

Nauka

Zastosowanie pługoukładaczy do układania sieci podziemnych



Sprawdzają się w trudnych warunkach

Agata Zwierzchowska
Dariusz Zwierzchowski

Pomysł wykorzystania pługa jako urządzenia do układania sieci podziemnych zrodził się na początku XX w. (1912 r.) w Stanach Zjednoczonych. Firma S&T Telephone Cooperative Assn. jako pierwsza na świecie podjęła się przeprowadzenia podziemnych linii telefonicznych na terenach typowo rolniczych i bardzo słabo zaludnionych stanów Kansas oraz Kolorado. W początkowej fazie realizacji projektu do prowadzenia prac wykorzystywano zwykle ciągniki rolnicze napędzane silnikami parowymi (rys. 1). Ciągniki te miały tę zaletę, że w dobie kryzysu jaki dotknął USA, jako paliwa do ich napędu używano nawet kolb kukurydzianych. Oprócz ciągników na początku stosowano również zwykle pługi rolnicze.



Rys. 1. Ciągnik rolniczy z silnikiem parowym służący do przeciągania pługa i układania kabli telefonicznych w USA na początku XX w. [1].



Rys. 2. Pługoukładacz z lat 60. angielskiej firmy Badger Major [1].

Ten sposób układania sieci podziemnych wykorzystywany był również w innych krajach, m.in. w Anglii, Kanadzie i Szwecji. Jest on szczególnie przydatny na terenach rolniczych, gdyż nie narusza struktury gleby, zapobiega mieszananiu się poszczególnych warstw gruntu i ogranicza potrzebę wyrównywania terenu. W Niemczech metodę układania sieci podziemnych za pomocą pługa po raz pierwszy zastosowano w latach 60. Do realizacji prac zastosowano urządzenia wyprodukowane przez angielską firmę Badger Major (rys. 2).

Technologia układania sieci metodą pługoukładania

Najczęściej pługoukładacz składa się z lemiesza pługa oraz czterech hydraulicznych wysięgników na kołach, które łatwo dostosowują się do nierówności terenu. Przeciągany jest za pomocą liny i wciągarki. Po wprowadzeniu w grunt lemiesz pługa rozcina ziemię, tworząc wąskoprzestrzenny wykop. Jednocześnie w wykopie tym układany jest przewód kablowy lub rurociąg (rys. 3 i 4).

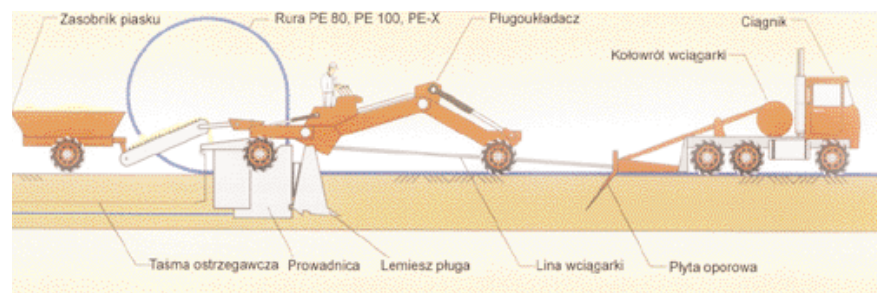
Przewody kablowe i rurociągi z rur polietylenowych układane są w gruncie bezpośrednio za lemieszem pługa przy pomocy specjalnej prowadnicy przewodów. Możliwe jest też układanie równocześnie wiązki przewodów (rys. 5).

Wokół układanych przewodów można wykonać obsypkę piaskową przy użyciu specjalnego urządzenia, które podaje piasek do strefy ułożenia przewodów z zasobnika ciągniętego za pługiem (rys. 6).

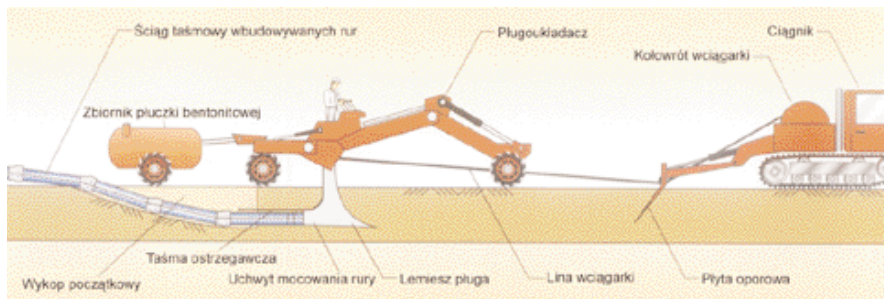
Przewody mogą być układane na różnych głębokościach w zależności od wielkości pługa oraz od ustawienia lemiesza. Dzięki specjalnej konstrukcji wysięgników pługa, metodą tą można wbudowywać rurociągi i sieci kablowe w poboczach jezdni (rys. 7) oraz nasypów kolejowych (rys. 8).

W trakcie wbudowywania sieci za pomocą pługoukładacza, nad ułożonymi przewodami rozwijana jest taśma ostrzegawcza, co jest szczególnie istotne przy sieciach gazowych.

Oprócz przewodów kablowych i rurociągów polietylenowych metodą tą można także układać rurociągi z rur odcinkowych, np. z żeliwa sferoidal-



Rys. 3. Schemat układania rurociągów polietylenowych oraz sieci kablowych metodą pługa [2].



Rys. 4. Schemat wbudowywania rurociągów z rur z żeliwa sferoidalnego [2].

nego. Przygotowany na powierzchni terenu rurociąg, złożony z połączonych ze sobą rur, ściągniętych dodatkowo na



Rys. 5. Układanie wiązki przewodów [3].

całej swej długości ściąganiem taśmowym, wciągany jest w grunt bezpośrednio za lemieszem pługa (rys. 9). Rurociąg przymocowany jest do lemiesza poprzez specjalnie ukształtowane jego przedłużenie i głowicę wciągającą (rys. 10). By zmniejszyć siły przy wciąganiu rurociągu, możliwe jest zastosowanie płuczki bentonitowej w czasie jego wbudowywania. Płuczka podawana jest wtedy z zasobnika pompą w przestrzeń pomiędzy wciągany rurociąg i grunt, bezpośrednio za lemieszem.

Niektóre pługi mają możliwość stabilizacji gruntu wokół układanego przewodu poprzez wibrowanie, są to tzw. pługi wibrujące.



Rys. 6. Wbudowywanie sieci z jednoczesnym wykonywaniem obsypki piaskowej [4].

Oprócz pługoukładaczy o napędzie linowym produkowane są również takie, które posiadają swój własny napęd gąsienicowy. W tym przypadku nie występuje już konieczność wykorzystania dodatkowego ciągnika z wciągarką linową i ścianą oporową (rys. 11).

Materiał wbudowywanych sieci

Za pomocą pługoukładaczy oprócz przewodów kablowych wbudowuje się również w grunt rurociągi wykonane z różnych materiałów konstrukcyjnych. Najczęściej do budowy stosowane są rury polietylenowe o średnicy zewnętrznej do 355 mm oraz rury z żeliwa sferoidalnego o średnicy nominalnej (wewnętrznej) do 300 mm. W związku z tym, że rurociągi podziemne wykony-



Rys. 7. Układanie sieci kablowych za pomocą pługu-układacza w poboczu drogi [2].

wane tą metodą są najczęściej wbudowywane w grunt bez wykonania obsypki piaskowej, należy pamiętać o tym, że ich konstrukcja może być narażona na oddziaływanie punktowych nacisków kamieni znajdujących się bezpośrednio obok ścianki rurociągu. Naciski te mogą doprowadzić do lokalnych uszkodzeń konstrukcji rurociągu. Biorąc pod uwagę ten aspekt należy rozważyć możliwość zastosowania w gruntach kamienistych rur polietylenowych z zewnętrzną powłoką ochronną, odporną na zarysowanie i naciski



Rys. 8. Układanie sieci kablowych za pomocą pługu-układacza w nasypie kolejowym [2].

punktowe (np. polipropylenową bądź inną), zamiast zwykłych rur polietylenowych jednowarstwowych. Zasto-



Rys. 9. Rurociąg z żeliwa sferoidalnego wciągany za lemieszem pługa [2].

sowanie 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 SCG (Slow Crack Growth).

Zalety i wady układania sieci metodą pługoukładania

Niewątpliwie największą zaletą układania sieci podziemnych tą metodą jest bardzo szybkie tempo robót, które może



Rys. 10. Głowica wciągająca (zdjęcie własne).



Rys. 11. Pługoukładacz z napędem własnym (zdjęcie własne).

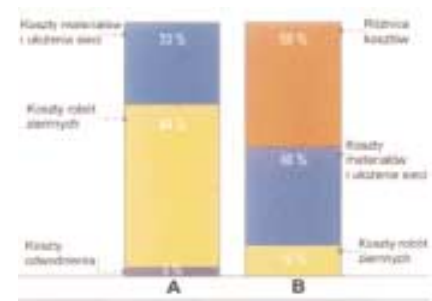
wynosić nawet 5 km dziennie. Liczba osób niezbędna do obsługi urządzeń oraz przygotowania przewodów kablowych bądź rurociągu (zgrzewanie przewodów polietylenowych, łączenie elementów rurociągu) jest nieznaczna i wynosi 4-5 osób. Kolejną zaletą tej metody jest możliwość układania sieci uzbroje-



Rys. 12. Układanie kabli pod korytem rzeki [3].

nia podziemnego w bardzo trudnych warunkach ukształtowania terenu, w tym nawet pod korytami rzek (rys. 12).

Zapewnia to teleskopowa budowa wysięgników pługa. Ponadto ciągnik i pług na kołach pneumatycznych nie powodują uszkodzenia nawierzchni drogowych i kolejowych. Układanie sieci tą metodą nie wymaga też odtworzenia terenów zielonych. Niewielkie wybrzuszenie terenu w miejscu ułożenia przewodu



Rys. 13. Struktura kosztów budowy sieci podziemnych [2]:

A - dla metod tradycyjnych - wykopowych,
B - dla metody układania sieci pługoukładaczami.

ulega z biegiem czasu oraz oddziaływania opadów zapadnięciu do stanu pierwotnego. Odmianą zaletą stosowania pługoukładaczy na obszarach rolniczych jest brak naruszenia 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. Dodatkowo istnieje możliwość wbudowywania tą metodą sieci podziemnych poniżej zwierciadła wody gruntowej, bez konieczności obniżania jej poziomu, co stanowi niewątpliwie bardzo istotny walor ekologiczny. Zużycie energii do wbudowania sieci metodą pługa jest aż o ok. 90% mniejsze w stosunku do metod wykopowych.

Do wad stosowania pługoukładaczy należy przede wszystkim ograniczona liczba materiałów konstrukcyjnych budowanych rurociągów oraz średnice ich przekrojów poprzecznych. Wadą jest też brak możliwości budowy rurociągów grawitacyjnych.

Aspekty ekonomiczne

Redukcja kosztów budowy sieci podziemnych metodą pługoukładania może wynieść nawet do 50% w stosunku do kosztów budowy sieci metodami tradycyjnymi - wykopowymi. Szczególnie znaczną redukcję kosztów można zaobserwować dla robót ziemnych wraz z wbudowaniem sieci (wykonanie wykopu, obsypki piaskowej, ewentualna wymiana gruntu). Udział procentowy tego rodzaju prac dla metod tradycyjnych wynosi aż 64%, natomiast dla wbudowania sieci metodą pługa koszty te stanowią tylko 10% i obejmują przede wszystkim wbudowanie sieci. Ze względu na fakt, iż układając sieci podziemne za pomocą pługoukładaczy nie ma konieczności obniżania poziomu wody gruntowej, dla tej metody nie pojawiają się koszty wykonania odwodnienia, natomiast dla metod tradycyjnych wynoszą one 3% (w rzeczywistości przy wysokim poziomie wody gruntowej mogą wynieść znacznie więcej). Udział materiałów w kosztach wynosi 40% dla metod budowy sieci za pomocą pługa, natomiast w przypadku metod wykopowych – 33%. Różnica w tych kosztach 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 np. od kamieni. Struktura kosztów budowy sieci podziemnych dla obu metod została przedstawiona na rysunku 13.

Wnioski

Zastosowanie pługoukładaczy do układania sieci podziemnych niesie ze sobą wiele wymiernych korzyści. Szybkie tempo robót (nawet do 5 km dziennie) oraz możliwości budowy w trudno dostępnym terenie predysponują tę metodę do budowy sieci na terenach niezurbanizowanych, leśnych oraz w nasypach drogowych i kolejowych. Dodatkowym atutem tej metody jest brak naruszenia struktury gleby oraz zwierciadła wody gruntowej, co ma szczególnie znaczenie na terenach upraw rolniczych. Porównując zalety i wady zastosowania pługoukładaczy do budowy sieci podziemnych można stwierdzić, że zastosowanie tych urządzeń może być alternatywą dla metod wykopowych, szczególnie na terenach podmokłych i mało dostępnych. Prowadzenie w takich warunkach prac budowlanych metodami tradycyjnymi jest nie tylko utrudnione ze względów technicznych, ale również bardziej kosztowne.

Literatura:

- [1] *Das Fachorgan der ARGE Rohrpflegen, Juni 2003.*
- [2] *Georg Fockersperger GmbH - materiały informacyjne.*
- [3] *Koenig Elektro-Fermmelde-Bau GmbH - materiały informacyjne.*
- [4] *Otto Schroder Tiefbaugesellschaft MBH - materiały informacyjne.*

Dr inż. Agata Zwierzchowska – Politechnika Świętokrzyska, Katedra Wodociągów i Kanalizacji, 25-314 Kielce, Al. Tysiąclecia PP 1,
tel./fax. (0-41) 3424473
e-mail: agataz@tu.kielce.pl

Dr inż. Dariusz Zwierzchowski – Politechnika Świętokrzyska, Katedra Wodociągów i Kanalizacji, 25-314 Kielce, Al. Tysiąclecia PP 1,
tel./fax. (0-41) 3424473
e-mail: wikdz@tu.kielce.pl