

Zastosowanie technologii pługoukładania do budowy przewodów podziemnych

Dr inż. Agata Zwierzchowska, Politechnika Świętokrzyska

1. Wprowadzenie

Po raz pierwszy technologię pługoukładania (płuzenia) do budowy przewodów podziemnych zastosowano prawie 100 lat temu, a mianowicie w roku 1912. Pomysł wykorzystania pługa jako urządzenia do układania sieci podziemnych zrodził się w Stanach Zjednoczonych. Firma S&T Telephone Cooperative Association jako pierwsza na świecie podjęła się budowy podziemnych linii telefonicznych na terenach typowo rolniczych i bardzo słabo zaludnionych stanów Kansas oraz Kolorado. W początkowej fazie realizacji projektu do prowadzenia prac wykorzystywano zwykłe ciągniki rolnicze napędzane silnikami parowymi oraz zwykłe pługi rolnicze.

Technologia ta pojawiła się również w innych krajach między innymi w Anglii, Kanadzie i Szwecji. W latach 60. XX wieku płuzenie zaczęto stosować w Niemczech, gdzie rozpoczęto budowę pługoukładaczy, a następnie świadczenie usług budowy przewodów kablowych w tej technologii. W Polsce płuzenie zaczęto stosować w drugiej połowie lat 70. ubiegłego wieku. Wbudowywano przewody gazowe z rur polietylenowych, stosując odpowiednio przystosowaną maszynę melioracyjną JAR. W latach 1979–1987 urządzeniem tym wbudowano gazociąg Malbork – Nowy Staw o długości 18,6 km i średnicy 63 mm, gazociąg Wilkowo – Reszel o długości 9 km i średnicy 75 mm, gazociąg do miejscowości Jadachy o długości 18 km i średnicy 63 mm.



Rys. 1. Pługoukładacz z napędem własnym do wbudowywania przewodów podziemnych (zdjęcie własne)



Rys. 2. Pługoukładacz przeciągany ciągnikiem przy pomocy liny i wciągarki (zdjęcie własne)



Rys. 3. Lemiesz pługa (zdjęcie własne)

2. Technologia układania przewodów podziemnych metodą pługoukładania

W technologii tej stosuje się dwa rodzaje pługoukładaczy: z własnym napędem do wbudowywania przewodów (rys. 1) oraz przeciągane ciągnikiem za pomocą liny i wciągarki (rys. 2). Pługoukładacze przeciągane ciągnikiem są wyposażone w silnik umożliwiający im poruszanie się po terenie, ale niewystarczający do wbudowywania przewodów.

Zasadniczą częścią pługoukładacza, oprócz konstrukcji jezdnej, jest lemiesz pługa (rys. 3) wraz z prowadnicą przewodów. Lemiesz jest wprowadzany w grunt



Rys. 4. Wykop początkowy, w którym rozpoczyna się wbudowywanie przewodów podziemnych metodą pługoukładania [4]

w niewielkim wykopie początkowym, na wymaganej głębokości ułożenia przewodów (rys. 4). Do prowadnicy wprowadzany jest wbudowywany przewód wraz z taśmą ostrzegawczą. Lemiesz, przeciągany przez pługoukładacz, zagłębia się w gruncie, rozcina go, tworząc wąskoprzestrzenny wykop i wbudowując przewód (rys. 5).

Przewody kablowe oraz rurociągi o średnicy do 200 mm są podawane do prowadnicy pługoukła-

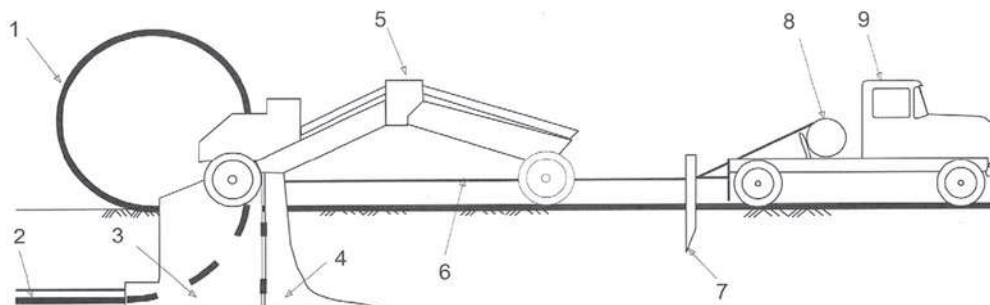


Rys. 7. Wbudowywanie kilku przewodów kablowych jednocześnie, z bębnow zainstalowanych na osobnym środku transportowym [2]

dacza od góry. Zastosowanie specjalnej prowadnicy przewodów umocowanej na wysięgniku (rys. 6) pozwala na wbudowanie przewodów o średnicy większej niż podane powyżej 200 mm, bez ich przeciągania w gruncie. Przewody kablowe podawane są z bębnow zainstalowanych bezpośrednio na pługoukładaczu lub na osobnym środku transportowym (rys. 7), natomiast w przypadku rurociągów, cały odcinek przewidziany do ułożenia w jednej operacji technologicznej jest zgrzewany lub spawany i układany wzdłuż trasy wbudowywanego przewodu. Za pomocą odpowiednich prowadnic możliwe jest układanie równocześnie wiązki przewodów (rys. 8). W gruntach kamienistych,

Rys. 5.

Schemat wbudowywania przewodów podziemnych za pomocą pługoukładacza przeciąganego ciągnikiem [1]: 1 – wbudowywany przewód, 2 – wbudowany przewód w gruncie, 3 – prowadnica, 4 – lemiesz, 5 – pługoukładacz, 6 – lina wciągarki, 7 – płyta oporowa, 8 – kołowrót wciągarki, 9 – ciągnik



Rys. 6. Prowadnica rur zainstalowana na wysięgniku pługa [4]



Rys. 8. Prowadnica umożliwiająca układanie wiązki przewodów [4]



Rys. 9. Wbudowywanie przewodów podziemnych z jednoczesnym wykonywaniem obsypki piaskowej [2]

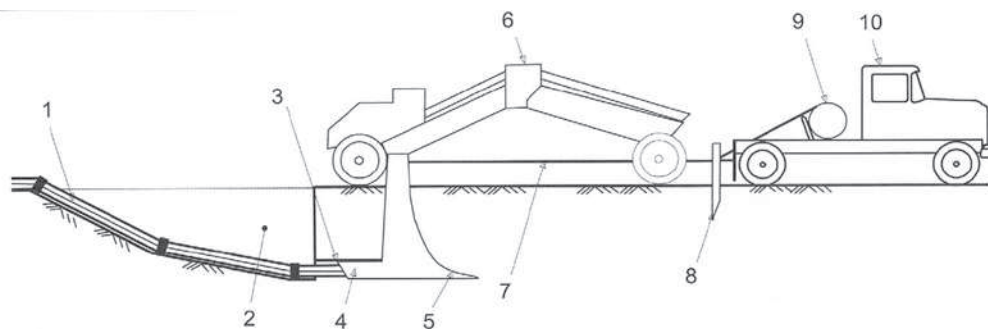


Rys. 11. Głowica wciągająca przewód z żeliwa sferoidalnego, zamocowana bezpośrednio za lemieszem pługa (zdjęcie własne)

Rys. 10.

Schemat wbudowywania przewodów z rur z żeliwa sferoidalnego [1]:

1 – wbudowywany rurociąg, 2 – wykop początkowy, 3 – taśma ostrzegawcza, 4 – mocowanie rurociągu, 5 – lemiesz pługa, 6 – pługoukładacz, 7 – lina wciągarki, 8 – płyta oporowa, 9 – kołowrót wciągarki, 10 – ciągnik



zwirowych, celem zabezpieczenia wbudowywanych przewodów przed obciążeniami punktowymi, wokół układanych przewodów można wykonać obsypkę piaskową przy użyciu specjalnego urządzenia, podającego piasek do strefy ułożenia przewodów z zasobnika ciągniętego za pługiem (rys. 9). Niektóre pługi mają możliwość zagęszczania gruntu wokół układanego przewodu, poprzez wibrowanie, są to tzw. pługi wibrujące.

Przewody polietylenowe o średnicy większej od 200 mm oraz przewody z żeliwa sferoidalnego i stali wbudowywane są metodą pługoukładania w nieco inny sposób (rys. 10), są przeciągane w gruncie. Przygotowany na powierzchni terenu rurociąg, złożony z połączonych ze sobą rur, wciągany jest w grunt bezpośrednio za lemieszem pługa. Rurociąg zamocowany jest do lemiesza poprzez specjalnie ukształtowane jego przedłużenie i głowicę wciągającą (rys. 11). W celu zmniejszenia sił tarcia wciąganego rurociągu o grunt można zastosować podawanie płuczki bentonitowej w czasie jego wbudowywania. Płuczka podawana jest wtedy z zasobnika pompą, w przestrzeń pomiędzy wciągany rurociąg i grunt, bezpośrednio za lemieszem.

Przewody mogą być układane na różnych głębokościach (od 0 do 2 m) w zależności od wielkości

pługa oraz od ustawienia lemiesza. Dzięki specjalnej konstrukcji wysięgników pługa, metodą tą można wbudowywać rurociągi i sieci kablowe w poboczach jezdni (rys. 12), nasypach kolejowych oraz pod korytami rzek (rys. 13).



Rys. 12. Układanie przewodów podziemnych za pomocą pługoukładacza w poboczu drogi [2]



Rys. 13. Układanie rurociągu pod korytem rzeki [2]

Pomimo stosowania technologii pługoukładania w Polsce w latach 70. i 80. ubiegłego wieku, w chwili obecnej realizacje takie nie są powszechne. Jedną z nielicznych realizacji wykonano w sierpniu 2006 roku w Osiecznej koło Leszna. W technologii pługoukładania wbudowano przewód kanalizacji ciśnieniowej, łączący wieś Kąkolewo z systemem kanalizacyjnym miasta Osieczna. Trasa kanału przebiegała wzdłuż polnych i leśnych dróg. Wbudowano przewód polietylenowy o średnicy 160 mm. Ułożenie 3 km rurociągu zajęło tylko 10 godzin [3].

3. Materiał wbudowywanych przewodów

W technologii pługoukładania wbudowywane są przewody kablowe oraz przewody sieci ciśnieniowych takich jak: gazowe, wodociągowe oraz kanalizacyjne. Przy czym do budowy rurociągów najczęściej stosowane są rury polietylenowe o średnicy zewnętrznej do 355 mm oraz rury z żeliwa sferoidalnego o średnicy nominalnej (wewnętrznej) do 300 mm, rzadziej rury stalowe. W związku z tym, że w technologii pługoukładania rurociągi układane są w gruncie zazwyczaj bez wykonania obsypki piaskowej, należy pamiętać, że ich konstrukcja może być narażona na oddziaływanie punktowe kamieni znajdujących się bezpośrednio obok ścianki przewodu. Naciski te mogą doprowadzić do lokalnych uszkodzeń konstrukcji rurociągu. Biorąc pod uwagę ten aspekt należy stosować rury polietylenowe z zewnętrzną powłoką ochronną, odporną na zarysowanie i naciski punktowe lub rury o podwyższonej odporności. Zastosowanie zewnętrznej warstwy powoduje zmniejszenie koncentracji naprężeń (rozłożenie obciążenia na większą powierzchnię) pochodzących od obciążeń punktowych, a także chroni rury przed ich zarysowaniem w czasie przeciągania, a w dalszej konsekwencji przed zjawiskiem powolnego wzrostu pęknięć. Łączenie rur

polietylenowych odbywa się poprzez zgrzewanie doczołowe.

Rury z żeliwa sferoidalnego stosowane w technologii pługoukładania posiadają specjalne połączenia kielichowe kotwione. Złącza te charakteryzują się wysoką wytrzymałością na siły rozciągające pojawiające się podczas wbudowywania rurociągu (przeciągania go w gruncie). Mają również możliwość odchyień kątowych na każdym złączu. W kielichu połączenia znajduje się uszczelka gumowa, zapewniająca szczelność nawet w przypadku odchyień kątowych. Natomiast na bosym końcu rury znajduje się napoina, stanowiąca element oporowy dla pierścienia kotwiącego (umieszczanego w kielichu rury podczas ich montażu) i przenosząca wraz z pierścieniem siły wciągania. Rurociąg z żeliwa sferoidalnego układany metodą pługoukładania jest przeciągany w gruncie za pługoukładaczem, dlatego też zewnętrzna powierzchnia rur zabezpieczona jest przed zarysowaniem powłokami ochronnymi: cynkową oraz polietylenową.

W technologii pługoukładania możliwe jest również wbudowywanie przewodów z polichlorku winylu zgrzewalnego charakteryzującego się dużą odpornością na zarysowanie oraz wysoką wytrzymałością na rozciąganie, stosowanego do tej pory jedynie w Stanach Zjednoczonych, Kanadzie oraz Meksyku. Trwają również badania pod kątem zastosowania w technologiach bezwykopowych i w pługoukładaniu rur poliamidowych.

4. Zalety i wady układania przewodów metodą pługoukładania

Niewątpliwie największą zaletą układania przewodów podziemnych tą metodą jest bardzo wysokie tempo robót, które w sprzyjających warunkach terenowych może wynieść nawet 5 km dziennie. Liczba osób niezbędna do obsługi urządzeń oraz przygotowania przewodów kablowych bądź rurociągu (zgrzewanie



Rys. 14. Niewielkie naruszenie struktury terenu w miejscu ułożenia przewodu metodą pługoukładania (zdjęcie własne)

przewodów polietylenowych, łączenie rur żeliwnych), jest nieznaczna i wynosi 4–5 osób. Kolejną zaletą tej metody jest możliwość układania sieci uzbrojenia podziemnego nawet w bardzo trudnych warunkach ukształtowania terenu. Zapewnia to teleskopowa budowa wysięgników pługa. Ponadto, w przypadku zastosowania ciągnika i pługa na kołach pneumatycznych nie powoduje uszkodzenia nawierzchni drogowych i kolejowych. Układanie sieci tą metodą nie wymaga też odtworzenia terenów zielonych. Niewielkie wybrzuszenie terenu w miejscu ułożenia przewodu (rys. 14) ulega zapadnięciu do stanu pierwotnego z biegiem czasu oraz oddziaływania opadów atmosferycznych. Ogromną zaletą stosowania pługoukładaczy na terenach rolniczych jest tylko niewielkie naruszenie struktury gleby i żyjących w niej organizmów. Stosowanie tej metody na terenach leśnych, w znacznym stopniu w porównaniu do metod tradycyjnych, ogranicza uszkodzenie korzeni drzew (rys. 15). Dodatkowo istnieje możliwość wbudowywania tą metodą przewodów podziemnych poniżej zwierciadła wody gruntowej, bez konieczności obniżania jej poziomu, co stanowi niewątpliwie bardzo ważny aspekt ekologiczny.

Bardzo istotną zaletą stosowania technologii pługoukładania jest redukcja kosztów budowy przewodów podziemnych w stosunku do kosztów budowy metodami tradycyjnymi – wykopowymi, może ona wynieść nawet do 50%. Szczególnie znaczną redukcję kosztów można zaobserwować dla robót ziemnych (wykonanie wykopu, obsypki piaskowej, ewentualna wymiana gruntu w metodach tradycyjnych). Udział procentowy tego rodzaju prac dla metod tradycyjnych wynosi nawet do 64% kosztów całkowitych, natomiast dla budowy metodą pługoukładania koszty te stanowią tylko 10% i obejmują przede wszystkim wbudowanie przewodu. Ze względu na fakt, iż układając przewody podziemne za pomocą pługoukładaczy nie ma konieczności obniżania poziomu wody gruntowej, dlatego też dla tej metody nie pojawiają się koszty wykonania odwodnienia, natomiast dla metod tradycyjnych są one znaczne. Koszt materiałów dla metod wykopowych to około 33%, natomiast dla metod budowy przewodów za pomocą pługa stanowi około 40%. Różnica w kosztach materiałów wynika z faktu, iż w przypadku metod pługoukładania stosuje się materiały droższe, np. rury polietylenowe z dodatkową zewnętrzną warstwą, zabezpieczającą przed zarysowaniem lub naciskami punktowymi. Dodatkowo zużycie energii do wbudowania przewodów metodą pługoukładania jest nawet do 90% mniejsze w stosunku do metod tradycyjnych – wykopowych.

Do wad stosowania pługoukładaczy należą przede wszystkim ograniczona liczba materiałów rur oraz ograniczony zakres średnic ich przekrojów poprzecznych. Wadą jest również brak możliwości budowy



Rys. 15. Wbudowywanie przewodu podziemnego na terenie leśnym [2]

kanatów grawitacyjnych. Niestety technologii pługoukładania nie można również zastosować na terenach miejskich o gęstej infrastrukturze podziemnej, a także w pasmach dróg i ulic.

5. Zakończenie

Technologia pługoukładania jest odpowiednia do budowy przewodów podziemnych na terenach rolniczych, leśnych oraz niezurbanizowanych. Zapewnia bardzo wysokie tempo robót. W porównaniu do metod tradycyjnych – wykopowych w niewielkim tylko stopniu narusza strukturę gleby i organizmów w niej żyjących. Stosując tą metodę w gruntach nawodnionych nie ma konieczności obniżania poziomu wody gruntowej w czasie realizacji prac, co wiąże się nie tylko ze znacznym ograniczeniem kosztów, ale również z brakiem negatywnych skutków odwodnienia terenu. Rozważając zastosowanie technologii pługoukładania do budowy przewodów podziemnych należy wziąć pod uwagę również jej ograniczenia, a mianowicie: możliwe do zastosowania materiały przewodów, ich średnice oraz brak możliwości wbudowania przewodów kanalizacji grawitacyjnej ze względu na wysokie wymagania ułożenia przewodu, zapewniającego wymagany spadek.

BIBLIOGRAFIA

- [1] Günther F. W., Walther G., Kanalschlüsse im ländlichen Raum mit modernen Rohreinbautechniken. Rohrpfügen. Das Fachorgan der ARGE Rohrpfügen, Juni 2003
- [2] Frank Föckersperger GmbH – materiały informacyjne
- [3] Roszkowski A., Janiak Ł., Płuzenie – realizacja projektu w Osiecznej koło Leszna, Inżynieria Bezwykopowa, 4/2008, s. 78–82
- [4] Walter Föckersperger GmbH – materiały informacyjne