

Załącznik 1

TARCZA

ZMECHANIZOWANA

CZĘŚĆ TECHNICZNA

Tunel Świnoujście
Polska



Średnica wyrobiska 13,43 m
ZMECHANIZOWANA TARCZA PŁUCZKOWA
CTS13400E-4200



China Railway Engineering Equipment Group Co., Ltd

<i>Rew.</i>	<i>Data</i>	<i>Rewizja</i>	<i>Autor</i>
0	20.07.2017	Pierwsze wydanie	JG/JM
2	20.05.2019	Zmiany w opisie technicznym	JG/OH
3	21.05.2019	Zmiany w opisie technicznym	JG/OH

Tytuł: SPRAWOZDANIE Z WYBORU MASZYNY TBM ORAZ JEJ PODSTAWOWE PARAMETRY		Rewizja: R00
Załącznik 1 – Tarcza zmechanizowana – część techniczna	Tunel Świnoujście	Strona: 2/35

Spis treści

1	WPROWADZENIE	5
1.1	Wymagania dotyczące tarczy zmechanizowanej	5
2	OPIS TECHNICZNY TARCZY ZMECHANIZOWANEJ	6
2.1	Tarcza zmechanizowana	6
2.2	Głowica urabiająca	6
2.2.1	Wskaźniki zużycia na głowicy urabiającej	7
2.2.2	Narzędzia skrawające	7
2.2.3	Centralne połączenie obrotowe	8
2.3	Moduł napędowy	8
2.3.1	Obudowa przekładni	9
2.3.2	Napęd głowicy urabiającej	9
2.3.3	Łożysko główne	9
2.3.4	Rozmieszczenie uszczelki napędu	10
2.3.5	Układ smarowania	10
2.4	Ostona	11
2.4.1	Ostona czoła tarczy	11
2.4.2	Ostona części ogonowej tarczy	12
2.4.3	Układ siłowników posuwu	13
2.4.4	Zasuwa zanurzona	13
2.4.5	Kruszarka	13
2.4.6	Krata wlotowa	14
2.4.7	Rozmieszczenie dennych rurociągów płuczających	14
2.5	Układ siłowników oporowych	14
2.5.1	Układ sterowania	15
2.5.2	Naprowadzanie tarczy	15
2.6	Śluzy	15
2.6.1	Śluza osobowa	15
2.6.2	Śluza materiałowa	16
2.7	Dźwig próżniowy segmentów obudowy	16
2.8	Układ stabilizacji ciśnienia	17
2.9	Monitorowanie poziomu i ciśnienia płuczki	17
2.10	Układ obiegu płuczki	17
2.10.1	Zasada obiegu płuczki	17
2.10.2	Tryby pracy	19
2.11	Urządzenia do wypełniania pustek	23
2.12	Smarowanie tarczy	23
2.13	Układ zaplecza	23
2.13.1	Suwnice	23
2.13.2	Żuraw do podnoszenia segmentów	23
2.13.3	Podajnik segmentów	24
2.13.4	Doprowadzanie i tłoczenie zaprawy	24
2.13.5	Układ obiegowej wody chłodzącej	24
2.13.6	Instalacja płuczki	25
2.13.7	Układ sprężonego powietrza	26
2.13.8	Układ wentylacji	27

Tytuł: SPRAWOZDANIE Z WYBORU MASZYNY TBM ORAZ JEJ PODSTAWOWE PARAMETRY		Rewizja: R00
Załącznik 1 – Tarcza zmechanizowana – część techniczna	Tunel Świnoujście	Strona: 3/35

2.13.9	Monitorowanie gazu.....	28
2.13.10	Układ bezpieczeństwa i instalacja przeciwpożarowa.....	28
2.13.11	Badania gruntu i wstrzykiwanie zaprawy.....	29
2.13.12	Instalacje na zapleczu na bębny smarowe.....	29
2.14	Układ hydrauliczny.....	29
2.14.1	Układ hydrauliczny.....	29
2.14.2	Układ hydrauliczny dźwigu próżniowego (erekatora) do podnoszenia segmentów.....	29
2.14.3	Pomocniczy układ hydrauliczny.....	30
2.14.4	Chłodzenie obiegowe układu hydraulicznego.....	30
2.14.5	Układ hydrauliczny kruszarki.....	30
2.14.6	Układ hydrauliczny z zaworem sferycznym do płuczki.....	30
2.15	Instalacja elektryczna.....	30
2.15.1	Obwód zasilający.....	30
2.15.2	Urządzenie do przechowywania kabli wysokiego napięcia.....	31
2.15.3	Szafa rozdzielcza.....	31
2.15.4	Kompensacja mocy biernej.....	31
2.16	Układ sterowania.....	32
2.16.1	Układ sterowania PLC.....	32
2.16.2	Główna kabina sterownicza.....	32
2.16.3	System pozyskiwania danych.....	33
2.16.4	Zdalny układ monitorowania.....	34
2.16.5	Układ naprowadzania.....	34
2.16.6	Instalacja teletechniczna.....	34
2.16.7	Oświetlenie i oświetlenie awaryjne.....	34
2.16.8	Komora ratownicza.....	34
2.16.9	Układ monitorowania.....	35

Tytuł: SPRAWOZDANIE Z WYBORU MASZYNY TBM ORAZ JEJ PODSTAWOWE PARAMETRY		Rewizja: R00
Załącznik 1 – Tarcza zmechanizowana – część techniczna	Tunel Świnoujście	Strona: 4/35

1 Wprowadzenie

Planowany Tunel Świnoujście ma stanowić połączenie komunikacyjne między Wolinem a wyspą Uznam, na której leży Świnoujście. Inwestycja będzie realizowana w rejonie dorzecza Świny, gdzie występują przede wszystkim materiały osadowe. Tunel zostanie poprowadzony przez złoża morskich piasków holocenijskich i piaski sandrowe oraz żwiry plejstocenijskie. W części podziemnej dno tunelu zostanie wydrążone w łupkach plejstocenijskich. Przybliżony profil geologiczny przedstawiono poniżej:

W odniesieniu do profilu geologicznego kategorie gruntu do urobienia tarczą zmechanizowaną obejmują:

HOLOCEN

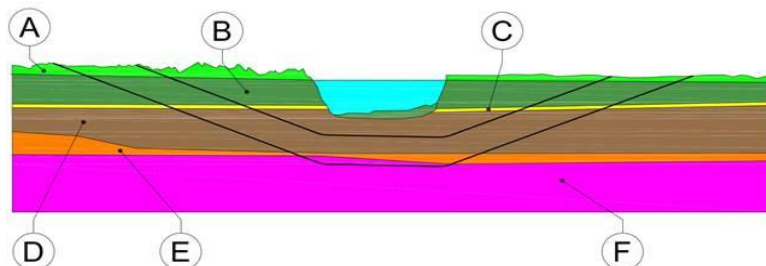
- B: Morski piasek drobnoziarnisty i małe muszle, w stanie średniozagęszczonym, niespoiste bliżej powierzchni. Lokalnie występujące przewarstwienia torfu i humusu.
- C: Organiczne ropy pylaste pochodzenia jeziornego.

PLEJSTOCEN

- D: Piaski średnio i gruboziarniste pochodzenia wodnolodowcowego.
- E: Mocno zbite piaszczyste ropy lodowcowe z rozproszonym żwirem.

KREDA

- F: Podłoże skalne kredowe o wysokim wskaźniku szczelinowatości skały i o wytrzymałość na ściskanie od średniej do małej.



1.1 Wymagania dotyczące tarczy zmechanizowanej

Zgodnie z przedłożoną dokumentacją oferta dotyczy zmechanizowanej tarczy płuczkowej:

- Średnica zewnętrzna pierścienia segmentowego..... 13,00 m
- Średnica wewnętrzna pierścienia segmentowego..... 12,00 m
- Szerokość segmentu 1,80 m
- Konstrukcja segmentu 8+0
- Średnica wyrobiska tarczy zmechanizowanej..... 13,43 m
- Długość tunelu 1440 m
- Krzywizna minimalna w poziomie (oś tunelu) 300 m
- Nachylenie maksymalne ± 4%

Tytuł: SPRAWOZDANIE Z WYBORU MASZYNY TBM ORAZ JEJ PODSTAWOWE PARAMETRY		Rewizja: R00
Załącznik 1 – Tarcza zmechanizowana – część techniczna	Tunel Świnoujście	Strona: 5/35

2 OPIS TECHNICZNY TARCZY ZMECHANIZOWANEJ

2.1 Tarcza zmechanizowana

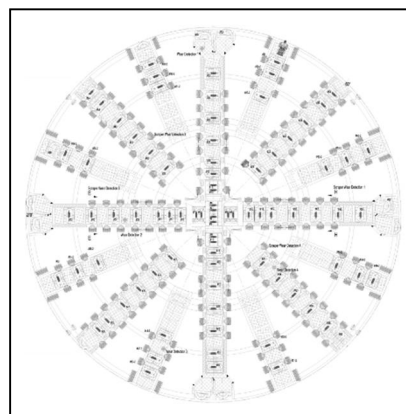
Zgodnie z przedłożoną dokumentacją oraz w związku z przewidywanymi warunkami geologicznymi w rejonie inwestycji zastosowano zmechanizowaną tarczę płuczkową (ang. Slurry Shield Tunnel Boring Machine).

Maszyna składa się z osłony głowicy urabiającej, osłony części ogonowej, która układa prefabrykowane segmenty betonowe, oraz układu rezerwowego.

Wszystkie oferowane urządzenia będą fabrycznie nowe.

2.2 Głowica urabiająca

Konstrukcja głowicy urabiającej została dobrana za pomocą sprawdzonego oprogramowania do weryfikacji wytrzymałości i analizy celem wyznaczenia odpowiedniej wytrzymałości zapewniającej niezawodność głowicy. Głowica jest przystosowana do narzędzi skrawających z dostępem na czas wymiany od tyłu. Głowica jest przeznaczona do kruszenia bloków betonowych, zamków w ścianach szczelinowych oraz bloków utworzonych przez wtrysk zaprawy.

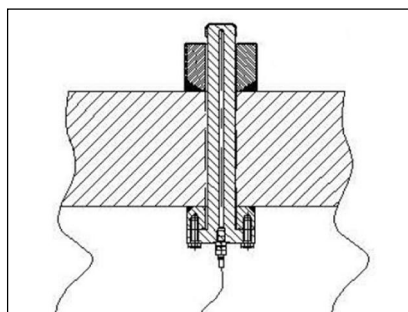


Rys. 2-1 Głowica urabiająca z wymiennymi nożami skrawającymi

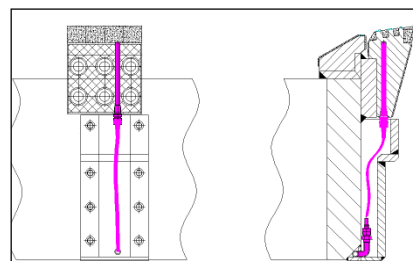
- Głowica urabiająca jest wyposażona w wymienne noże skrawające. Noże można łatwo wymienić na dyski skrawające, do których dostęp również odbywa się od tyłu.
- Elementy mieszające z tyłu głowicy urabiającej skutecznie poprawiają jednorodność płuczki przez mieszanie urobku w komorze urobkowej.
- Odpowiednia liczba równomiernie rozłożonych otworów zapewnia prawidłowy przepływ medium roboczego, zapobiegają zatorowi głowicy urabiającej.
- W części środkowej głowica posiada urządzenie płuczące do wtrysku płuczki przez połączenie obrotowe w środek strefy w celu poprawy właściwości płuczki z urobkiem, zapobiegając powstaniu zatoru.
- Przód głowicy urabiającej posiada twarde czoło i płyty ze stali zespolonej w celu poprawy odporności na zużycie.
- Kołnierz obręczy jest odporny na ścieranie. Na obręczy przyspawano bloki ochronne wykonane ze stopu.
- Z tyłu obręczy znajdują się wspawane okładziny z płyt stalowych.
- Głowica skrawająca wyposażona jest w osiem czujników kontrolnych pokazujących wartość siły nacisku na różnych poziomach głowicy tnącej.

2.2.1 Wskaźniki zużycia na głowicy urabiającej

Głowica urabiająca jest wyposażona w łącznie 10 wskaźników zużycia (4 szt. dla noży, 6 szt. na obręczy). Pręty pomiarowe, które można wymienić z wnętrza głowicy urabiającej, posiadają głowicę pomiaru zużycia, która uszczelnia otwór wewnętrzny wypełniony cieczą pod ciśnieniem i jest monitorowana podczas pracy tarczy. Sygnał informujący o zużyciu jest przesyłany bezprzewodowo.



Rys. 2-2 Typowy wskaźnik zużycia konstrukcji stalowej

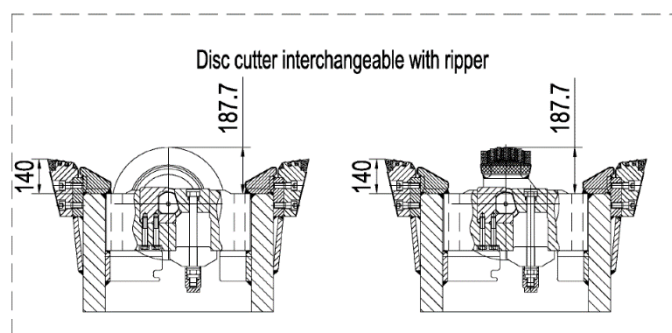


Rys. 2-3 Typowy wskaźnik zużycia zgarniaczy

2.2.2 Narzędzia skrawające

Głowica skrawająca jest wyposażona w noże skrawające, do których dostęp na czas wymiany odbywa się od tyłu. Noże są przeznaczone do tunelowania w gruncie słabonośnym. W razie konieczności noże skrawające można wymienić na dyski.

Środkowa część głowicy jest także wyposażona w podwójne noże skrawające. Tego typu noże również można wymienić na dyski podwójne.

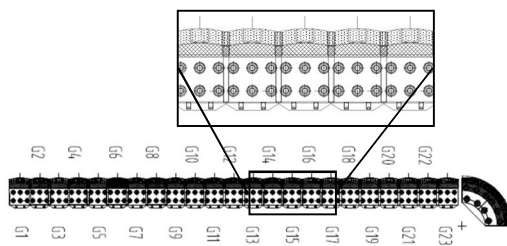


Rys. 2-4

EN	PL
Disc cutter interchangeable with ripper	Dysk skrawający wymienny na nóż skrawający

2.2.2.1 Zgarniacze

Zgarniacze są odpowiednio równomiernie rozmieszczone w części przedniej tak, aby nie było szczelin między nimi. Zgarniacze sięgają ok. 50 mm za noże skrawające.



Rys. 2-5 Rozmieszczenie zgarniaczy

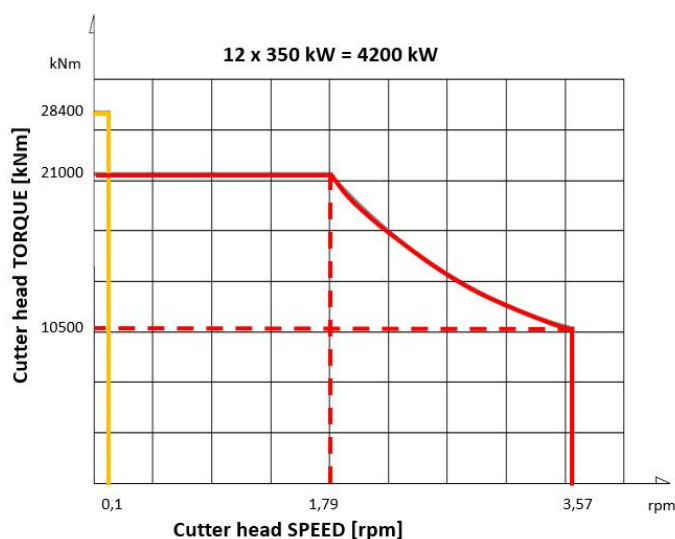
2.2.2.2 Nóż podcinający

Głowica urabiająca jest wyposażona w jeden hydrauliczny nóż podcinający. Wysokość podcięcia wynosi 40 mm.

2.2.3 Centralne połączenie obrotowe

Zainstalowane zostaną: połączenie obrotowe z dostateczną liczbą otworów na zawieszinę i przewody hydrauliczne.

2.3 Moduł napędowy



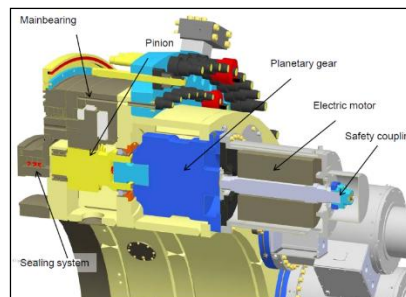
Rys. 2-6 Krzywa momentu obrotowego napędu głównego

EN	PL
Cutter head TORQUE [kNm]	MOMENT OBROTOWY głowicy urabiającej [kNm]
Cutter head SPEED [rpm]	PRĘDKOŚĆ OBROTOWA głowicy urabiającej [obr/min]

2.3.1 Obudowa przekładni

Wytrzymała konstrukcja tworzy obudowę i gródz mieszczące zespół łożyska głównego z przekładnią pierścieniową i uszczelkami oraz zębni napędowe.

Każdy zespół napędowy składa się z zębni z podwójną podporą łożyskową, wału zabezpieczającego przed siłami ścinającymi przy przeciążeniu, skrzyni przekładni planetarnej z chłodzeniem wodnym, sprzęgła bezpieczeństwa oraz silnika elektrycznego z regulacją częstotliwości.



Rys. 2-7 Elementy napędu głównego

Kompletny moduł jest zamontowany w grodzi osłony przy użyciu hydraulicznie stężonych śrub i w formie zespołu może zostać przeniesiony na tył.

EN	PL
Mainbearing	łożysko główne
Pinion	Zębni
Planetary gear	Przekładnia planetarna
Electric motor	Silnik elektryczny
Safety coupling	Sprzęgło bezpieczeństwa
Sealing system	Układ uszczelniający

2.3.2 Napęd głowicy urabiającej

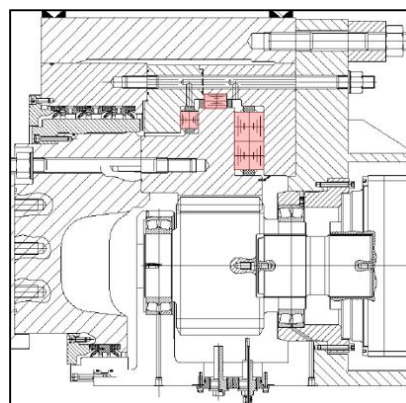
Dostawa obejmuje napęd głowicy urabiającej z regulacją częstotliwości. Prędkość głowicy urabiającej można regulować odpowiednio do warunków geologicznych, aby uzyskać najbardziej ekonomiczną pracę. Kierunek obrotu głowicy można odwrócić w celu jej ewentualnego uwolnienia.

Wykres prędkości w funkcji momentu obrotowego przedstawia charakterystykę układu napędowego.

2.3.3 Łożysko główne

Łożysko główne jest łożyskiem podwójnym osiowym-promieniowym-tocznym z wbudowaną przekładnią pierścieniową, która przekazuje moment obrotowy na głowicę urabiającą. Łożysko zapewnia maksymalny opór, szczególnie w sytuacji dużych momentów wywracających, jakich można się spodziewać przy korektach krzywizny i ustawienia w linii oraz w strefach uskokowych w miejscu o niestabilnych warunkach gruntowych.

Przypadki obciążeń określają kombinację obciążeń głowicy urabiającej podczas pracy maszyn. Na obciążenia składają się siły osiowe i pionowe w różnych punktach natarcia i wynikowe momenty siły.



Rys. 2-8 Typowe łożysko główne

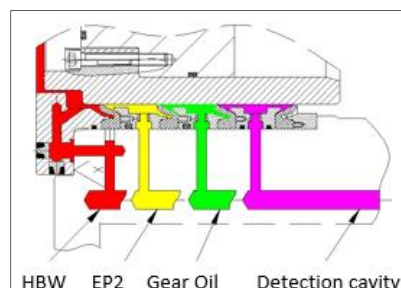
Żywotność łożyska oraz wszystkich pozostałych elementów napędu zależy od długości tunelu oraz objętości wybranego urobku. Stosunek średnicy tarczy do średnicy łożyska jest bardzo korzystny w przypadku maszyny tej wielkości.

Konstrukcja łożyska będzie wyposażona w otwory umożliwiające dostęp dla urządzeń monitorujących do sprawdzania bieżni łożyska, np. endoskopem.

Żywotność łożyska wynosi ponad 10 tys. godzin.

2.3.4 Rozmieszczenie uszczelek napędu

Uszczelki napędu głównego chronią łożysko głowicy urabiającej i zespół napędowy przed dostępem zawiesziny z urobkiem i wody. Układ obejmuje uszczelnienie wewnętrzne i zewnętrzne o wystarczającej liczbie poszczególnych uszczelek. Uszczelki typu wargowego cechują się szerokim zakresem roboczym, dzięki czemu ich elastyczność i żywotność mogą być zwiększone.



Rys. 2-9 Rozmieszczenie uszczelek wewnętrznych

Układ automatycznego smarowania jest połączony z napędem głównym i również jest monitorowany.

Ilość smaru tłoczonego do uszczelek można regulować i rejestrować. Dodatkową ochronę stanowi uszczelka labiryntowa między uszczelkami a komorą głowicy urabiającej.

EN	PL
HBW	Smar HBW
EP2	Smar EP2
Gear Oil	Olej przekładniowy
Detection cavity	Jama detekcyjna

Układ uszczelnienia zewnętrznego składa się z jednej uszczelki labiryntowej i czterech uszczelek wargowych. Smar HBW stosowany w przypadku uszczelki labiryntowej jest tłoczony do punktów wtrysku smaru. Komora uszczelniająca między pierwszą a drugą uszczelką wargową jest wypełniona smarem EP2 przy użyciu pompy wielopunktowej. Współczynnik bezpieczeństwa urządzenia wynosi $> 1,5$.

Układ uszczelnienia wewnętrznego składa się z dwóch uszczelek wargowych. Na potrzeby jego smarowania stosuje się EP2.

2.3.5 Układ smarowania

Łożysko jest smarowane wymuszonym obiegiem oleju, natomiast przekładnia pierścieniowa stanowi napęd smarowany olejem natryskowo. Układ smarowania jest połączony z napędem zasadniczym i jest uruchamiany przed samym napędem. W przypadku awarii układ napędowy zostaje wyłączony. Przewody doprowadzające olej smarowy do łożyska są oddzielone od przewodów napędu z przekładnią, aby zapobiec przedostawaniu się drobin powstałych na skutek zużycia kół zębatach do łożyska i odwrotnie.

Cały olej przepływa na dół jamy modułu napędowego, skąd zostaje przetłoczony przez filtr z powrotem do zespołu napędowego.

Tytuł: SPRAWOZDANIE Z WYBORU MASZYNY TBM ORAZ JEJ PODSTAWOWE PARAMETRY		Rewizja: R00
Załącznik 1 – Tarcza zmechanizowana – część techniczna	Tunel Świnoujście	Strona: 10/35

Na potrzeby monitorowania ciśnienia w przewodzie doprowadzającym olej, przepływu oleju, stopnia zanieczyszczenia filtra (alarm) oraz temperatury oleju zainstalowane zostaną czujniki.

Układ oleju przekładniowego odpowiada za smarowanie i chłodzenie bieżni łożysk, rolek, łożysk zębniaka, zębniaka napędu, napędu z przekładnią zębatą i pozostałych elementów. Olej przekładniowy w łożysku głównym można odprowadzić. Układ rur obiegowych jest wyposażony w filtr magnetyczny, który odpowiada za czystość oleju. Poziom, przepływ i temperatura oleju oraz stan zanieczyszczenia filtra są monitorowane.

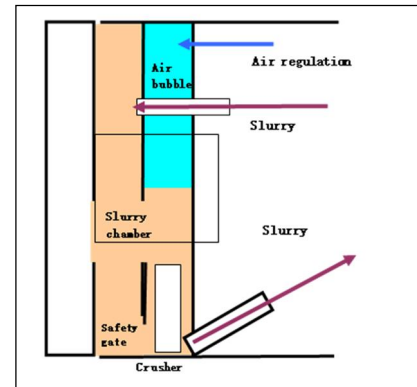
2.4 Ostoła

Ostoła ma kształt stożkowaty, co umożliwia właściwe kontrolowanie i sterowanie tarczą, w tym minimalne straty objętości w celu możliwe najlepszego ograniczenia osiadania. Ostoła jest przystosowana do pracy przy minimalnym promieniu krzywizny wynoszącym 250 m.

2.4.1 Ostoła czoła tarczy

Główne elementy ostoi czoła obejmują: napęd główny, zasuwę płuczki, kruszarkę, kratę wlotową, komorę śluzową, rurociągi układu obiegowego i przednią zasuwę osobową, minimum osiem czujników ciśnienia itp.

Ostoła czoła jest funkcjonalnie podzielona na dwie komory, tj. komorę płuczki i komorę z poduszką powietrzną. Ostoła czoła składa się przede wszystkim z ostoi właściwej, grodzi ciśnieniowej, napędu głównego połączonych z obudową, śluzy osobowej połączonych z obudową oraz kołnierza łączącego. Aby poprawić wytrzymałość korpusu ostoi na zużycie, cały pierścień warstwy ulegającej zużyciu jest przyspawany dookoła rynny ostoi czoła tarczy. Przy grodzi zamontowane są pasywne ramiona mieszające współpracujące z ramionami mieszającymi na głowicy urabiającej, co zapewnia skuteczne wymieszanie, poprawiając jednorodność zawiesiny w komorze urobkowej.



Rys. 2-10 Ostoła czoła tarczy

EN	PL
Air bubble	Poduszka powietrzna
Air regulation	Regulacja ciśnienia powietrza
Slurry	Zawiesina
Slurry Chamber	Komora płuczki
Safety Gate	Zasuwa bezpieczeństwa
Crusher	Kruszarka

2.4.1.1 Badanie gruntu i odwierty

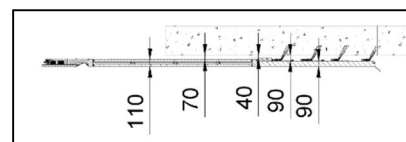
Na potrzeby badania gruntu i wstrzykiwania płuczki podczas posuwu przewidziano 18 otworów na chyłomierze i 6 otworów na czujniki poziome, umożliwiając przeprowadzenie przez osłonę/gródź. Otwory są zamknięte zaworami kulowymi. Na czas drążenia można zainstalować w danym otworze osprzęt uzupełniający przystosowany do ciśnienia 5 bar.



Rys. 2-11 Otwory do podawania płuczki

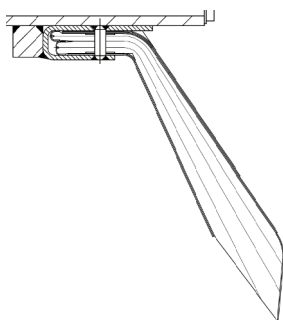
2.4.2 Osłona części ogonowej tarczy

Osłona ogona znajduje się na końcu korpusu osłony zasadniczej i jest wyposażona w szczotki, separatory płuczki i rurociąg smaru. W porównaniu z czołem tarcz, osłoną środkową, w części ogonowej nie ma wewnętrznej konstrukcji wsporczej. Stosuje się zatem grubą płytę stalową, która zapewnia odpowiednią sztywność.



Rys. 2-12 Przykładowa uszczelka ogona tarczy z 4 szczotkami

Na końcu osłony ogona zamontowany jest rząd separatorów płuczki. Separatory wykonane ze stali odpornej na ścieranie zapobiegają przepływowi urobku w płuczce do osłony czoła oraz oddzielają zawieszinę w osłonie czoła, aby nie zanieczyszczała płuczki.



Rys. 2-13 Szczotka wzmacniana

Osłona ogona składa się z 3 rzędów szczotek drucianych z zabezpieczeniem w formie stalowej płyty po każdej stronie oraz rzędu specjalnych szczotek wzmacnianych. Komory w uszczelnieniu osłony ogona są wypełnione smarem. Każda komora jest zasilana z oddzielnej pompy.

Układ podawania smaru do osłony ogona współpracuje ze szczotką na ogonie, przeciwdziałając naporowi ciśnienia zewnętrznego. Układ składa się przede wszystkim z pneumatycznej pompy tłokowej, pneumatycznego zaworu sferycznego, czujnika ciśnienia oraz pozostałych elementów sterowniczych.

Pneumatyczne pompy tłokowe są zamontowane w części ogonowej. Do uszczelnionej komory, którą zamyka szczotka, wtryskiwany jest smar. W przypadku braku smaru pompa smaru zostanie automatycznie wyłączona, czemu towarzyszy sygnał alarmowy wysyłany do kabiny sterowniczej.



Rys. 2-14 Zawory rozdzielcze smaru do uszczelnienia ogona

Każdy przewód wtryskowy smaru jest kontrolowany za pomocą pneumatycznego zaworu sferycznego. Każdy kanał jest wyposażony w czujnik ciśnienia.

Automatyczny zawór dozujący smar posiada regulację ilości wtrysku i obieg pracujący przy zadanej szybkości wtrysku i przez określony czas. Czas pracy można ustawić z poziomu panel sterowania ze sterownikiem PLC. Odczyt ciśnienia na każdym otworze wtrysku znajduje się w kabinie sterowniczej.

2.4.3 Układ siłowników posuwu

Ośłona środkowa jest wyposażona w układ 20 siłowników.

Układ siłowników posiada uszczelki wargowe. Szczelina zewnętrzna jest zamknięta stalową płytą. Komora zewnętrzna zostanie wypełniona smarem do uszczelniania części ogonowej.

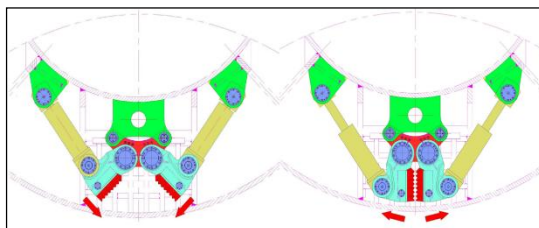
2.4.4 Zasuwa zanurzona

Na dole i za grodzią znajduje się zamontowana wodoszczelna zasuwa. Zasuwa zanurzona służy do oddzielania komory poduszki powietrznej i komory urobkowej podczas zamykania. Zasuwa zanurzona posiada napęd hydrauliczny i jest wyposażona w sworzeń w celu zachowania bezpieczeństwa podczas czynności konserwacyjnych i napraw w komorze.

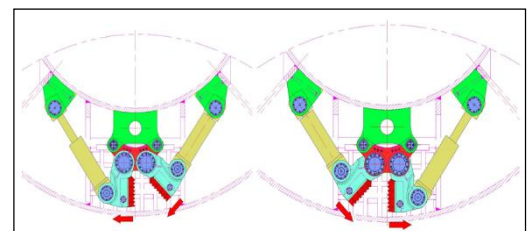
Zasuwa jest wyposażenie w uszczelkę nadmuchiwaną.

2.4.5 Kruszaraka

Przestrzeń na kruszarkę znajduje się na dole komory poduszki powietrznej. Kruszaraka posiada dwa tryby pracy, tj. kruszenie i mieszanie. W momencie gdy do komory poduszki powietrznej wpada duży odłamek skalny, może on zostać skruszony w trybie kruszenia i wyprowadzony na zewnątrz tunelu. W trybie drążenia bez kruszenia można załączyć tryb mieszania, który zapobiega powstaniu zatoru przez osiadające medium robocze. Aby zapewnić funkcyjność i wydłużyć czas eksploatacji kruszarki, główne punkty zawieszenia na zawiasach są wyposażone w automatyczne smarowanie ułatwiające obsługę. Wszystkie przyłącza hydrauliczne na kruszarce są zabezpieczone przed wyciekami i zdławieniem. Wbudowana rura oleju doprowadzanego do



Rys. 2-15 Tryb kruszenia

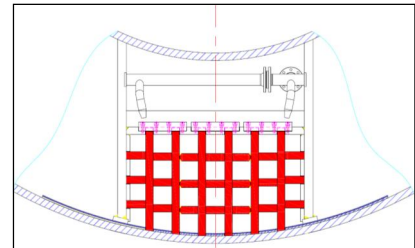


Rys. 2-16 Tryb mieszania

siłowników kruszarki umożliwi optymalne rozstawienie rurociągu zewnętrznego. Zastosowane kształtki rurowe mają podłużny kształt, co poprawia niezawodności rurociągów.

2.4.6 Krata wlotowa

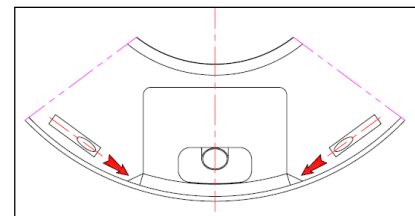
Krata wlotowa znajduje się z przodu otworu wylotowego zawiesziny i za kruszarką. Krata służy do ustalenia rozmiaru odłamów skalnych, aby dotrzymać wymagań dotyczących wydajności pomp tłoczących. Krata została zabezpieczona przed zużyciem w celu przystosowania do złożonych warunków roboczych.



Rys. 2-17 Rozmieszczenie kraty

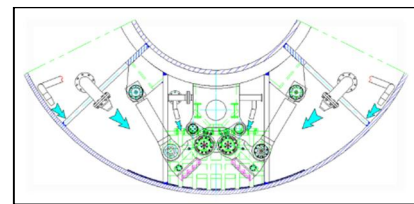
2.4.7 Rozmieszczenie dennych rurociągów płuczących

Ze względu na otwór wylotowy poduszki powietrznej tarcza zawieszinowa nie zostaje rozłożona bezpośrednio w komorze zawiesziny, a medium robocze dostarczone z komory zawiesziny do otworu wylotowego musi przejść przed sekcją „bez zasilania”, więc medium może tworzyć osady w tym rejonie i spowodować zator.



Rys. 2-18 Płukanie zasowy przodka

Z tego względu, na dole korpusu osłony, musi znajdować się kilka rurociągów płuczających i urządzenie mieszające, aby zapobiec powstawaniu osadów, w tym: płukanie rejonu zasowy przodka, płukanie rejonu kruszarki oraz płukanie rejonu kraty.



Rys. 2-19 Płukanie rejonu kraty

2.5 Układ siłowników oporowych

Układ siłowników oporowych spełnia wymagania związane z punktami montażu segmentów obudowy. Siłowniki występują w parach. Podczas układania segmentów obudowy każdą parą siłowników można sterować niezależnie. Wszystkie siłowniki posiadają wystarczającą wydajność, aby spełnić potrzeby związane z drążeniem w ramach przedmiotowej inwestycji.

Nacisk płyt oporowych na segmenty nie przekracza 25 MPa.

Układ siłowników oporowych może pracować w dwóch trybach hydraulicznych:

- wysokociśnieniowym → podczas drążenia,
- niskociśnieniowym → w celu utrzymania styku nieużywanych siłowników z segmentami przy nacisku regulowanym w zakresie od 50 do 100 bar.

Tytuł: SPRAWOZDANIE Z WYBORU MASZYNY TBM ORAZ JEJ PODSTAWOWE PARAMETRY		Rewizja: R00
Załącznik 1 – Tarcza zmechanizowana – część techniczna	Tunel Świnoujście	Strona: 14/35

Korekty osi drążenia podczas pracy maszyny TBM:

- Maksymalne dozwolone odchylenie poziome to ± 100 mm.
- Maksymalne dozwolone odchylenie pionowe to ± 100 mm.

2.5.1 Układ sterowania

Pary siłowników oporowych są połączone w grupy. Każdą grupą można sterować niezależnie, aby zapewnić lepszą regulację i sterowanie położeniem korpusu osłony. Każda grupa siłowników jest wyposażona w czujnik skoku, który zapewnia odpowiedni punkt odniesienia w zakresie sterowania położeniem korpusu osłony. Regulacja ciśnienia w poszczególnych grupach odbywa się z kabiny sterowniczej tarczy. W celu zachowania geometrii pierścienia w każdej sekcji oporowej stale utrzymywane będzie ciśnienie hydrauliczne.

2.5.2 Naprowadzanie tarczy

Tarcza będzie wyposażona w system naprowadzania PPS.

Przewidziano okienko na laser o odpowiednich wymiarach. Zamontowane chyłomierze dostarczają informacji kącie obrotu i pochylenia, a uzyskane dane są dostępne w tabeli konwersji.

W osłonie przodka zamontowano podpory pod celownik laserowy.

2.6 Śluzy

2.6.1 Śluza osobowa

Maszyna jest wyposażona w śluzę osobową. Śluza osobowa znajduje się w górnej części osłony czoła tarczy. Komora między śluzą osobową a komorą urobkową służy jako komora pośrednia (tzw. poduszka powietrzna).

Śluza osobowa spełnia wymagania normy EN 12110.

Śluza osobowa stanowi komorę wbudowaną, gdzie komora główna stanowi część konstrukcji osłonowej, w której mogą zmieścić się 4 osoby. Wejście do komory może pomieścić 2 osoby. Filtry powietrza zamontowane na maszynie przygotowują sprężone powietrze doprowadzane do maszyny rurociągami. Oferta obejmuje układ dekompresji tlenowej.

Komora zasadnicza i wejście są wyposażone w:

- regulator ciśnienia powietrza na wejściu
- Manometr
- zegar
- termometr
- siedzisko
- oświetlenie, w tym oświetleniowe awaryjne
- rejestrator ciśnienia
- grzejnik

Tytuł: SPRAWOZDANIE Z WYBORU MASZYNY TBM ORAZ JEJ PODSTAWOWE PARAMETRY		Rewizja: R00
Załącznik 1 – Tarcza zmechanizowana – część techniczna	Tunel Świnoujście	Strona: 15/35

- telefon
- urządzenie gaśnicze
- detektory CH₄ - O₂ -CO₂ i CO z 4 liniami wejściowymi na każdy typ gazu.

Regulacja ciśnienia sprężonego powietrza do oddychania nie wymaga zasilania, ponieważ stanowi część w pełni pneumatycznego układu sterowania. W przypadku awarii zasilania praca urządzenia pneumatycznego nie zostaje wstrzymana, zapewniając bezpieczeństwo pracownikom dokonującym wymiany części skrawającej pod wysokim ciśnieniem.

2.6.2 Śluza materiałowa

Śluza materiałowa umożliwia przeniesienie narzędzi skrawających i innych urządzeń do komory roboczej bez wpływu na pracę śluzy osobowej. Komora śluzy do przenoszenia narzędzi skrawających do komory roboczej. Śluza materiałowa znajduje się na poziomie osi tarczy. Zawór kulowy regulacji ciśnienia śluzy do ustawienia ciśnienia w zależności do rzeczywistych warunków. Zawór bezpieczeństwa i manometr są zamontowane na zewnątrz śluzy materiałowej. Na wlocie i wylocie przewodu powietrza do śluzy materiałowej znajdują się tłumiki redukujące hałas wewnątrz i w otoczeniu. Śluza materiałowa jest wyposażona w oświetlenie.

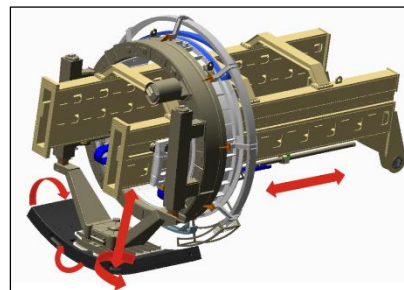


Rys. 2-20 Przykładowa śluza materiałowa

2.7 Dźwig próżniowy segmentów obudowy

Dźwig próżniowy obrotowy jest zamontowany na belce dźwigu próżniowego. Głowica podnosząca dźwigu próżniowego segmentów posiada sześć stopni swobody. Erektor segmentów działa na zasadzie przyssawki.

Dźwig próżniowy segmentów jest obsługiwany za pomocą bezprzewodowej konsoli, co ułatwia obsługę i zapewnia niezawodną pracę. Opcjonalnie dostępna jest konsola przewodowa.



Rys. 2-21 Podobny erektor

Podwozie dźwigu próżniowego segmentów może przemieszczać się na odcinku 2500 mm, umożliwiając wykonanie demontażu dźwigiem próżniowym ostatniego wbudowanego pierścienia w celu wymiany przynajmniej dwóch rzędów szczotki uszczelniającej ogona i usunięcie uszkodzonej okładziny segmentowej z zamontowanego pierścienia na pierwszych 500 mm następnego posuwu tarczy.

Płyta przyssawkowa jest przystosowana do konstrukcji segmentów i umożliwia przenoszenie segmentów standardowych, jak i wpustowych. Płyta przyssawkowa jest wyposażona w dwa stożki ścinające. Pompy podciśnieniowe są zabudowane na maszynie i ustawione w położeniu zamkniętym na stole roboczym na ruchomej

Tytuł: SPRAWOZDANIE Z WYBORU MASZYNY TBM ORAZ JEJ PODSTAWOWE PARAMETRY		Rewizja: R00
Załącznik 1 – Tarcza zmechanizowana – część techniczna	Tunel Świnoujście	Strona: 16/35

części dźwigu próżniowego. Pompy mogą pracować przy dowolnej orientacji stołu roboczego dźwigu próżniowego.

2.8 Układ stabilizacji ciśnienia

Za pomocą układu stabilizacji ciśnienia w przestrzeni zamkniętej na osi maszyny będzie można generować, mierzyć, monitorować i stale utrzymywać ciśnienie do wybranej wartości od 0 do nominalnego ciśnienia.

Dwa układy oparte na w pełni pneumatycznych regulatorach typu SAMSON regulują ciśnienie do wymaganej wartości. Regulacja ciśnienia w przestrzeni zamkniętej odbywa się z kabiny sterowniczej. Stopień otwarcia zaworu wlotowego i natężenie przepływu powietrza przez regulatory będą wyświetlane w kabinie sterowniczej. Natężenie przepływu powietrza jest względne w stosunku do danych dotyczących sprężonego powietrza w linii tłoczącej. Sprężone powietrze do regulatorów powietrza i zaworów będzie doprowadzane z sieci powietrza oddechowego i będzie włączane do górnej części grodzi w celu uniknięcia zanieczyszczenia sieci przez urobek.

Układ regulacji został zdublowany tak, aby z każdego układu można było korzystać niezależnie.

2.9 Monitorowanie poziomu i ciśnienia płuczki

Do regulacji ciśnienia w przestrzeni zamkniętej wymagane jest monitorowanie i kontrola poziomu płuczki w komorze z poduszką powietrzną. Czujniki poziomu płuczki instalowane są w komorze z poduszką powietrzną na grodzi lub zanurzonej przegrodzie.

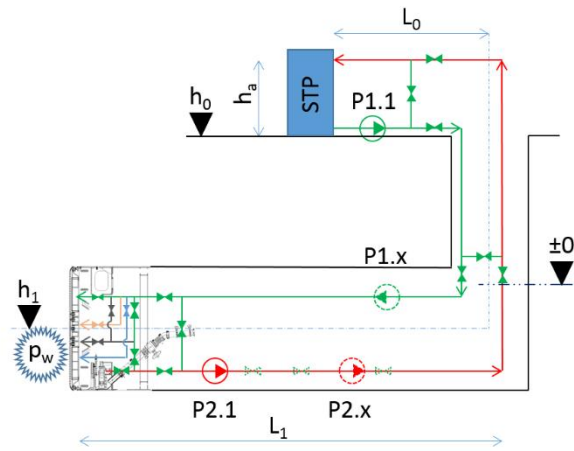
2.10 Układ obiegu płuczki

2.10.1 Zasada obiegu płuczki

Podstawowa zasada konstrukcji tarczy płuczkowej wygląda następująco:

Tytuł: SPRAWOZDANIE Z WYBORU MASZYNY TBM ORAZ JEJ PODSTAWOWE PARAMETRY		Rewizja: R00
Załącznik 1 – Tarcza zmechanizowana – część techniczna	Tunel Świnoujście	Strona: 17/35

Płuczkę o odpowiednich proporcjach, ciśnieniu i przepływie pompuje się do komory urabiającej tarczę, a po zmieszaniu z urobkiem odprowadza. Następnie za pomocą urządzenia do tłoczenia płynów dostarcza się ją do oczyszczalni płuczki, gdzie odseparowuje się ziemię nadającą się do ponownego wykorzystania.



Rys. 2-22 Schemat obiegu płuczki

Na układ ten składają się:

- Wszystkie urządzenia potrzebne do tłoczenia (P1.x) i wyrzucania płuczki (P2.x) przewodami, powierzchniowa pompa tłocząca (P1.1) na stojaku z układem sterowania (lokalnie/tarcza zmechanizowana), pompy pośrednie w tunelu lub w szybie (tłocząca albo powrotna), zainstalowane na stojakach z własnym układem transformatorowym i sterującym (lokalnie/ tarcza zmechanizowana), wyposażonym dodatkowo w zasilanie (30 kW co najmniej – 400 V)
- Urządzenia do monitorowania poszczególnych pomp (ciśnienie wejściowe/wyjściowe)
- Obejście szybu wraz z układem sterowania (lokalnie/ tarcza zmechanizowana)
- Obejście powierzchniowe (w oczyszczalni płuczki) wraz z układem sterowania (lokalnie/ tarcza zmechanizowana)
- Urządzenia do pomiaru gęstości i przepływu (przewody tłoczące i powrotne). Lokalizacja urządzeń pomiarowych zostanie zoptymalizowana w celu uzyskania pewnych wyników pomiarów (w szczególności w odniesieniu do jednostek gęstości)
- Urządzenia sterujące i monitorujące do wysuwania rur
- Zainstalowano kilka pomp P0.x:
 - P0.1: Płukanie środka głowicy skrawającej
 - P0.2: dysza wtryskowa do rozpraszania płuczki na powierzchni czołowej głowicy skrawającej (za pomocą pierścienia uszczelniającego)

Pompy tłoczące (P1.x) są dostępne opcjonalnie.

Na suwnicy 01 tuż za maszyną zainstalowana jest pompa do wyrzucania płuczki (P2.1). Zakres dostawy obejmuje pompy do odprowadzania płuczki z tuneli (w razie potrzeby P2.1 i P2.2).

Zakres dostawy obejmuje pompy do płukania głowicy skrawającej (P0.1 i P0.2).

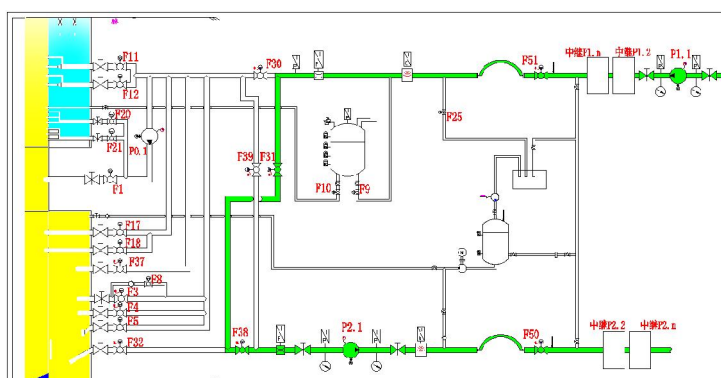
Tytuł: SPRAWOZDANIE Z WYBORU MASZYNY TBM ORAZ JEJ PODSTAWOWE PARAMETRY		Rewizja: R00
Załącznik 1 – Tarcza zmechanizowana – część techniczna	Tunel Świnoujście	Strona: 18/35

2.10.2 Tryby pracy

Układ posiada tryb obejścia, tryb drążenia, tryb weekendowy, tryb konserwacji, tryb płukania wstecznego i tryb wysuwania rur.

1. Tryb obejścia

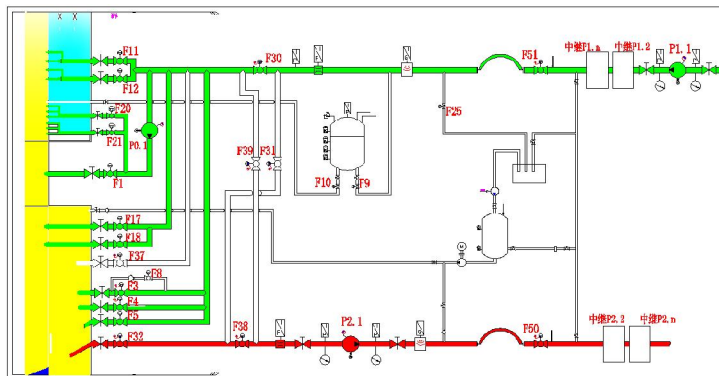
Tryb ten jest trybem przygotowawczym wykorzystywanym podczas działania funkcji tarczy zmechanizowanej przed drążeniem. Przed rozpoczęciem tunelowania pilot tarczy zmechanizowanej i reguluje prędkość pomp tłoczących i odprowadzających oraz podobnych pomp znajdujących się w tunelu, prędkość obrotowa reguluje ciśnienie w przewodach płuczki do momentu osiągnięcia wymaganego natężenia przepływu.



Rys. 2-23 Tryb obejścia

2. Tryb drążenia

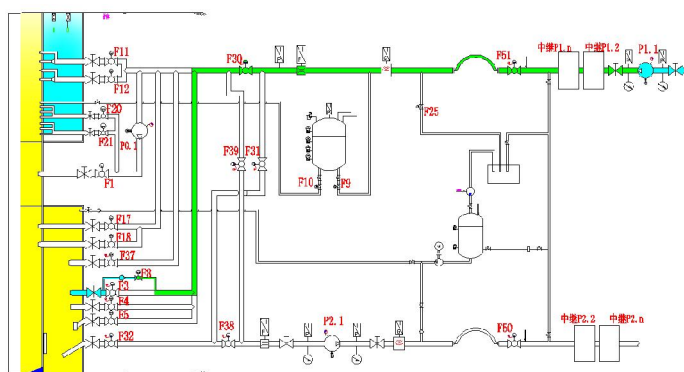
Tryb obejścia można przełączyć wyłącznie na tryb drążenia. W trybie tym natężenie przepływu i ciśnienie w pompach płuczki reguluje się w taki sposób, aby odpowiadało prędkości drążenia i kondycji gruntu. W trybie tym otwierają się przynajmniej wielopunktowe przednie przewody tłoczące.



Rys. 2-24 Tryb drążenia

3. Tryb weekendowy

W przypadku dłuższych przestojów tarczy zmechanizowanej może dojść do utraty płuczki w komorze urobkowej. Poziom płuczki w komorze powietrznej jest regulowany i w razie potrzeby uzupełniany.

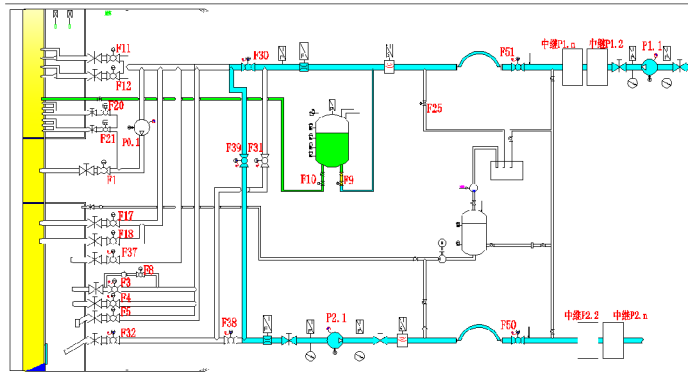


Rys. 2-25 Tryb weekendowy

Tytuł: SPRAWOZDANIE Z WYBORU MASZYNY TBM ORAZ JEJ PODSTAWOWE PARAMETRY	Rewizja: R00
Załącznik 1 – Tarcza zmechanizowana – część techniczna	Tunel Świnoujście
	Strona: 20/35

4. Tryb konserwacji

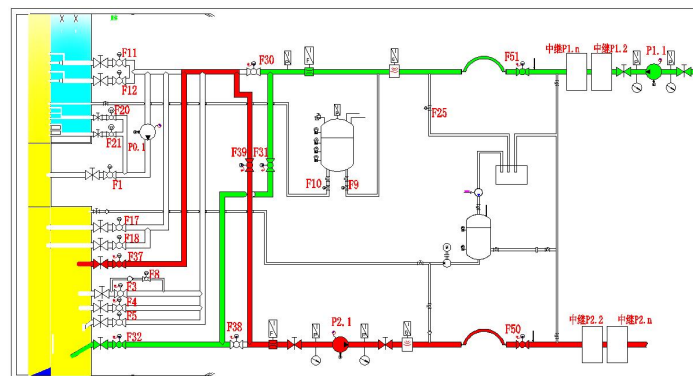
Jeżeli w komorze powietrznej konieczna jest interwencja, przednia bramka się zostaje zamknięta, aby odizolować komorę urobkową od komory powietrznej. W takim przypadku ciśnienie w komorze urobkowej może być utrzymywane przez ciśnienie ze zbiornika sprężonego powietrza. Jednocześnie do komory urobkowej można dodać dodatkową płuczkę.



Rys. 2-26 Tryb konserwacji

5. Tryb płukania wstecznego

Tryb płukania wstecznego należy zastosować w razie zatkania się przedniej rury pompy P2.1 lub zatoru na dnie komory powietrznej. W trybie płukania wstecznego urządzenie wyposażone jest w dodatkową rurę do odprowadzania płuczki. Przed uruchomieniem tego trybu należy obniżyć poziom w komorze z poduszką powietrzną. Można z niego korzystać do czasu usunięcia zatoru.



Rys. 2-27 Tryb płukania wstecznego

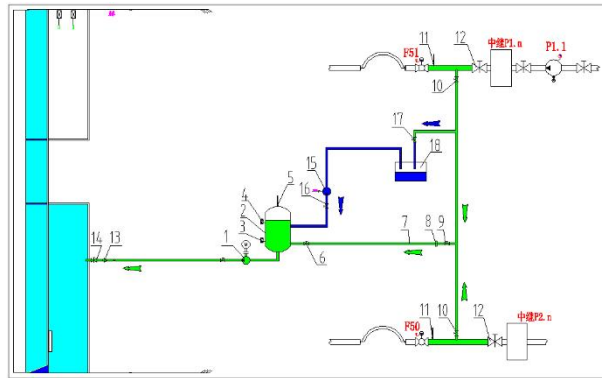
6. Tryb wysuwania rur

Tytuł: SPRAWOZDANIE Z WYBORU MASZYNY TBM ORAZ JEJ PODSTAWOWE PARAMETRY	Rewizja: R00
Załącznik 1 – Tarcza zmechanizowana – część techniczna	Tunel Świnoujście
	Strona: 21/35

Tryb wysuwania rur jest stosowany podczas wysuwania przewodów tłoczących i odprowadzających płuczkę.

Zamknięty zbiornik płuczki (2) jest bezpośrednio połączony z pompą do zawracania płuczki do obiegu (1). Po zakończeniu urobku króciec do odprowadzania płuczki (9) zostanie połączony z zamkniętym zbiornikiem płuczki. Następnie zamykają się zawory rury płuczki (11/12), otwiera natomiast zawór w króćcu do odprowadzania płuczki (10) umożliwiając tym samym odprowadzanie płuczki do zbiornika.

Następnie pompą do zawracania płuczki do obiegu (1) odprowadza się płuczkę ze zbiornika płuczki do komory z poduszką powietrzną. Gdy płuczka w rurze płuczki zostanie prawie w całości odprowadzona, króciec do jej odprowadzania (9) zostanie zamknięty, zawór (17) otwarty, a pozostała płuczka z rury zostanie odprowadzona do zbiornika na ścieki (18) znajdującego się pod urządzeniem do wysuwania rur. Następnie pompą membranową (15) płuczka będzie pompowana do zamkniętego zbiornika płuczki, a następnie pompą do zawracania płuczki do obiegu – do komory z poduszką powietrzną.



Rys. 2-28 Tryb wysuwania rur/tryb zawracania płuczki do obiegu

2.11 Urządzenia do wypełniania pustek

Do wypełniania pustek w pierścieniu proponuje się układ zaprawy dwuskładnikowej. Zapewnione będzie 8 par przewodów na zaprawę, które zostaną zamontowane przez ogon tarczy. Ciśnienie i objętość zaprawy można monitorować, tak by zagwarantować wypełnienie pierścienia.

Zsynchronizowany układ wtryskiwania zaprawy może pracować w trybie ręcznym i automatycznym:

- Tryb ręczny:
Do celów wtryskiwania zaprawy każdą linię można obsługiwać niezależnie.
- Tryb automatyczny:
Wszystkie punkty wtrysku zaprawy są wyposażone w funkcję ciągłego pomiaru ciśnienia. Jeżeli ciśnienie przekracza wartość nastawy wstępnej, odpowiednie wtryskiwanie zaprawy automatycznie się zatrzymuje do momentu, gdy ciśnienie spadnie poniżej wartości nastawy wstępnej.
- Ciśnienie i objętość w liniach wypełniających są monitorowane.



Rys. 2-29 Układ do wypełniania pustek

2.12 Smarowanie tarczy

Króćce bentonitu w kadłubie tarczy służą do wstrzykiwania bentonitu w celu zmniejszenia tarcia podczas drążenia tuneli za pomocą tarczy. Układ ten może pracować w trybie ręcznym i automatycznym.

Tarcza przednia, tarcza środkowa i tarcza tylna mają po 6 króćców.

2.13 Układ zaplecza

2.13.1 Suwnice

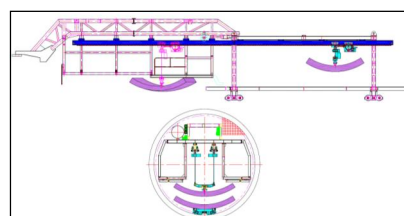
Układ suwnic znajdujących się na zapleczu składa się z mostka na urządzenia i trzech suwnic oraz mostka z urządzeniami pomocniczymi.

Suwnice są typu otwartego z wózkami jezdny. Sterowanie wózkami jezdny odbywa się za pomocą ręcznie obsługiwanych podnośników hydraulicznych.

2.13.2 Żuraw do podnoszenia segmentów

Żuraw do podnoszenia segmentów służy do rozładowywania segmentów z wózków na segmenty i z segmentów, jeden po drugim, do podajnika na segmenty znajdującego się na mostku na urządzenia.

Żuraw do podnoszenia segmentów ma konstrukcję dwubelkową, napędzaną przez 2 silniki elektryczne z przekładnią łańcuchową i kołową. Sterowania



Rys. 2-30 Zbliżony żuraw do podnoszenia segmentów

Tytuł: SPRAWOZDANIE Z WYBORU MASZYNY TBM ORAZ JEJ PODSTAWOWE PARAMETRY		Rewizja: R00
Załącznik 1 – Tarcza zmechanizowana – część techniczna	Tunel Świnoujście	Strona: 23/35

żurawiem do podnoszenia segmentów odbywa się za pomocą zdalnego sterowania bezprzewodowego. Panel sterowania z interfejsem do zdalnego sterowania kablowego.

2.13.3 Podajnik segmentów

Podajnik segmentów stanowi część układu do przenoszenia segmentów. Za pomocą podajnika segmentów można w jednej sekwencji odebrać wszystkie segmenty potrzebne do jednego kompletnego pierścienia. Za pomocą wewnętrznych sanek przenosi się segmenty jeden po drugim na teren dźwigu próżniowego, na którym segment zostanie odebrany przez dźwig próżniowy do podnoszenia segmentów.

2.13.4 Doprowadzanie i tłoczenie zaprawy

Tarcza zmechanizowana wyposażona jest w 8+8 pomp śrubowych służących do dwuskładnikowego wypełniania pustek. Przez rurę tunelową zaprawa jest tłoczona do zbiornika za pomocą mieszadła znajdującego się na zapleczu.

Pompy transferowe nie są objęte zakresem dostawy.

2.13.5 Układ obiegu wody chłodzącej

Układ składa się z zewnętrznego układu wody obiegowej i wewnętrznego układu obiegu wody. Układ wody obiegowej odprowadza ciepło wytwarzane podczas pracy przez elementy chłodzone wodą w celu obniżenia temperatury urządzeń i wewnątrz tunelu. Zastosowanie zewnętrznego i wewnętrznego trybu obiegu ma na celu ograniczenie osadzania kamienia na głównych elementach. Wewnętrzny układ wody obiegowej składa się z pompy obiegowej, wymiennika ciepła, elementów chłodzących wodę, zbiornika wody chłodzącej itp.



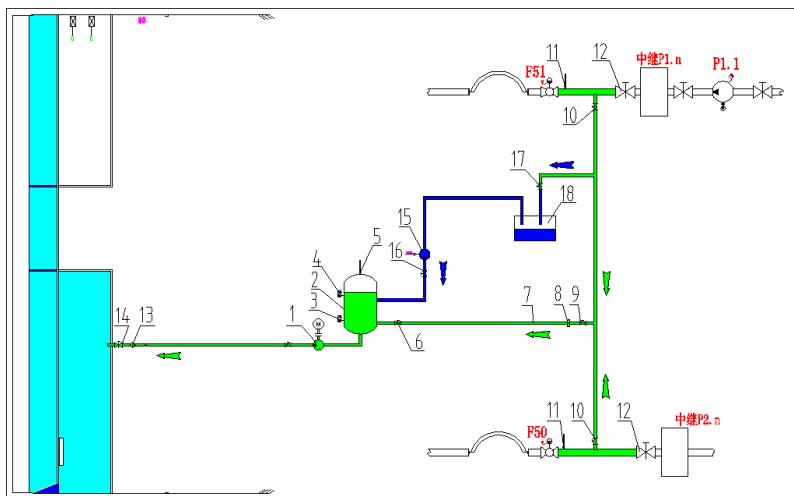
Rys. 2-31 Pompownia wody

Zewnętrzny układ wody obiegowej składa się z bębna na przewód na wodę wlotową i powrotną, filtrów workowych, płytowych wymienników ciepła i innych elementów. Zewnętrzny obieg wody chłodzi wewnętrzny układ chłodzenia obiegu wody i układ hydrauliczny przez płytowy wymiennik ciepła, a na każdej sekcji przyczepy zamontowane są zapasowe wloty wody, umożliwiające łatwe czyszczenie każdej z części.



Rys. 2-32 Bęben na wąż wodny

2.13.6 Instalacja płuczki



Rys. 2-33 Instalacja kanalizacyjna

Ciśnieniowy zbiornik płuczki jest bezpośrednio połączony z pompą ściekową. Płuczka będzie z rurociągu odprowadzana do ciśnieniowego zbiornika płuczki, z którego przez pompę płuczkową będzie następnie trafiać do komory z poduszką powietrzną. Pozostała w rurze płuczka będzie odprowadzana do zbiornika na ścieki znajdującego się pod urządzeniem do wysuwania rur. Następnie pompą membranową płuczka będzie pompowana do zamkniętego zbiornika płuczki, a następnie pompą płuczkową do komory z poduszką powietrzną. Woda ściekowa pompowana pompą membranową znajdującą się w korpusie tarczy trafia z tunelu do ciśnieniowego zbiornika płuczki, a następnie pompowana pompą ściekową do komory z poduszką powietrzną.

Pompa odwadniająca o wydajności 50 m³/h przy ciśnieniu 3 bar z automatycznym zalewaniem pompy w określonej stacji roboczej (zbiorniki zaprawy, urządzenie dowiercenia wyprzedzającego, wykonanie balastu...) i doprowadzaniem wody mułowej do pętli pompowania.

Na ostatniej suwnicy zainstalowany jest bęben na wąż Ø100 o długości 15 metrów.

Do awaryjnego odwadniania służy jedna pompa zanurzeniowa o wydajności 50 m³/h przy ciśnieniu 7 bar z automatycznym zalewaniem na dnie tarczy zmechanizowanej i podawaniem płuczki.

Tytuł: SPRAWOZDANIE Z WYBORU MASZYNY TBM ORAZ JEJ PODSTAWOWE PARAMETRY	Rewizja: R00
Załącznik 1 – Tarcza zmechanizowana – część techniczna	Tunel Świnoujście
	Strona: 25/35

2.13.7 Układ sprężonego powietrza

2.13.7.1 Przemysłowy układ nawiewu powietrza:

Przemysłowy układ sprężonego powietrza służy do zasilania urządzeń i elementów zasilanych pneumatycznie. Głównymi urządzeniami instalacji powietrza przemysłowego są sprężarka powietrza, zbiornik sprężonego powietrza, filtr powietrza klasy A i B, za pomocą którego sprężone powietrze dostarczane jest do maszyny do drążenia tuneli. Sprężone powietrze przed wprowadzeniem go do danego układu zostanie dostosowane do odpowiedniego ciśnienia poprzez przejście przez zawór redukcyjny.



Rys. 2-34 Sprężarka powietrza

2.13.7.2 Na układ stabilizacji ciśnienia powietrza składa się:

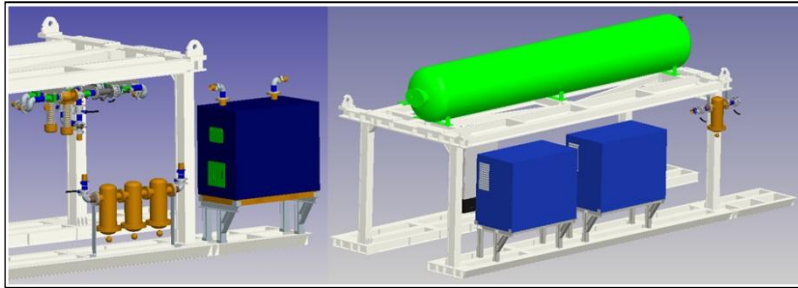
- Nawiew powietrza
- Elementy układu uzdatniania powietrza
- Zawór redukcyjny
- Sterownik pneumatyczny
- Przetwornik ciśnienia pneumatycznego
- Siłownik pneumatyczny
- Pneumatyczny przyrząd nastawczy
- Pneumatyczny zawór sterujący itp.

Główną funkcją jest doprowadzanie powietrza do komory powietrznej w celu utrzymania równowagi ciśnień na powierzchni roboczej.

Zmienną regulowaną w układzie jest ciśnienie w komorze płuczki, a zmienną roboczą jest przepływ powietrza do komory płuczki. Czynniki takie jak urobek z tunelowania i zrzut urobku uznaje się za czynniki zakłócające. Tryb sterowania znajduje się w zamkniętej pętli sprzężenia zwrotnego ujemnego, która może skutecznie przewyciężyć wpływ wielu zakłóceń, umożliwiając tym samym zrównoważenie płuczki. Układ wykorzystuje w pełni pneumatyczne urządzenie do regulacji ciśnienia, przetwornik ciśnienia zamontowany na ścianie przedniej może we właściwym czasie wykryć rzeczywistą wartość siły płuczki, zawór regulacji ciśnienia reguluje ciśnienie zaworu wlotowego umożliwiając w ten sposób regulację ciśnienia w komorze z poduszką powietrzną poprzez porównanie wykrytej wartości z wartością wcześniej ustawioną. Jeden układ przeznaczony jest do pracy a drugi pełni funkcję zapasową. Układ jest sterowany w pełni pneumatycznie, dzięki czemu może działać poprawnie w przypadku awarii zasilania.

Tytuł: SPRAWOZDANIE Z WYBORU MASZYNY TBM ORAZ JEJ PODSTAWOWE PARAMETRY		Rewizja: R00
Załącznik 1 – Tarcza zmechanizowana – część techniczna	Tunel Świnoujście	Strona: 26/35

Wyposażony jest w podwójne kanały powietrzne (normalny i awaryjny nawiew powietrza) oraz układ filtrujący, który może sprawić, że sprężone powietrze będzie się nadawało jako powietrze do oddychania dla personelu obsługi. Normalny nawiew powietrza pochodzi ze sprężarki znajdującej się na maszynie do drążenia tuneli. W celu



Rys. 2-35 Rozmieszczenie układu stabilizacji ciśnienia powietrza zagwarantowania bezpieczeństwa osób znajdujących się w komorze podczas interwencji przy użyciu sprężonego powietrza należy zarezerwować miejsce na zasilanie awaryjne lub umieszczone na suwnicy urządzenie zapewniające nawiew powietrza.

Za pomocą układu stabilizacji ciśnienia w przestrzeni zamkniętej na osi maszyny będzie można generować, mierzyć, monitorować i stale utrzymywać ciśnienie do wybranej wartości od 0 do nominalnego ciśnienia.

Przy zamkniętej przestrzeni powietrznej i sterowaniu komory z poduszką powietrzną ciśnienie zostanie dostosowane do wymaganej wartości. Regulacja ciśnienia w przestrzeni zamkniętej odbywa się z kabiny sterowniczej. Stopień otwarcia zaworu wlotowego i natężenie przepływu powietrza przez regulatory będą wyświetlane w kabinie sterowniczej. Natężenie przepływu powietrza jest względne w stosunku do danych dotyczących sprężonego powietrza w linii tłoczącej. Sprężone powietrze do regulatorów powietrza i zaworów będzie doprowadzane z sieci powietrza oddechowego i będzie wtłaczane do górnej części grodzi w celu uniknięcia zanieczyszczenia sieci przez urobek.

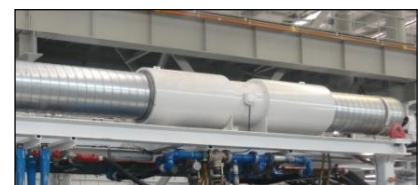
2.13.8 Układ wentylacji

Świeże powietrze jest wdmuchiwane do głównego kanału powietrznego z zewnątrz tunelu przez wentylator powietrza. Świeże powietrze jest przesyłane do strefy tarczy przez kanał powietrzny połączony z głównym kanałem powietrznym.

Świeże powietrze jest doprowadzane z powierzchni na tył i na przód zaplecza przez układ wentylacji pierwotnej zainstalowany na koronie tunelu (poza zakresem dostawy). Układ ten zapewni minimalny przepływ powietrza w układzie wentylacji wtórnej z dźwiękoszczelnym wentylatorem, dostarczając świeże powietrze do tarczy i przedniej części zaplecza.



Rys. 2-36 Magazyn kanałów powietrza



Rys. 2-37 Wentylator

Tytuł: SPRAWOZDANIE Z WYBORU MASZYNY TBM ORAZ JEJ PODSTAWOWE PARAMETRY		Rewizja: R00
Załącznik 1 – Tarcza zmechanizowana – część techniczna	Tunel Świnoujście	Strona: 27/35

Część przepływu powietrza pierwotnego jest chłodzona agregatami chłodniczymi i zaopatruje w świeże powietrze tarczę, komorę urobkową oraz przestrzeń przeznaczoną na zaplecze dźwigu próżniowego.

2.13.9 Monitorowanie gazu

Przewidziano jeden przenośny układ monitorowania gazu z głowicami czujnikowymi do pomiaru

- CH₄ - O₂ - CO₂ – CO.

Przewidziano 2 zestawy stałych układów monitorowania gazu z głowicami czujnikowymi do pomiaru

- CH₄ - O₂ – CO - CO₂.

Czujniki zostaną umieszczone w miejscach o wysokim prawdopodobieństwie nagromadzenia się gazu, określonym w obecnych WWIORB.

Odczyty stężenia gazu są przekazywane do stacji operatora i są sygnalizowane ostrzeżeniem, a przy z góry określonym poziomie stężenia następuje natychmiastowe wyłączenie maszyny do drążenia tuneli, z wyjątkiem odpylacza i wentylatora powietrza świeżego.

2.13.10 Układ bezpieczeństwa i instalacja przeciwpożarowa

Potencjalne zagrożenia dla bezpieczeństwa, takie jak spawanie i cięcie palnikiem, iskra elektryczna wyłącznika, przegrzanie sprzętu, palenie tytoniu itp. mogą spowodować pożar maszyny do drążenia tuneli. Biorąc pod uwagę powyższe czynniki, wszystkie zastosowane elementy elektryczne mają dobre właściwości ognioodporne.

Przenośne gaśnice proszkowe i przenośne gaśnice CO₂ znajdują się po lewej stronie każdej z suwnic i wewnętrznej stronie korpusu tarczy.

Skrzynki elektryczne są zabezpieczone czujnikami ciepła i ręcznie oraz zatwierdzonym układem automatycznego wyzwalania gazu obojętnego.

Aktywowany czujnik uruchamia alarm w szafie oraz alarm dźwiękowy (buczek) i wizualny (niebieskie światło) w miejscu pożaru.

Lokalizacje (przynajmniej):

- Agregaty hydrauliczne maszyny do drążenia tuneli
- Szafa sterownicza (kontener elektryczny)
- Transformatory (kontener elektryczny)
- Szafa sterownicza (kontener z kabiną)

Zainstalowana zostanie kurtyna wodna izolująca tunel (tylna część zaplecza). Kurtyny wodne składają się z wysokociśnieniowej pompy wodnej, dyszy kurtyny wodnej, zaworu regulacyjnego itp. Wysokociśnieniowa pompa wodna i kontrolowany zawór kulowy stanowią kurtynę wodną, która w razie pożaru zatrzymuje rozprzestrzenianie się ognia i dymu oraz zapewnia bezpieczeństwo ewakuacji ludzi.

Tytuł: SPRAWOZDANIE Z WYBORU MASZYNY TBM ORAZ JEJ PODSTAWOWE PARAMETRY		Rewizja: R00
Załącznik 1 – Tarcza zmechanizowana – część techniczna	Tunel Świnoujście	Strona: 28/35

2.13.11 Badania gruntu i wstrzykiwanie zaprawy

Konstrukcję tarczy zaprojektowano i wykonano z 16 otworami na chyłomierze i 8 otworami na czujniki poziome do badania gruntu i obróbki gruntu.

Do badania gruntu i obróbki przed powierzchnią czołową i wokół tarczy maszyna może być wyposażona w urządzenie do wiercenia.

Jednostka wiertnicza nie wchodzi w zakres dostawy.

Dodatkowo tarcza zmechanizowana może być wyposażona w wyprzedzający układ monitorowania gruntu. Jest on przygotowany do zamontowania układu pomiaru własności geofizycznych gruntu np. BEAM.

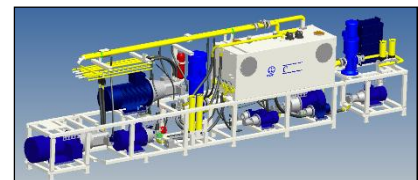
2.13.12 Instalacje na zapleczu na bębny smarowe

Smar do uszczelnienia ogonowego, uszczelnienie labiryntowe i smar EP2 są dostarczane w beczkach o wadze 200 kg.

Obszar składowania bębnow pompujących znajduje się na pierwszej suwnicy.

2.14 Układ hydrauliczny

Na układ sterowania hydraulicznego tarczy zmechanizowanej składa się: układ hydrauliczny, układ hydrauliczny dźwigu próżniowego do podnoszenia segmentów, układ hydrauliczny synchronicznego wstrzykiwania zaprawy, pomocniczy układ hydrauliczny, układ chłodzenia, układ hydrauliczny frezu do nadmiernego urobku i przegubowy układ hydrauliczny itp.



Rys. 2-38 Agregat hydrauliczny

2.14.1 Układ hydrauliczny

Układ hydrauliczny zapewnia siłę nacisku skierowaną przed maszyną. Siłowniki hydrauliczne w kierunku obwodowym są podzielone na kilka grup, kierunek maszyny do drążenia tuneli można wyregulować poprzez regulację siły nacisku w poszczególnych obszarach. Dzięki zastosowaniu dynamicznego układu sterowania czułego na obciążenie można obniżyć zużycie energii elektrycznej. W układzie znajduje się duża pętla przepływowa, która może poprawić efektywność montażu segmentów poprzez szybkie wysuwanie i cofanie siłownika hydraulicznego. Każda grupa wyposażona jest w zawór bezpieczeństwa na bloku zaworów regulacyjnych, co gwarantuje bezpieczne i stabilne ciśnienie robocze siłownika hydraulicznego.

2.14.2 Układ hydrauliczny dźwigu próżniowego (erektora) do podnoszenia segmentów

Układ hydrauliczny dźwigu próżniowego do podnoszenia segmentów może poprawić dokładność i płynną regulację prędkości montażu segmentów poprzez sterowanie elektrohydraulicznymi zaworami proporcjonalnymi w zakresie ruchu obrotowego i wyporowego, wysunięcia siłownika do podnoszenia. Koło napędowe z mechanicznymi hamulcami jest w stanie zapewnić bezpieczny i niezawodny ruch obrotowy.

Tytuł: SPRAWOZDANIE Z WYBORU MASZYNY TBM ORAZ JEJ PODSTAWOWE PARAMETRY		Rewizja: R00
Załącznik 1 – Tarcza zmechanizowana – część techniczna	Tunel Świnoujście	Strona: 29/35

2.14.3 Pomocniczy układ hydrauliczny

Pomocniczy układ hydrauliczny zasila głównie podajnik segmentów, siłownik oporowy do suwnic z zaplecza, silnik do wysuwania rur i układy przegubowe.

2.14.4 Chłodzenie obiegowe układu hydraulicznego

Główną funkcją obiegowego układu chłodzenia jest filtrowanie i chłodzenie oleju hydraulicznego w zbiorniku pompowni w celu zapewnienia normalnej pracy układu hydraulicznego maszyny do drążenia tuneli. Jest to chłodnica wodna z płytowymi wymiennikami ciepła o wysokiej wydajności chłodniczej, a w zależności od rzeczywistych potrzeb płytę można zwiększyć lub zmniejszyć. W zbiorniku zamontowany jest czujnik poziomu cieczy i czujnik temperatury. Komputer przemysłowy w głównej dyspozytorni ma funkcję alarmów poziomu cieczy i temperatury.



Rys. 2-39 Pompownia do chłodzenia oleju

2.14.5 Układ hydrauliczny kruszarki

Układ hydrauliczny kruszarki wykorzystuje niezależną stację pomp, aby uniknąć ryzyka zanieczyszczenia głównego układu hydraulicznego przez układ hydrauliczny kruszarki.



Rys. 2-40 Pompa hydrauliczna

2.14.6 Układ hydrauliczny z zaworem sferycznym do płuczki

Układ hydrauliczny z zaworem sferycznym do płuczki zapewnia niezawodną moc do otwierania i zamykania zaworów sferycznych do płuczki, a w przypadku awarii zasilania może automatycznie wyłączyć doprowadzanie i odprowadzanie płuczki przez rurociąg, uruchamiając cykl wsteczny w celu zapewnienia równowagi ciśnień w komorze zawieszinowej w stanie utrzymania ciśnienia.

2.15 Instalacja elektryczna

2.15.1 Obwód zasilający

Układ zasilania składa się z kabla wysokiego napięcia, wyłączników wysokiego napięcia, transformatorów, szafy rozdzielczej niskiego napięcia itp.

Tytuł: SPRAWOZDANIE Z WYBORU MASZYNY TBM ORAZ JEJ PODSTAWOWE PARAMETRY		Rewizja: R00
Załącznik 1 – Tarcza zmechanizowana – część techniczna	Tunel Świnoujście	Strona: 30/35

Maszyna do drążenia tuneli będzie wyposażona w generator awaryjny zapewniający bezpieczeństwo personelu znajdującego się w tunelu.

2.15.2 Urządzenie do przechowywania kabli wysokiego napięcia

Maszyna do drążenia tuneli wyposażona jest w wymienną puszkę kablową o pojemności 500 m.

2.15.3 Szafa rozdzielcza

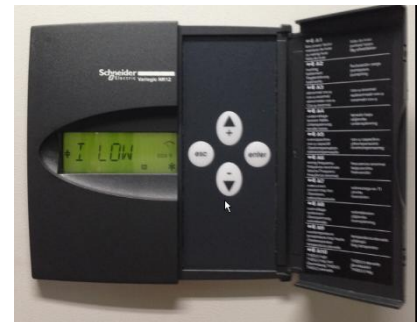
Szafa rozdzielcza znajduje się na zapleczu na przyczepie w położeniu umożliwiającym łatwą obsługę. Napędza urządzenie w sąsiednim obszarze poprzez magistralę BUS. Stopień ochrony szafek jest nie mniejszy niż IP55. Analizator parametrów mocy zamontowano na płycie wyświetlacza, umożliwiając tym samym przesyłanie poprzez magistralę BUS wszystkich danych do pomieszczenia zdalnej kontroli i wyświetlania ich na ekranie komputera.



Rys. 2-41 Szafa rozdzielcza mocy

2.15.4 Kompensacja mocy biernej

Automatyczny układ kompensacji mocy biernej służy do sterowania przełączaniem grupy kondensatorów i zapewnienia współczynnika mocy $\geq 0,9$ oraz wyświetlania go na głównej tablicy rozdzielczej.

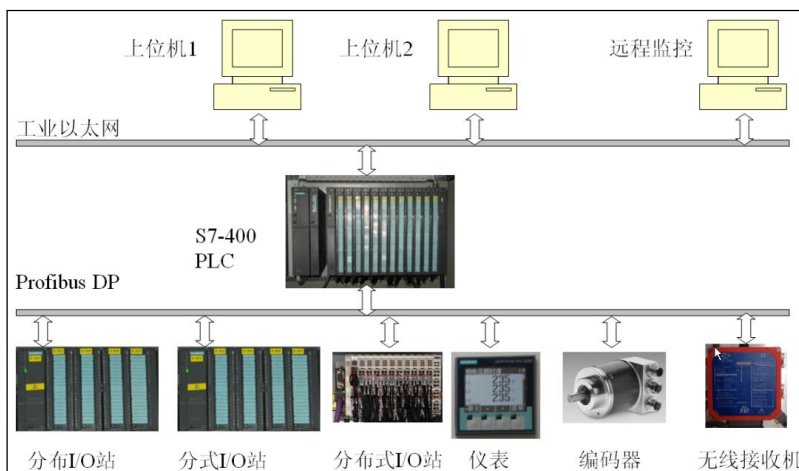


Rys. 2-42 Kompensacja mocy

Tytuł: SPRAWOZDANIE Z WYBORU MASZYNY TBM ORAZ JEJ PODSTAWOWE PARAMETRY		Rewizja: R00
Załącznik 1 – Tarcza zmechanizowana – część techniczna	Tunel Świnoujście	Strona: 31/35

2.16 Układ sterowania

2.16.1 Układ sterowania PLC



Rys. 2-43 Struktura sterowania

Rdzeniem układu sterowania jest układ PLC, wykorzystujący produkt międzynarodowej marki, bazujący na zasadzie sterowania lokalnego poprzez rozproszone sterowanie we/wy. Połączenia kablowe pomiędzy suwnicami odbywają się wyłącznie za pomocą kabli komunikacyjnych i elektroenergetycznych, dzięki czemu są wygodniejsze do montażu i demontażu w maszynie do drążenia tuneli. Uproszczony obwód sterowania zmniejsza awaryjność urządzeń. Punkty we/wy sterowania w pobliżu obiektu sterowania sprzyjają przetwarzaniu danych potrzebnych do rozwiązywania problemów dotyczących sprzętu. Moduły PLC, przekaźniki i inne elementy są rozproszone w innych miejscach, aby pozostawić więcej miejsca na obsługę w kabinie sterowniczej. Ze względu na mniejszą ilość kabli przedłużających wskazane jest oddzielne uruchomienie maszyny do drążenia tuneli oraz zmniejszenie kosztów budowy i czasu realizacji projektu.

Uznano to za niezbędną nadmiarowość w odniesieniu do parametrów programowalnego sterownika sprzętowego i punktów sterowania we/wy, umożliwiając w ten sposób programowalnemu sterownikowi działanie w sposób bardziej niezawodny oraz łatwe rozszerzanie i ulepszanie układu monitorowania.

Sterownik PLC będzie w stanie dokonywać modyfikacji programu on-line.

2.16.2 Główna kabina sterownicza

Główna dyspozytornia podzielona jest na dwie oddzielne części, z przodu znajduje się sala obsługowa, a z tyłu kabina sterownicza. Sala obsługowa wyposażona jest we wszystkie urządzenia i elementy potrzebne do obsługi, w tym w konsolę, monitor z ekranem dotykowym, interfejs układu naprowadzania, telefon, biurko. Kabina sterownicza wyposażona jest w główny układ sterowania PLC, transformatory niskonapięciowe, komputery przemysłowe i układ naprowadzania.



Rys. 2-44 Kabina sterownicza

Główna kabina sterownicza stanowi podstawowe miejsce pracy operatora. Miejsce pracy z miejscem na biurko (format A1) jest zarezerwowane dla geodety i elektryków.

Kabina sterownicza ma klasę ochrony IP 55 i ochronę przed hałasem na poziomie 70dB, jest przestronna, a w środku zamontowane są drzwi, okna i klimatyzator.



Rys. 2-45 Pulpit sterowniczy

Przyciski zatrzymania awaryjnego zamontowano na kluczowych podukładach, takich jak panel sterowania, szafa rozdzielcza, lokalna skrzynka sterownicza głowicy skrawającej (w śluzie ciśnieniowej), kabina sterownicza przenośnika do podnoszenia segmentów i bezprzewodowe urządzenie zdalnego sterowania na dźwigu próżniowym do podnoszenia segmentów itp. Po naciśnięciu tych przycisków w sytuacjach awaryjnych zasilanie zostanie automatycznie odcięte.

Ogólne przyciski awaryjne rozmieszczone są na chodniku każdej z suwnic. Niskonapięciowy wyłącznik główny powoduje wyłączenie i odcięcie całego zasilania elektrycznego z wyjątkiem oświetlenia i układu sterowania przemysłowego, jeśli będzie on włączony.

2.16.3 System pozyskiwania danych

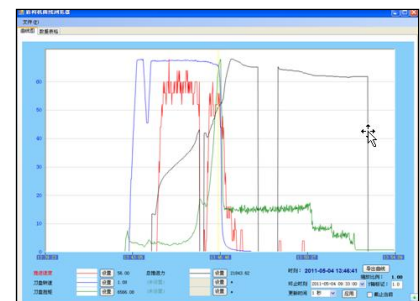
Maszyna do drążenia tuneli wyposażona jest w układy pozyskiwania, przetwarzania i przesyłania danych w celu zapewnienia prawidłowych punktów odniesienia podczas drążenia tunelu. W skład układu wchodzi głównie: komputer przemysłowy w głównej kabinie sterowniczej, przełączniki Ethernet oraz zestaw profesjonalnego oprogramowania.

Na przemysłowym ekranie PC można w czasie rzeczywistym wyświetlać dane dotyczące maszyny, a także ustawiać ważne parametry ochronne; na stronie alarmowej układu można w czasie rzeczywistym wyświetlać bieżące błędy i awarie. Informacje o alarmach i pozyskiwanych danych są dostępne w czasie rzeczywistym, a dane historyczne ułatwiają ich przetwarzanie przez personel.



Rys. 2-46 Układ wizualizacji

Dane są wyświetlane na wyświetlaczu synchronizacji i mają wzajemne wymienne kopie zapasowe, zapobiegające przestojom sprzętu spowodowanym awarią komputera przemysłowego. W układzie pozyskiwania danych można automatycznie rejestrować i przechowywać codzienne dane o wierceniu, dzięki czemu na podstawie krzywych, tabel i innych form możliwa jest analiza stanu urządzenia i jego parametrów.



Rys. 2-47 Pozyskiwanie danych

Zapisywane są m.in. następujące dane:

Tytuł: SPRAWOZDANIE Z WYBORU MASZYNY TBM ORAZ JEJ PODSTAWOWE PARAMETRY		Rewizja: R00
Załącznik 1 – Tarcza zmechanizowana – część techniczna	Tunel Świnoujście	Strona: 33/35

- Ostatnio wbudowany pierścień
- Ciśnienie w grodzi
- Główny moment obrotowy napędu i prędkość obrotowa
- Ciśnienie/siła siłowników hydraulicznych
- Ciśnienie zaprawy
- Teoretyczna objętość urobku + pomiar gęstości płuczki
- Czas montażu pierścienia

2.16.4 Zdalny układ monitorowania

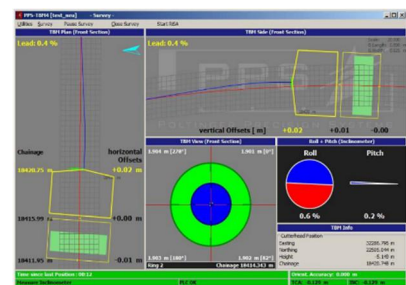
Układ wyposażony jest w urządzenia do komunikacji zdalnej, mogące z tunelu przesyłać dane dotyczące maszyny do drążenia tuneli. Zdalne monitorowanie tarczy zmechanizowanej może się również odbywać za pośrednictwem Internetu.



Rys. 2-48 Układ monitorowania

2.16.5 Układ naprowadzania

Zastosowano układ naprowadzania służący do preselekcji segmentów. Układ naprowadzania obejmuje stację zbiorczą, inklinometr, celownik, pryzmat skierowany wstecz, stację radiową, układ zasilania, skrzynkę sterowniczą w tarczy, skrzynkę sterowniczą w kabinie sterowniczej, komputer przemysłowy, kabel telekomunikacyjny, oprogramowanie do pozyskiwania i przetwarzania danych itp.



Rys. 2-49 Układ naprowadzania

2.16.6 Instalacja teletechniczna

Suwnice maszyny głównej i zaplecza wyposażone są w 11 zestawów telefonów i 3 zestawy interkomów zainstalowanych odpowiednio w służbie ciśnieniowej, zewnętrznej służbie ciśnieniowej i głównej kabinie sterowniczej.

Tarcza zmechanizowana jest wyposażona w alarm dźwiękowy i wizualny, w tym ostrzeżenie przed uruchomieniem przenośnika taśmowego, ostrzeżenie o rotacji dźwigu próżniowego i ostrzeżenie, gdy dźwig próżniowy odbiera segment itp.

2.16.7 Oświetlenie i oświetlenie awaryjne

Oświetlenie fluorescencyjne jest rozmieszczone w chodnikach, w ważnych miejscach pracy, w korpusie tarczy TBM i głównej kabinie sterowniczej. Po wystąpieniu awarii zasilania układ automatycznie przełączy się na oświetlenie awaryjne o czasie trwania nie krótszym niż jedna godzina.

2.16.8 Komora ratownicza

Na zapleczu przewidziano przestrzeń na jedną komorę ratowniczą dla 20 osób z zasilaniem na 24 h.

Tytuł: SPRAWOZDANIE Z WYBORU MASZYNY TBM ORAZ JEJ PODSTAWOWE PARAMETRY		Rewizja: R00
Załącznik 1 – Tarcza zmechanizowana – część techniczna	Tunel Świnoujście	Strona: 34/35

2.16.9 Układ monitorowania

Zainstalowano 1 zestaw kamer (telewizja dozorowa).

Jedna kamera w tunelu z tyłu zaplecza. Jedna kamera w strefie rozładunku segmentów i skierowana do tyłu na zaplecze.

Do monitorowania powyższych obszarów w czasie rzeczywistym służy jeden kolorowy ekran dotykowy z wyświetlaczem wieloekranowym (z możliwością przełączenia z widoku czteroczęściowego do widoku pełnoekranowego). Kamera ma relatywnie wyższy stopień ochrony.

Tytuł: SPRAWOZDANIE Z WYBORU MASZYNY TBM ORAZ JEJ PODSTAWOWE PARAMETRY		Rewizja: R00
Załącznik 1 – Tarcza zmechanizowana – część techniczna	Tunel Świnoujście	Strona: 35/35