

UKŁADANIE RUROCIĄGÓW CIŚNIENIOWYCH METODĄ PŁUŻENIA

Wstęp

Układanie kabli i rurociągów z wykorzystaniem pługa ma już blisko 100 letnią historię. Po raz pierwszy technologię płuzenia zastosowano w Stanach Zjednoczonych w roku 1912 do ułożenia kabli telefonicznych. Z czasem, w miarę wzrostu doświadczenia i możliwości sprzętu, metodą tą, oprócz kabli, zaczęto układać również rurociągi.

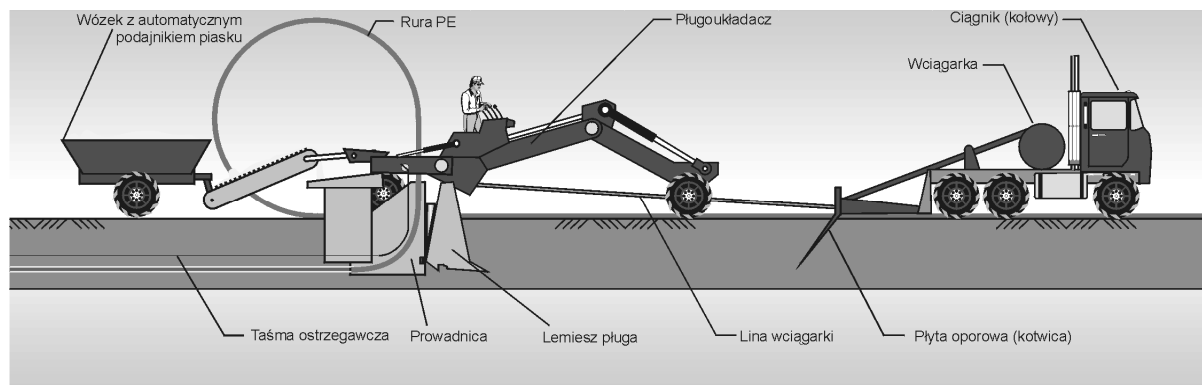
W Polsce technologią płuzenia układano gazociągi z rur polietylenowych o średnicach do 90mm włącznie w drugiej połowie lat 70. i na początku lat 80. XX wieku. „Ojcem” tego przedsięwzięcia był p. Wojciech Jeżowski, późniejszy dyrektor Zakładu Gazowniczego w Olsztynie. Na potrzeby tej technologii została zaadoptowana maszyna melioracyjna JAR. Po ułożeniu wielu dziesiątków kilometrów gazociągów i mniejszych wodociągów głównie w północnej części Polski (Warmia, Pomorze) technologia płuzenia przestała być stosowana do układania rurociągów ciśnieniowych.

Po zmianach ustrojowych w Polsce nastąpiło otwarcie na technologie zachodnie. Wśród nich z czasem ponownie pojawiły się pługoukładacze wykorzystywane do układania kabli oraz rurociągów. Pługoukładacze kablowe nie nadają się do układania rurociągów (możliwe jest układanie z ich pomocą jedynie rur o średnicy do 45÷50 mm).

Konieczne jest tutaj zastosowanie pługoukładaczy o większej mocy i wielkości lemiesza. Największe obecnie budowane pługoukładacze pozwalają na układanie rurociągów o średnicy do DN 350 włącznie na głębokości do 1,9m.

Opis technologii płuzenia

W zależności od średnicy rurociągu i rodzaju materiału, z jakiego jest on wykonany, może on być zainstalowany tradycyjną metodą płuzenia (w taki sam sposób jak instalowane są kable) lub przy pomocy pługa kreciego, zwanego przez niektórych pługiem-rakietą.



Rysunek 1. Płuzenie metodą tradycyjną – schemat.

Rysunek 2. Układanie kilku kabli jednocześnie.

Do układania rurociągów wykonanych z rur o relatywnie małym promieniu gięcia (głównie rur PE o średnicy do 200 mm włącznie) wykorzystywana jest tradycyjna technologia płuzenia (patrz rysunek 1). Przy układaniu kabli mogą one być rozwijane z bębnow zainstalowanych na oddzielnych pojazdach i równocześnie układane w gruncie (patrz rysunek 2). Małe bębny kablowe, o wadze do 1.250 kg mogą być zawieszane bezpośrednio na pługoukładaczu (patrz rysunek 3).



Rysunek 3. Bęben kablowy zamontowany na pługoukładaczu.



W przypadku układania rurociągów cały odcinek przewidziany do ułożenia w jednej operacji technologicznej jest zgrzewany i układany wzdłuż projektowanej trasy jego przebiegu (patrz rysunek 4).

Na początku i końcu odcinka oraz w każdym miejscu występowania wcześniej zlokalizowanych przeszkód i kolizji z inną infrastrukturą podziemną należy wykonać wąskie wykopy.



Rysunek 4. Układanie rury PE w obsypce piaskowej (od lewej: wciągarka, pługoukładacz, wózek z automatycznym podajnikiem piasku).

Po najechaniu pługoukładacza nad wykop przez wnętrze przewodnicy (odpowiednik odkładnicy w klasycznym pługu rolniczym) dołączonej do lemiesza przewlekany jest początek rury (lub kabla) oraz ewentualnie taśma ostrzegawcza, która jest prowadzona kanałem z wylotem odpowiednio powyżej rury (patrz rysunek 5). Po opuszczeniu lemiesza na żadaną głębokość początek rury (kabla) oraz taśmy ostrzegawczej kotwione są do gruntu. Podczas przemieszczania się pługoukładacza unieruchomiony początek rury (kabla) oraz taśmy ostrzegawczej sprawia, że ich kolejne metry są wciągane od góry do wnętrza przewodnicy i wychodząc z niej na dole są obsypywane gruntem, który wcześniej został lemieszem przemieszczony do góry i na boki (patrz rysunek 6).

W ten sposób, te części rurociągu (kabla) i taśmy, które zostały już ułożone w gruncie pozostają w nim nieruchomo a jedyne obciążenia wzdłużne, jakie pojawiają się w ułożonym rurociągu, wywołane są siłami tarcia podczas przejścia rury przez prowadnicę.



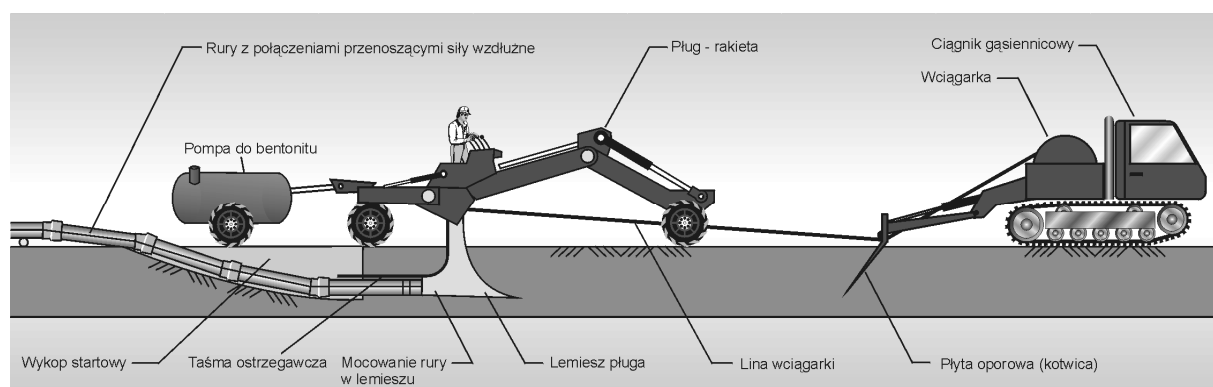
Rysunek 5. Wyjście rury i taśmy ostrzegawczej z prowadnicy pługoukładacza; widoczna na zdjęciu rura PE może być układana bez obsypki piaskowej – zdjęcie z archiwum firmy Wavin.



Rysunek 6. Układanie rur do kanalizacji j kablowej – zdjęcie z katalogu Rehau

Obciążenia od gruntu, jakie działają na ułożony rurociąg też są niewielkie, ponieważ grunt wyparty do góry i na boki przez lemiesz i prowadnicę, po przejściu pługa osuwając się w dół, większą część swego naporu kieruje na ściany nienaruszonego gruntu.

Tradycyjną metodą płużenia mogą być układane kable i rury PE o średnicy do DN 200. W zależności od rodzaju gruntu, lokalizacji i ilości przeszkód (kolizje z inną infrastrukturą) można nią ułożyć nawet 5.000 m rurociągu dziennie.



Rysunek 7. Płużenie pługiem krecim – schemat.

W pługu krecim, na dole słupicy rozcinającej glebę przymocowany jest stalowy walec zakończony z przodu stożkiem (kret). We wnętrzu walca mocowany jest początek odcinka rurociągu, który ma zostać ułożony w gruncie. Przez wykonany wykop startowy rurociąg jest sprowadzany na planowaną głębokość posadowienia.

Podczas przemieszczania się pługoukładacza walec (kret) rozsuwa glebę i pozostawia w niej otwór (kanał), w który wciągany jest rurociąg (patrz rysunek 7 i 8).



Rysunek 8. Mocowanie rury do pługu kreciego.

Ponieważ układany rurociąg nie jest tak mocno wyginany, jak ma to miejsce w metodzie tradycyjnej (porównaj rysunek 1 i 7), z jej pomocą mogą być instalowane rury PE o średnicy do DN 350 oraz rury żeliwne i stalowe do DN 300. W przeciwieństwie do tradycyjnej metody płuzenia, tutaj każdy fragment rury przemieszcza się względem otaczającego ją gruntu i w związku z tym układany rurociąg poddawany jest większym obciążeniom niż ma to miejsce w metodzie tradycyjnej. Siła tarcia wzrasta wraz z długością wciąganego odcinka i stąd występuje ograniczenie maksymalnej długości instalowanego odcinka rurociągu w zależności od warunków gruntowych i rodzaju zastosowanych rur. Połączenia rur muszą być w stanie przenosić odpowiednio duże siły wzdłużne. Możliwe jest podawanie płuczki bentonitowej, która zmniejsza opory tarcia podczas wciągania rurociągu w wykonywany otwór.

Realizacja prac

Prace instalacyjne pługoukładaczem mogą być prowadzone w gruntach klasy 1-5 (według DIN 18300). W przypadku konieczności prowadzenia prac w gruntach bardzo kamienistych, na stromych zboczach lub w terenie bagnistym konieczne są indywidualne konsultacje z wykonawcą. Głębokość układania winna być dokładnie określona i nie może przekraczać 2 metrów. Należy sprawdzić, czy możliwy jest przejazd pługoukładacza i wciągarki. Dzięki zastosowaniu w konstrukcji pługoukładacza kół na hydraulicznych wysięgnikach, rozstaw kół może wahać się w granicach od 2,0 do 7,5 metra a rozstaw osi (przód/tył) od 4,7 do 13,0 metrów.

Pozwala to na jego przejazd w różnych warunkach ukształtowania terenu (patrz rysunek 9). Konstrukcja pługoukładacza pozwala również na jego przejazd nad przeszkodami, takimi jak np. bariery ochronne ustawiane wzdłuż odcinków dróg, o maksymalnej wysokości do 1,3 metra (patrz rysunek 10).



Rysunek 9. W pługoukładaczu przedstawionym na zdjęciu pozycja każdego koła jest ustawiana indywidualnie – pozwala to na układanie rurociągów i kabli w różnych warunkach ukształtowania terenu.



Rysunek 10. Układanie kabli wzdłuż drogowej bariery ochronnej

Przed rozpoczęciem właściwych prac montażowych należy wyznaczyć i tak przygotować trasę przejazdu pługoukładacza, aby roboty mogły być realizowane w sposób ciągły i bez utrudnień. W sposób widoczny należy odstąpić wszelkie inne elementy infrastruktury podziemnej, które krzyżują się z trasą układania i wykonać wąskie wykopy (szczeliny) wjazdowe i wyjazdowe o długości 6-8 metrów przed i za punktem krzyżowania się. Wykopy takie muszą być wykonane również na początku i końcu każdego odcinka technologicznego. Zlokalizowane instalacje przebiegające równoległe do trasy pługoukładacza należy oznakować w sposób ciągły. Oś układanego rurociągu należy oznaczyć np. drewnianymi palikami wbitymi w ziemię w odstępach ok. 20 m. Pozwoli to na kontrolę rzeczywistej trasy ułożenia rurociągu.

Rurociąg przewidziany do ułożenia metodą płuzenia winien być wcześniej zgrzany w odcinki odpowiedniej długości. Wskazane jest sprawdzenie ich szczelności. Możliwe jest wciąganie w jednej operacji technologicznej kilku rur jednocześnie. Poszczególne odcinki rurociągu (lub ich wiązki) należy ułożyć w odległości około 3 do 5 metrów z boku trasy. Na początku każdego odcinka rura powinna być o 15-20 metrów przesunięta „do przodu”, gdyż taka długość jest potrzebna do przewleczenia rury przez prowadnicę pługoukładacza. Wskazane jest przygotowanie odcinków z kilkumetrowym zapasem długości.

Przy układaniu kabli można je rozciągnąć wzdłuż trasy lub rozwijać na bieżąco z bębnow zainstalowanych na wózkach kablowych.

Do układania rurociągów i kabli metodą płuzenia potrzebnych jest 4-5 pracowników. Wśród nich jest operator pługoukładacza i operator wciągarki. Pozostałe osoby kontrolują stan układanych rur lub kabli i trasę przejazdu pługoukładacza. Przy stosowaniu dodatkowych pojazdów (np. samochodu z bębnow kablowymi) może być potrzebna większa ilość pracowników.

Podczas układania rurociągów w gruntach kamienistych możliwe jest użycie wózka z automatycznym podajnikiem piasku. Dzięki temu rurociąg (kable) będą układane w obsypce piaskowej (patrz rysunek 4 i 11). Konieczne jest w takim przypadku zapewnienie ciągłych

dostaw odpowiedniej jakości piasku. Innym rozwiązaniem jest użycie rur PE wykonanych z materiału PE100-RC, które mogą być układane w gruntach kamienistych bez obsypki piaskowej.



Rysunek 11. Rura i kabel telefoniczny ułożone wspólnie w obsypce piaskowej.

Na placu budowy, przez cały czas trwania robót, musi być dostępna koparka, która w przypadku pojawienia się nieprzewidzianych przeszkód wykona odpowiednie wykopy (wjazdowe, wyjazdowe).

Pługoukładacz i wciągarka nie są pojazdami dopuszczonymi do ruchu po drogach publicznych. Przewożone są na standardowych przyczepach niskopodwoziowych podczepianych do ciągników siodłowych. Należy przewidzieć możliwość dojazdu tych zestawów w pobliże placu budowy. Sam pługoukładacz posiada napęd hydrauliczny wszystkich kół jezdnych i jest w stanie samodzielnie się przemieszczać na niewielkie odległości (prędkość przejazdowa jest relatywnie mała).



Rysunek 12. Wciągarka linowa zabudowana na ciągniku kołowym.



Rysunek 13. Wciągarka linowa zabudowana na ciągniku gąsienicowym

Siły potrzebne do przemieszczania pługoukładacza podczas płuzenia są dość znaczne. Siłę taką zapewnia pługoukładaczowi napęd gąsienicowy lub niezależna wciągarka. Wciągarki linowe wykorzystywane w technologii oferowanej przez firmę Föckersperger mogą być zainstalowane na ciągniku kołowym (patrz rysunek 12) lub, gdy prace prowadzone są w trudnych warunkach gruntowych, na ciągniku gąsienicowym (patrz rysunek 13). W zależności od typu posiadają one siłę ciągu do 80 ton. Ponieważ do pługoukładacza doczepione jest zbcloze, może on być ciągnięty siłą nawet 160 ton! Siła taka jest wystarczająca do przesunięcia nawet dużych kamieni czy przejścia lemieszem przez grunty leśne pełne korzeni drzew.

Przykłady zastosowania metody płuzenia do układania kabli i rurociągów w kilku innych interesujących przypadkach przedstawiono na rysunkach 14-17.

Przykładowa realizacja: układanie rurociągu kanalizacji tłocznej Kąkolewo - Osieczna

O wyborze technologii płuzenia do ułożenia rurociągu tłoczego łączącego projektowaną sieć kanalizacyjną wsi Kąkolewo z systemem kanalizacyjnym miasta Osieczna zdecydowały następujące względy techniczne i ekonomiczne:

- * sprzyjająca lokalizacja rurociągu – w drogach śródpolnych i duktach leśnych (długie odcinki bez załamania, brak kolizyjnego uzbrojenia),
- * przyjęta technologia transportu ścieków – pneumatyczna stacja tłoczna, dzięki której nie było konieczności stosowania armatury na-odpowietrzającej, a co za tym idzie zachowania reżimu układania rurociągu z zachowaniem kierunków spadków; profil przewodu odpowiada ściśle profilowi terenu,
- * niski koszt ułożenia rurociągu, nawet po uwzględnieniu wyższych cen rur o zwiększonych parametrach wytrzymałościowych,
- * wysokie tempo wykonania robót i niewielki zasięg ich oddziaływania – miało to szczególne znaczenie dla robót realizowanych na terenach leśnych (technologię ułożenia rurociągu dyskutowano już na etapie uzyskiwania zgody Lasów Państwowych na lokalizację przewodu).



Rysunek 14. Układanie wodociągu w gruncie mocno nawodnionym.



Rysunek 15. Przekraczanie niewielkiego ciek wodnego



Rysunek 16. Układanie kabli wzdłuż torów kolejowych.



Rysunek 17. Układanie rur i kabli wzdłuż autostrady

Trasowanie rurociągu i określenie możliwości ułożenia poszczególnych odcinków poprzedzone zostało szczegółową wizją lokalną przeprowadzoną wspólnie przez projektanta i dostawcę technologii. Pewne wątpliwości budziła możliwość układania przewodu na niewielkich załamaniach – ostatecznie doświadczenia z tej realizacji pokazały, że były one bezzasadne. Kolejnym etapem był wybór odpowiedniej klasy rur. Uwzględniając sposób układania rurociągu (rura nie jest przeciągana w ziemi – ogranicza to powstawanie podłużnych zarysowań powodujących powolny wzrost pęknięć i niebezpieczeństwo uszkodzenia rurociągu) zdecydowano się na zastosowanie tradycyjnej, litej rury PE100 SDR17 o zwiększonych parametrach wytrzymałościowych udokumentowanych wynikami odpowiednich testów (surowiec spełniający wymagania określone przez Stowarzyszenie PE100+).

Przygotowanie dokumentacji projektowej dla inwestycji było pewnym wyzwaniem – zastosowane technologie (zarówno pompowni jak i rurociągu tłoczego) nie są w naszym kraju powszechne. Trzeba jednak stwierdzić, że zastosowanie płuzenia nie wpływa zasadniczo na stopień skomplikowania procesu projektowania i nie nastęrcza większych trudności.

Realizacja prac

Po rozstrzygnięciu przetargu na realizację inwestycji dostawca technologii skontaktował się z jego zwycięzcą – Przedsiębiorstwem Robót Inżynieryjnych Delta-plus Sp. z o.o. z Leszna. Na wspólnym spotkaniu zostały omówione warunki współpracy i przeprowadzono raz jeszcze rekonesans w terenie a następnie opracowano szczegółowy program prac obejmujący m.in. podział fragmentu rurociągu przewidzianego do ułożenia metodą płuzenia na odcinki technologiczne i lokalizację wykopów a także ustalono termin realizacji zadania.

Płuzenie zaczęło się drobnym zgrzytem. Między innymi realia jazdy po polskich drogach sprawiły, że maszyny do płuzenia (pługoukładacz i wciągarka) przybyły na plac budowy z kilkugodzinnym opóźnieniem. Szybko jednak przystąpiono do pracy.



Rysunek 18. Pługoukładacz na platformie transportowej.



Rysunek 19. Rozładunek prowadnicy rur

Pługoukładacz transportowany jest na plac budowy na przyczepie niskopodwoziowej, którą ciągnie ciągnik z zamontowaną na nim wciągarką bębnową i płytą oporową. Oba te urządzenia mają napęd hydrauliczny. Zestaw (ciągnik i przyczepa) ma stosunkowo dużą zwrotność i przy dużej wprawie kierowcy dojechał bezpośrednio na miejsce rozpoczęcia prac (patrz fot. 18). Na czas transportu pługoukładacz jest tak „poskładany” na przyczepie, że nie przekracza skrajni drogowej. Po przyjeździe na plac budowy pługoukładacz „sam się rozładowuje” z przyczepy. Należy tutaj zaznaczyć, że koła nie są przymocowane bezpośrednio do ramy pługoukładacza ale za pośrednictwem hydraulicznych wysięgników. Z tego też powodu pługoukładacz nazywany jest „pająkiem”. Dzięki niezależnemu sterowaniu, po kolei, każda z nóg „pająka” jest zestawiana z przyczepy na ziemię a następnie rama pługoukładacza jest unoszona lekko do góry.

Rysunek 20. Stalowy łańcuch (wykorzystywany do przeciągnięcia rury PE) oraz taśma ostrzegawcza przeciągnięte przez odpowiednie tory w prowadnicy rur.



Rysunek 21. Przeciąganie rury PE przez tor w prowadnicy.

Teraz pługoukładacz dzięki własnemu napędowi może odjechać z przyczepy. Jedną z nóg „pająka” jest też wykorzystywana jako wysięgnik do rozładunku z przyczepy prowadnicy rur i zamocowania jej do słupnicy i lemiesza (patrz fot.19). Tak przygotowany pługoukładacz przejeżdża na miejsce rozpoczęcia płuzenia.

Jednym z obowiązków zleceniodawcy jest zapewnienie na placu budowy koparki do wykonywania wykopów technologicznych i innych prac dodatkowych. Wykop startowy wykonywany jest na głębokość odpowiadającą głębokości układania rurociągu. Jego długość wynosi ok. 5m a szerokość musi być o minimum 10 cm szersza od szerokości prowadnicy rur. Przez dolny tor w prowadnicy, przez który będzie przechodzić układana rura, przeciągany jest stalowy łańcuch a przez wyższy tor w prowadnicy przeciągany jest początek taśmy ostrzegawczej (patrz fot.20). Po opuszczeniu lemiesza na dno wykopu startowego początek układanego odcinka rury PE jest z pomocą koparki wywijany w pętlę i mocowany do górnego końca łańcucha.

Aby zapewnić łagodne wejście rury PE do prowadnicy na pługoukładaczu zainstalowany jest dodatkowy wysięgnik z ramką, która zapinana jest na rurze i ustawiana w odpowiedniej pozycji (patrz fot.21). Po zaczepieniu dolnego końca łańcucha do łyżki koparki, podczas jego ciągnięcia początek rury PE jest przeciągany przez tor w prowadnicy (patrz fot.22). Po wyciągnięciu z prowadnicy minimum 1 metra rury łańcuch pozostawia się naciągnięty. W ten sposób, przy pomocy łańcucha i koparki początek rury PE zostaje unieruchomiony i nie ma potrzeby kotwić go do ziemi (patrz fot.23).



Rysunek 22. Przeciąganie rury PE przez tor w prowadnicy.



Rysunek 23. Początek płuzenia. Koniec rury PE trzymany jest na łańcuchu zaczepionym do koparki. Taśma ostrzegawcza nie potrzebuje tak dużej siły kotwiącej.

Własny napęd pługoukładacza ma wystarczającą moc do jazdy do drogach, ale do płuzenia jest stanowczo zbyt słaby. Konieczną siłę ciągu zapewnia wciągarka linowa zamocowana na ciągniku zaopatrzoną w odpowiednio dużą płytę oporową (patrz fot.24). Po rozwinięciu początkowego odcinka liny jest ona mocowana do pługoukładacza. Może być zamocowana bezpośrednio lub przez zblocze. Zastosowanie zblocza zwiększa siłę ciągu dwukrotnie. Po zamocowaniu liny ciągnik odjeżdża po trasie układania rurociągu na odległość wynikającą z długości liny nawiniętej na wciągarkę. Zazwyczaj było to ok. 100m. Po zatrzymaniu płyta oporowa jest na siłownikach hydraulicznych opuszczana w dół i lekko wciskana w ziemię. Nawijanie liny na bęben powoduje wzrost siły naciągu liny spowodowany oporem stawianym przez pługoukładacz. Dopóki siła oporu stawiana przez pługoukładacz jest większa niż siła stawiana przez płytę oporową, płyta będzie wchodzić głębiej w ziemię (patrz fot.25). Przy pewnej głębokości osiągnięty zostaje stan, kiedy pługoukładacz rusza do przodu.



Rysunek 24. Wciągarka linowa na ciągniku kołowym – przejazd na nowe stanowisko robocze; ciągnik ten holuje przyczepę z pługoukładaczem podczas jazdy na plac budowy.



Rysunek 25. Płyta oporowa zabita w ziemię – ciągnięcie pługoukładacza.

Przy przemieszczaniu się pługoukładacza do przodu lemiesz rozcina grunt na ustawioną głębokość przemieszczając go lekko do góry i na boki (patrz fot.26). W powstałą w ten sposób szczelinę wchodzi prowadnica rury przymocowana do lemiesza i słupicy (patrz fot.27). Wnętrzem prowadnicy, swoimi torami, przesuwają się kolejne metry rury PE i taśmy ostrzegawczej. Po wyjściu z prowadnicy są one obsypywane osuwającym się gruntem i pozostają w nim unieruchomione. Naprężenia pojawiające się w rurze podczas jej układania są niewielkie i szybko ulegają relaksacji.



Rysunek 26. Wypiętrzenie gruntu podczas płuzenia.



Rysunek 27. Prowadnica rur zamocowana do słupicy i lemiesza; podczas płuzenia w znacznej części są one zagłębione w gruncie.

Kiedy pługoukładacz dojedzie do wciągarki, płyta oporowa wyciągana jest z gruntu i wciągarka rozwijając linę znowu odjeżdża o określony odcinek do przodu.

Powtarzany jest cykl zabijania w ziemi płyty oporowej i ciągnięcia pługoukładacza. Kiedy pługoukładacz dojeżdżał do końca odcinka technologicznego (np. zmiana kierunku trasy rurociągu, zmiana jego średnicy, itp.) zamiast wykopu końcowego stosowane było wyciąganie rurociągu na wierzch (patrz fot. 28). Wyptykanie realizowane było na odcinku długości ok. 3-4m. Połączenie z następnym odcinkiem technologicznym wymagało wykonania wykopu punktowego pozwalającego na ponowne zagłębienie końca odcinka rurociągu na żądaną głębokość i wykonanie połączenia przy pomocy kształtki elektrooporowej.



Rysunek 28. Wyciąganie rurociągu na wierzch jest alternatywą dla kończenia płuzenia w wykopie końcowym; oszczędza czas.



Rysunek 29. Wyrównywanie nawierzchni drogi gruntowej, w której układany był rurociąg.

Koparka wykorzystywana do wykonywania wykopów technologicznych na bieżąco wyrównywała powierzchnię drogi gruntowej, w której był układany rurociąg (patrz fot.29). Wydaje się, że szybciej przywrócić nawierzchni drogi jej stan pierwotny możliwe byłoby poprzez użycie walca, który powstała po przejściu pługoukładacza bruzdę wcisnąłby ponownie w ziemię. Wizja przeprowadzona na placu budowy w miesiąc po zakończeniu prac wykazała, że w wyniku przejazdu pojazdów rolniczych oraz skutków działania wód opadowych drogi te odzyskały swój pierwotny stan (patrz fot.30 i fot. 31).



Rysunek 30. Nawierzchni drogi po przejściu pługoukładacza.



Rysunek 31. Ten sam odcinek drogi miesiąc później.

Uwagi końcowe

Ułożenie 3 km rurociągu PE \varnothing 160mm SDR 17 zajęło w sumie 10 godzin w tym około 2,5 godziny potrzebne było na przejazd pługoukładacza przez las, by ominąć odcinek trasy z bardzo wąskim jarem (odcinek ten był układany metodą tradycyjną). Jednostkowy koszt ułożenia rurociągu metodą płuzenia dla tego projektu wyniósł 13,30 zł/m. Wartość ta nie uwzględnia kosztu zgrzewania rurociągu oraz ceny samej rury.

Podczas realizacji projektu zaniechano ułożenia końcowego odcinka rurociągu długości blisko 300 metrów. Spowodowane to było bardzo trudnymi warunkami gruntowymi. Wjazd na torfowisko ciągnikiem kołowym mógł grozić jego utopieniem. W takich przypadkach stosowana jest wciągarka zabudowana na ciągniku gąsienicowym. Ostatecznie rurociąg na tym odcinku ułożono metodą tradycyjną.



Rysunek 32. Pługoukładaczem można układać rurociągi w łukach dróg.



Rysunek 33. W Polsce metodą płuzenia układano gazociągi z rur PE już w drugiej połowie lat 70. Zdjęcia z archiwum p. W. Jeżowskiego.

Podczas realizacji projektu pługoukładacz pokonywał z marszu również odcinki nieprostoliniowe. Do zmiany kierunku trasy rurociągu o kilka-, kilkanaście stopni nie jest konieczne wykonywanie wykopów technologicznych. Podobnie można układać rurociąg w łuku drogi (patrz fot.32).

Podsumowanie

Płuzenie nie jest technologią nową na polskim rynku. Z powodzeniem była wykorzystywana w drugiej połowie lat 70. i w latach 80. XX wieku do układania gazociągów z rur PE ((patrz fot.33). Nowe urządzenia pozwalają jednak na szybsze i głębsze układanie rurociągów jeszcze większych średnic.

W sytuacji, gdy na znaczeniu nabiera czynnik konkurencyjności firmy i jej wyróżnienie na tle innych, technologia płuzenia pozwala zwiększyć wydajność przy zaangażowaniu mniejszej liczby personelu. Możliwe jest obniżenie kosztu i czasu trwania realizacji inwestycji. A te aspekty są nie do pogardzenia.