik główny 775, który komunikuje się z różnymi czujnikami 260, 265, 270, 275, 280 kombajnu 110, układem hydraulicznym 305 prawego ramienia, układem hydraulicznym 310 lewego ramienia, silnikiem 255 prawej odstawy, silnikiem 250 lewej odstawy, a także silnikami elektrycznymi 234, 239 dla ramion 215, 220. Silniki 250, 255 odstawy przemieszczają kombajn 110 wzdłuż prowadnic AFC. Układy hydrauliczne 305, 310 sterują odpowiednio przemieszczaniem pionowym (czyli w górę i w dół) prawego ramienia 215 oraz lewego ramienia 220. Silniki elektryczne 234, 239 przeznaczone dla ramion 215, 220 obracają odpowiednio prawą głowicę urabiającą 235 oraz lewą głowicę urabiającą 240. Sterownik 775 odbiera sygnały z różnych czujników 260, 265, 270, 275, 280, a także sygnały wejściowe z systemu radiowego operatora kombajnu 110. Czujniki 260, 265, 270, 275, 280 dostarczają informację zwrotną dotyczącą położenia oraz przemieszczania kombajnu 110, a także jego komponentów do sterownika 775, a sterownik 775 steruje układami hydraulicznymi 305, 310, a także silnikami 250, 255 w oparciu o sygnały wyjściowe z czujników 260, 265, 270, 275, 280. Sterownik 775 zawiera sprzęt (na przykład, procesor) oraz oprogramowanie do sterowania układami hydraulicznymi 305, 310, a także silnikami 250, 255 w oparciu o przechowywane lokalnie polecenia/logikę, w oparciu o polecenia z systemu radiowego operatora i/albo w oparciu o polecenia przekazywane z innego procesora systemu monitorowania kondycji 700 lub w oparciu o kombinację powyższych.

Sterownik 775 może gromadzić dane dotyczące położenia kombajnu (na przykład, dane zbierane przez czujniki 260, 265, 270, 275, 280) i przechowywać zgromadzone dane w pamięci, w tym w pamięci przeznaczonej dla sterownika 775. Okresowo zgromadzone dane są wyprowadzane w postaci pliku danych za pośrednictwem przełącznika sieciowego 715 do komputera 710 na powierzchni. Z komputera 710 na powierzchni dane są przekazywane do zdalnego systemu monitorowania 720, gdzie dane są przetwarzane i przechowywane zgodnie z logiką sterowania określoną dla potrzeb analizy danych z układu sterowania 750 kombajnu. Zasadniczo plik danych dotyczących położenia kombajnu zawiera dane z czujników zgromadzone od czasu przesłania poprzedniego pliku danych. Zgromadzone dane dotyczące położenia kombajnu są także opatrywane znacznikiem czasowym w oparciu o czas, w jakim czujniki 260, 265, 270, 275, 280 uzyskały dane. Dane dotyczące położenia kombajnu mogą być następnie uporządkowane w oparciu o czas, w jakim zostały uzyskane. Na przykład, nowy plik danych z danymi z czujników może być przesyłany co pięć minut, przy czym plik danych obejmuje dane z czujników zgromadzone w poprzednim pięciominutowym oknie czasowym. W niektórych przykładach wykonania okno czasowe dla potrzeb gromadzenia danych może odpowiadać czasowi wymaganemu do ukończe-

nia cyklu wrębiania (na przykład, czasowi wymaganemu do wydobycia jednego zabioru węgla). W niektórych przykładach wykonania sterownik 775 nie gromadzi danych z czujników, a zdalny system monitorowania 720 jest skonfigurowany do gromadzenia danych, gdy są one odbierane w czasie rzeczywistym (przesyłane strumieniowo) ze sterownika 775. Innymi słowy zdalny system monitorowania 720 przesyła strumieniowo i gromadzi dane ze sterownika 775. Zdalny system monitorowania 720 może być również skonfigurowany do przechowywania zgromadzonych danych z czujników. Zdalny system monitorowania 720 może wówczas przeanalizować dane dotyczące położenia kombajnu w oparciu o przechowywane zgromadzone dane lub w oparciu o dane dotyczące położenia kombajnu odbierane w czasie rzeczywistym ze sterownika 775.

W przedstawionym przykładzie wykonania system zdalnego monitorowania 720 analizuje dane dotyczące położenia kombajnu, zarówno w oparciu o cykl wrębiania, jak i w oparciu o dane chwilowe. Gdy zdalny system monitorowania 720 analizuje dane dotyczące położenia kombajnu na podstawie cyklu wrębiania, to procesor 721 w pierwszej kolejności identyfikuje dane dotyczące położenia kombajnu odpowiadające cyklowi wrębiania, oblicza dane profilu horyzontu w oparciu o nieobrobione dane dotyczące położenia kombajnu, a następnie stosuje określone reguły wobec danych profilu horyzontu w obrębie cyklu wrębiania. Gdy zdalny system monitorowania 720 analizuje dane dotyczące położenia kombajnu w oparciu o dane chwilowe, to procesor 721 analizuje dane dotyczące położenia kombajnu na bieżąco poprzez porównywanie danych dotyczących położenia kombajnu z uprzednio zdefiniowanymi parametrami działania. Taka ciągła analiza zwykle nie wymaga w pierwszej kolejności identyfikacji danych dotyczących położenia kombajnu odpowiadających temu samemu cyklowi wrębiania. W niektórych przykładach wykonania analiza danych dotyczących położenia kombajnu może być realizowana lokalnie w miejscu wydobycia (na przykład, w sterowniku 775).

Fig. 10 przedstawia sieć działań, która ilustruje przykładowy sposób monitorowania danych dotyczących profilu horyzontu za pomocą zdalnego systemu monitorowania 720. W etapie 804 zdalny system monitorowania 720 gromadzi i przechowuje dane dotyczące położenia kombajnu uzyskane z czujników 260, 265, 270, 275, 280. Zdalny system monitorowania 720, a w szczególności procesor 721, identyfikuje następnie odrębny cykl wrębiania, obejmujący jeden zabiór węgla, na podstawie danych zgromadzonych w etapie 808. Po tym, jak cykl wrębiania (na przykład, początek i koniec cyklu wrębiania) zostanie zidentyfikowany przez procesor 721, procesor 721 generuje ścieżkę kombajnu, obejmującą profil podniesienia oraz profil nachylenia podłużnego, wykorzystując dane z czujników 270, 275 odstawy, a także czujnika 280 kąta nachylenia podłużnego i kąta nachylenia poprzecznego w etapie 812. Ścieżka kombajnu jest określana jako rynnociąg. W etapie 816 procesor 721 oblicza profil wrębu przyspągowego oraz profil wrębu przystropowego w stosunku do rynnociągu z wykorzystaniem danych dotyczących położenia powiązanych z prawą głowicą urabiającą 235, danych dotyczących położenia powiązanych z lewą głowicą urabiającą 240, a także parametrów geometrii właściwych dla kombajnu znanych lub zapewnionych przez układ sterowania 750 kombajnu. W etapie 820 procesor 721 przydziela dane profilu horyzontu (na przykład, profil podniesienia, profil rynnociągu, profil nachylenia podłużnego, profil szybkości zmiany kąta nachylenia poprzecznego, profil wrębu przyspągowego oraz profil wrębu przystropowego) do przedziałów położenia ustalonych w oparciu o numer indeksu obudowy ścianowej. Ponieważ obudowy ścianowe 105 bieżą na szerokości przodka węglowego 303, to każda obudowa ścianowa 105 odpowiada określonej lokalizacji/położeniu wzdłuż przodka węglowego 303. Na przykład, do pierwszej obudowy ścianowej 105 znajdującej się najbliżej wlotu do ściany może być przydzielony numer indeksu 0, podczas gdy do ostatniej obudowy ścianowej 105 znajdującej się najbliżej wylotu ze ściany może być przydzielony numer indeksu 150. Przydzielanie danych dotyczących położenia z kombajnu 110 oraz głowic urabiających 235, 240 do przedziałów położenia umożliwia powiązanie danych dotyczących położenia kombajnu 110 oraz głowic urabiających 235, 240 z położeniem wzdłuż przodka węglowego 303, a nie z czasem, w jakim dane zostały uzyskane.

W etapie 824 procesor 721 analizuje dane profilu horyzontu celem ustalenia, czy profil rynnociągu, profil wrębu przyspągowego, a także profil wrębu przystropowego mieszczą się w zwykłych zakresach roboczych. Zwykle zakresy robocze mogą dotyczyć, na przykład, maksymalnego lub minimalnego kąta nachylenia podłużnego dla kombajnu 110, maksymalnej lub minimalnej wysokości profilu wrębu przyspągowego, maksymalnej lub minimalnej wysokości profilu wrębu przystropowego, maksymalnego lub minimalnego wydobycia (różnicy między profilem wrębu przyspągowego oraz profilem wrębu przystropowego), maksymalnego lub minimalnego kąta nachylenia poprzecznego kombajnu 110 i tym podobnych. W etapie 826 procesor 721 ustala, czy wystąpił błąd położenia w związku z działaniem

kombajnu 110, prawej głowicy urabiającej 235 lub lewej głowicy urabiającej 240 poza zwykłymi zakresami roboczymi. Na przykład, błąd występuje, gdy względny profil wrębu przyspągowego ma wartość niższą niż minimalna wysokość. Jeżeli procesor 721 ustali, że błąd położenia nie wystąpił w trakcie cyklu wrębiania, to dane profilu horyzontu są przechowywane i porządkowane w oparciu o cykl wrębiania (w etapie 828), a numer indeksu jest przydzielany do cyklu wrębiania (w etapie 832). W niektórych przykładach wykonania numer indeksu jest w pierwszej kolejności przydzielany do cyklu wrębiania, a następnie dane profilu horyzontu są przechowywane zgodnie z przydzielonym numerem indeksu w taki sposób, że mogą one być łatwo dostępne i poddane analizie w odniesieniu do przeszłych lub przyszłych danych profilu. Z drugiej strony, jeżeli procesor 721 ustali, że wystąpił błąd położenia, to procesor 721 generuje powiadomienie w etapie 836. Po wygenerowaniu powiadomienia dane dotyczące profilu horyzontu są zachowywane zgodnie z cyklem wrębiania (w etapie 828), a do cyklu wrębiania jest przydzielany numer indeksu (w etapie 832). Ponownie, w niektórych przykładach wykonania, w pierwszej kolejności do cyklu wrębiania jest przydzielany numer indeksu, a następnie dane są zachowywane zgodnie z numerem indeksu.

Powiadomienie zawiera informacje dotyczące tego, jakie komponenty (to znaczy kombajn, prawa głowica urabiająca lub lewa głowica urabiająca lub ich kombinacja) spowodowały wygenerowanie powiadomienia. Powiadomienie może być zarchiwizowane w zdalnym systemie monitorowania 720 lub wyeksportowane do centrum serwisowego 725 lub do innego miejsca. Na przykład, zdalny system monitorowania 720 może archiwizować powiadomienia, które są później eksportowane dla potrzeb tworzenia raportów. Informacje przekazywane za pośrednictwem powiadomień mogą zawierać informacje identyfikacyjne dotyczących poszczególnych komponentów, a także odpowiadający punkt w czasie, odpowiadające położenie komponentów, a także odpowiadające przedziały położenia. Powiadomienie może przyjmować kilka postaci (na przykład, wiadomości e-mail, komunikatów SMS i tym podobnych). Jak wspomniano powyżej w odniesieniu do systemu monitorowania kondycji 700, powiadomienie jest przekazywane do odpowiednich uczestników w pobliżu lub z dala od kopalni.

Jak wspomniano powyżej, procesor 721 identyfikuje początek i koniec cyklu wrębiania w oparciu o dane dotyczące położenia kombajnu. W celu identyfikacji początku i końca cyklu wrębiania procesor 721 w pierwszej kolejności ustala, czy kombajn 110 urabia w trybie jednokierunkowym czy w trybie dwukierunkowym. Gdy kombajn 110 urabia w trybie jednokierunkowym, to kombajn 110 wykonuje dwa przejścia wzdłuż przodka węglowego celem wydobycia jednego zabioru węgla. Gdy kombajn 110 urabia w trybie dwukierunkowym, to kombajn 110 wykonuje jedno przejście wzdłuż przodka węglowego celem wydobycia jednego zabioru węgla.

W jednokierunkowym cyklu wrębiania kombajn 110 urabia częściowo zabiór węgla podczas przemieszczania w jednym kierunku (na przykład, od wylotu ze ściany do wlotu do ściany) i urabia resztę zabioru węgla, gdy przemieszcza się w kierunku przeciwnym. Podczas działania jednokierunkowego obudowy ścianowe 105 przemieszczają się naprzód, gdy kombajn 110 przechodzi w jednym kierunku, i popychają AFC 115, gdy kombajn 110 przechodzi w kierunku przeciwnym. Podczas działania jednokierunkowego kombajn 110 oraz rynnociąg zasadniczo przemieszczają się ruchem wężowym do kolejnego zabioru na końcu przodka węglowego od strony wylotu ze ściany lub wlotu do ściany. Działanie jednokierunkowe może być skonfigurowane dla potrzeb ruchu wężowego w przód, podczas którego kombajn 110 podąża zgodnie z rynnociągiem ruchem wężowym do kolejnego zabioru, gdy przedostaje się do wlotu/wylotu (na przykład, wlotu do ściany lub wylotu ze ściany), lub dla potrzeb ruchu wężowego wstecz, podczas którego kombajn 110 podąża zgodnie z rynnociągiem ruchem wężowym do kolejnego zabioru, gdy opuszcza wlot/wylot (na przykład, wlot do ściany lub wylot ze ściany).

Fig. 11A przedstawia przykład działania jednokierunkowego z ruchem wężowym w przód do wylotu ze ściany. W przedstawionym przykładzie, kombajn 110 urabia większą część materiału do eksploatacji (na przykład, zabiór węgla) w przejściu między wylotem ze ściany a wlotem do ściany i uprzęta rozsypany materiał podczas przejścia powrotnego (na przykład, z wlotu do ściany do wylotu ze ściany). Fig. 11A przedstawia pierwszy wykres, na którym oś X odpowiada czasowi, a oś Y odpowiada położeniu czoła kombajnu 110 (na przykład, przedziałowi położenia kombajnu 110), drugi wykres, na którym oś X odpowiada czasowi, a oś Y odpowiada położeniu pionowemu (na przykład, wysokości) lewej głowicy urabiającej 240, oraz trzeci wykres, na którym oś X odpowiada czasowi, a oś Y odpowiada położeniu pionowemu (na przykład, wysokości) prawej głowicy urabiającej 235. Na osi Y położenie zero odpowiada wlotowi do ściany, a położenie 150 odpowiada wylotowi ze ściany. W tym przykładzie kombajn 110 rozpoczyna urabianie jednokierunkowe w punkcie A (na przykład, w położeniu blisko 150), przy czym prawa głowica urabiająca 235 znajduje się po stronie wylotu ze ściany, a lewa głowica urabiająca

240 znajduje się po stronie wlotu do ściany. W punkcie A kombajn 110 podąża zgodnie z rynnociągiem ruchem wężowym do nowego zabioru węgla. Głowica urabiająca 235 najbliższej wylotu ze ściany jest następnie podnoszona do poziomu spągu, gdy kombajn 110 jest wprowadzany do wylotu ze ściany. W punkcie B kombajn 110 zatrzymuje się na wylocie ze ściany, głowica urabiająca 235 położona najbliższej wylotu ze ściany obniża się do poziomu spągu, a głowica urabiająca 240 najbliższej wlotu do ściany jest podnoszona do poziomu stropu. Kombajn 110 przemieszcza się następnie od wylotu ze ściany do wlotu do ściany i urabia część górną czoła przodku węglowego z użyciem (wiodącej) głowicy urabiającej 240 oraz urabia dolną część czoła przodku węglowego z użyciem (podążającej) głowicy urabiającej 235.

Obudowy ścianowe 105 przemieszczają się naprzód, gdy kombajn 110 przechodzi naprzód do dopiero co odsłoniętej warstwy, ale obudowy ścianowe 105 nie napędzają przenośnika AFC 115 naprzód w tym momencie. Gdy kombajn 110 dotrze do wlotu do ściany (punkt C), to wiodąca głowica urabiająca 240 położona najbliższej wlotu do ściany obniża się do poziomu spągu, a głowica urabiająca 235 położona najbliższej wylotu ze ściany jest unoszona tak, aby znaleźć się powyżej poziomu spągu, ale poniżej poziomu stropu. Kombajn 110 zaczyna się następnie przemieszczać z powrotem w kierunku wylotu ze ściany w celu urabiania dolnej części czoła przodku węglowego w pobliżu wlotu do ściany, do której nie można było dotrzeć z użyciem głowicy urabiającej 235, położonej najbliższej wylotu ze ściany, gdy kombajn 110 dostał się do wlotu do ściany. Gdy dolna część czoła przodku węglowego zostanie wydobyta z użyciem głowicy urabiającej 240 najbliższej wlotu do ściany, to kombajn 110 będzie kontynuował ruch powrotny w stronę wylotu ze ściany, usuwając ewentualnie rozsypany na spągu węgiel. Obudowy ścianowe 105 popychają rynnę przenośnika AFC 115 do przodu, gdy kombajn 110 przemieszcza się z powrotem do wylotu ze ściany. Gdy kombajn 110 przemieszcza się zgodnie z przebiegiem rynnociągu do wylotu ze ściany, ponownie przechodzi na wężową ścieżkę naprzód w punkcie D. W punkcie D kombajn 110 podnosi wiodącą teraz głowicę urabiającą 235 (na przykład, głowicę urabiającą znajdującą się najbliższej wylotu ze ściany) i zaczyna odcinać kolejny zabiór, rozpoczynając nowy cykl wrębiania. Zatem początek i koniec jednokierunkowego cyklu wrębiania jest rozpoznawany na podstawie unoszenia wiodącej głowicy urabiającej 235, 240, gdy kombajn przechodzi ruchem wężowym do kolejnego zabioru węgla. W niektórych przykładach wykonania kombajn 110 przechodzi do wylotu ze ściany i na zewnątrz (na przykład, w ruchu wahadłowym) przed podniesieniem wiodącej głowicy urabiającej 235, 240.

W dwukierunkowym cyklu wrębiania kombajn 110 odcina zabiór węgla zarówno podczas przejścia do wlotu do ściany do wylotu ze ściany, jak i podczas przejścia od wylotu ze ściany do wlotu do ściany. Na przykład, kombajn 110 wykonuje pełną eksploatację złoża, gdy kombajn 110 przeprowadza urabianie podczas przejścia od wlotu do ściany do wylotu ze ściany, oraz kolejną pełną eksploatację złoża, gdy kombajn 110 przeprowadza urabianie podczas przejścia od wylotu ze ściany do wlotu do ściany. W dwukierunkowym cyklu wrębiania obudowy ścianowe 105 przemieszczają się naprzód i popychają przenośnik AFC 115 po tym, jak kombajn 110 przejdzie w jednym kierunku. W trakcie działania dwukierunkowego kombajn 110 kończy ruch wahadłowy na końcu wlotu/wylotu, gdy kombajn 110 dotrze do przeciwnego wlotu/wylotu. Fig. 11B przedstawia przykład dwukierunkowego działania kombajnu 110. W tym przykładzie kombajn 110 zaczyna działanie na wysokości wlotu do ściany i przeprowadza pełną eksploatację, gdy kombajn 110 przemieszcza się do wylotu ze ściany. Fig. 11B przedstawia wykres, na którym oś X oznacza czas, zaś oś Y odpowiada położeniu czoła kombajnu 110. Na osi Y położenie zero odpowiada wlotowi do ściany, a położenie 1500 odpowiada wylotowi ze ściany. W tym przykładzie wykonania głowica urabiająca 235 znajduje się po stronie wylotu ze ściany, a głowica urabiająca 240 znajduje się po stronie wlotu do ściany. Punkt A na wykresie przedstawia początek dwukierunkowego cyklu wrębiania, przy czym kombajn 110 znajduje się w punkcie ruchu wężowego na wlocie do ściany. Gdy kombajn 110 kieruje się do wężowej ścieżki prowadzącej naprzód w kierunku wlotu do ściany, (wiodąca) głowica urabiająca 240 urabia część górną czoła przodku węglowego. Gdy kombajn 110 dotrze do końca wlotu/wylotu (punkt B), (wiodąca) głowica urabiająca 240 kieruje się w dół do poziomu spągu, a (podążająca) głowica urabiająca 235 jest unoszona do poziomu stropu. Gdy kombajn 110 zawraca od wlotu do ściany, (obecnie podążająca) głowica urabiająca 240 (na przykład, głowica urabiająca położona najbliższej wlotu do ściany) urabia część dolną czoła przodku na wlocie do ściany. Po tym, jak kombajn 110 oczyści wlot do ściany, obudowy ścianowe 105 między kombajnem 110 a wlotem do ściany przemieszczają się naprzód w kierunku czoła przodku węglowego i popychają rynnę AFC 115 naprzód, tworząc ścieżkę wężową prowadzącą naprzód. Kombajn 110 przemieszcza się następnie w kierunku wylotu ze ściany, przy czym (obecnie wiodąca) głowica urabiająca 235 jest podniesiona do poziomu

stropu, a (podążająca) głowica urabiająca 240 jest obniżona do poziomu spągu. Gdy kombajn 110 przemieszcza się w kierunku wlotu do ściany, kombajn 110 odcina cały zabiór węgla, a obudowy ścianowe 105 przemieszczają się naprzód i popychają rynnę AFC 115 za kombajnem 110, w efekcie umożliwiając kombajnowi 110 odcinanie kolejnego zabioru podczas przejścia powrotnego do wlotu do ściany. Punkt C na wykresie wskazuje moment dotarcia kombajnu 110 do wylotu ze ściany. W punkcie C kombajn 110 opuszcza wiodącą głowicę urabiającą 235 do poziomu spągu, a następnie wycofuje się do momentu, gdy kombajn 110 dotrze do punktu ruchu węzowego na wylocie ze ściany, punktu D na wykresie. Odległość, jaką pokonuje w drodze powrotnej kombajn 110, jest w przybliżeniu równa długości kombajnu 110 między głowicą urabiającą 235 a głowicą urabiającą 240. Punkt D oznacza koniec dwukierunkowego cyklu wrębiania i początek kolejnego dwukierunkowego cyklu wrębiania. Dwukierunkowy cykl wrębiania jest oznaczony z użyciem dwóch punktów ruchu naprzód, które mają co najmniej jeden zakręt wylotu ze ściany i wlotu do ściany między nimi.

W niektórych przykładach wykonania, jak wspomniano powyżej, profil horyzontu i/albo dane dotyczące położenia kombajnu są odbierane przez procesor 721 w regularnych odstępach czasu (na przykład, co 5 minut). Odstęp czasu nie musi być koniecznie dostosowany do pojedynczego cyklu wrębiania. Zgodnie z powyższym procesor 721 analizuje dane dotyczące położenia kombajnu w celu identyfikacji kluczowych punktów, wskazujących na początek i koniec cyklu wrębiania. Na przykład, procesor 721 rozpoznaje jeden lub więcej spośród następujących punktów kluczowych: punkty skrętu kombajnu 110 zarówno na wlocie do ściany, jak i na wylocie ze ściany, zmiany kierunku kombajnu 110 (czyli punkty w ruchu wahadłowym) oraz podnoszenie głowic urabiających 235, 240 w bliskiej odległości od wlotu do ściany, jak i wylotu ze ściany. Procesor 721 rozpoznaje punkty kluczowe, wyszukując dane dotyczące położenia dla kombajnu 110 w odniesieniu do minimów i maksimów, które odpowiadają zarówno punktom skrętu na wlocie/wylocie, jak i punktom w ruchu wahadłowym. Procesor 721 określa również, czy głowice urabiające 235, 240 unoszą się powyżej określonego progu wysokości w pobliżu wlotu do ściany lub wylotu ze ściany. Gdy cykl wrębiania zostanie zidentyfikowany, procesor 721 określa obszar czasowy (to jest, czas rozpoczęcia i czas zakończenia), odpowiadający cyklowi wrębiania. Procesor 721 wyznacza również punkt początku i zakończenia (na przykład, punkt danych wskazujący początek cyklu urabiania i punkt danych wskazujący zakończenie cyklu wrębiania), odpowiadające cyklowi wrębiania.

Gdy procesor 721 zidentyfikuje cykl wrębiania, to procesor 721 generuje profil rynnociągu, profil wrębu przyspągowego, profil wrębu przystropowego, profil nachylenia podłużnego oraz profil podniesienia, powiązane ze ścieżką kombajnu w trakcie cyklu wrębiania. Jak omówiono powyżej, kombajn 110 przemieszcza się od wlotu do ściany do wylotu ze ściany (lub odwrotnie). Kombajn 110 podpira prawą głowicę urabiającą 235 i lewą głowicę urabiającą 240. Gdy kombajn 110 przemieszcza się w jednym kierunku, jedna z głowic urabiających 235, 240 jest umieszczona wyżej niż druga głowica urabiająca, przez co urabiana jest cała wysokość złoża węgla. W jednym z przykładów, podczas gdy kombajn 110 przemieszcza się od wlotu do ściany do wylotu ze ściany, prawa głowica urabiająca 235 jest uniesiona i urabia górną połowę czoła przodku węglowego, a lewa głowica urabiająca 240 urabia dolną połowę czoła przodku węglowego. Na ścieżce powrotnej kombajn 110 przemieszcza się od wylotu ze ściany do wlotu do ściany, lewa i prawa głowica urabiająca 240, 235, mogą utrzymywać to samo położenie górne i dolne jak podczas przejścia naprzód lub mogą zmienić położenie.

Rynnociąg oznacza płaszczyznę podłoża przenośnika AFC 115 i odpowiada ścieżce, którą podąża kombajn 110 podczas przemieszczania się na przenośniku AFC 115. Położenie rynnociągu oblicza się z wykorzystaniem pomiarów położenia kąтового (na przykład, kątów nachylenia podłużnego i poprzecznego) oraz położenia bocznego (na przykład, położenia wzdłuż czoła przodku węglowego 303, określonego przy zastosowaniu czujników 270, 275 odstawy) kombajnu 110. Profil wrębu przystropowego odpowiada położeniu głowicy urabiającej 235, 240, urabiającej górną połowę czoła przodku węglowego, a profil wrębu przyspągowego odpowiada położeniu głowicy urabiającej 235, 240, urabiającej dolną połowę czoła przodku węglowego. Położenie głowic urabiających 235, 240 w celu uzyskania profili wrębu przystropowego i wrębu przyspągowego można obliczyć w oparciu o środek głowic urabiających 235, 240, górną krawędź głowic urabiających 235, z uwzględnieniem lub bez uwzględnienia noży, dolną krawędź głowic urabiających 235, 240, z uwzględnieniem lub bez uwzględnienia noży, lub inny podobny punkt głowic urabiających 235, 240. Ponadto położenie głowic urabiających 235, 240 w celu uzyskania profili wrębu przystropowego i wrębu przyspągowego oblicza się w odniesieniu do położenia rynnociągu.

W celu uzyskania profilu wrębu przystropowego i profilu wrębu przyspągowego ścieżkę każdej z głowic urabiających 235, 240 określa się w stosunku do położenia rynnociągu. Położenie kombajnu

dodaje się do względnego położenia środków głowic urabiających w celu przekształcenia względnego położenia środków głowic urabiających w bezwzględne położenie środków głowic urabiających w stosunku do położenia rynnościagu. Gdy obliczona zostanie ścieżka głowic urabiających, położenie każdego środka (dla prawej głowicy urabiającej 235 i lewej głowicy urabiającej 240) jest umieszczane w przedziale wyznaczonym przez odstępy między określonymi położeniami. W niektórych przykładach wykonania odstępy między określonymi położeniami odpowiadają indeksowi obudów ścianowych, jak opisano powyżej, lub grupie obudów ścianowych (to jest, każdy indeks położenia odpowiada 6 obudowom ścianowym) lub części obudowy ścianowej. Wrąb przystropowy jest następnie obliczany jako maksymalna wysokość środka w każdym przedziale położenia plus promień głowicy urabiającej 235, 240. Podobnie wrąb przyspągowy jest obliczany jako minimalna wysokość środka w każdym przedziale położenia minus promień głowicy urabiającej 235, 240. Profile nachylenia podłużnego i podniesienia są obliczane odpowiednio na podstawie średniej z danych dotyczących nachylenia podłużnego i nachylenia poprzecznego, w każdym z przedziałów położenia.

Po obliczeniu profilu wrębu przystropowego, profilu rynnościagu, profilu wrębu przyspągowego, profilu nachylenia podłużnego i profilu podniesienia dla danego cyklu wrębiania, procesor 721 określa, czy każdy z profili pozostaje w zwykłym zakresie parametrów działania. Przykładowy wykres cyklu wrębiania pokazano na fig. 12, w tym profil wrębu przystropowego (RP), profil rynnościagu (PL), profil wrębu przyspągowego (FP), profil nachylenia podłużnego (PP), profil podniesienia (EP). W przedstawionym przykładzie wykonania procesor 721 sprawdza cztery parametry dla każdego cyklu wrębiania: stopień spągowy, eksploatację, nachylenie podłużne i szybkość zmiany kąta nachylenia poprzecznego.

Fig. 13 przedstawia moduł monitorujący 952, który może być zrealizowany w procesorze 721. W niektórych przykładach wykonania moduł monitorujący 952 może stanowić oprogramowanie, sprzęt lub kombinację powyższych, a ponadto może być lokalny względem ścianowego systemu wydobywczego 100 (na przykład, podziemny lub nadziemny w miejscu wydobywania) lub może być zdalny w stosunku do systemu ścianowego 100. Moduł monitorujący 952 monitoruje dane dotyczące położenia kombajnu uzyskiwane przez czujniki 260, 265, 270, 275, 280. Moduł monitorujący 952 zawiera moduł analizy 954 oraz moduł powiadomień 958, którego funkcjonalność zostanie opisana poniżej. W niektórych przypadkach moduł monitorujący 952 jest realizowany w części w pierwszej lokalizacji (na przykład, w miejscu wydobywania) a w części w drugiej lokalizacji (na przykład, w zdalnym systemie monitorowania 720). Na przykład, moduł analizy 954 może być zrealizowany w sterowniku głównym 775, podczas gdy moduł powiadomień 958 jest realizowany w zdalnym systemie monitorowania 720 lub część modułu analizy 954 może być zrealizowana pod ziemią, podczas gdy druga część modułu analizy 954 może być zrealizowana nad ziemią.

Moduł analizy 954 analizuje profil wrębu przyspągowego, profil wrębu przystropowego, profil rynnościagu, profil nachylenia, a także profil podniesienia w stosunku do parametru stopni spągowych, parametru eksploatacji, parametru nachylenia podłużnego, a także parametru szybkości zmiany kąta nachylenia poprzecznego. Parametr stopni spągowych dotyczy różnicy między profilem rynnościagu a profilem wrębu przyspągowego. Jeżeli stopień spągowy przekroczy próg, to ścianowy system wydobywczy 100 może generować przeciwną odpowiedź nachylenia podłużnego rynny, gdy system 100 (to znaczy, obudowy ścianowe 105 oraz AFC 115) przemieszcza się naprzód. Na przykład, duże zmiany stopnia w profilu spągowym mogą prowadzić do nagłych zmian położenia nachylenia podłużnego rynny, co może powodować szybkie odchylenie horyzontu od złoża węgla. Duże zmiany stopnia mogą również wpływać na zdolność obudów ścianowych 105 do przemieszczania równo naprzód, co z kolei może wpływać na możliwość kontrolowania horyzontu wzdłuż złoża węgla. W niektórych przypadkach duże stopnie spągowe mogą powodować, że kombajn 110 będzie wchodzić w kolizję ze stropnicami 315.

Profil wrębu przyspągowego dzieli się na sekcję wlotu do ściany (MG), sekcję wzdłuż długości ściany (ang. run-of-face, ROF), a także sekcję wylotu ze ściany (TG) w oparciu o położenie rynny kombajnu 110, jak przedstawiono na fig. 12. Sekcja wlotu do ściany (MG) w odniesieniu do danych obejmuje dane profilu wrębu przyspągowego kombajnu 110 między wlotem do ściany (na przykład, położenie obudowy ścianowej 0) a pierwszym progiem wlotu do ściany (na przykład, położenie obudowy ścianowej 20). Sekcja wzdłuż długości ściany (ROF) w odniesieniu do danych obejmuje dane profilu wrębu przyspągowego kombajnu 110 między pierwszym progiem wlotu do ściany (na przykład, położenie obudowy ścianowej 20) a pierwszym progiem wylotu ze ściany (na przykład, położenie obudowy ścianowej 130). Sekcja wylotu ze ściany (TG) w odniesieniu do danych obejmuje dane profilu wrębu przyspągowego kombajnu 110 między pierwszym progiem wylotu ze ściany (na przykład, położenie obudowy ścianowej 130) a wylotem ze ściany (na przykład, przedział położenia obudowy ścianowej 150). W niektórych

przykładach wykonania profil rynności, profil wrębu przystropowego, profil nachylenia podłużnego rynny, a także profil podniesienia są również dzielone na sekcję wlotu do ściany (MG), sekcję wzdłuż długości ściany (ROF), a także sekcję wylotu ze ściany (TG) w sposób opisany powyżej w odniesieniu do profilu wrębu przyspągowego.

Moduł analizy 954 analizuje osobno sekcję wlotu do ściany (MG), sekcję wzdłuż długości ściany (ROF), a także sekcję wylotu ze ściany (TG) profilu wrębu przyspągowego. W niektórych przykładach wykonania moduł analizy 954 stosuje różne progi wobec każdej sekcji profilu wrębu przyspągowego. Fig. 14 przedstawia sposób realizowany przez moduł analizy 954 celem ustalenia, czy kombajn 110 działa w obrębie zwykłego zakresu roboczego parametru stopni spągowych. W pierwszej kolejności w etapie 840 moduł analizy 954 filtruje profil wrębu przyspągowego. Moduł analizy 954 filtruje profil wrębu przyspągowego celem zmniejszenia liczby punktów danych dla profilu wrębu przyspągowego i usuwa wszelkie odległe punkty danych. Na przykład, w jednym przykładzie wykonania profil wrębu przyspągowego zawiera jeden punkt danych dla każdego przedziału położenia, odpowiadającego każdej obudowie ścianowej 105 (na przykład, 134 punktów danych). Dzięki filtrowaniu danych dotyczących profilu wrębu przyspągowego z wykorzystaniem, na przykład, filtra okienkowego dwóch przedziałów położenia, do każdej grupy dwóch przedziałów położenia może być przydzielony punkt wskazujący.

Na przykład, w przypadku niefiltrowanego profilu wrębu przyspągowego, dla pierwszego przedziału położenia dane wrębu przyspągowego wynoszą 0 m, dla drugiego przedziału położenia dane wrębu przyspągowego wynoszą -0,4 m, dla trzeciego przedziału położenia dane wrębu przyspągowego wynoszą -0,8 m, dla czwartego przedziału położenia dane wrębu przyspągowego wynoszą -0,85 m, dla piątego przedziału położenia dane wrębu przyspągowego wynoszą -0,95 m, a dla szóstego przedziału położenia dane wrębu przyspągowego wynoszą -0,98 m. Przefiltrowany profil wrębu przyspągowego może grupować ze sobą pierwszy i drugi przedział położenia celem przydzielenia wartości do pierwszego położenia rynny, grupować ze sobą trzeci i czwarty przedział położenia celem przydzielenia wartości do drugiego położenia rynny, a także grupować ze sobą piąty i szósty przedział położenia celem przydzielenia innej wartości do trzeciego położenia rynny. W jednym przykładzie wartość średnia danych profilu wrębu przyspągowego zgrupowanych razem przedziałów położenia dla jednego położenia rynny jest stosowana do przydzielania wartości do położenia rynny. W powyższym przykładzie pierwsze położenie rynny ma wartość rzędu -0,2 m, drugie położenie rynny ma wartość rzędu -0,825 m, a trzecie położenie rynny ma wartość rzędu -0,965 m. Różnica między jednym położeniem rynny (na przykład, pierwszym położeniem rynny) a innym położeniem rynny (na przykład, trzecim położeniem rynny) odpowiada długości rynny (na przykład, 2 położeniom rynny). Zatem filtrowanie danych profilu wrębu przyspągowego może zmniejszyć ilość danych poddawanych analizie przez moduł analizy 954 i może w niektórych przypadkach uczynić analizę szybszą i bardziej skuteczną. W niektórych przykładach wykonania proces filtrowania nie oblicza wartości średniej. Zamiast tego w niektórych przykładach wykonania proces filtrowania przydziela najwyższą wartość do przefiltrowanych przedziałów położenia, najmniejszą wartość lub środkową wartość przefiltrowanych przedziałów położenia. W niektórych przykładach wykonania filtr okienkowy jest wyższy niż dwa przedziały położenia.

W etapie 842 moduł analizy 954 identyfikuje dane profilu wrębu przyspągowego, odpowiadające uprzednio zdefiniowanej długości rynny dla powiązanego parametru (na przykład, parametru stopni spągowych). Uprzednio zdefiniowana długość rynny wskazuje minimalną liczbę kolejnych położzeń rynny, dla których parametr stopni spągowych funkcjonuje poza zwykłym zakresem roboczym dla modułu powiadomień 958 celem wygenerowania powiadomienia. W przedstawionym przykładzie wykonania uprzednio zdefiniowana długość rynny dla parametru wrębu przyspągowego wynosi trzy położenia rynny. Moduł analizy 954 ustala, czy parametr funkcjonuje w obrębie lub poza zwykłymi zakresami roboczymi poprzez ustalenie, czy wartość parametru (na przykład, parametru stopni spągowych) znajduje się poniżej lub powyżej konkretnego progu roboczego dla uprzednio zdefiniowanej długości rynny. Jeżeli, na przykład, parametr przekracza konkretny próg roboczy (na przykład, próg stopni spągowych) o wartość niższą niż uprzednio zdefiniowana długość rynny (na przykład, dla jednego położenia rynny zamiast 3 położzeń rynny), moduł analizy 954 ustala, że parametr (na przykład, parametr stopni spągowych) nadal funkcjonuje w obrębie zwykłego zakresu roboczego. Innymi słowy, moduł analizy 954 ustala, czy 3 lub więcej kolejnych punktów danych przefiltrowanego profilu wrębu przyspągowego przekraczają próg stopni spągowych. Opisując, w jaki sposób moduł analizy 954 analizuje dane profilu horyzontu w odniesieniu do innych parametrów (na przykład, parametru wrębu przystropowego, parametru nachylenia podłużnego, parametru eksploatacji i tym podobnych), można zauważyć, że moduł analizy

954 ustala, czy konkretny parametr przekracza, czy też jest poniżej progu w przypadku uprzednio zdefiniowanej długości rynny. Należy zauważyć, że w niektórych przykładach wykonania moduł analizy 954 ustala, że konkretny parametr jest poza zwykłym zakresem roboczym dla długości rynny wyłącznie, gdy uprzednio zdefiniowana liczba kolejnych punktów danych przekracza (lub jest poniżej) progu.

W innych przykładach wykonania uprzednio zdefiniowana długość rynny jest mniejsza lub większa niż trzy kolejne położenia rynny. W niektórych przykładach wykonania uprzednio zdefiniowana długość rynny zmienia się w oparciu o parametr. Na przykład, parametr wrębu przyspągowego może mieć uprzednio zdefiniowaną długość rynny trzech kolejnych położenia rynny, podczas gdy parametr eksploatacji może mieć uprzednio zdefiniowaną długość rynny pięciu kolejnych położenia rynny.

W etapie 844 moduł analizy 954 identyfikuje odpowiedni próg stopni spągowych i odpowiedni próg wrębu przyspągowego do wykorzystania w przypadku zidentyfikowanej uprzednio zdefiniowanej długości rynny. Odpowiedni próg stopni spągowych oraz próg wrębu przyspągowego mogą opierać się, na przykład, na tym, której sekcji danych odpowiada uprzednio zdefiniowana długość rynny. Na przykład, jeżeli dane wrębu przyspągowego w uprzednio zdefiniowanej długości rynny odpowiadają sekcji wlotu do ściany profilu wrębu przyspągowego, moduł analizy 954 może wykorzystywać próg stopni spągowych wlotu do ściany oraz próg wrębu przyspągowego wlotu do ściany. Jeżeli jednak dane wrębu przyspągowego w uprzednio zdefiniowanej długości rynny odpowiadają sekcji wzdłuż długości ściany profilu wrębu przyspągowego, moduł analizy 954 może wykorzystywać próg stopni spągowych wzdłuż długości ściany oraz próg wrębu przyspągowego wzdłuż długości ściany. Podobnie, jeżeli dane wrębu przyspągowego dla uprzednio zdefiniowanej długości rynny odpowiadają sekcji wylotu ze ściany profilu wrębu przyspągowego, moduł analizy 954 może wykorzystywać próg stopni spągowych wylotu ze ściany oraz próg wrębu przyspągowego wylotu ze ściany.

W etapie 846 moduł analizy 954 ustala, czy dane wrębu przyspągowego są większe niż odpowiedni próg stopni spągowych (na przykład, 0,2 m) dla uprzednio zdefiniowanej długości rynny (na przykład, trzy położenia rynny). Jeżeli moduł analizy 954 ustali, że dane wrębu przyspągowego w uprzednio zdefiniowanej długości rynny są większe niż próg stopni spągowych, to moduł analizy 954 ustali, że parametr stopni spągowych funkcjonuje poza zwykłym zakresem roboczym dla tej uprzednio zdefiniowanej długości rynny (etap 848) i ustawia znacznik powiązany z uprzednio zdefiniowaną długością rynny (etap 850). Znacznik wskazuje, że ustalony został błąd położenia powiązany z parametrem stopni spągowych dla zidentyfikowanej długości rynny. Po tym, jak ustawiony zostanie znacznik, moduł analizy 954 przechodzi do etapu 852. Z drugiej strony, jeżeli moduł analizy 954 ustali, że dane wrębu przyspągowego w uprzednio zdefiniowanej długości rynny nie są większe niż próg stopni spągowych, moduł analizy 954 ustali, że dane wrębu przyspągowego dla zidentyfikowanej długości rynny funkcjonują w obrębie zwykłego zakresu roboczego i kontynuuje analizę danych wrębu przyspągowego w stosunku do progu wrębu przyspągowego.

W etapie 852 moduł analizy 954 ustala, czy dane wrębu przyspągowego w uprzednio zdefiniowanej długości rynny są mniejsze niż odpowiedni próg wrębu przyspągowego (na przykład, -0,3 m). Jeżeli moduł analizy 954 ustali, że dane wrębu przyspągowego w uprzednio zdefiniowanej długości rynny są mniejsze niż próg wrębu przyspągowego, to moduł analizy 954 ustali, że parametr stopni spągowych funkcjonuje poza zwykłym zakresem roboczym dla uprzednio zdefiniowanej długości rynny (etap 854) i ustawi znacznik powiązany z uprzednio zdefiniowaną długością rynny (etap 856). Znacznik, jak wspomniano powyżej, wskazuje, że ustalony został błąd położenia powiązany z parametrem stopni spągowych dla zidentyfikowanej długości rynny. Po tym, jak ustawiony zostanie znacznik, moduł analizy 954 ustala, czy osiągnięty został koniec pliku (to znaczy, koniec danych profilu horyzontu dla cyklu wrębiania) (etap 858). Z drugiej strony, jeżeli moduł analizy 954 ustali, że dane wrębu przyspągowego w uprzednio zdefiniowanej długości rynny nie są mniejsze niż próg wrębu przyspągowego, to moduł analizy 954 ustali, że dane wrębu przyspągowego znajdują się w obrębie zwykłego zakresu roboczego dla zidentyfikowanej długości rynny, a następnie ustali, czy osiągnięty został koniec pliku (etap 858).

Jeżeli koniec pliku nie został jeszcze osiągnięty, to moduł analizy 954 przechodzi do etapu 842 celem zidentyfikowania danych wrębu przyspągowego dla innej uprzednio zdefiniowanej długości rynny. Jeżeli, na przykład, w pierwszej kolejności moduł analizy 954 analizuje dane wrębu przyspągowego odpowiadające długości rynny, obejmujące położenia rynny 1, 2 oraz 3, gdy moduł analizy 954 ustali, że koniec pliku nie został jeszcze osiągnięty, to moduł analizy 954 identyfikuje dane wrębu przyspągowego odpowiadające na przykład, położeniom 2, 3, 4, ponieważ położenia 2, 3 oraz 4 odpowiadają następnemu zestawowi trzech kolejnych położenia rynny. Gdy koniec pliku zostanie osiągnięty, to moduł

analizy 954 ustala, czy jakiegokolwiek znaczniki zostały ustawione dla danych profilu wrębu przyspągowego cyklu wrębiania (etap 860). Jeżeli moduł analizy 954 ustali, że znaczniki zostały ustawione podczas analizy danych wrębu przyspągowego dla cyklu wrębiania, to moduł powiadomień 958 generuje powiadomienie w sposób opisany powyżej (etap 862). Z drugiej strony, jeżeli moduł analizy 954 ustali, że znaczniki nie zostały ustawione podczas analizy danych profilu wrębu przyspągowego, to moduł analizy 954 ustala, że parametr wrębu przyspągowego funkcjonuje w obrębie zwykłego zakresu roboczego w trakcie cyklu wrębiania i nie jest generowane żadne powiadomienie (etap 864).

Fig. 15 przedstawia sposób realizowany przez moduł analizy 954 celem ustalenia, czy kombajn 110 działa w obrębie zwykłego zakresu roboczego dla parametru eksploatacji. Parametr eksploatacji dotyczy tego, ile węgla wydobywa się z kopalni. Nadmierna eksploatacja może, na przykład, spowodować spadek jakości węgla, jeżeli wydobywany będzie również materiał niewęglowy. Nadmierna eksploatacja może także osłabić podparcie dla położonych wyżej warstw, co może spowodować formowanie jam w sposób opisany powyżej. W pierwszej kolejności w etapie 866 moduł analizy 954 oblicza profil eksploatacji, biorąc pod uwagę różnicę między profilem wrębu przy stropowego a profilem wrębu przyspągowego. Następnie moduł analizy 954 filtruje profil eksploatacji w etapie 868 celem zmniejszenia liczby punktów danych dla profilu eksploatacji w sposób opisany w odniesieniu do profilu wrębu przyspągowego na fig. 14. W przedstawionym przykładzie wykonania moduł analizy 954 filtruje dane dotyczące eksploatacji z wykorzystaniem filtra okienkowego dwóch przedziałów położenia w taki sposób, że jedno położenie rynny zawiera informacje oparte na dwóch przedziałach położenia. Moduł analizy 954 identyfikuje następnie dane dotyczące eksploatacji dla uprzednio zdefiniowanej długości rynny dla parametru eksploatacji w etapie 870. W przedstawionym przykładzie wykonania uprzednio zdefiniowana długość rynny dla parametru eksploatacji wynosi trzy położenia rynny. W etapie 872 moduł analizy 954 identyfikuje odpowiedni maksymalny próg eksploatacji dla zidentyfikowanej uprzednio zdefiniowanej długości rynny. Odpowiedni maksymalny próg eksploatacji może być inny w zależności od tego, czy zidentyfikowana długość rynny jest częścią sekcji wlotu do ściany, sekcji wzdłuż długości ściany, czy sekcji wylotu ze ściany profilu eksploatacji.

W etapie 874 moduł analizy 954 ustala, czy dane eksploatacji dla uprzednio zdefiniowanej długości rynny są większe niż odpowiedni maksymalny próg eksploatacji (na przykład, 4,8 m). Jeżeli dane eksploatacji dla długości rynny są większe niż odpowiedni maksymalny próg eksploatacji, to moduł analizy 954 ustala, że parametr eksploatacji funkcjonuje poza zwykłym zakresem roboczym (etap 876) i ustawia znacznik powiązany ze zidentyfikowaną długością rynny (etap 878). Znacznik wskazuje, że ustalony został błąd położenia powiązany z parametrem eksploatacji dla zidentyfikowanej długości rynny. Po tym, jak ustawiony zostanie znacznik, moduł analizy 954 ustala, czy osiągnięty został koniec pliku (to znaczy koniec danych profilu horyzontu dla cyklu wrębiania) (etap 880). Z drugiej strony, jeżeli dane eksploatacji dla zidentyfikowanej długości rynny nie są większe niż odpowiedni maksymalny próg eksploatacji, to moduł analizy 954 przechodzi do etapu 880 celem ustalenia, czy osiągnięty został koniec pliku.

Jeżeli koniec pliku nie został jeszcze osiągnięty, to moduł analizy 954 przechodzi do etapu 870 celem zidentyfikowania danych eksploatacji odpowiadających innej uprzednio zdefiniowanej długości rynny, co zostało opisane powyżej w odniesieniu do etapu 842. Gdy osiągnięty został koniec pliku, to moduł analizy 954 ustala, czy jakiegokolwiek znaczniki zostały ustawione dla danych eksploatacji dla cyklu wrębiania w etapie 882. Jeżeli moduł analizy 954 ustali, że znaczniki zostały ustawione podczas analizy danych eksploatacji dla cyklu wrębiania, to moduł powiadomień 958 generuje powiadomienie (etap 884). Z drugiej strony, jeżeli moduł analizy 954 ustali, że znaczniki nie zostały ustawione podczas analizy danych eksploatacji, to moduł analizy 954 ustala, że parametr eksploatacji funkcjonuje w obrębie zwykłego zakresu roboczego w trakcie cyklu wrębiania i nie jest generowane żadne powiadomienie (etap 886).

Fig. 16 przedstawia sposób realizowany przez moduł analizy 954 celem ustalenia, czy kombajn 110 działa w obrębie zwykłego zakresu roboczego dla parametru nachylenia podłużnego. W pierwszej kolejności w etapie 888 moduł analizy 954 filtruje dane profilu nachylenia podłużnego rynny celem zmniejszenia liczby punktów danych dla danych profilu nachylenia podłużnego rynny w sposób opisany powyżej w odniesieniu do profilu wrębu przyspągowego na fig. 14. W przedstawionym przykładzie wykonania moduł analizy 954 filtruje dane dotyczące eksploatacji z wykorzystaniem filtra okienkowego dwóch przedziałów położenia w taki sposób, że jedno położenie rynny zawiera informacje oparte na dwóch przedziałach położenia. Moduł analizy 954 identyfikuje następnie dane dotyczące nachylenia podłużnego rynny dla uprzednio zdefiniowanej długości rynny dla parametru nachylenia podłużnego

rynny w etapie 889. W przedstawionym przykładzie wykonania uprzednio zdefiniowana długość rynny dla parametru nachylenia podłużnego rynny wynosi trzy położenia rynny (na przykład, długość rynny – trzy). W etapie 890 moduł analizy 954 identyfikuje odpowiedni maksymalny i minimalny próg nachylenia podłużnego rynny, na przykład, w oparciu o to, czy zidentyfikowana długość rynny odpowiada sekcji wlotu do ściany, sekcji wzdłuż długości ściany, czy sekcji wylotu ze ściany profilu nachylenia podłużnego rynny. Maksymalne nachylenie podłużne rynny dotyczy maksymalnego dodatniego położenia kąтового (na przykład, maksymalnego odchylenia kombajnu 110 od złoża węgla), a minimalne nachylenie podłużne rynny dotyczy maksymalnego ujemnego położenia kąтового (na przykład, maksymalnego odchylenia kombajnu 110 w kierunku złoża węgla). Po tym, jak odpowiednie progi zostaną zidentyfikowane, moduł analizy 954 analizuje zidentyfikowaną długość rynny danych dotyczące nachylenia podłużnego rynny zgodnie z odpowiednimi progami.

W etapie 891 moduł analizy 954 ustala, czy dane nachylenia podłużnego rynny dla długości rynny są większe niż maksymalny próg nachylenia podłużnego rynny (na przykład, 6,0 stopni). Jeżeli dane nachylenia podłużnego rynny dla długości rynny są większe niż odpowiedni maksymalny próg nachylenia podłużnego rynny, moduł analizy 954 ustala, że nachylenie podłużne rynny funkcjonuje poza zwykłym zakresem roboczym (etap 892) i ustawia znaczniki powiązane z długością rynny (etap 893). Znacznik wskazuje, że ustalony został błąd położenia powiązany z nachyleniem podłużnym rynny przy zidentyfikowanej długości rynny dla cyklu wrębiania. Po tym, jak znacznik zostanie ustawiony, moduł analizy 954 analizuje dane nachylenia podłużnego rynny zgodnie z odpowiednim minimalnym progiem nachylenia podłużnego rynny (etap 894). Z drugiej strony, jeżeli dane nachylenia podłużnego rynny dla długości rynny nie są większe niż odpowiedni maksymalny próg nachylenia podłużnego rynny, moduł analizy 954 przechodzi bezpośrednio do etapu 894.

W etapie 894 moduł analizy 954 ustala, czy dane nachylenia podłużnego rynny dla zidentyfikowanej długości rynny są mniejsze niż odpowiedni minimalny próg nachylenia podłużnego rynny (na przykład, -6,0 stopni). Jeżeli dane nachylenia podłużnego rynny dla długości rynny są mniejsze niż minimalny próg nachylenia podłużnego rynny, to moduł analizy 954 ustala, że parametr nachylenia podłużnego rynny funkcjonuje poza zwykłym zakresem roboczym (etap 895) i ustawia znaczniki powiązane z długością rynny (etap 896). Znacznik, jak wspomniano powyżej, wskazuje, że ustalony został błąd położenia powiązany z nachyleniem podłużnym rynny przy zidentyfikowanej długości rynny dla cyklu wrębiania. Po tym, jak ustawiony zostanie znacznik, moduł analizy 954 ustala, czy osiągnięty został koniec pliku (to znaczy koniec danych profilu horyzontu dla cyklu wrębiania) (etap 897). Jeżeli dane nachylenia podłużnego rynny dla długości rynny nie są mniejsze niż odpowiedni minimalny próg nachylenia podłużnego rynny, to moduł analizy 954 przechodzi bezpośrednio do etapu 897 celem ustalenia, czy osiągnięty został koniec pliku.

Jeżeli koniec pliku nie został osiągnięty, to moduł analizy 954 przechodzi z powrotem do etapu 889 celem identyfikacji innej długości rynny i kontynuowania analizy danych nachylenia podłużnego rynny dla cyklu wrębiania. Gdy osiągnięty zostanie koniec pliku, to moduł analizy 954 ustala, czy ustawione zostały jakiekolwiek znaczniki (etap 898). Jeżeli zostały ustawione znaczniki, to moduł powiadomienia 958 generuje powiadomienie (etap 899). Jeżeli znaczniki nie zostały ustawione, to moduł analizy 954 ustala, że parametr nachylenia podłużnego rynny funkcjonuje w obrębie zwykłego zakresu roboczego i nie jest generowane żadne powiadomienie (etap 900).

Fig. 17 przedstawia sposób realizowany przez moduł analizy 954 celem ustalenia, czy kombajn 110 działa w obrębie zwykłego zakresu roboczego dla parametru szybkości zmiany kąta nachylenia poprzecznego rynny. W pierwszej kolejności moduł analizy 954 oblicza dane profilu szybkości zmiany kąta nachylenia poprzecznego w oparciu o informacje uzyskiwane z czujników 260, 265, 270, 275, 280 znajdujących się na kombajnie 110 w etapie 901. Profil szybkości zmiany kąta nachylenia poprzecznego wskazuje stopień zmiany nachylenia poprzecznego w stosunku do długości rynny. Profil szybkości zmiany kąta nachylenia poprzecznego rynny jest obliczany dla kolejnych przedziałów położenia, przy czym przyjmuje się, że dla pierwszego przedziału położenia szybkość zmiany kąta nachylenia poprzecznego wynosi zero. Następnie moduł analizy 954 filtruje dane szybkości zmiany kąta nachylenia poprzecznego rynny w sposób opisany powyżej w odniesieniu do fig. 14 (etap 902). Moduł analizy 954 przystępuje do identyfikacji danych szybkości zmiany kąta nachylenia poprzecznego rynny dla uprzednio zdefiniowanej długości w etapie 903. W przedstawionym przykładzie wykonania uprzednio zdefiniowana długość rynny wynosi trzy położenia rynny. W etapie 904 moduł analizy 954 identyfikuje odpowiedni maksymalny próg szybkości zmiany kąta nachylenia poprzecznego rynny oraz minimalny próg szybkości zmiany kąta nachylenia poprzecznego dla długości rynny w oparciu o to, czy zidentyfikowana

długość rynny odpowiada sekcji wlotu do ściany, sekcji wzdłuż długości ściany, czy sekcji wylotu ze ściany profilu nachylenia poprzecznego rynny. Maksymalna i minimalna szybkość zmiany kąta nachylenia poprzecznego rynny dotyczy maksymalnej i minimalnej akceptowanej zmiany kątowej, utrzymywanej w obrębie określonej liczby długości rynny.

W etapie 905 moduł analizy 954 ustala, czy dane szybkości zmiany kąta nachylenia poprzecznego rynny dla uprzednio zdefiniowanej długości rynny są większe niż odpowiedni maksymalny próg szybkości zmiany kąta nachylenia poprzecznego rynny (na przykład, 0,5 stopni na długość rynny). Jeżeli dane szybkości zmiany kąta nachylenia poprzecznego rynny dla długości rynny są większe niż odpowiedni maksymalny próg szybkości zmiany kąta nachylenia poprzecznego rynny, to moduł analizy 954 ustala, że parametr szybkości zmiany kąta nachylenia poprzecznego funkcjonuje poza zwykłym zakresem roboczym (etap 906) i ustawia znaczniki powiązane ze zidentyfikowaną długością rynny (etap 907). Znacznik wskazuje, że ustalony został błąd położenia powiązany z parametrem szybkości zmiany kąta nachylenia poprzecznego rynny dla cyklu wrębiania. Po tym, jak znacznik zostanie ustawiony, moduł analizy 954 kontynuuje analizę danych szybkości zmiany kąta nachylenia poprzecznego rynny i przechodzi do etapu 908. Z drugiej strony, jeżeli dane szybkości zmiany kąta nachylenia poprzecznego rynny dla długości rynny nie są większe niż odpowiedni maksymalny próg szybkości zmiany kąta nachylenia poprzecznego rynny, to moduł analizy 954 przechodzi bezpośrednio do etapu 908 celem ustalenia, czy dane szybkości zmiany kąta nachylenia poprzecznego rynny są mniejsze niż odpowiedni minimalny próg szybkości zmiany kąta nachylenia poprzecznego rynny (na przykład, -0,5 stopni na długość rynny). Jeżeli dane szybkości zmiany kąta nachylenia poprzecznego rynny dla zidentyfikowanej długości rynny są mniejsze niż minimalny próg szybkości zmiany kąta nachylenia poprzecznego rynny, to moduł analizy 954 ustala, że parametr szybkości zmiany kąta nachylenia poprzecznego rynny funkcjonuje poza zwykłym zakresem roboczym (etap 909) i ustawia znacznik powiązany z długością rynny (etap 910). Znacznik wskazuje, że ustalony został błąd położenia powiązany z parametrem szybkości zmiany kąta nachylenia poprzecznego rynny dla cyklu wrębiania. Po tym, jak ustawiony zostanie znacznik, moduł analizy 954 ustala, czy osiągnięty został koniec pliku (to znaczy koniec danych profilu horyzontu dla cyklu wrębiania) (etap 911). Z drugiej strony, jeżeli dane szybkości zmiany kąta nachylenia poprzecznego rynny dla zidentyfikowanej długości rynny nie są mniejsze niż minimalny próg nachylenia poprzecznego rynny, to moduł analizy 954 przechodzi bezpośrednio do etapu 911. Jeżeli koniec pliku nie został osiągnięty, to moduł analizy 954 przechodzi z powrotem do etapu 903 celem identyfikacji danych szybkości zmiany kąta nachylenia poprzecznego rynny dla nowej długości rynny równej trzy. Gdy koniec pliku zostanie osiągnięty, to moduł analizy 954 ustala, czy jakiegokolwiek znaczniki zostały ustawione w trakcie cyklu wrębiania w etapie 912. Jeżeli znaczniki zostały ustawione, to moduł powiadomień 958 generuje powiadomienie w etapie 913. Jeżeli znaczniki nie zostały ustawione, moduł analizy 954 ustala, że parametr nachylenia poprzecznego rynny funkcjonuje w obrębie zwykłego zakresu roboczego (etap 914).

Po tym, jak moduł analizy 954 przeanalizuje cykl wrębiania w odniesieniu do parametru stopni spągowych, parametru eksploatacji, parametru nachylenia podłużnego, a także parametru szybkości zmiany kąta nachylenia poprzecznego, dane profilu horyzontu dla cyklu wrębiania zostają zachowane w bazie danych dla potrzeb późniejszego dostępu. Zgodnie z fig. 14–17 znacznik jest ustawiany dla każdej długości rynny, dla której monitorowane parametry funkcjonują poza zwykłym zakresem roboczym. W przedstawionym przykładzie wykonania, jeżeli moduł analizy 954 ustali, że kombajn 110 funkcjonuje poza zwykłym zakresem roboczym dla danego parametru w więcej niż jednym przypadku (na przykład, dla więcej niż jednej długości rynny) w trakcie tego samego cyklu wrębiania, moduł powiadomień 958 generuje wyłącznie jedno powiadomienie na parametr cyklu wrębiania. W innych przykładach wykonania moduł powiadomień 958 generuje powiadomienie na przypadek (na przykład, na zidentyfikowaną długość rynny) o tym, że kombajn 110 funkcjonuje poza zwykłym zakresem roboczym. W niektórych przykładach wykonania dane profilu horyzontu dla każdego cyklu wrębiania są zachowywane w postaci obrazu graficznego. Obraz graficzny może przedstawiać wykresy, wskazujące profil wrębu przystropowego, profil wrębu przyspągowego, rynnociąg, profil nachylenia podłużnego, a także profil podniesienia, co przedstawiono na fig. 12. Gdy moduł powiadomień 958 wygeneruje powiadomienie, to obszary w zasięgu obrazu graficznego są wyróżnione (lub zawierają znacznik) celem odróżnienia danych, które spowodowały znaczniki oraz powiadomienie.

Należy również zauważyć, że choć opisana została określona kolejność w przypadku monitorowania każdego parametru, moduł analizy 954 może monitorować parametry w dowolnej innej kolejności. Należy również zauważyć, że choć profil wrębu przyspągowego, profil wrębu przystropowego, profil

eksploatacji, profil szybkości zmiany kąta nachylenia poprzecznego rynny, a także profil nachylenia podłużnego rynny zostały opisane jako poddawane filtrowaniu, to w niektórych przykładach wykonania dane profilu horyzontu nie są filtrowane i całkowite dane są wykorzystywane do analizy danych horyzontu w odniesieniu do określonego parametru. Należy również zauważyć, że choć profil wrębu przyspągowego, profil wrębu przystropowego, profil eksploatacji, profil szybkości zmiany kąta nachylenia poprzecznego rynny, a także profil nachylenia podłużnego rynny zostały opisane jako poddawane analizie z osobna przez sekcję wlotu do ściany, sekcję wzdłuż długości ściany, sekcję wylotu ze ściany, dane profilu horyzontu mogą być podzielone na sekcje w inny sposób lub w ogóle nie podzielone na sekcje. W takich przykładach wykonania dane profilu horyzontu są analizowane jako całość i etap identyfikacji odpowiednich progów może być pominięty przez moduł analizy 954.

Moduł analizy 954 ustala również, czy profil wrębu przyspągowego, profil wrębu przystropowego, profil nachylenia poprzecznego rynny, a także profil nachylenia poprzecznego rynny odbiegają od siebie między dwoma cyklami wrębiania. Na przykład, jako że dane profilu horyzontu dla każdego cyklu wrębiania są zapisywane w bazie danych, moduł analizy 954 może porównywać dane profilu horyzontu z poprzedniego cyklu wrębiania z danymi profilu horyzontu z bieżącego cyklu wrębiania i ustalić, czy różnica danych profilu horyzontu jest znacząca. Moduł analizy 954 ustala, czy odchylenie profilu wrębu przyspągowego między dwoma cyklami wrębiania lub czy odchylenie profilu wrębu przystropowego między dwoma cyklami wrębiania jest znaczące. W przedstawionym przykładzie wykonania moduł analizy 954 analizuje dwa kolejne cykle wrębiania. Zasadniczo, gdy kombajn 110 pozostaje wyrównany ze złożem węgla, to odchylenie profilu wrębu przystropowego oraz profilu wrębu przyspągowego między dwoma kolejnymi cyklami są stosunkowo niewielkie. Moduł analizy 954 może także ustalać, czy kolejne zmiany profili nachylenia podłużnego oraz nachylenia poprzecznego rynny (lub profili szybkości zmiany kąta nachylenia poprzecznego rynny) na ogół zbiegają w kierunku poziomym ostrzegawczego (na przykład, poziomym ostrzegawczego o wysokim nachyleniu podłużnym, poziomym ostrzegawczego o niskim nachyleniu podłużnym, poziomym ostrzegawczego o wysokim nachyleniu poprzecznym, czy poziomym ostrzegawczego o niskim nachyleniu poprzecznym). Nadmierne nachylenie podłużne rynny lub nachylenie poprzeczne rynny może powodować utratę horyzontu, a w przypadkach ekstremalnych, stropnice 315 mogą wchodzić w kolizję z kombajnem 110.

Fig. 18 przedstawia sposób realizowany przez moduł analizy 954 celem ustalenia, czy odchylenie profilu wrębu przyspągowego między dwoma cyklami wrębiania jest znaczące. W pierwszej kolejności w etapie 1000 moduł analizy 954 uzyskuje dostęp do danych profilu horyzontu dla poprzedniego cyklu wrębiania. Poprzedni cykl wrębiania może stanowić poprzedni w kolejności cykl lub po prostu cykl wrębiania, który został już przeanalizowany. Moduł analizy 954 filtruje następnie profil wrębu przyspągowego dla poprzedniego cyklu wrębiania, a także profil wrębu przyspągowego dla bieżącego cyklu wrębiania celem zmniejszenia liczby punktów danych (etap 1001). Moduł analizy 954 oblicza następnie różnicę między przefiltrowanym profilem wrębu przyspągowego bieżącego cyklu wrębiania a przefiltrowanym profilem wrębu przyspągowego poprzedniego cyklu wrębiania w etapie 1002. Następnie moduł analizy 954 identyfikuje różnicę profilu wrębu przyspągowego dla uprzednio zdefiniowanej długości rynny (na przykład, 3 położenia rynny) w etapie 1003. Po tym, jak dane różnicy profilu wrębu przyspągowego dla długości rynny zostały zidentyfikowane, moduł analizy 954 identyfikuje odpowiednie progi odchylenia wrębu przyspągowego w etapie 1004. Progi odchylenia wrębu przyspągowego zawierają maksymalny kolejny próg stopni spągowych oraz minimalny kolejny próg wrębu przyspągowego. Odpowiednie progi mogą opierać się na przykład, na tym, czy dane różnicy profilu spągu dla długości rynny odpowiadają sekcji wlotu do ściany, sekcji wzdłuż długości ściany oraz sekcji wylotu ze ściany profili spągu. W niektórych przykładach wykonania moduł analizy 954 może nie wymagać identyfikacji odpowiednich progów odchylenia wrębu przyspągowego, jeżeli dane profilu wrębu przyspągowego nie zostały podzielone na sekcje. Moduł analizy 954 ustala następnie, czy różnica profilu spągu dla zidentyfikowanej długości rynny jest większa niż odpowiedni maksymalny kolejny próg stopni spągowych w etapie 1006.

Jeżeli różnica profilu spągu dla długości rynny jest większa niż kolejny próg stopni spągowych (na przykład, 0,3 m), to moduł analizy 954 ustali, że odchylenie profili wrębu przyspągowego między dwoma cyklami wrębiania jest znaczące (etap 1008) i ustawi znaczniki powiązane z powiązaną długością rynny (etap 1010). Znacznik wskazuje, że odchylenie profilu wrębu przyspągowego między bieżącym cyklem wrębiania a poprzednim cyklem wrębiania jest znaczące. Po tym, jak znacznik zostanie ustawiony, moduł analizy 954 przystępuje do etapu 1012. Podobnie, jeżeli moduł analizy 954 ustali, że

różnica profilu spągu dla długości rynny nie jest większa niż maksymalny kolejny próg stopni spągowych, to moduł analizy 954 przystępuje do analizy różnicy profilu wrębu przyspągowego w odniesieniu do kolejnego progu wrębu przyspągowego (etap 1012).

W etapie 1012 moduł analizy 954 ustala, czy różnica profilu wrębu przyspągowego dla długości rynny jest mniejsza niż minimalny kolejny próg wrębu przyspągowego (na przykład, -0,3 m). Jeżeli różnica profilu wrębu przyspągowego jest mniejsza niż minimalny kolejny próg wrębu przyspągowego, to moduł analizy 954 ustala, że odchylenie profili wrębu przyspągowego jest znaczące (etap 1014) i ustawia znacznik powiązany z długością rynny (etap 1016). Znacznik, zgodnie z powyższym opisem, wskazuje, że odchylenie profili wrębu przyspągowego dla cyklu wrębiania jest znaczące. Po tym, jak ustawiony zostanie znacznik, moduł analizy 954 ustala, czy osiągnięty został koniec pliku (to znaczy koniec danych profilu horyzontu dla cyklu wrębiania) (etap 1018). Podobnie, jeżeli różnica profilu spągu nie jest mniejsza niż minimalny kolejny próg wrębu przyspągowego, to moduł analizy 954 ustala, czy osiągnięty został koniec pliku (etap 1018). Jeżeli koniec pliku nie został jeszcze osiągnięty, to moduł analizy 954 przechodzi do etapu 1002 celem zidentyfikowania danych różnicy profilu spągu dla innej długości rynny. Gdy osiągnięty zostanie koniec pliku, to moduł analizy 954 ustala, czy ustawione zostały jakiegokolwiek znaczniki (etap 1020). Jeżeli zostały ustawione znaczniki w trakcie cykli wrębiania, moduł powiadomień 958 generuje powiadomienie (etap 1022). Jeżeli nie zostały ustawione znaczniki, to moduł analizy 954 ustala, że odchylenie profili wrębu przyspągowego między poprzednim cyklem wrębiania a bieżącym cyklem wrębiania nie jest znaczące (etap 1013).

Fig. 19 przedstawia przykładowy zrzut ekranu, prezentujący profil wrębu przyspągowego dla bieżącego cyklu wrębiania (CURRENT FLOOR), profil wrębu przyspągowego dla poprzedniego cyklu wrębiania (PREVIOUS FLOOR), profil wrębu przystropowego dla bieżącego cyklu wrębiania (CURRENT ROOF), a także profil wrębu przystropowego dla poprzedniego cyklu wrębiania (PREVIOUS ROOF). Jak można zauważyć na fig. 19, między przybliżonymi położeniami rynny 95 oraz 110, profil wrębu przyspągowego bieżącego cyklu wrębiania jest dużo mniejszy niż profil wrębu przyspągowego poprzedniego cyklu wrębiania. Innymi słowy, różnica między profilem wrębu przyspągowego bieżącego cyklu wrębiania a profilem wrębu przyspągowego poprzedniego cyklu wrębiania jest mniejsza niż kolejny próg wrębu przyspągowego dla więcej niż uprzednio zdefiniowanej długości rynny (na przykład, 2 położenia rynny). Zatem między położeniami rynny 95–110 odchylenie profili wrębu przyspągowego jest znaczące i generowane jest powiadomienie.

W niektórych przykładach wykonania odchylenie między profilem wrębu przyspągowego bieżącego cyklu wrębiania a profilem wrębu przyspągowego poprzedniego cyklu wrębiania może być przeanalizowane oddzielnie dla każdej sekcji profilu wrębu przyspągowego. Na przykład, moduł analizy 954 może w pierwszej kolejności porównać różnicę między dwoma profilami wrębu przyspągowego z maksymalnym kolejnym progiem stopni spągowych wlotu do ściany oraz z minimalnym kolejnym progiem wrębu przyspągowego wlotu do ściany. Moduł analizy 954 może następnie porównać różnicę między dwoma profilami wrębu przyspągowego z kolejnym progiem stopni spągowych wzdłuż długości ściany oraz kolejnym progiem wrębu przyspągowego wzdłuż długości ściany i wreszcie moduł analizy 954 może porównać różnicę między dwoma profilami wrębu przyspągowego z progiem stopni spągowych wylotu ze ściany oraz progiem wrębu przyspągowego wylotu ze ściany. Kolejność, w jakiej moduł analizy 954 porównuje sekcje dwóch profili wrębu przyspągowego, może się zmieniać.

Moduł analizy 954 ustala również, czy odchylenie między profilem wrębu przystropowego bieżącego cyklu wrębiania oraz profilem wrębu przystropowego poprzedniego cyklu wrębiania jest znaczące, co przedstawiono na fig. 20. W pierwszej kolejności w etapie 1026 moduł analizy 954 uzyskuje dostęp do danych profilu horyzontu dla poprzedniego cyklu wrębiania. Następnie moduł analizy 954 filtruje profil wrębu przystropowego poprzedniego cyklu wrębiania, a także profil wrębu przystropowego bieżącego cyklu wrębiania celem zmniejszenia liczby punktów danych, a tym samym skutecznego przeanalizowania danych profilu horyzontu w etapie 1027. Moduł analizy 954 oblicza następnie różnicę między przefiltrowanym profilem wrębu przystropowego bieżącego cyklu wrębiania a przefiltrowanym profilem wrębu przystropowego poprzedniego cyklu wrębiania w etapie 1028. W etapie 1030 moduł analizy 954 identyfikuje dane różnicy profilu przystropowego dla uprzednio zdefiniowanej długości rynny. W przedstawionym przykładzie wykonania długość rynny odpowiada trzem położeniom rynny. Następnie moduł analizy 954 identyfikuje odpowiednie progi odchylenia wrębu przystropowego (etap 1031). Odpowiednie progi wrębu przystropowego mogą być ustalane w oparciu o to, czy dane różnicy profilu stropu dla długości rynny odpowiadają sekcji wlotu do ściany, sekcji wzdłuż długości ściany oraz sekcji wylotu ze ściany profili stropu. Ponownie, w niektórych przykładach wykonania, na przykład, gdy dane profilu

wrębu przystropowego nie są podzielone na sekcje, moduł analizy 954 może nie wymagać identyfikacji odpowiednich progów odchylenia wrębu przystropowego i zamiast tego może wykorzystywać te same progi odchylenia wrębu przystropowego przy kolejnej analizie profilu wrębu przystropowego.

Moduł analizy 954 ustala następnie, czy różnica profilu stropu dla długości rynny jest większa niż maksymalny kolejny próg stopni stropowych (na przykład, 0,2 m) w etapie 1032. Jeżeli dane profilu różnicy wrębu przystropowego są większe niż maksymalny kolejny próg stopni stropowych, to moduł analizy 954 ustala, że odchylenie profili wrębu przystropowego między bieżącym cyklem wrębiania a poprzednim cyklem wrębiania jest znaczące (etap 1034), a ponadto ustawiany jest znacznik, który jest powiązany z przeanalizowaną długością rynny (etap 1036). Znacznik wskazuje, że odchylenie profilu wrębu przystropowego między bieżącym cyklem wrębiania a poprzednim cyklem wrębiania jest znaczące. Po tym, jak znacznik zostanie ustawiony, moduł analizy 954 ustala, czy profil różnicy wrębu przystropowego jest mniejszy niż minimalny kolejny próg wrębu przystropowego (na przykład, -0,4 m) w etapie 1038. Jeżeli jednak dane profilu różnicy stropu nie są większe niż maksymalny kolejny próg stopni stropowych, to moduł analizy 954 przystępuje bezpośrednio do etapu 1038.

Jeżeli dane różnicy profilu stropu dla długości rynny są mniejsze niż minimalny kolejny próg wrębu przystropowego, to moduł analizy 954 ustala, że odchylenie profili wrębu przystropowego między bieżącym cyklem wrębiania a poprzednim cyklem wrębiania jest znaczące (etap 1040) i ustawia znacznik powiązany z długością rynny, wskazujące, że odchylenie profili wrębu przystropowego między dwoma cyklami wrębiania jest znaczące (etap 1042). Po tym, jak znacznik zostanie ustawiony, moduł analizy 954 ustala, czy wszystkie dane profilu różnicy stropu zostały przeanalizowane (etap 1044). Jeżeli dane profilu różnicy stropu są mniejsze niż minimalny kolejny próg wrębu przystropowego, moduł analizy 954 ustala, czy osiągnięty został koniec pliku (to znaczy, koniec danych profilu różnicy stropu dla cykli wrębiania) (etap 1044). Jeżeli koniec pliku nie został jeszcze osiągnięty, moduł analizy 954 przystępuje do etapu 1030 celem identyfikacji innej długości rynny i kontynuowania analizy danych profilu różnicy stropu. Gdy osiągnięty został koniec pliku, a wszystkie dane profilu różnicy stropu dla dwóch cykli wrębiania zostały przeanalizowane, to moduł analizy 954 ustala, czy ustawione zostały jakiegokolwiek znaczniki (etap 1046). Jeżeli znaczniki zostały ustawione, moduł powiadomień 958 generuje powiadomienie w etapie 1048. Jeżeli nie zostały ustawione znaczniki, to moduł analizy 954 ustala, że odchylenie profili wrębu przystropowego między bieżącym cyklem wrębiania a poprzednim cyklem wrębiania nie jest znaczące (etap 1049).

Moduł analizy 954 ustala również, czy występuje nadmierna eksploatacja w tym samym obszarze w kolejnych cyklach wrębiania, jak pokazano na fig. 21. W pierwszej kolejności w etapie 1050 moduł analizy 954 uzyskuje dostęp do danych profilu horyzontu dla poprzedniego cyklu wrębiania. W szczególności moduł analizy 954 uzyskuje dostęp do danych profilu eksploatacji dla poprzedniego cyklu wrębiania. Następnie moduł analizy 954 filtruje profil eksploatacji poprzedniego cyklu wrębiania celem zmniejszenia liczby punktów danych i tym samym skuteczniejszego przeanalizowania danych profilu horyzontu, w etapie 1052. Moduł analizy 954 porównuje następnie lokalizację (na przykład, zakres położenia) obszarów nadmiernej eksploatacji (na przykład, gdy parametr eksploatacji został przekroczony) w poprzednim cyklu wrębiania z lokalizacją (na przykład, zakres położenia) obszarów nadmiernej eksploatacji w bieżącym cyklu wrębiania w etapie 1054. W szczególności moduł analizy 954 sprawdza, czy jakiegokolwiek z obszarów nadmiernej eksploatacji w poprzednim cyklu wrębiania pokrywa się z jakimkolwiek z obszarów nadmiernej eksploatacji w bieżącym cyklu wrębiania o więcej niż uprzednio zdefiniowana długość rynny (na przykład, 3 położenia rynny). Jeżeli moduł analizy 954 ustali, że obszar nadmiernej eksploatacji w bieżącym cyklu wrębiania pokrywa się z obszarem nadmiernej eksploatacji w poprzednim cyklu wrębiania, to moduł analizy 954 ustala, że nadmierna eksploatacja jest znacząca (etap 1056) i ustawiany jest znacznik, który jest powiązany z pokrywającymi się obszarami eksploatacji w etapie 1058. Znacznik wskazuje, że w przypadku co najmniej niektórych spośród obszarów zabioru węgla stwierdzono znaczącą nadmierną eksploatację i generowane jest powiadomienie w sposób opisany wcześniej celem identyfikacji oznaczonych obszarów (etap 1060). Jeżeli jednak obszary nadmiernej eksploatacji poprzedniego cyklu wrębiania oraz bieżącego cyklu wrębiania nie pokrywają się na uprzednio zdefiniowanej długości rynny lub nie pokrywają się w ogóle, to moduł analizy 954 ustala, że nadmierna eksploatacja nie stanowi obecnie znaczącego problemu (etap 1062). W niektórych przykładach wykonania nadmierna eksploatacja jest analizowana w obrębie więcej niż dwóch cykli wrębiania. Na przykład, w niektórych przykładach wykonania moduł analizy 954 ustawia znacznik, gdy obszary nadmiernej eksploatacji więcej niż dwóch cykli wrębiania (na przykład, gdy obszary nadmiernej eksploatacji

w co najmniej trzech kolejnych cyklach wrębiania pokrywają się) pokrywają się, wskazujące, że w przypadku tego samego obszaru zabioru węgla konsekwentnie stwierdza się nadmierną eksploatację.

Moduł analizy 954 ustala także, czy kombajn 110 zmierza w kierunku poziomu ostrzegawczego o wysokim nachyleniu podłużnym, poziomu ostrzegawczego o niskim nachyleniu podłużnym, poziomu ostrzegawczego o wysokim nachyleniu poprzecznym lub poziomu ostrzegawczego o niskim nachyleniu poprzecznym. Osiągnięcie poziomów ostrzegawczych nachylenia podłużnego i/albo nachylenia poprzecznego może świadczyć o błędzie położenia i może, w niektórych sytuacjach, powodować utratę horyzontu przez kombajn 110. Poziom ostrzegawczy o wysokim nachyleniu podłużnym może stanowić maksymalny dodatni poziom nachylenia podłużnego (na przykład, 5 stopni), a poziom ostrzegawczy o niskim nachyleniu podłużnym może stanowić maksymalny ujemny poziom nachylenia podłużnego (na przykład, -5 stopni). Podobnie poziom ostrzegawczy o wysokim nachyleniu poprzecznym może stanowić maksymalny dodatni poziom modyfikacji szybkości zmiany kąta nachylenia poprzecznego (na przykład, 0,25 stopni na długość rynny), a poziom ostrzegawczy o niskim nachyleniu poprzecznym może stanowić maksymalny ujemny poziom modyfikacji szybkości zmiany kąta nachylenia poprzecznego (na przykład, -0,25 stopni na długość rynny).

Jak można zauważyć na fig. 22, w etapie 1064 moduł analizy 954 uzyskuje dostęp do danych nachylenia poprzecznego rynny i/albo danych nachylenia podłużnego rynny dla poprzedniego cyklu wrębiania. Następnie w etapie 1066 moduł analizy 954 ustala, czy dane nachylenia poprzecznego rynny zmierzają w kierunku poziomu ostrzegawczego nachylenia poprzecznego. Jeżeli dane nachylenia poprzecznego rynny zmierzają w kierunku poziomu ostrzegawczego nachylenia poprzecznego, to moduł powiadomien 958 generuje powiadomienie w etapie 1068, a moduł analizy 954 przechodzi do etapu 1070. Jeżeli dane nachylenia poprzecznego rynny nie zmierzają w kierunku poziomu ostrzegawczego nachylenia poprzecznego, to moduł analizy 954 ustala, czy dane nachylenia podłużnego rynny zmierzają w kierunku poziomu ostrzegawczego nachylenia podłużnego w etapie 1070. Jeżeli dane nachylenia podłużnego rynny zmierzają w kierunku poziomu ostrzegawczego nachylenia podłużnego, to moduł powiadomien 958 generuje powiadomienie w etapie 1072. Jeżeli dane nachylenia podłużnego rynny nie zmierzają w kierunku poziomu ostrzegawczego nachylenia podłużnego, to moduł analizy 958 ustala, że dane nachylenia podłużnego rynny lub zarówno dane nachylenia podłużnego rynny, jak i dane nachylenia poprzecznego rynny nie zmierzają w kierunku poziomu ostrzegawczego w etapie 1062.

Moduł analizy 954 może ustalić, że rynnociąg zbliża się do poziomu ostrzegawczego nachylenia podłużnego lub poziomu ostrzegawczego nachylenia poprzecznego na przykład, poprzez ustalenie zmiany nachylenia podłużnego i/albo poprzecznego rynny dla więcej niż dwóch kolejnych cykli wrębiania. Jeżeli na przykład, rynnociąg dysponuje dodatnią zmianą nachylenia podłużnego w kolejnych cyklach wrębiania, to moduł analizy 954 może ustalić, że rynnociąg zmierza w kierunku poziomu ostrzegawczego o wysokim nachyleniu podłużnym. Z drugiej strony, jeżeli rynnociąg doświadcza dodatniej zmiany nachylenia podłużnego oraz ujemnej zmiany nachylenia podłużnego, to moduł analizy 954 ustala, że rynnociąg nie zmierza w kierunku poziomu ostrzegawczego o wysokim nachyleniu podłużnym. Jeżeli rynnociąg doświadcza dwóch kolejnych ujemnych zmian nachylenia podłużnego, to moduł analizy 954 może ustalić, że rynnociąg zmierza w kierunku poziomu ostrzegawczego o niskim nachyleniu podłużnym. Podobna procedura może być zastosowana do ustalenia, czy rynnociąg zmierza w kierunku poziomu ostrzegawczego nachylenia poprzecznego (na przykład, poziomu ostrzegawczego o wysokim nachyleniu poprzecznym lub poziomu ostrzegawczego o niskim nachyleniu poprzecznym). Jeżeli w obrębie dwóch kolejnych cykli wrębiania rynnociąg doświadcza dwóch kolejnych dodatnich modyfikacji szybkości zmiany kąta nachylenia poprzecznego, to moduł analizy 954 może ustalić, że rynnociąg zbliża się do poziomu ostrzegawczego o wysokim nachyleniu poprzecznym. Z drugiej strony, jeżeli rynnociąg doświadcza dwóch kolejnych ujemnych zmian nachylenia poprzecznego, to moduł analizy 954 może ustalić, że rynnociąg zmierza w kierunku poziomu ostrzegawczego o niskim nachyleniu poprzecznym. Jeżeli rynnociąg doświadcza dodatniej zmiany nachylenia poprzecznego, a następnie ujemnej zmiany nachylenia poprzecznego, to moduł analizy 954 może ustalić, że rynnociąg nie zmierza w kierunku poziomu ostrzegawczego nachylenia poprzecznego.

Moduł analizy 954 może dodatkowo lub alternatywnie ustalić, że rynnociąg zmierza w kierunku poziomu ostrzegawczego nachylenia podłużnego poprzez zidentyfikowanie w pierwszej kolejności uprzednio zdefiniowanej długości rynny (na przykład, trzy położenia rynny) dla danych nachylenia podłużnego rynny bieżącego cyklu wrębiania oraz poprzedniego cyklu wrębiania oraz ustalenie, czy nachylenie podłużne rynnociągu bieżącego cyklu wrębiania dla uprzednio zdefiniowanej długości rynny jest wyższe niż wysoki próg monitorowania nachylenia podłużnego (na przykład 4 stopnie) lub niższe

niż niski próg monitorowania nachylenia podłużnego (na przykład, -4 stopnie). Jeżeli nachylenie podłużne rynnociągu bieżącego cyklu wrębiania jest wyższe niż wysoki próg monitorowania nachylenia podłużnego dla uprzednio zdefiniowanej długości rynny lub niższe niż niski próg monitorowania nachylenia podłużnego dla uprzednio zdefiniowanej długości rynny, to wtedy moduł analizy 954 oblicza różnicę między profilem nachylenia podłużnego rynny bieżącego cyklu wrębiania oraz profilem nachylenia podłużnego rynny poprzedniego cyklu wrębiania. Moduł analizy 954 identyfikuje następnie uprzednio zdefiniowaną długość rynny dla danych profilu różnicy nachylenia podłużnego rynny i ustala, czy różnica nachylenia podłużnego rynny dla uprzednio zdefiniowanej długości rynny jest wyższa niż maksymalny próg odchylenia nachylenia podłużnego (na przykład, 2 stopnie) lub jest niższa niż minimalny próg odchylenia nachylenia podłużnego (na przykład, -2 stopnie). Jeżeli różnica nachylenia podłużnego rynny dla uprzednio zdefiniowanej długości rynny jest większa niż maksymalny próg odchylenia nachylenia podłużnego, to moduł analizy 954 ustala, że nachylenie podłużne kombajnu 110 zmierza w kierunku poziomu ostrzegawczego o wysokim nachyleniu podłużnym. Jeżeli różnica nachylenia podłużnego rynny dla uprzednio zdefiniowanej długości rynny jest mniejsza niż minimalny próg odchylenia nachylenia podłużnego, to moduł analizy 954 ustala, że nachylenie podłużne kombajnu 110 zmierza w kierunku poziomu ostrzegawczego o niskim nachyleniu podłużnym.

Podobna procedura może być zastosowana do ustalenia, czy szybkość zmiany kąta nachylenia poprzecznego rynny zmierza w kierunku poziomu ostrzegawczego i wysokim nachyleniu poprzecznym lub poziomu ostrzegawczego o niskim nachyleniu poprzecznym. Na przykład, moduł analizy 954 może w pierwszej kolejności zidentyfikować uprzednio zdefiniowaną długość rynny (na przykład, trzy położenia rynny) dla danych szybkości zmiany kąta nachylenia poprzecznego rynny bieżącego cyklu wrębiania oraz poprzedniego cyklu wrębiania. Moduł analizy 954 ustala następnie, czy szybkość zmiany kąta nachylenia poprzecznego rynny bieżącego cyklu wrębiania przekracza wysoki próg monitorowania nachylenia poprzecznego lub czy ma wartość poniżej niskiego progu monitorowania nachylenia poprzecznego dla uprzednio zdefiniowanej długości rynny. Jeżeli nachylenie poprzeczne rynny kombajnu 110 w trakcie bieżącego cyklu wrębiania dla uprzednio zdefiniowanej długości rynny przekracza wysoki próg monitorowania nachylenia poprzecznego lub ma wartość poniżej niskiego progu monitorowania nachylenia poprzecznego, to moduł analizy 954 ustala wówczas, czy odchylenie szybkości zmiany kąta nachylenia poprzecznego rynny między bieżącym cyklem wrębiania a poprzednim cyklem wrębiania przekracza odpowiednie progi. Na przykład, moduł analizy 954 może obliczać różnicę danych szybkości zmiany kąta nachylenia poprzecznego rynny bieżącego cyklu wrębiania oraz dane szybkości zmiany kąta nachylenia poprzecznego rynny poprzedniego cyklu wrębiania. Moduł analizy 954 identyfikuje następnie uprzednio zdefiniowaną długość rynny dla danych różnicy szybkości zmiany kąta nachylenia poprzecznego rynny i ustala, czy dane różnicy szybkości zmiany kąta nachylenia poprzecznego rynny dla uprzednio zdefiniowanej długości rynny mają wartość wyższą niż maksymalny próg odchylenia szybkości zmiany kąta nachylenia poprzecznego (na przykład, 0,25 stopni na rynnę) lub niższą niż minimalny próg odchylenia szybkości zmiany kąta nachylenia poprzecznego (na przykład, -0,25 stopni na rynnę). Jeżeli dane różnicy szybkości zmiany kąta nachylenia poprzecznego rynny przekraczają maksymalny próg odchylenia szybkości zmiany kąta nachylenia poprzecznego, to moduł analizy 954 ustala, że nachylenie poprzeczne rynny zmierza w kierunku poziomu ostrzegawczego o wysokim nachyleniu poprzecznym. Jeżeli dane różnicy szybkości zmiany kąta nachylenia poprzecznego mają wartość niższą niż minimalny próg odchylenia szybkości zmiany kąta nachylenia poprzecznego, to moduł analizy 954 ustala, że rynnociąg zmierza w kierunku poziomu ostrzegawczego o niskim nachyleniu poprzecznym.

Zgodnie z powyższym opisem w odniesieniu do danych nachylenia podłużnego rynny oraz danych nachylenia poprzecznego rynny, moduł analizy 954 może w pierwszej kolejności ustalić, czy dane nachylenia poprzecznego rynny i/albo dane nachylenia podłużnego rynny mają wartość większą lub mniejszą niż próg monitorowania. Porównanie danych nachylenia poprzecznego rynny/nachylenia podłużnego rynny z danymi monitorowania pozwala modułowi analizy 954 skoncentrować się na zmianach nachylenia poprzecznego rynny oraz nachylenia podłużnego rynny, które mogą w istocie wskazywać, że rynnociąg zmierza w kierunku poziomu ostrzegawczego nachylenia podłużnego rynny lub nachylenia poprzecznego rynny. Na przykład, zmiany nachylenia podłużnego rynny lub nachylenia poprzecznego rynny, gdy dane nachylenia poprzecznego/nachylenia podłużnego mają wartość mniejszą niż wysoki próg monitorowania oraz większą niż niski próg monitorowania, mogą nie wskazywać, że kombajn 110 zmierza w kierunku poziomu ostrzegawczego nachylenia poprzecznego rynny lub nachylenia podłużnego rynny i tym samym mogą być zignorowane przez moduł analizy 954. Jeżeli na przykład, dane

nachylenia podłużnego rynny dla uprzednio zdefiniowanej długości rynny wynoszą -4 stopnie w poprzednim cyklu wrębiania oraz 2 stopnie w bieżącym cyklu wrębiania, moduł analizy 954 może zignorować wysoką (6 stopni) zmianę dodatnią, ponieważ dane nachylenia podłużnego rynny dla uprzednio zdefiniowanej długości, -4 stopnie, nie są powyżej wysokiego progu monitorowania nachylenia podłużnego (na przykład, 12 stopni) lub poniżej niskiego progu monitorowania nachylenia podłużnego (na przykład, -12 stopni). Wysoka zmiana dodatnia jest ignorowana nawet wtedy, gdy odchylenie między danymi nachylenia podłużnego rynny dla poprzedniego cyklu wrębiania a danymi nachylenia podłużnego rynny dla bieżącego cyklu wrębiania przekracza wysoki próg odchylenia podłużnego rynny (na przykład, 5 stopni).

Niemniej jednak, w niektórych przykładach wykonania moduł analizy 954 oblicza różnicę między profilem nachylenia podłużnego rynny bieżącego cyklu wrębiania a profilem nachylenia podłużnego rynny poprzedniego cyklu wrębiania lub różnicę między profilem szybkości zmiany kąta nachylenia poprzecznego bieżącego cyklu wrębiania a profilem szybkości zmiany kąta nachylenia poprzecznego poprzedniego cyklu wrębiania bez porównywania w pierwszej kolejności danych nachylenia podłużnego rynny lub danych nachylenia poprzecznego rynny bieżącego cyklu wrębiania z progiem monitorowania. Moduł analizy 954 może następnie zidentyfikować uprzednio zdefiniowaną długość rynny profilu różnicy nachylenia podłużnego rynny i/albo szybkości zmiany kąta nachylenia poprzecznego oraz ustalić, gdzie profil różnicy nachylenia podłużnego rynny lub profil różnicy szybkości zmiany kąta nachylenia poprzecznego rynny przekracza maksymalny próg odchylenia podłużnego (na przykład, 2 stopnie) lub ma wartość poniżej minimalnego progu odchylenia nachylenia podłużnego (na przykład, -2 stopnie) dla uprzednio zdefiniowanej długości rynny.

Moduł analizy 954 jest także skonfigurowany do analizy chwilowych danych kombajnu. Chwilowe dane kombajnu zawierają strumień danych kombajnu niekoniecznie podzielonych na bloki danych odpowiadające poszczególnym cyklom wrębiania. Na przykład, niektóre techniki analizy omówione powyżej obejmują odebranie danych kombajnu, identyfikację punktów początkowych i końcowych cyklu wrębiania, następnie analizę danych powiązanych z konkretnym cyklem wrębiania dla błędów położenia. Z kolei analiza chwilowych danych kombajnu jest zwykle niezależna od ograniczeń cyklu wrębiania. Ponadto analiza może przebiegać w czasie rzeczywistym. Moduł analizy 954 analizuje chwilowe dane sterujące horyzontu celem ustalenia, czy wręb stropowy jest powyżej wysokiego progu wrębu przystropowego, czy wręb przyspągowy jest poniżej niskiego progu wrębu przyspągowego oraz czy kąt nachylenia podłużnego kombajnu jest powyżej lub poniżej progu kąta nachylenia podłużnego.

Fig. 23 przedstawia sposób zrealizowany za pomocą modułu analizy 954 celem przeanalizowania chwilowych danych horyzontu. W etapie 2006 moduł analizy 954 w pierwszej kolejności ustala, czy kombajn 110 przemieszczał się w tym samym kierunku dla uprzednio zdefiniowanej liczby rynien (to znaczy, długości rynny lub liczby położzeń rynny). Moduł analizy 954 na ogół nie przeprowadza analizy wrębu przystropowego lub wrębu przyspągowego, o ile kombajn 110 nie przemieszcza się w tym samym kierunku dla uprzednio zdefiniowanej długości rynny. Gdy moduł analizy 954 ustali, że kombajn 110 przesunął się w tym samym kierunku dla uprzednio zdefiniowanej długości rynny, to moduł analizy 954 ustala wówczas, czy położenie elementów frezujących 245 na którejkolwiek głowicy urabiającej (to znaczy, jednej spośród prawej głowicy urabiającej 235 oraz lewej głowicy urabiającej 240) przekracza wysoki próg wrębu przystropowego dla pierwszej uprzednio zdefiniowanej długości rynny (na przykład, 5 położzeń rynny) w etapie 2008. Jeżeli elementy frezujące 245 dowolnej głowicy urabiającej 235, 240 są powyżej wysokiego progu wrębu przystropowego, to moduł powiadomień 958 generuje komunikat powiadomienia w etapie 2010. Jeżeli jednak elementy frezujące 245 dowolnej głowicy urabiającej 235, 240 tylko krótko wznoszą się powyżej wysokiego progu wrębu przystropowego (na przykład, w przypadku mniej niż pierwszej uprzednio zdefiniowanej długości rynny) lub nie wznoszą się powyżej wysokiego progu wrębu przystropowego w ogóle, to moduł analizy 954 przystępuje do etapu 2012.

Moduł analizy 954 ustala następnie, czy elementy frezujące 245 głowicy urabiającej 235 lub 240 są poniżej niskiego progu wrębu przyspągowego w przypadku więcej niż drugiej długości rynny (na przykład, 5 położzeń rynny) w etapie 2012. Jeżeli elementy frezujące 245 którejkolwiek głowicy urabiającej 235, 240 są poniżej niskiego progu wrębu przyspągowego dla dalszej niż druga długość rynny, to moduł powiadomień 958 generuje komunikat powiadomienia w etapie 2014, a moduł analizy 954 przystępuje do etapu 2016. Jeżeli elementy frezujące 245 dowolnej głowicy urabiającej 235, 240 nie są poniżej niskiego progu wrębu przyspągowego dla dalszej niż druga długość rynny (na przykład, są po-

niżej niskiego progu wrębu przyspągowego dla mniej niż drugiej długości rynny lub w ogóle nie są poniżej niskiego progu wrębu przyspągowego), to moduł analizy 954 przystępuje bezpośrednio do etapu 2016.

Moduł analizy 954 ustala również, czy nachylenie podłużne kombajnu 110 przekracza wysoki próg nachylenia podłużnego (na przykład, 6 stopni) dla dalszej niż trzecia długość rynny w etapie 2016. Jeżeli nachylenie podłużne kombajnu 110 przekracza wysoki próg nachylenia podłużnego, to moduł powiadomień 958 generuje powiadomienie w etapie 2018, a moduł analizy 954 przystępuje do etapu 2020. Jeżeli nachylenie podłużne kombajnu 110 nie przekracza wysokiego progu nachylenia podłużnego, moduł analizy 954 przystępuje bezpośrednio do etapu 2020. Moduł analizy 954 ustala również, czy nachylenie podłużne kombajnu 110 jest poniżej niskiego progu nachylenia podłużnego (na przykład, -6 stopni) dla dalszej niż czwarta długość rynny w etapie 20240. Jeżeli moduł analizy 954 ustali, że nachylenie podłużne kombajnu 110 pozostaje poniżej dolnego progu nachylenia podłużnego dla dalszej niż piąta długość rynny, to moduł powiadomień 958 generuje powiadomienie w etapie 2026. Jeżeli nachylenie podłużne kombajnu 110 nie jest poniżej dolnego progu nachylenia podłużnego, to moduł analizy 954 przechodzi z powrotem do etapu 2006 i kontynuuje monitorowanie chwilowych danych kombajnu. Jedna lub więcej spośród pierwszej, drugiej, trzeciej, czwartej oraz piątej uprzednio zdefiniowanej długości rynny może być taka sama (na przykład, 5 położen rynny) lub inna w zależności od parametru poddawanego analizie.

W niektórych przykładach wykonania moduł analizy 954 sprawdza każdy z powyższych warunków dla każdego zestawu danych kombajnu, które otrzymuje moduł analizy 954. Podobnie, choć etapy na fig. 14–23 zostały przedstawione jako występujące szeregowo, to w pewnych przypadkach jeden lub więcej etapów jest wykonywanych jednocześnie. Na przykład, etapy analizy z fig. 23 mogą występować jednocześnie, co oznacza, że sprawdzane są wszystkie warunki dla każdego zestawu danych kombajnu. W niektórych przykładach wykonania dane kombajnu są odbierane przez moduł analizy 954 w regularnych odstępach czasowych (na przykład, co 5–15 minut).

Powiadomienie generowane przez moduł powiadomień 958, gdy analizowane są chwilowe dane kombajnu, jest prezentowane uczestnikowi. Fig. 24 przedstawia przykładowe powiadomienie e-mail 3000, które może być przesłane do jednego lub więcej wyznaczonych uczestników (na przykład, personel obsługi technicznej w centrum serwisowym 725, personel pod ziemią lub nad ziemią w miejscu wydobywania i tym podobne). Powiadomienie e-mail 3000 zawiera tekst 3002 z informacjami ogólnymi dotyczącymi powiadomienia, obejmujący w przypadku wystąpienia zdarzenia, lokalizację zdarzenia, wskazanie parametru powiązanego ze zdarzeniem (na przykład, wysoki profil wrębu przystropowego), a także czas utworzenia zdarzenia/powiadomienia.

Powiadomienie e-mail 3000 zawiera również dołączony plik obrazu 3004. W przedstawionym przykładzie wykonania dołączony plik obrazu 3004 plik Portable Network Graphic (.png), obejmujący graficzny obraz celem zaprezentowania zdarzenia lub scenariusza powodującego powiadomienie. Na przykład, gdy moduł analizy 954 zidentyfikuje cykl wrębiania przed analizą danych horyzontu, dołączony plik obrazu 3004 może zawierać obraz podobny do fig. 12, który przedstawia profil wrębu przystropowego dla cyklu wrębiania, profil wrębu przyspągowego dla cyklu wrębiania, profil rynnociągu dla cyklu wrębiania, profil nachylenia podłużnego dla cyklu wrębiania, a także profil podniesienia dla cyklu wrębiania. Część obrazu może być wyróżniona celem dokładniejszego wskazania sekcji, w przypadku której wygenerowane zostało powiadomienie.

W niektórych przypadkach wygenerowane powiadomienie przyjmuje inną postać lub zawiera dodatkowe elementy. Na przykład, powiadomienie generowane przez moduł powiadomień 958 może również zawierać polecenie przesyłane do jednego lub więcej komponentów ścianowego systemu wydobywczego 100 (na przykład, kombajnu ścianowego 110) celem bezpiecznego zatrzymania.

Ponadto powiadomienia generowane przez moduł powiadomień 958 mogą mieć różne poziomy priorytetów w zależności od konkretnego powiadomienia (na przykład, w zależności od tego, które parametry wywołały powiadomienie). Na ogół im wyższy priorytet, tym bardziej poważne powiadomienie. Na przykład, powiadomienie o wysokim priorytecie może zawierać automatyczne polecenia zatrzymania całego ścianowego systemu wydobywczego 100, podczas gdy powiadomienie o niskim priorytecie może znaleźć się zaledwie w codziennym rejestrze raportów.

Należy zauważyć, że jeden lub więcej spośród etapów i procesów opisanych z niniejszym dokumencie może być przeprowadzanych jednocześnie, a także w różnej kolejności i nie występują tu ograniczenia wynikające z konkretnej konfiguracji etapów lub elementów opisanych w niniejszym dokumen-

cie. W niektórych przykładach wykonania system monitorowania kondycji 700 może być wykorzystywany przez różne ścianowe systemy wydobywcze, a także przez różne inne systemy przemysłowe, niekoniecznie dotyczące eksploatacji ścianowej lub podziemnej.

Należy zauważyć, że wówczas, gdy zdalny system monitorowania 720 wykonuje analizy opisane w odniesieniu do fig. 14–18 oraz 20–23, inne analizy, przeprowadzane na danych kombajnu lub innych danych systemu komponentu ścianowego, mogą być przeprowadzane przez procesor 721 lub inne wyznaczone procesory systemu 700. Na przykład, system 720 może przeprowadzać analizy na monitorowanych parametrach (zebranych danych) z innych komponentów ścianowego systemu wydobywczego 100. Na przykład, w pewnych przypadkach zdalny system monitorowania 720 może analizować dane zebrane z czujników 260, 265, 270, 275, 280 i generować powiadomienia. Takie powiadomienia mogą zawierać wysokie lub niskie wręby przyspągowe, wysokie lub niskie nachylenie podłużne rynn i tym podobne, a także informacje szczegółowe dotyczące sytuacji, która spowodowała powiadomienie.

Zatem wynalazek zapewnia, między innymi, systemy i sposoby do monitorowania maszyny górniczej do wykonywania wrębów w ścianowym systemie wydobywczym. Różne właściwości i korzyści niniejszego wynalazku przedstawiono w poniższych zastrzeżeniach.

### Zastrzeżenia patentowe

1. Sposób monitorowania maszyny górniczej do wykonywania wrębów w ścianowym systemie wydobywczym (100, 200), przy czym maszyna górnicza do wykonywania wrębów zawiera kombajn (110), mający pierwszą głowicę urabiającą (235, 240) oraz drugą głowicę urabiającą (235, 240),

**znamienny tym**, że obejmuje

odebranie przez procesor (721) danych dotyczących położenia kombajnu (110), obejmujących informacje uzyskane z czujników (260, 265, 270, 275, 280), dotyczące co najmniej jednego elementu z grupy obejmującej położenie kombajnu (110), położenie pierwszej głowicy urabiającej (235, 240) oraz położenie drugiej głowicy urabiającej (235, 240),

identyfikację przez procesor (721), na podstawie danych położenia kombajnu (110), danych profilu uzyskanych w cyklu wrębiania,

analizę danych profilu przez procesor (721) celem ustalenia, czy w trakcie cyklu wrębiania wystąpił błąd położenia, na podstawie tego, czy dane profilu zawierały się w zwykłych parametrach roboczych w trakcie cyklu wrębiania,

wygenerowanie powiadomienia po ustaleniu, że w trakcie cyklu wrębiania wystąpił błąd położenia.

2. Sposób według zastrz. 1, **znamienny tym**, że dane profilu obejmują co najmniej jeden element z grupy obejmującej profil wrębu przyspągowego, profil wrębu stropowego, profil eksploatacji, profil nachylenia podłużnego, profil nachylenia poprzecznego oraz profil szybkości zmiany kąta nachylenia poprzecznego.
3. Sposób według zastrz. 1, **znamienny tym**, że obejmuje ponadto identyfikację, w oparciu o dane dotyczące położenia kombajnu (110), punktu początkowego oraz punktu końcowego dla cyklu wrębiania.
4. Sposób według zastrz. 1, **znamienny tym**, że identyfikacja danych profilu obejmuje identyfikację, za pomocą procesora (721), profilu rynnociągu w oparciu o położenie kombajnu (110), oraz identyfikację, za pomocą procesora (721), profilu wrębu przyspągowego w oparciu o położenie pierwszej głowicy urabiającej (235, 240), przy czym błąd położenia wskazuje, że różnica między profilem rynnociągu a profilem wrębu przyspągowego w cyklu wrębiania przekracza uprzednio zdefiniowany próg stopni spągowych.
5. Sposób według zastrz. 1, **znamienny tym**, że błąd położenia wskazuje, że różnica, w cyklu wrębiania, między położeniem pierwszej głowicy urabiającej (235, 240) a położeniem drugiej głowicy urabiającej (235, 240) przekracza uprzednio zdefiniowany próg eksploatacji.
6. Sposób według zastrz. 1, **znamienny tym**, że błąd położenia wskazuje, że co najmniej jeden element z grupy obejmującej nachylenie podłużne kombajnu (110) oraz szybkość zmiany kąta nachylenia poprzecznego kombajnu (110) w cyklu wrębiania, znajduje się poza zwykłymi parametrami roboczymi.

7. Sposób według zastrz. 1, **znamienny tym**, że cykl wrębiania stanowi bieżący cykl wrębiania, a ponadto obejmuje uzyskanie dostępu do danych profilu, uzyskanych w poprzednim cyklu wrębiania, a ponadto porównanie danych profilu dla poprzedniego cyklu wrębiania z danymi profilu bieżącego cyklu wrębiania.
8. Sposób według zastrz. 7, **znamienny tym**, że dane profilu bieżącego cyklu wrębiania i poprzedniego cyklu wrębiania obejmują informacje dotyczące położenia pierwszej głowicy urabiającej (235, 240), a ponadto obejmuje określenie, z użyciem procesora (721), czy różnica między położeniem pierwszej głowicy urabiającej (235, 240) w poprzednim cyklu wrębiania a położeniem pierwszej głowicy urabiającej (235, 240) w bieżącym cyklu wrębiania przekracza uprzednio ustalony próg odchylenia wrębu przyspągowego.
9. Sposób według zastrz. 7, **znamienny tym**, że dane profilu bieżącego cyklu wrębiania i poprzedniego cyklu wrębiania obejmują informacje dotyczące położenia drugiej głowicy urabiającej (235, 240), a ponadto obejmuje określenie, z użyciem procesora (721), czy różnica między położeniem drugiej głowicy urabiającej (235, 240) w poprzednim cyklu wrębiania a położeniem drugiej głowicy urabiającej (235, 240) w bieżącym cyklu wrębiania przekracza uprzednio ustalony próg odchylenia wrębu przystropowego.
10. Sposób według zastrz. 7, **znamienny tym**, że dane profilu bieżącego cyklu wrębiania i poprzedniego cyklu wrębiania obejmują informacje dotyczące nachylenia podłużnego rynnociągu, a ponadto obejmuje określenie, czy nachylenie podłużne zmierza w kierunku poziomego ostrzegawczego nachylenia podłużnego.
11. Sposób według zastrz. 7, **znamienny tym**, że dane profilu bieżącego cyklu wrębiania i poprzedniego cyklu wrębiania obejmują informacje dotyczące szybkości zmiany kąta nachylenia poprzecznego rynnociągu, a ponadto obejmuje określenie, czy szybkość zmiany kąta nachylenia poprzecznego zmierza w kierunku poziomego ostrzegawczego nachylenia poprzecznego.
12. Urządzenie monitorujące dla ścianowego systemu wydobywczego (100, 200), zawierającego kombajn (110) mający pierwszą głowicę urabiającą (235, 240), drugą głowicę urabiającą (235, 240) oraz pierwszy czujnik (260, 265, 270, 275, 280) do określania położenia co najmniej jednego elementu spośród kombajnu (110), pierwszej głowicy urabiającej (235, 240) i drugiej głowicy urabiającej (235, 240) w trakcie cyklu wrębiania,  
**znamiennie tym**, że zawiera  
moduł monitorujący (952) realizowany przy użyciu działania procesora (721), pozostający w łączności z kombajnem (110) w celu uzyskiwania danych dotyczących położenia kombajnu (110), obejmujących informacje dotyczące co najmniej jednego elementu z grupy zawierającej położenie kombajnu (110), położenie pierwszej głowicy urabiającej (235, 240) i położenie drugiej głowicy urabiającej (235, 240), przy czym moduł monitorujący (952) zawiera  
moduł analizy (954), skonfigurowany do rozpoznawania danych profilu na podstawie danych położenia kombajnu (110), uzyskanych w trakcie cyklu wrębiania, oraz analizowania danych profilu w celu ustalania, czy w trakcie cyklu wrębiania wystąpił błąd położenia, w oparciu o to, czy dane profilu mieściły się w zakresie zwykłych parametrów roboczych w trakcie cyklu wrębiania, oraz  
moduł powiadomień (954), skonfigurowany do generowania powiadomienia po ustaleniu, że w trakcie cyklu wrębiania wystąpił błąd położenia.
13. Urządzenie monitorujące według zastrz. 12, **znamiennie tym**, że procesor (721) jest skonfigurowany do identyfikacji, w oparciu o dane dotyczące położenia kombajnu (110), punktu początkowego oraz punktu końcowego dla cyklu wrębiania.
14. Urządzenie monitorujące według zastrz. 12, **znamiennie tym**, że dane profilu obejmują co najmniej jeden element z grupy obejmującej profil wrębu przyspągowego, profil wrębu przystropowego, profil eksploatacji, profil nachylenia podłużnego, profil nachylenia poprzecznego oraz profil szybkości zmiany kąta nachylenia poprzecznego.
15. Urządzenie monitorujące według zastrz. 12, **znamiennie tym**, że moduł analizy (954) jest skonfigurowany do identyfikacji danych profilu poprzez identyfikację profilu rynnociągu w oparciu o położenie kombajnu (110), a także identyfikację profilu wrębu przyspągowego w oparciu o położenie pierwszej głowicy urabiającej (235, 240), przy czym błąd położenia wskazuje, że różnica między profilem rynnociągu a profilem wrębu przyspągowego w cyklu wrębiania przekracza uprzednio zdefiniowany próg stopni spągowych.

16. Urządzenie monitorujące według zastrz. 12, **znamiennie tym**, że błąd położenia wskazuje, że różnica między położeniem pierwszej głowicy urabiającej (235, 240) a położeniem drugiej głowicy urabiającej (235, 240) w trakcie cyklu urabiania przekracza uprzednio zdefiniowany próg eksploatacji.
17. Urządzenie monitorujące według zastrz. 12, **znamiennie tym**, że błąd położenia wskazuje, że co najmniej jeden element z grupy obejmującej nachylenie podłużne rynnociągu oraz nachylenie poprzeczne rynnociągu w cyklu wrębiania, znajduje się poza zwykłymi parametrami roboczymi.
18. Urządzenie monitorujące według zastrz. 12, **znamiennie tym**, że cykl wrębiania stanowi bieżący cykl wrębiania, przy czym moduł analizy (954) jest ponadto skonfigurowany do uzyskania dostępu do danych profilu, uzyskanych w poprzednim cyklu wrębiania, oraz porównania danych profilu dla poprzedniego cyklu wrębiania z danymi profilu bieżącego cyklu wrębiania.
19. Urządzenie monitorujące według zastrz. 18, **znamiennie tym**, że dane profilu obejmują profil wrębu przyspągowego w oparciu o położenie pierwszej głowicy urabiającej (235, 240) i w którym moduł analizy (954) określa, czy różnica między profilem wrębu przyspągowego dla poprzedniego cyklu wrębiania a profilem wrębu przyspągowego dla bieżącego cyklu wrębiania przekracza uprzednio określony próg odchylenia wrębu przyspągowego.
20. Urządzenie monitorujące według zastrz. 18, **znamiennie tym**, że dane profilu obejmują profil wrębu przy stropowego w oparciu o położenie drugiej głowicy urabiającej (235, 240) i w którym moduł analizy określa, czy różnica między profilem wrębu przy stropowego dla poprzedniego cyklu wrębiania a profilem wrębu przystropowego dla bieżącego cyklu wrębiania przekracza uprzednio określony próg odchylenia wrębu przystropowego.
21. Urządzenie monitorujące według zastrz. 18, **znamiennie tym**, że dane profilu dla bieżącego cyklu wrębiania i poprzedniego cyklu wrębiania zawierają profil nachylenia podłużnego na podstawie nachylenia podłużnego rynnociągu oraz w którym moduł analizy (954) jest skonfigurowany do ustalenia, czy nachylenie podłużne rynnociągu zmierza w kierunku poziomu ostrzegawczego nachylenia podłużnego w oparciu o profil nachylenia podłużnego.
22. Urządzenie monitorujące według zastrz. 18, **znamiennie tym**, że dane profilu dla bieżącego cyklu wrębiania i poprzedniego cyklu wrębiania zawierają profil szybkości zmiany kąta nachylenia poprzecznego na podstawie nachylenia poprzecznego rynnociągu oraz w którym moduł analizy (954) jest skonfigurowany do ustalenia, czy szybkość zmiany kąta nachylenia poprzecznego zmierza w kierunku poziomu ostrzegawczego nachylenia poprzecznego.

Rysunki

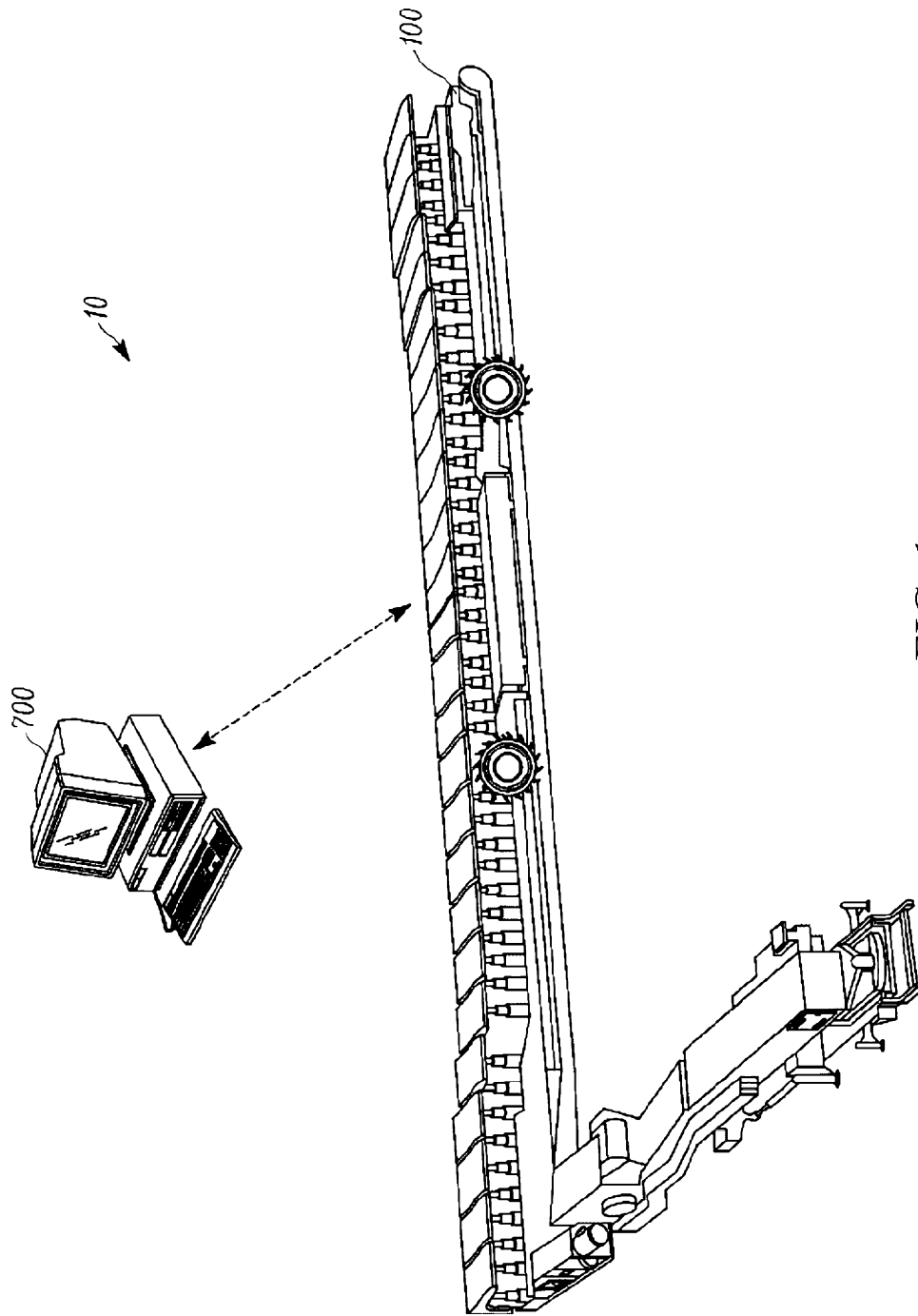


FIG. 1

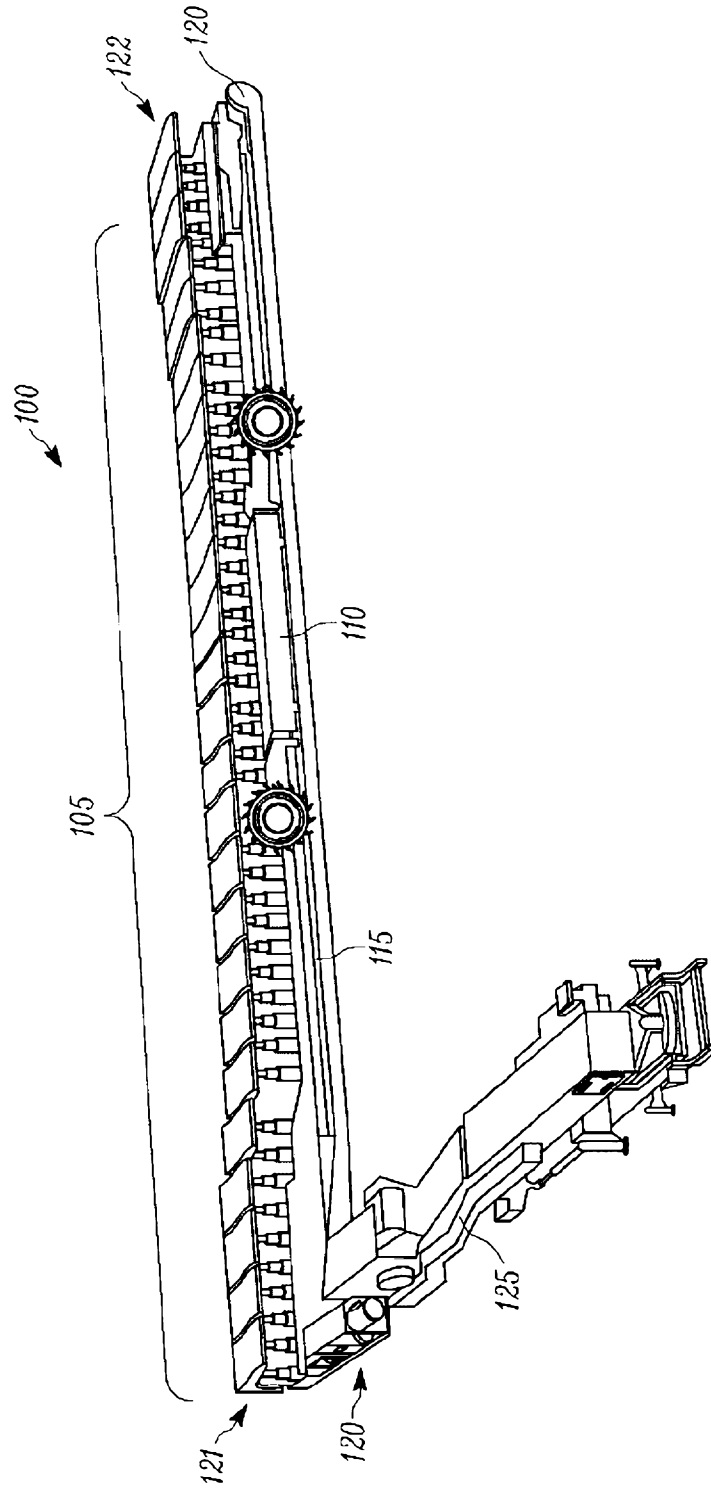


FIG. 2A

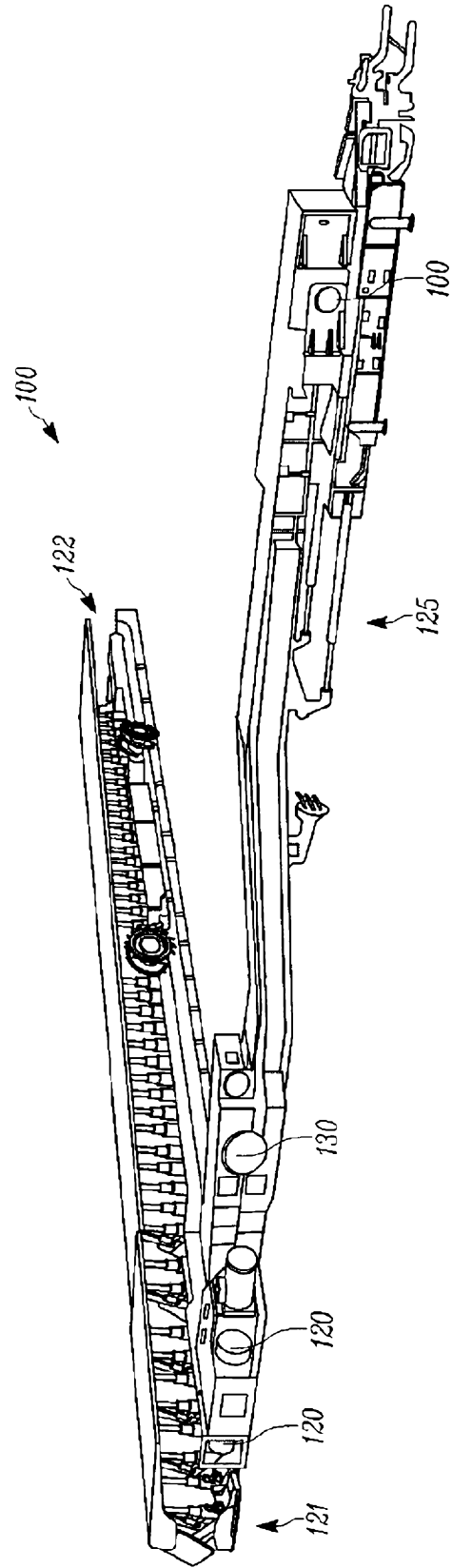


FIG. 2B

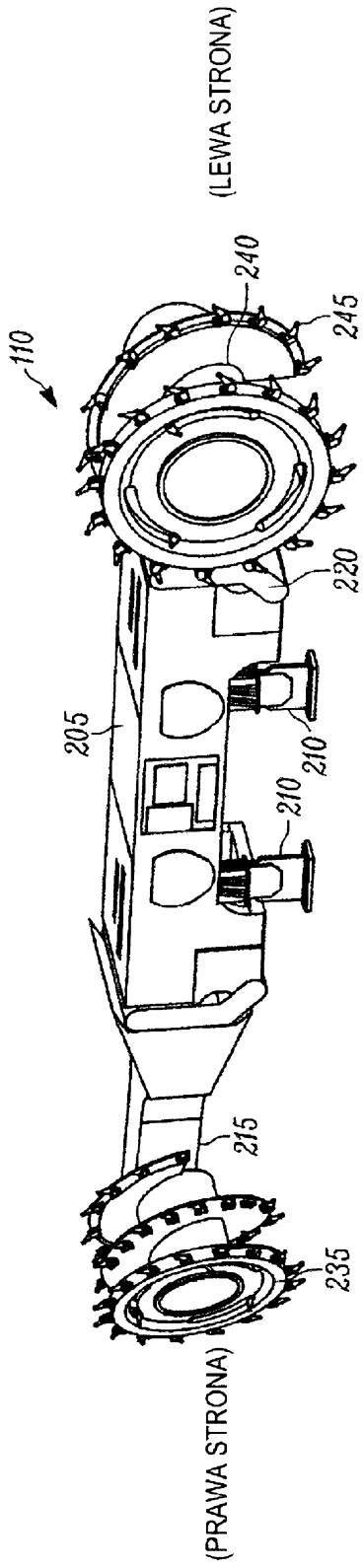


FIG. 3A

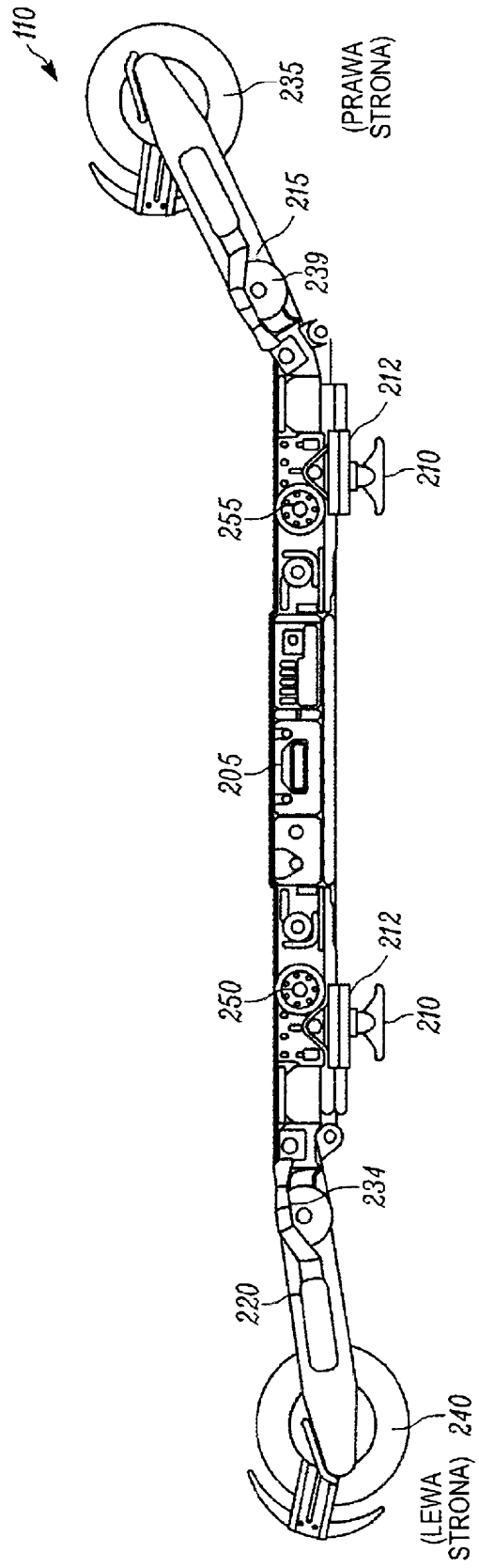


FIG. 3B

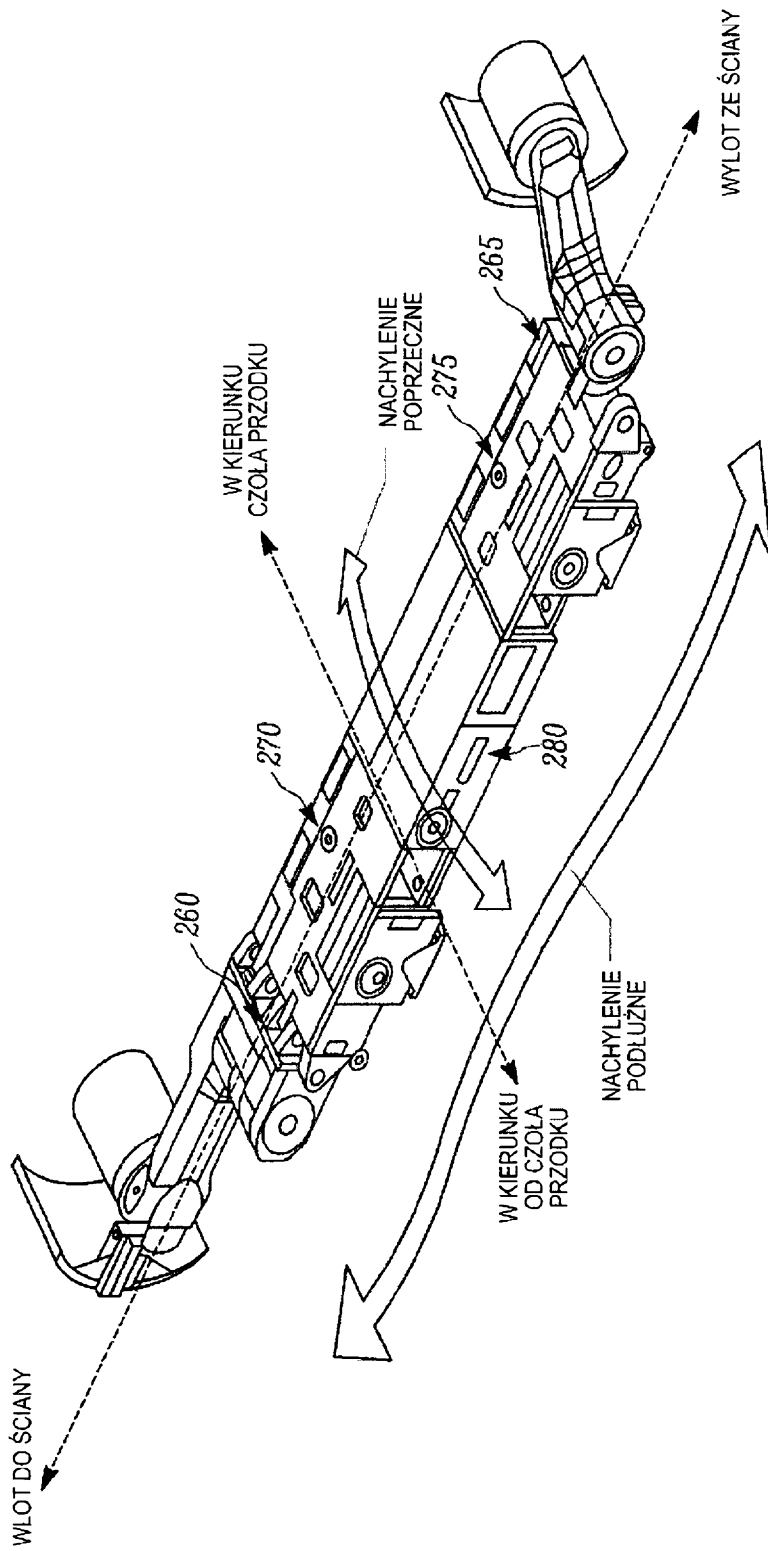


FIG. 3C

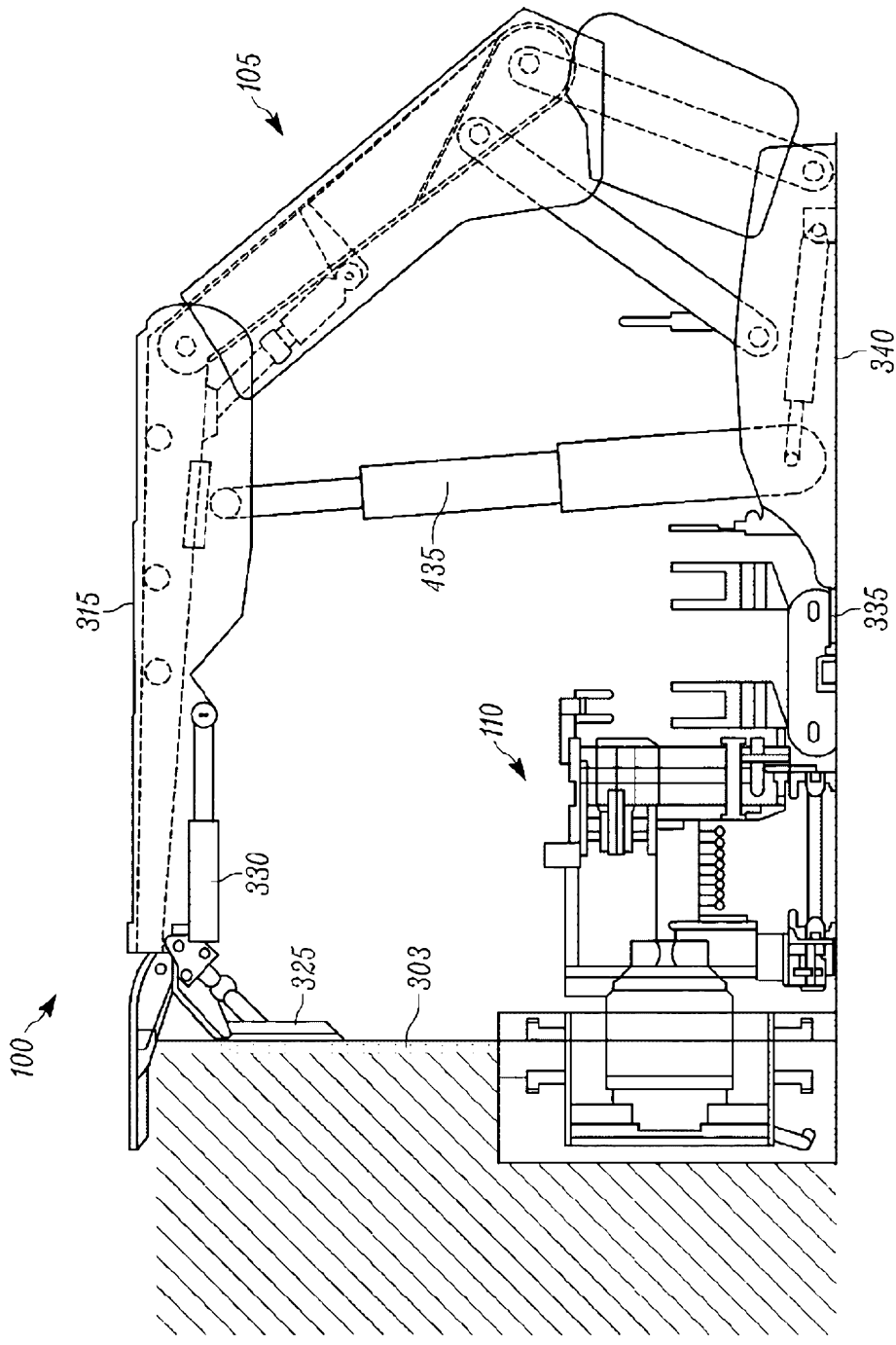


FIG. 4

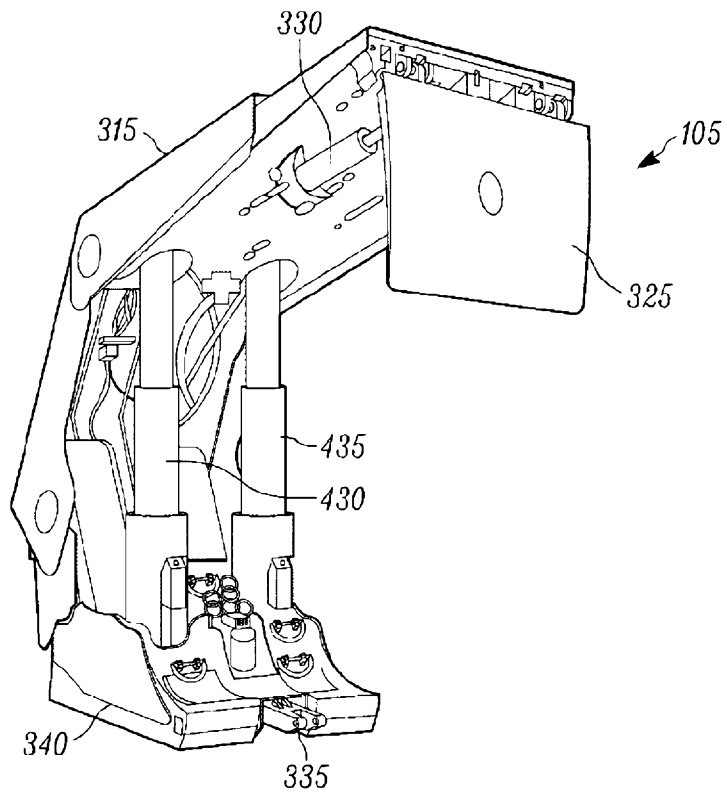


FIG. 5

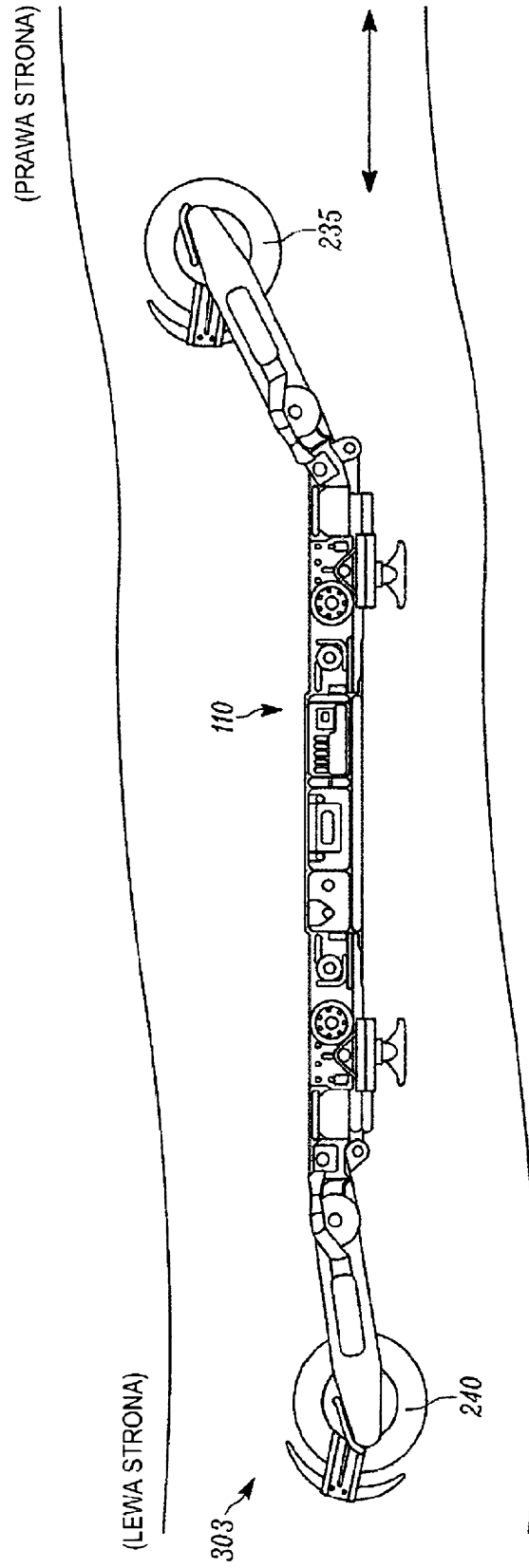


FIG. 6A

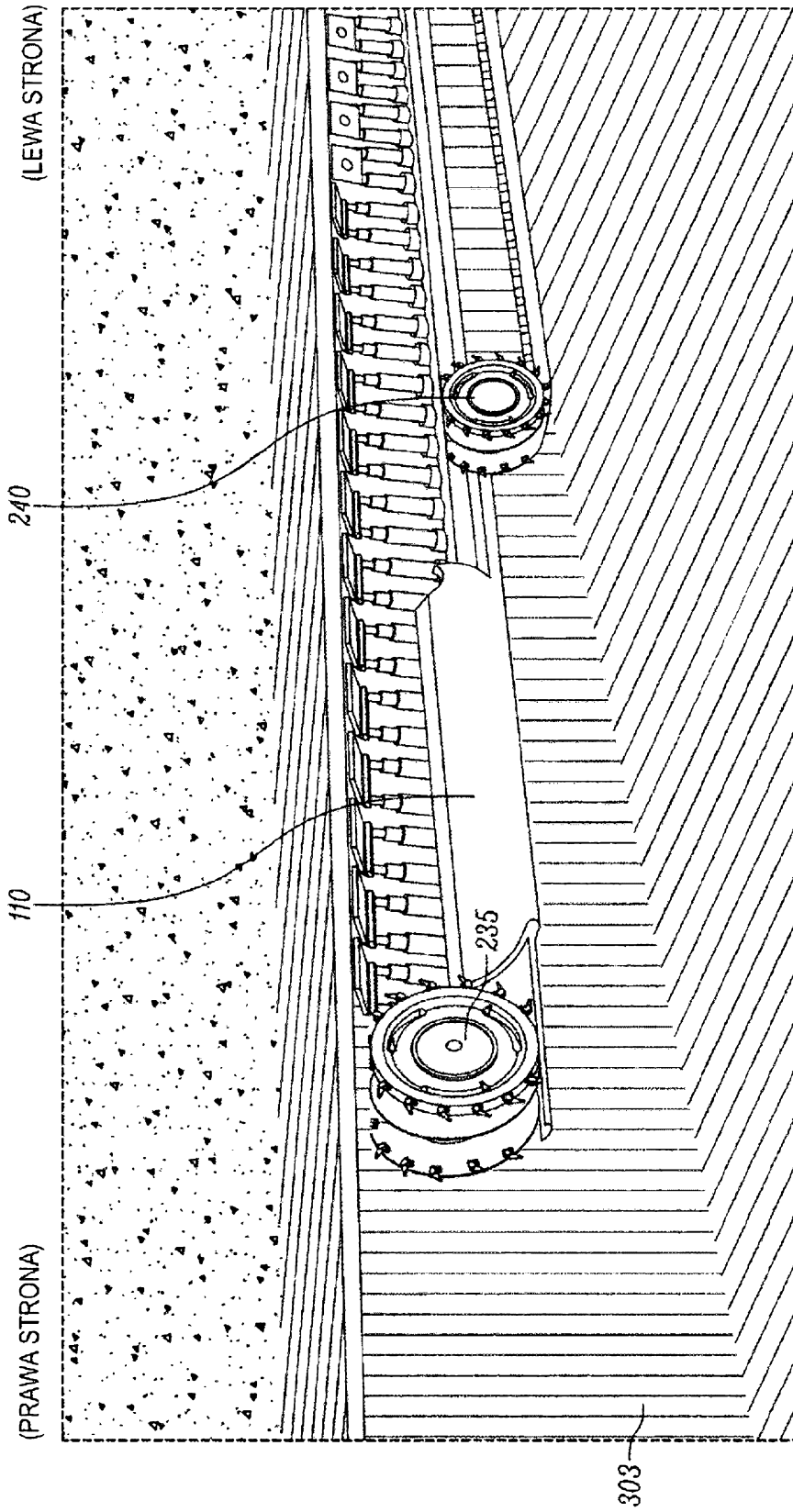


FIG. 6B

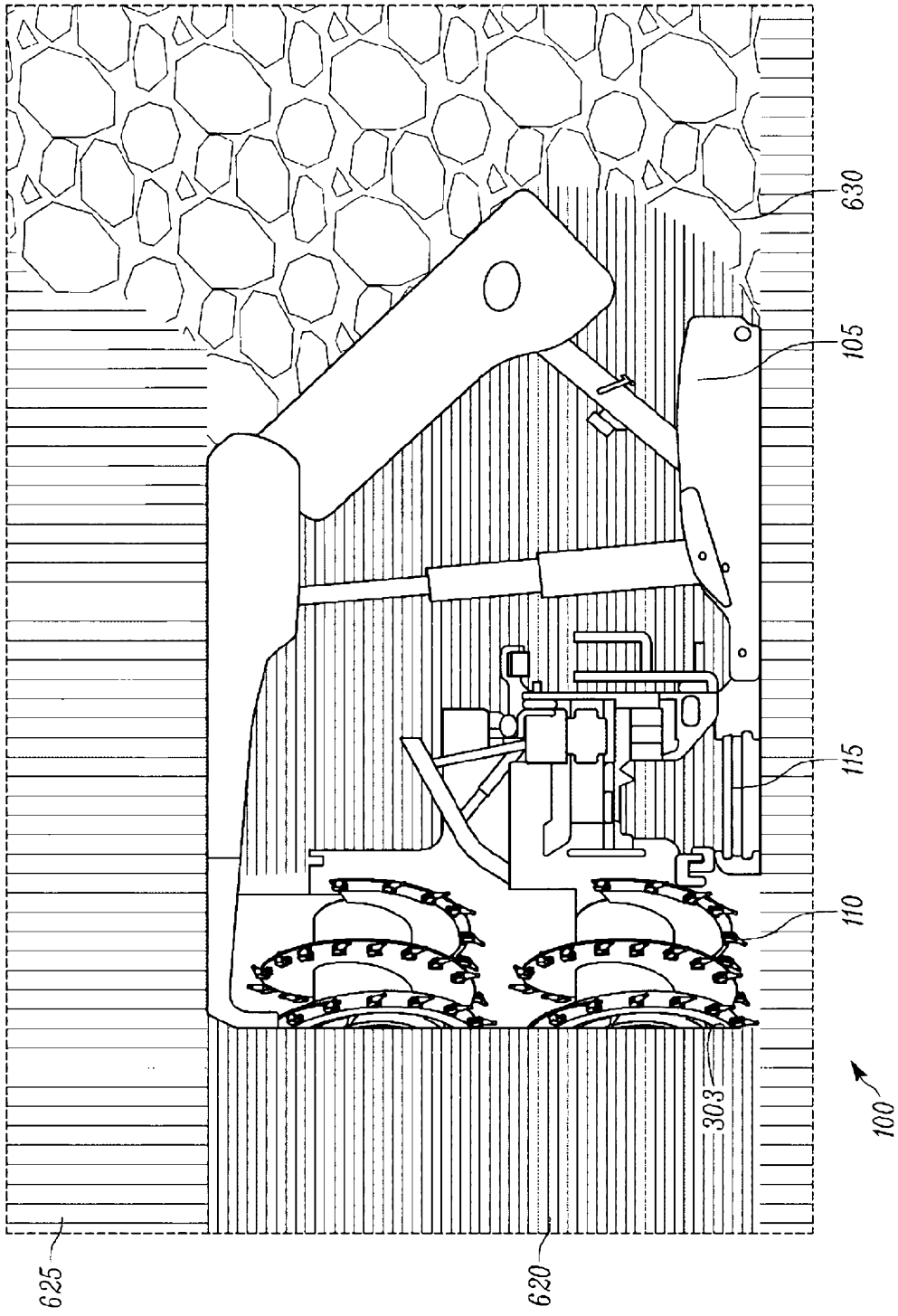


FIG. 7

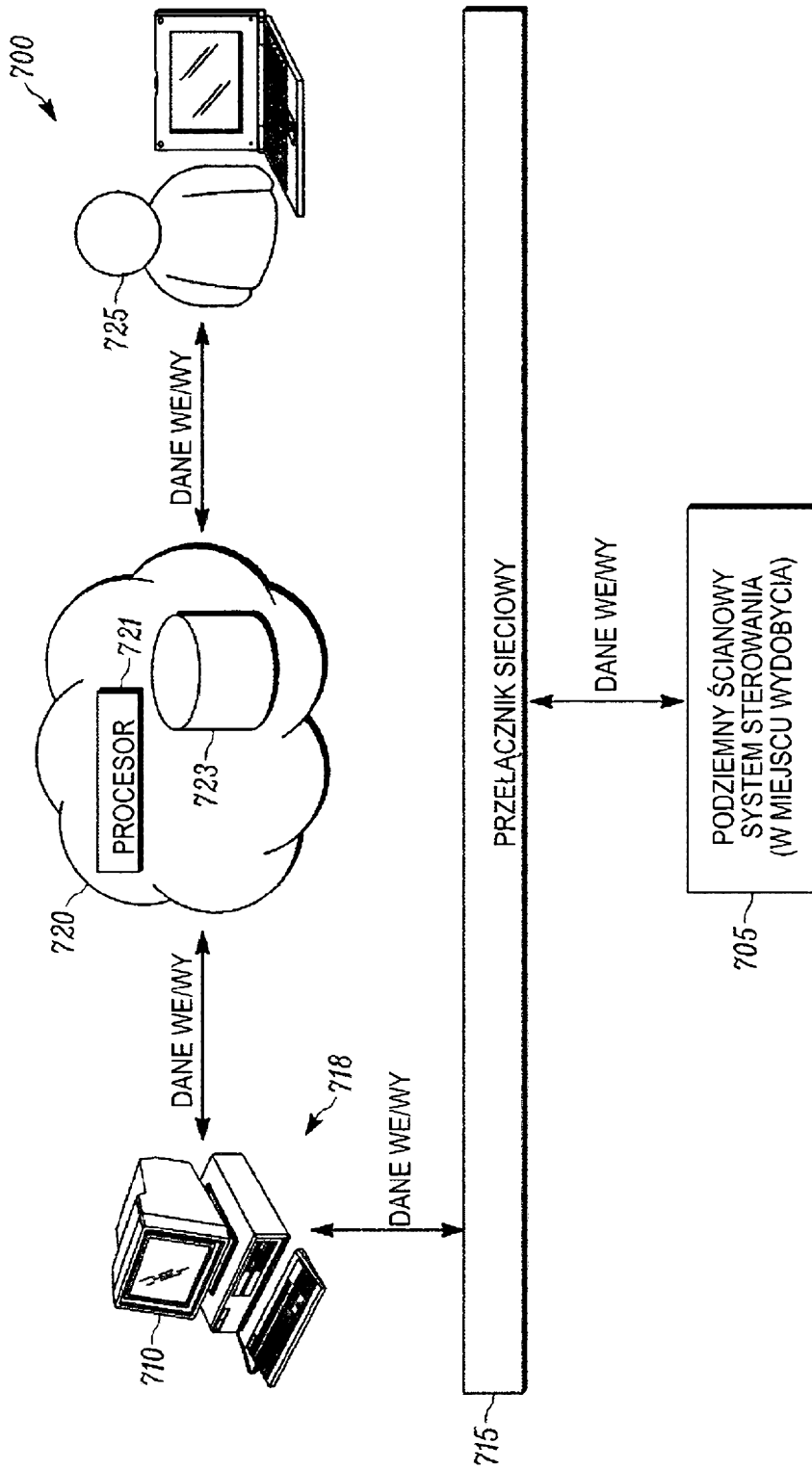


FIG. 8

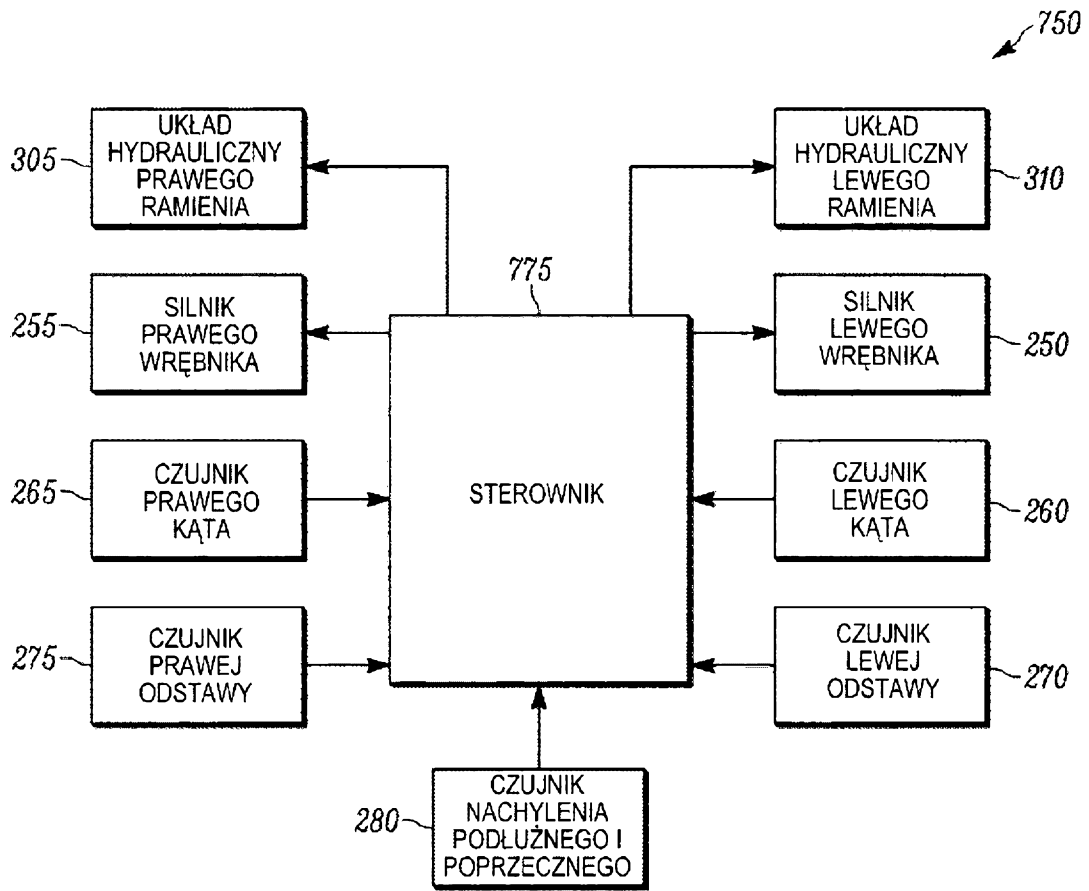


FIG. 9

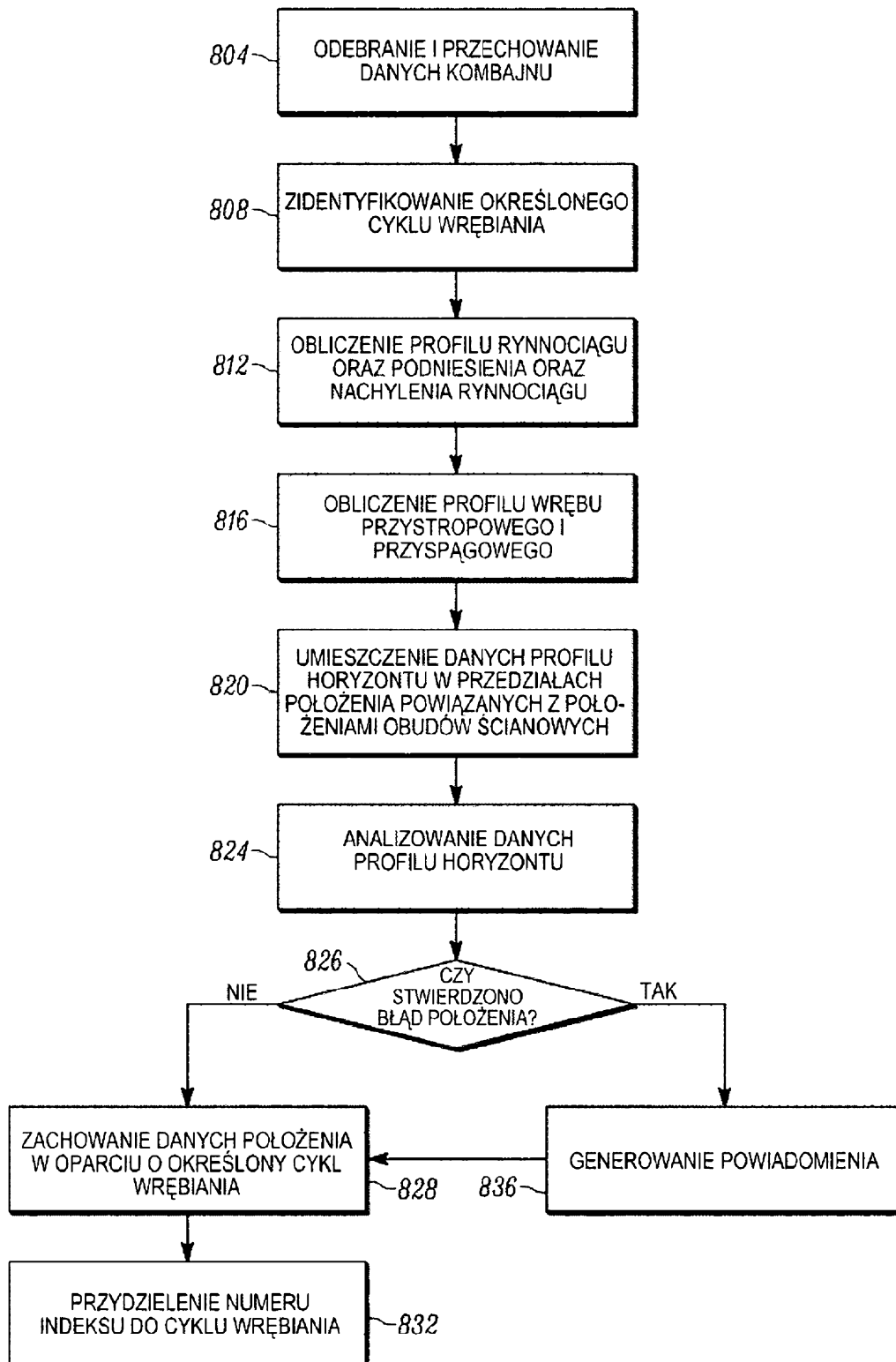


FIG. 10

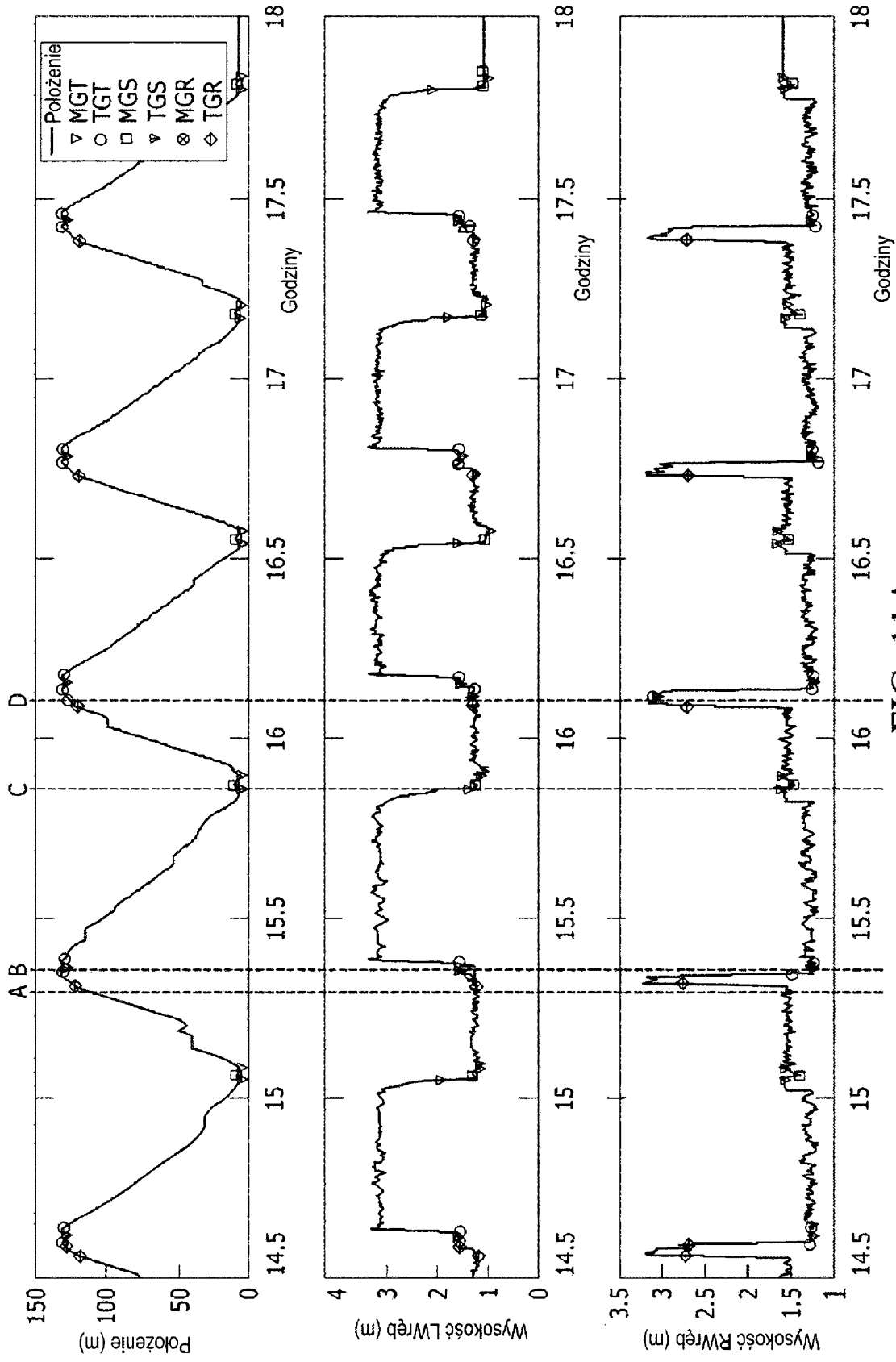


FIG. 11A

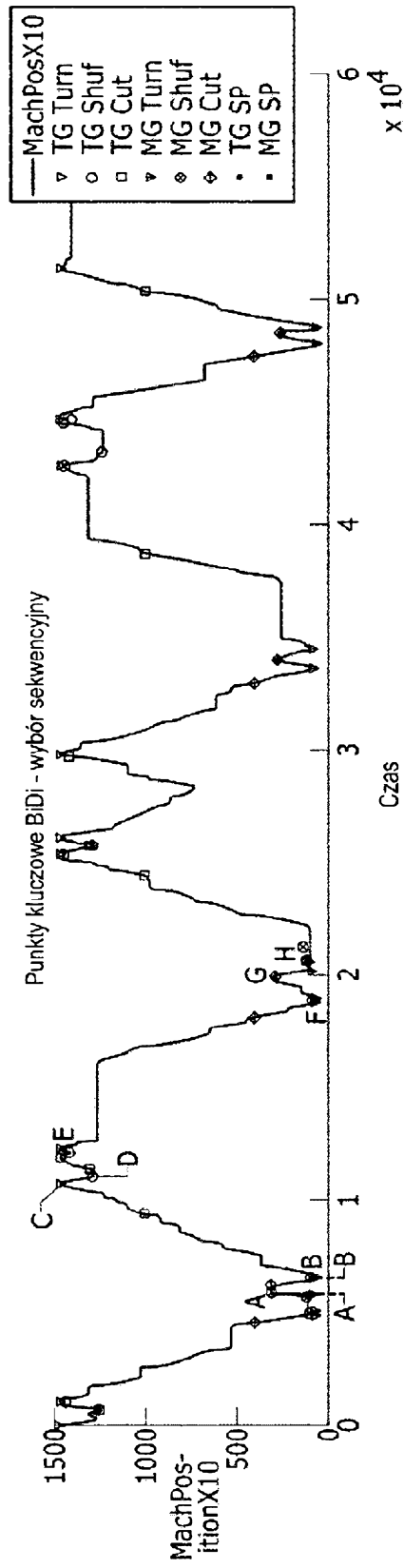


FIG. 11B

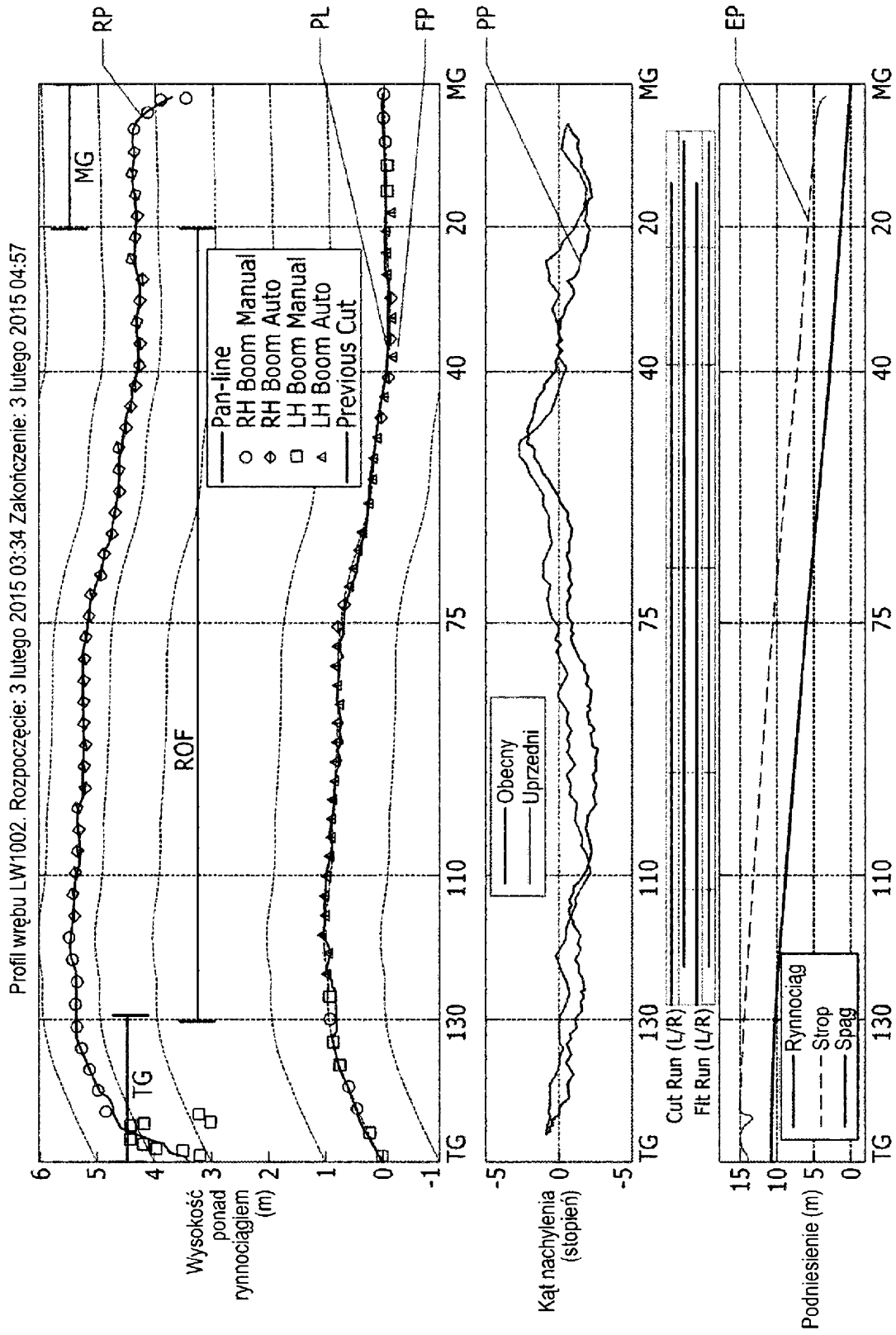


FIG. 12

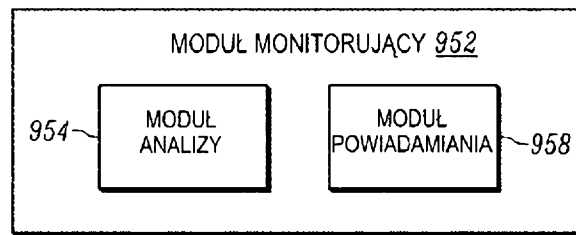


FIG. 13

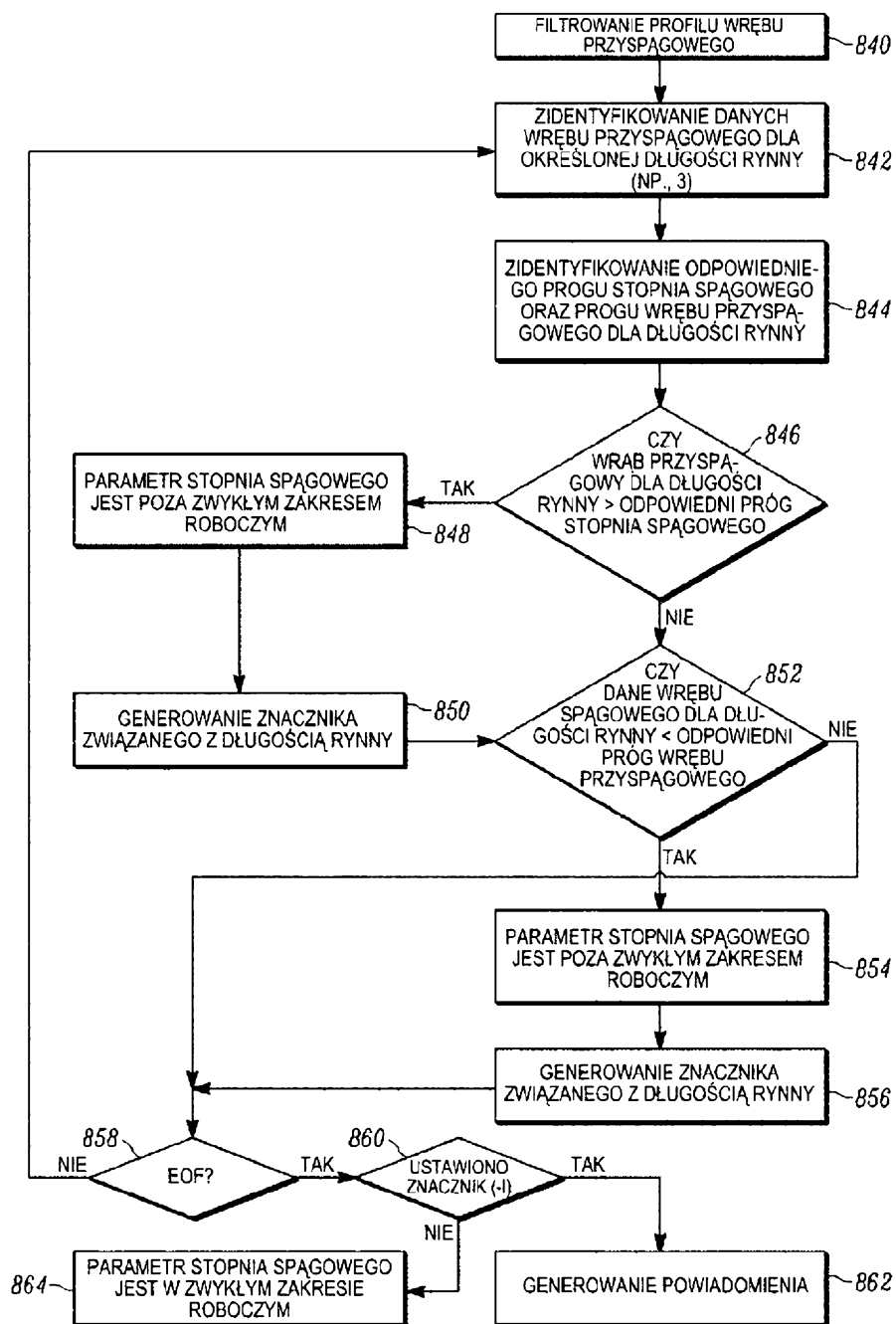


FIG. 14

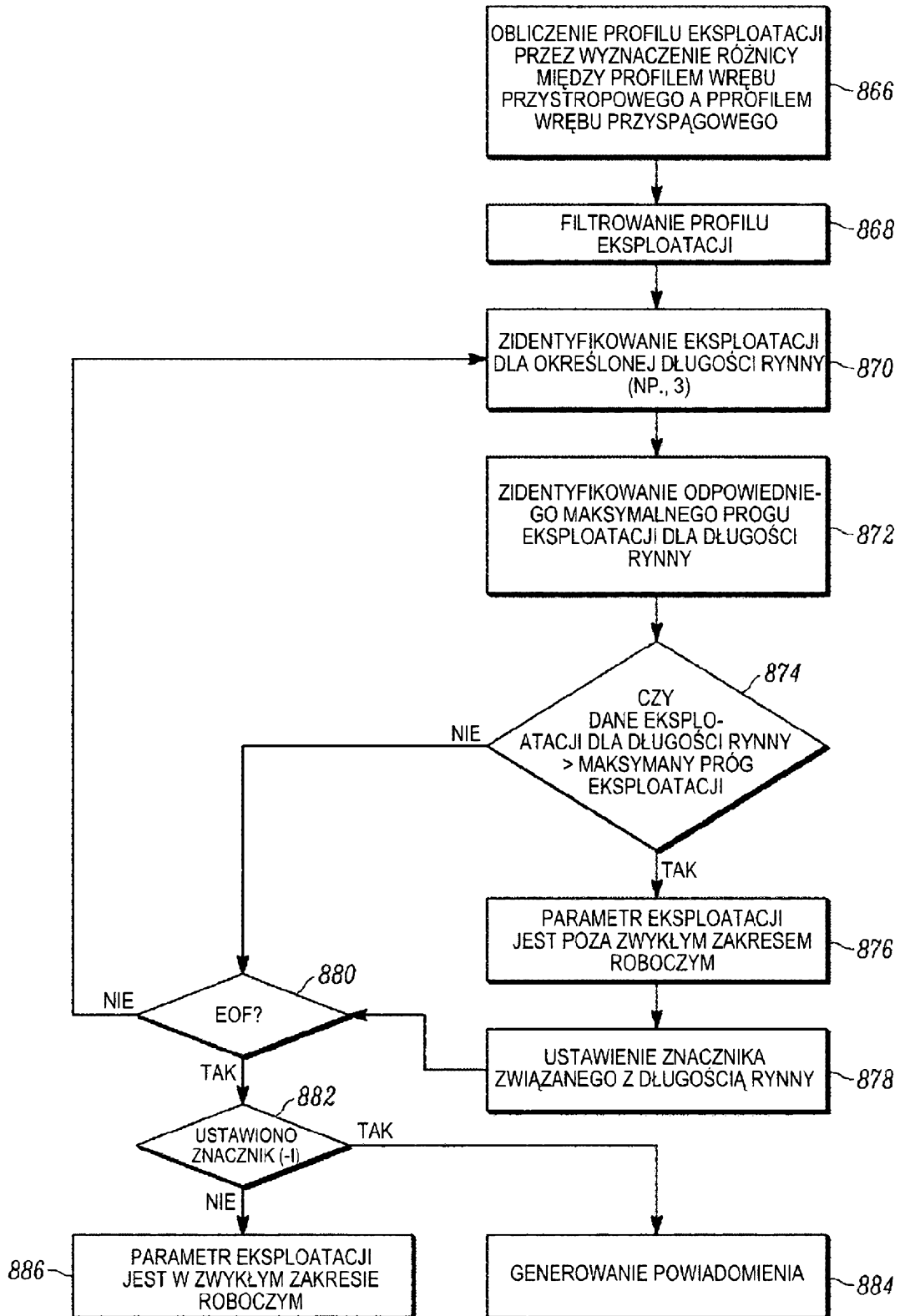


FIG. 15

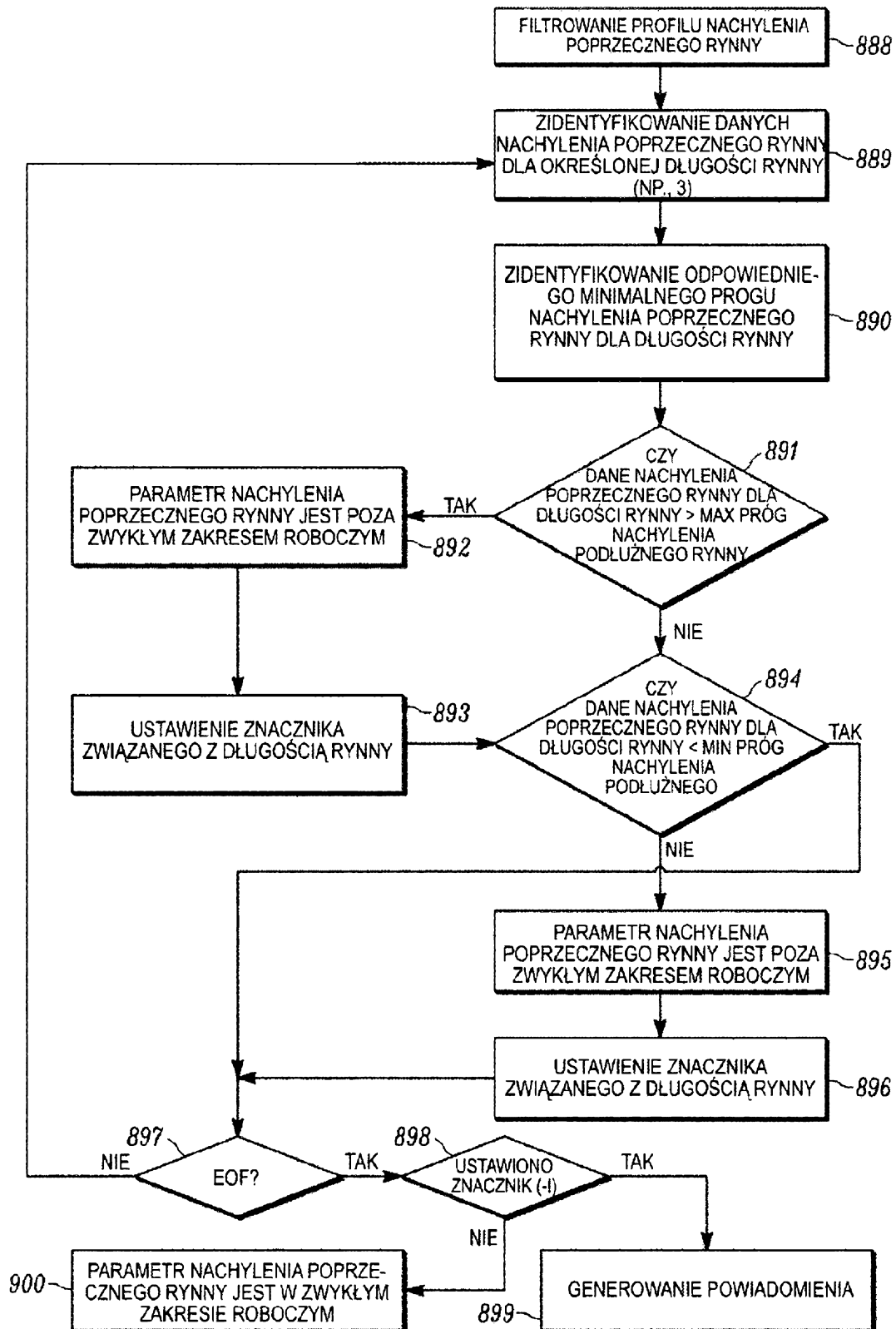


FIG. 16

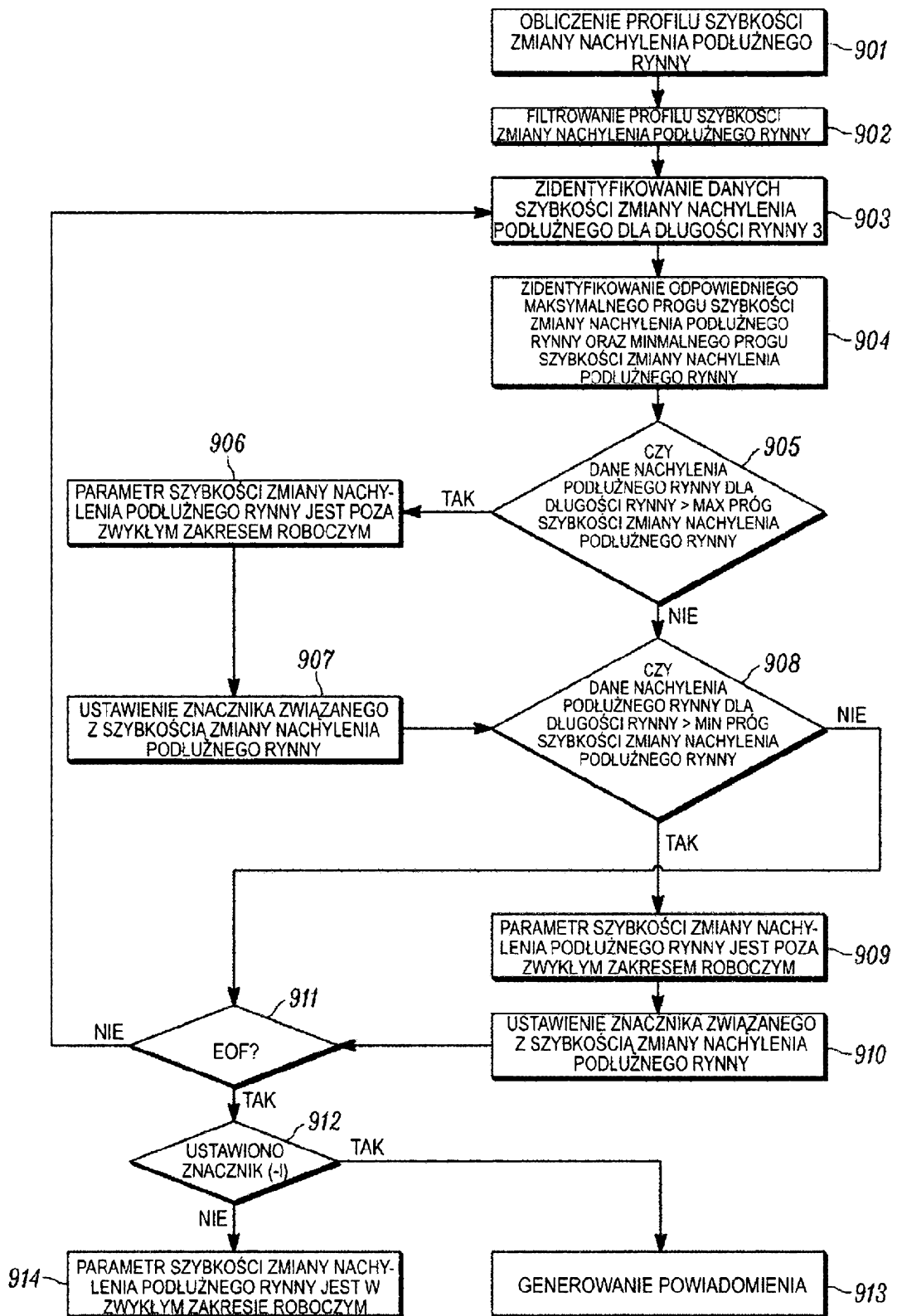


FIG. 17

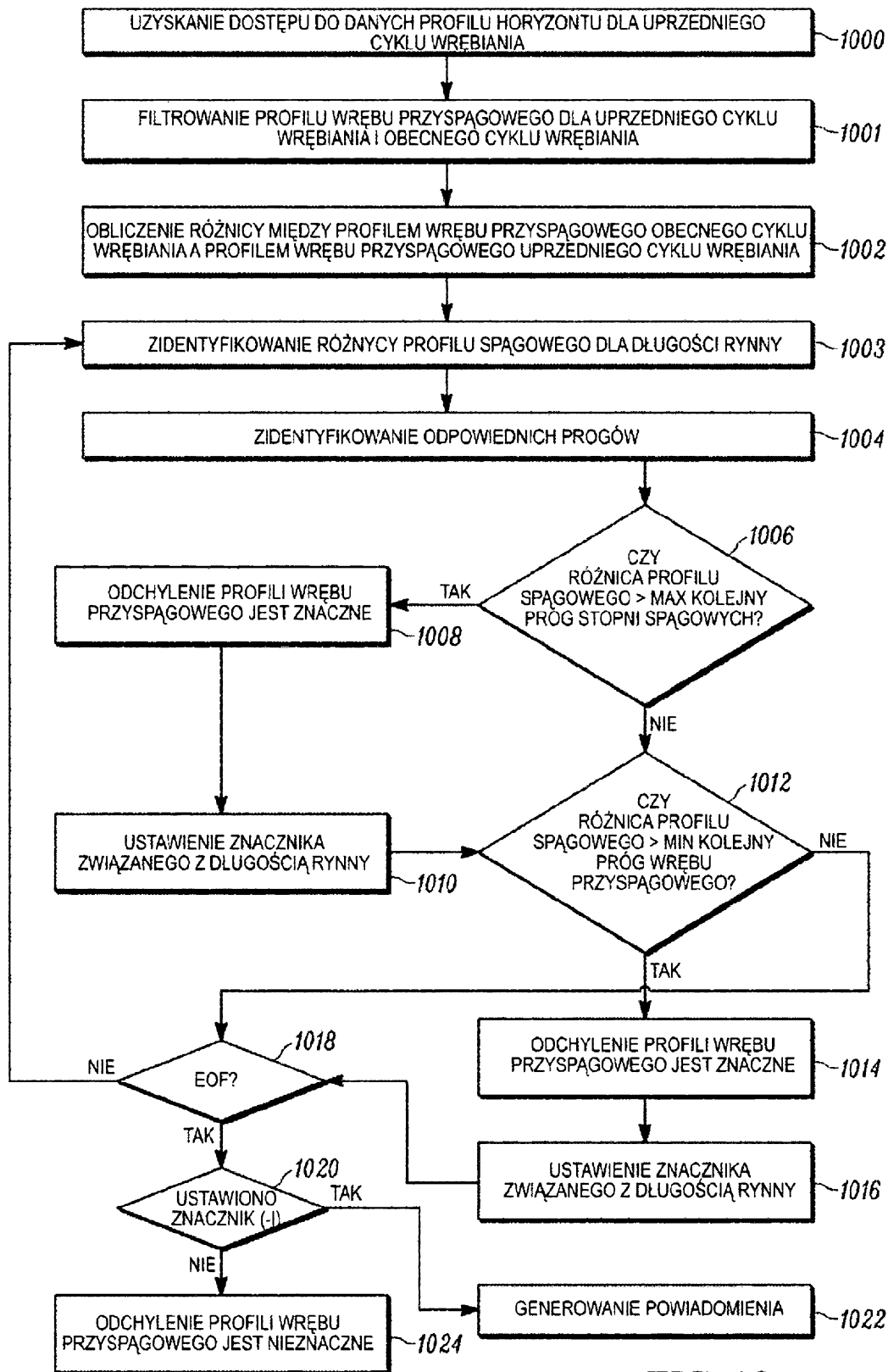


FIG. 18

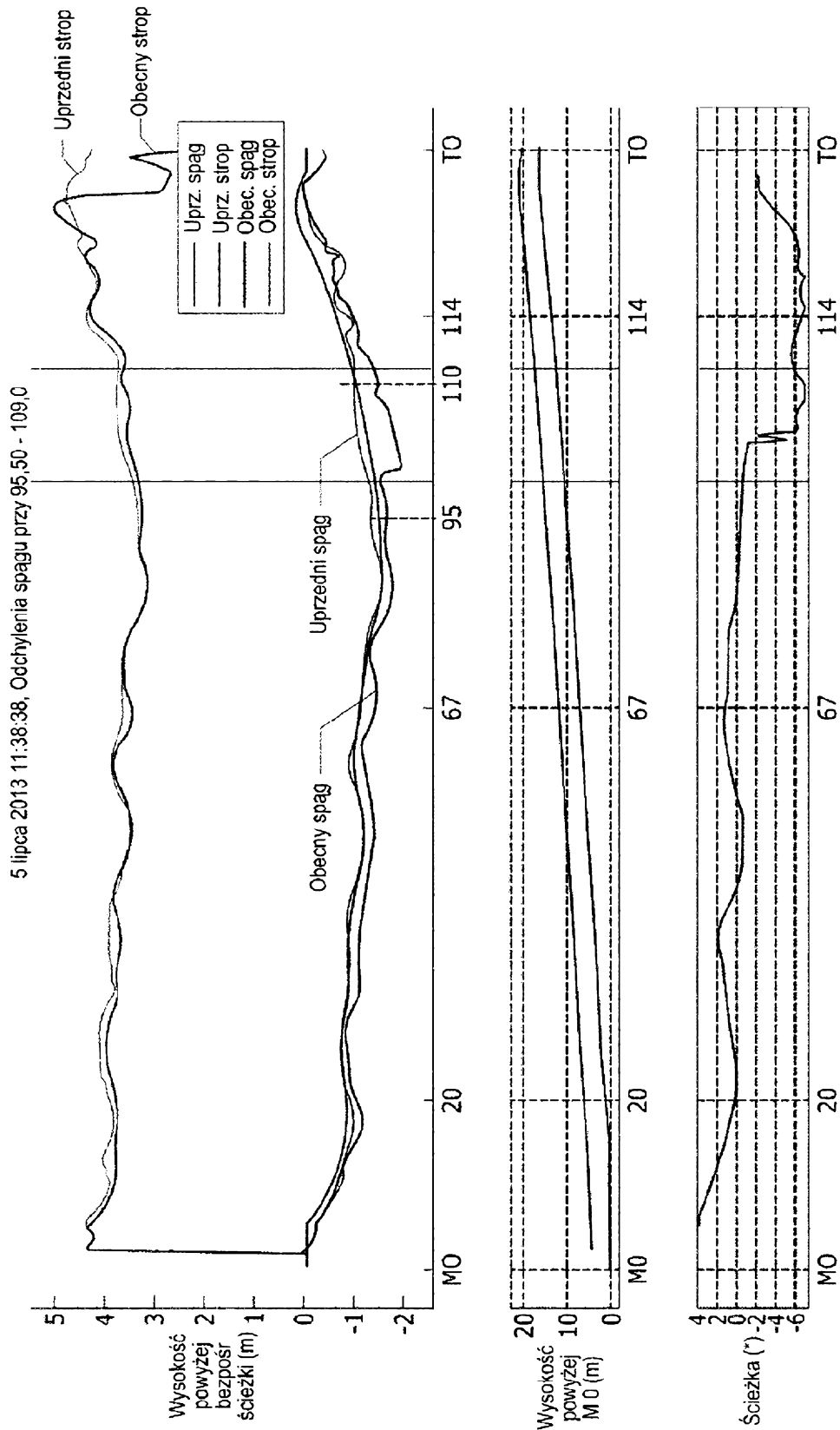


FIG. 19

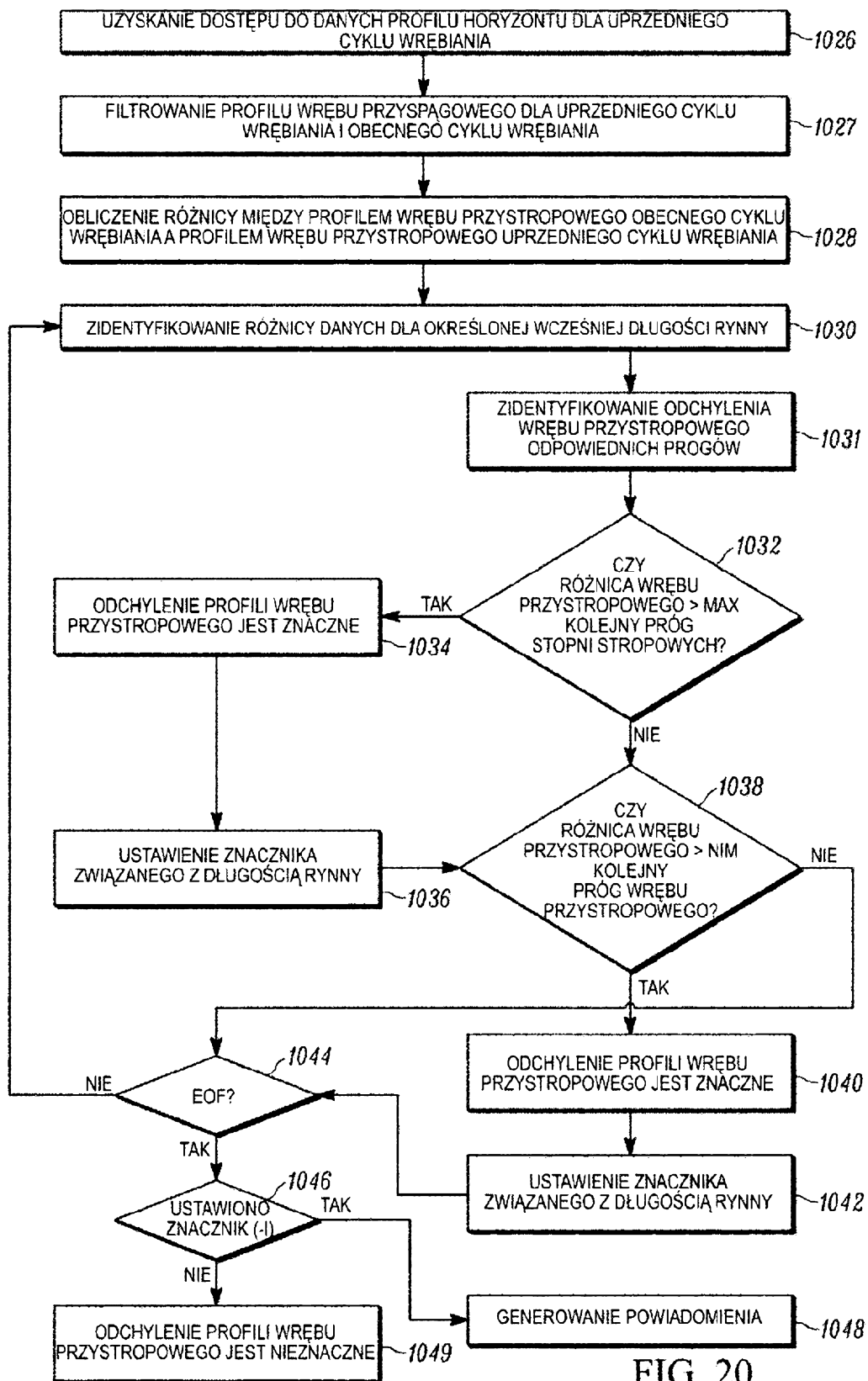


FIG. 20

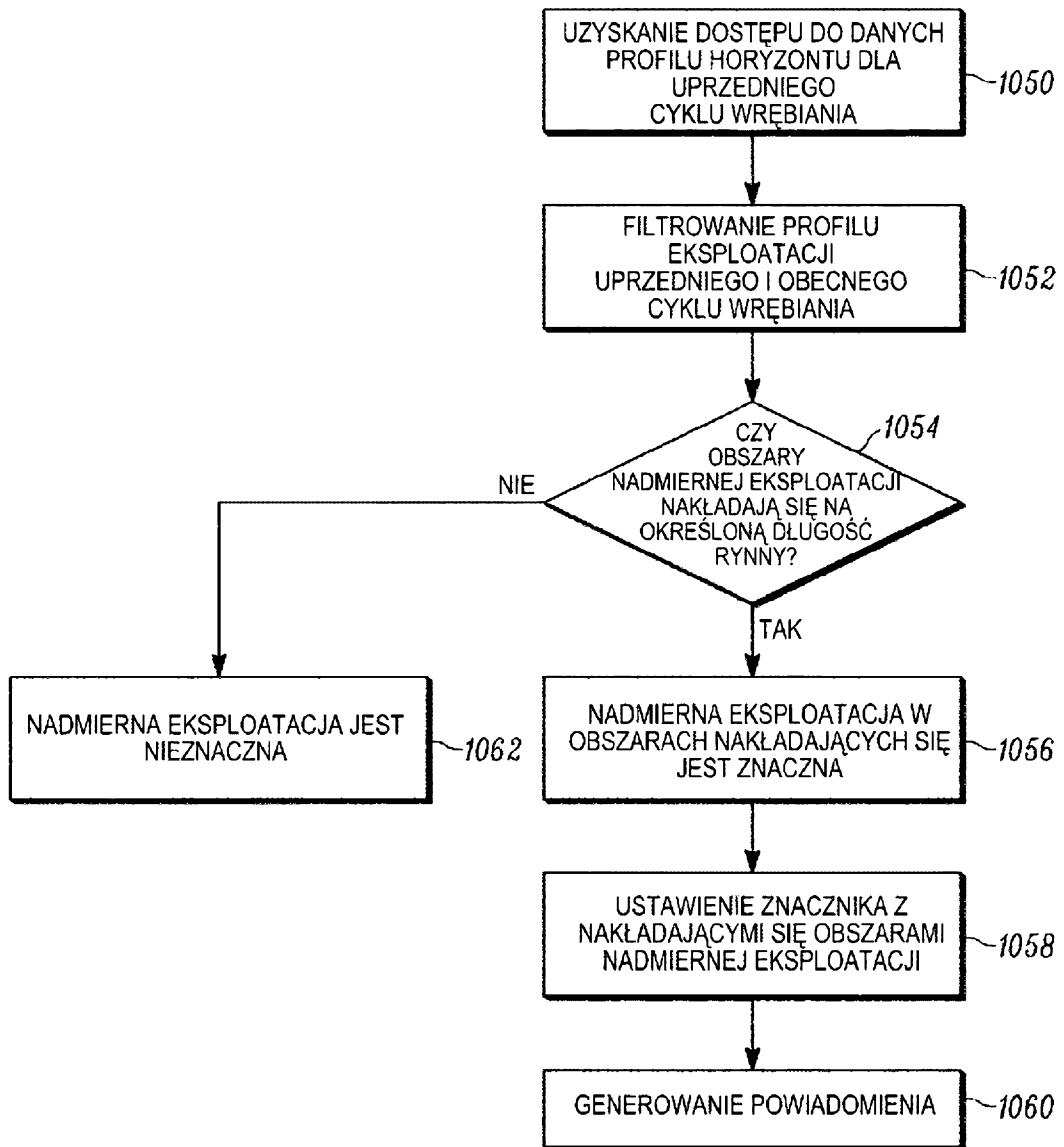


FIG. 21

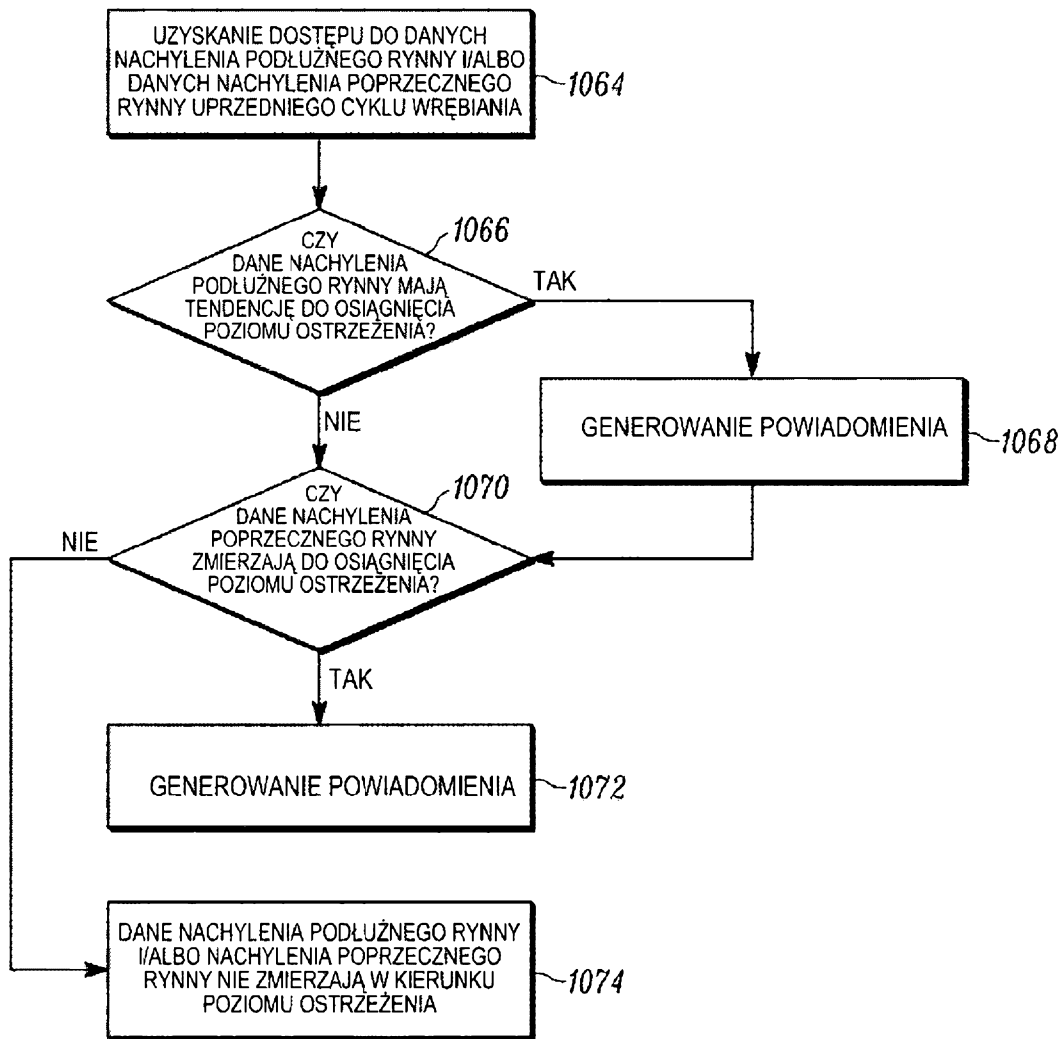


FIG. 22

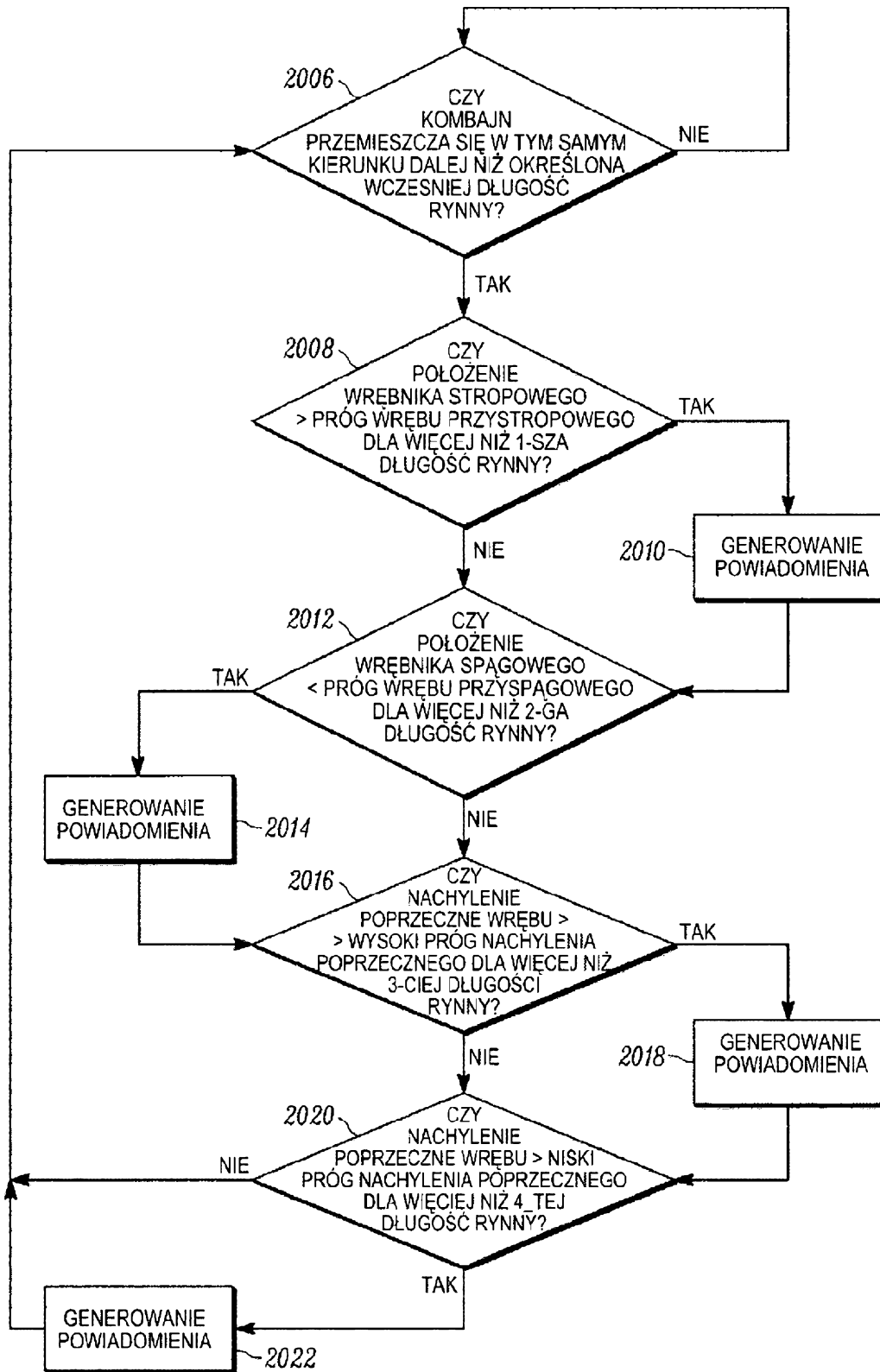


FIG. 23

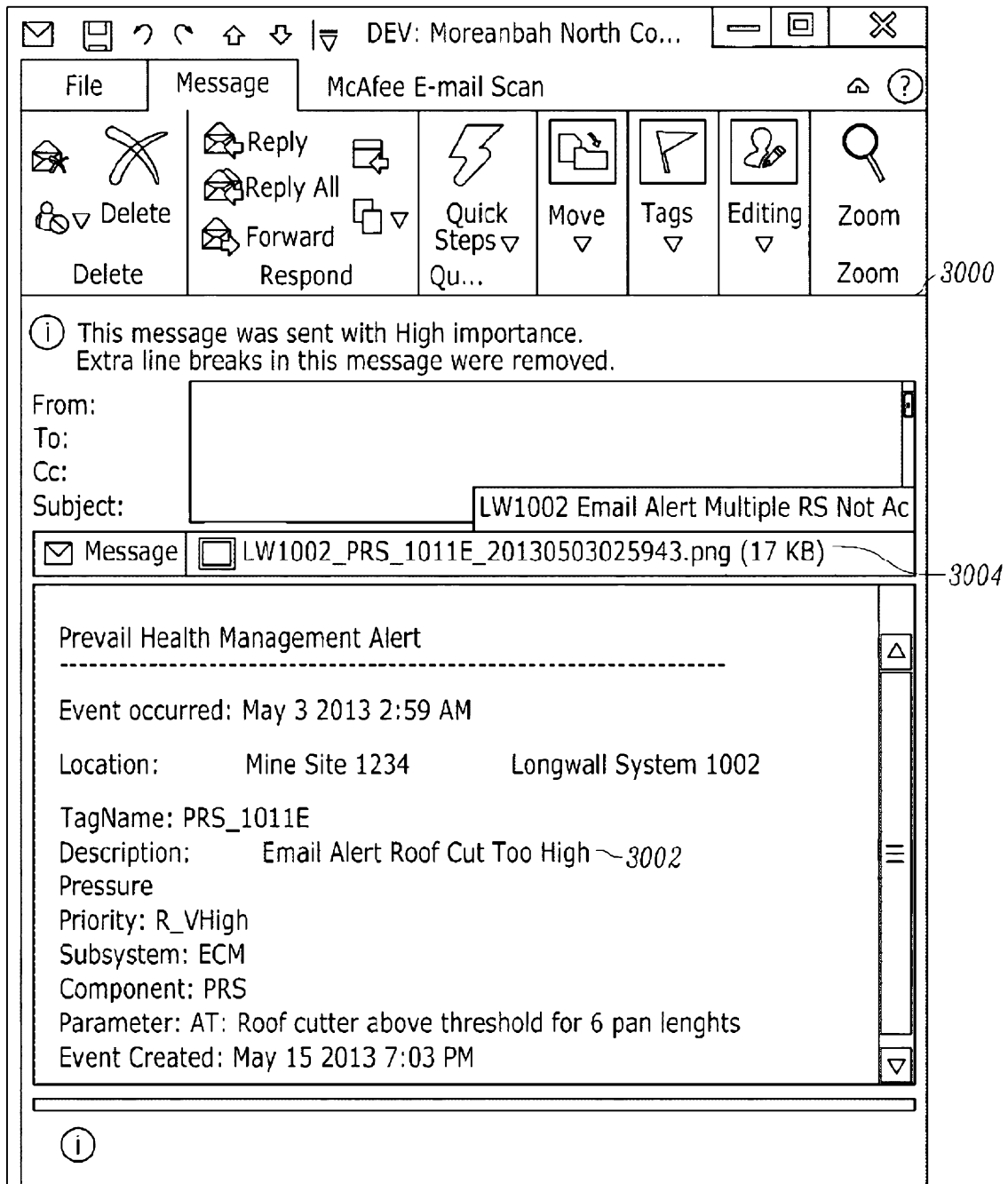


FIG. 24