

**WYTYCZNE DO BUDOWY
SYSTEMÓW ELEKTROENERGETYCZNYCH
W PGE DYSTRYBUCJA S.A.**

Data zatwierdzenia: 2024/12/20
Obowiązuje od: 2024/12/31

TOM 4 A

**LINIE KABLOWE ŚREDNIEGO NAPIĘCIA
- MASZYNOWE UKŁADANIE KABLI SN**

Wersja 01-2024

Zatwierdzono

PGE Dystrybucja S.A.


Wiceprezes Zarządu
Piotr Podkański

20. 12. 2024r.



SPIS TREŚCI

1	WSTĘP	3
2	ZAKRES OPRACOWANIA.....	3
3	NORMY I PRZEPISY – TOM 9 WYTYCZNYCH	3
4	OZNAKOWANIA I OPISY – TOM 10 WYTYCZNYCH	3
5	PROJEKTOWANIE LINII SN REALIZOWANYCH METODĄ MASZYNOWEGO UKŁADANIA KABLI.....	3
5.1	Maszynowe układanie kabli w gruncie metodą płuzenia.	3
5.2	Trasa linii SN – ogólne wytyczne i odległości.	4
5.2.1	Minimalna odległość projektowanej linii kablowej ze względu na gabaryty maszyny.	5
5.2.2	Minimalne odległości projektowanej linii kablowej SN do istniejącej infrastruktury podziemnej.	6
6	BUDOWA LINII KABLOWYCH SN METODĄ MASZYNOWEGO UKŁADANIA KABLI.....	6
6.1	Ogólne wymagania dotyczące budowy linii kablowych metodą maszynowego układania kabli.	6
6.2	Przepusty i osłony.	7
6.3	Odbiór linii kablowej.	7
6.4	Próby i badania odbiorcze linii kablowych SN.....	7
6.5	Warunki terenowe – prowadzenie prac.	8

1 WSTĘP

Celem „Wytycznych do budowy systemów elektroenergetycznych w PGE Dystrybucja S.A.” (zwanymi dalej Wytycznymi), jest ujednolicenie rozwiązań technicznych stosowanych w PGE Dystrybucja S.A. przy projektowaniu i budowie nowych oraz modernizacji i utrzymaniu istniejących sieci elektroenergetycznych.

Parametry techniczne urządzeń określone w Wytycznych są wymaganiami minimalnymi.

Należy stosować urządzenia elektroenergetyczne:

1. spełniające wymagania norm i obowiązujących przepisów,
2. posiadające niezbędne dokumenty (np. Deklaracje Zgodności CE – wyrób spełnia wymagania Dyrektyw „Nowego Podejścia Unii Europejskiej”, badania typu, atesty, oceny techniczne, potwierdzające podane przez producenta właściwości techniczne, uwzględniające wykonanie badania na zgodność z daną przedmiotową normą, wydane przez jednostkę posiadającą odpowiedni zakres akredytacji udzielony przez Polskie Centrum Akredytacji lub jednego z sygnatariuszy Wielostronnych Porozumień EA MLA, IAF MLA, ILAC MRA w zakresie respektowania udzielanych akredytacji (w takim przypadku niezbędne jest potwierdzenie przystąpienia jednostki akredytującej do Porozumienia o Współpracy Międzynarodowej).

2 ZAKRES OPRACOWANIA

1. Niniejsze opracowanie określa podstawowe wymagania i rozwiązania stawiane liniom kablowym średniego napięcia (do 20 kV) oraz określa wymagania dotyczące projektowania i prac budowlanych realizowanych metodą maszynowego układania kabli SN. Dla linii o napięciu 30 kV należy stosować analogiczne rozwiązania o parametrach odpowiednich do poziomu napięcia.
2. Szczegółowe rozwiązania dla kabli i osprzętu kablowego SN zawarte są w „Standardach technicznych kabli i osprzętu kablowego SN w PGE Dystrybucja S.A.”.

3 NORMY I PRZEPISY – TOM 9 WYTYCZNYCH

4 OZNAKOWANIA I OPISY – TOM 10 WYTYCZNYCH

5 PROJEKTOWANIE LINII SN REALIZOWANYCH METODĄ MASZYNOWEGO UKŁADANIA KABLI.

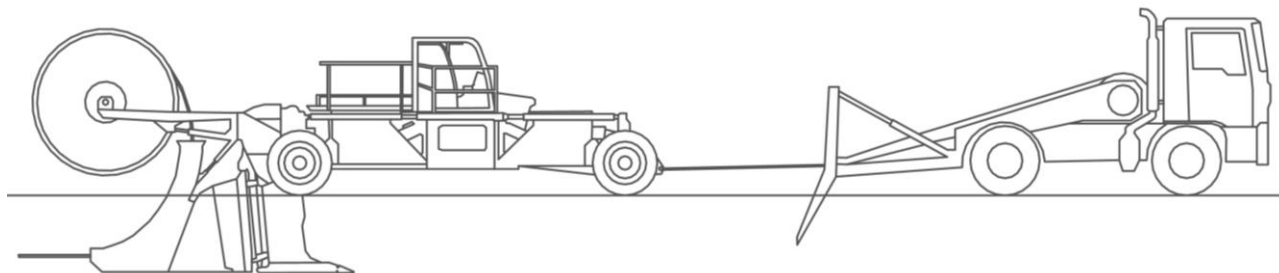
5.1 Maszynowe układanie kabli w gruncie metodą płużenia.

1. Metody maszynowego układania kabli.

Metody maszynowego układania kabla (płużenia) to wykonanie, przez maszyny do mechanicznego układania kabli, czasowej szczeliny (bruzdy) w ziemi w celu ciągłego układania linii kablowej na dnie szczeliny z postępującym zasypywaniem.

- a) Metoda płużenia z zastosowaniem pługa ciągnionego.

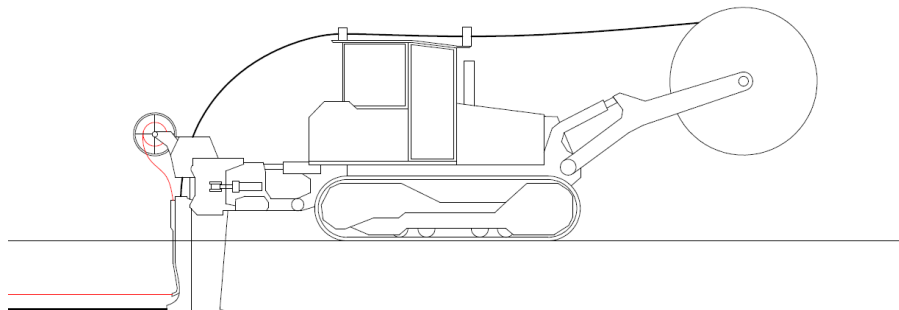
Kabel układany jest przez zestaw maszyn płużących składający się z pługa ciągnionego umieszczającego kabel bezpośrednio w ziemi oraz zakotwiczonej w ziemi wciągarki, połączonej z pługiem za pomocą liny. Pług powinien być wyposażony w niezależny napęd oraz zawieszenie. Metoda płużenia z zastosowaniem pługa ciągnionego sprawdza się w przypadku układania kabli na terenach leśnych i rolniczych, a także w trudnym terenie oraz w miejscach gdzie istnieje potrzeba układania kabli na większych głębokościach.



Rys. 1. Przykład pługoukładacza ciągnionego.

b) Metoda płużenia za pomocą pługa wibracyjnego.

Kabel układany jest za pomocą urządzenia wyposażonego w niezależny napęd oraz pług wibracyjny. Metoda płużenia za pomocą pługa wibracyjnego sprawdza się w przypadku układania kabli na terenach leśnych i rolniczych oraz na mniejszych głębokościach, i w miejscach gdzie nie występują utrudnienia terenowe.

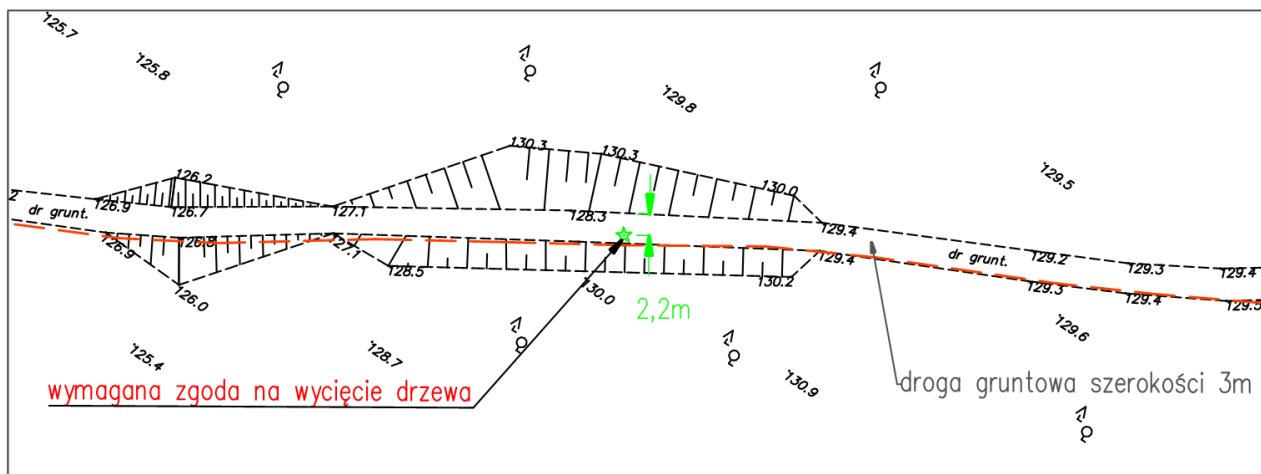


Rys. 2. Przykład pługoukładacza wibracyjnego.

5.2 Trasa linii SN – ogólne wytyczne i odległości.

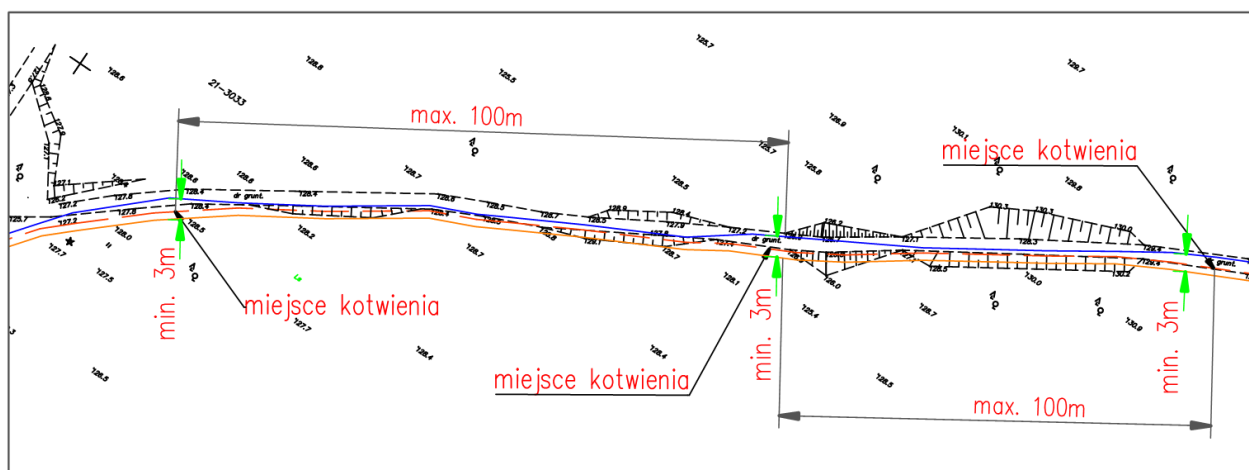
1. Mechaniczne układanie kabli SN w gruncie metodą płużenia możliwe jest do zastosowania na terenach o niskiej intensywności występowania infrastruktury podziemnej, takich jak tereny leśne i rolne oraz wzdłuż dróg komunikacyjnych i torów kolejowych:
 - a) w lasach zaleca się wykorzystanie terenu pod istniejącą linią napowietrzną SN, przecinki, nieutwardzone drogi leśne, wzdłuż linii podziału powierzchniowego z uwzględnieniem zasad i warunków udostępnienia gruntów leśnych przez Dyrektora Generalnego Lasów Państwowych,
 - b) w terenach rolnych, wzdłuż linii rozgraniczającej kategorii gruntu oraz w obszarze nieutwardzonych dróg dojazdowych do pól. Należy unikać obszarów uzbrojonych w gęstą sieć drenaży i sączków odwadniających.
2. Długość linii nadająca się do wykonania metodą płużenia w ramach jednego projektu powinna wynosić:
 - a) min. 1000 m dla linii jednorodowych,
 - b) min. 800 m dla linii dwu-, trzy- lub czterotorowej,
 - c) długość jednego odcinka do mechanicznego układania kabli SN powinna wynosić min. 500 m (np. dwa odcinki po 500 m w ramach jednego projektu).

Odcinki linii kablowej o długości mniejszej niż powyżej mogą zostać zakwalifikowane do wykonania metodą płużenia po uzgodnieniu koncepcji przebiegu linii kablowej SN z Biurem Usług Wykonawczych przed naradą koordynacyjną Zespołu Uzgodnień Dokumentacji Projektowej (ZUDP).
3. Wraz z jedno- lub dwutorową linią kablową SN należy projektować maksymalnie jedną rurę kanalizacji światłowodowej (jeżeli dotyczy).
- Dla linii trzy- i czterotorowych dopuszcza się projektowanie maksymalnie dwóch rur kanalizacji światłowodowej (jeżeli dotyczy).
4. Ze względu na szerokość zajmowaną przez zestaw maszyn do płużenia, niezbędny pas dostępu do terenu przy budowie linii kablowych SN nie może być mniejszy niż 3 m. Dopuszcza się zmniejszenie szerokości pasa dostępu na krótkich odcinkach z uwagi na ukształtowanie terenu lub jego zagospodarowanie po uzgodnieniu koncepcji przebiegu linii kablowej SN z Biurem Usług Wykonawczych przed naradą koordynacyjną Zespołu Uzgodnień Dokumentacji Projektowej (ZUDP).
5. W przypadku braku drogi przejazdu po zaprojektowanej trasie o szerokości 3 m należy uzyskać niezbędne zgody na wykonanie wycinki.



Rys. 3. Przykład uwarunkowań terenowych wymagających dodatkowej zgody.

6. Należy ograniczać ilość załomów linii do niezbędnego minimum.
7. Na załomach linii SN należy projektować trasę z minimalnym promieniem wynoszącym 4 m.
8. Dla maszyn płużących z pługiem ciągnionym należy uwzględnić miejsca do zagłębienia płyty kotwiącej o szerokości 3 m w odstępach nie większych niż 100 m.



Rys. 4. Przykład miejsc kotwienia wciągarki.

5.2.1 Minimalna odległość projektowanej linii kablowej ze względu na gabaryty maszyny.

Minimalna odległość projektowanej linii kablowej ze względu na gabaryty maszyny do mechanicznego układania kabli od obiektów zagospodarowania terenu powinna wynosić 1,0 m.

Należy zachować minimalne odległości od:

- a) utwardzonej krawędzi drogi (asfaltowej, betonowej itp.) w tym utwardzonego pobocza – min. 1,0 m,
- b) drzew – min. 1,3 m, (należy unikać zbliżeń do drzew w pasie drogowym),
- c) granicy działki – min. 1,0 m,
- d) punktu osnowy geodezyjnej – min. 1,0 m,
- e) słupa linii napowietrznej SN lub nN – min. 1,5 m,
- f) słupa linii napowietrznej WN – po indywidualnym uzgodnieniu,
- g) słupa oświetlenia ulicznego – min. 1,5 m,

- h) słupa linii telekomunikacyjnej – min. 1,5 m,
- i) ogrodzenia – min. 1,25 m,
- j) budynku – min. 1,5 m,
- k) innych obiektów małej architektury (pomniki, wiaty, fontanny itp.) – min. 2,0 m,
- l) utwardzonej nawierzchni zjazdu (np. z kostki betonowej) – min. 1,2 m,
- m) przepustu rowów odwadniających – min. 1,0 m,
- n) krawędzi zbiorników wodnych – min. 1,5 m,
- o) w miejscach zbliżeń do uziemienia słupów linii napowietrznej odległość ustalić w zależności od typu uziemienia lub przewidzieć wykonanie prac w wykopie otwartym.

5.2.2 Minimalne odległości projektowanej linii kablowej SN do istniejącej infrastruktury podziemnej.

Minimalne odległości projektowanej linii kablowej SN do istniejącej infrastruktury podziemnej przebiegającej wzdłuż trasy ze względu na gabaryty maszyny do mechanicznego układania kabli na odcinku dłuższym niż 12 m powinny wynosić:

- a) sieć telekomunikacyjna – min. 1,25 m,
- b) sieć wodociągowa – min. 0,75 m,
- c) sieć gazowa – min. 1,25 m,
- d) sieć kanalizacyjna – min. 1,0 m,
- e) sieć energetyczna – min. 1,25 m,
- f) sieć ciepłownicza – min. 1,25 m,
- g) sieć melioracyjna (zbieracze, dreny, sączki) – min. 1,25 m.

UWAGA: Minimalne odległości nie mogą być mniejsze od wymagań rozporządzeń, norm oraz wytycznych właścicieli infrastruktury.

6 BUDOWA LINII KABLOWYCH SN METODĄ MASZYNOWEGO UKŁADANIA KABLI

1. Podstawowe wymagania dotyczące linii kablowych SN zawarte są w WBSE Tom 4 Linie kablowe SN.
2. W przypadku układania kabli metodą maszynową w gruncie piaskowym, żwirowym lub piaskowo – gliniastym dopuszcza się układanie kabli o powłokach MDPE i HDPE bez konieczności stosowania podsypki kablowej. W przypadku gdy grunt ma strukturę kamienistą i skalistą należy stosować podsypkę/nasypkę piaskową.
3. W przypadku braku możliwości rozwijania kabli bezpośrednio z bębnow kablowych, dopuszcza się wcześniejsze ułożenie kabli równoległe do projektowanej trasy kabla. Rozwijanie kabli wzdłuż trasy płużenia należy wykonać w sposób zabezpieczający kable przed uszkodzeniem np. poprzez zastosowanie rolek prowadzących.
4. Wymagania dla kabli SN przeznaczonych do mechanicznego układania.

Podstawowe wymagania dla kabli SN zawarte są w Standardach kabli i osprzętu kablowego SN w PGE Dystrybucja S.A..

Przy budowie linii kablowych SN wykonywanych metodą maszynowego układania kabli bez podsypki, należy stosować kable elektroenergetyczne o budowie odpornej na wgniecenia i naciski, wykonane jako:

- a) jednożyłowe, z żyłą roboczą z aluminium, o izolacji z polietylenu sieciowanego, żyłą powrotną w postaci oplotu z miedzi oraz ze wzmocnioną lub dwuwarstwową powłoką zewnętrzną (HDPE, MDPE),
- b) trzyżyłowe, z żyłą roboczą z aluminium, o izolacji z polietylenu sieciowanego, żyłą powrotną miedzianą oraz ze wzmocnioną lub dwuwarstwową powłoką zewnętrzną (HDPE, MDPE).

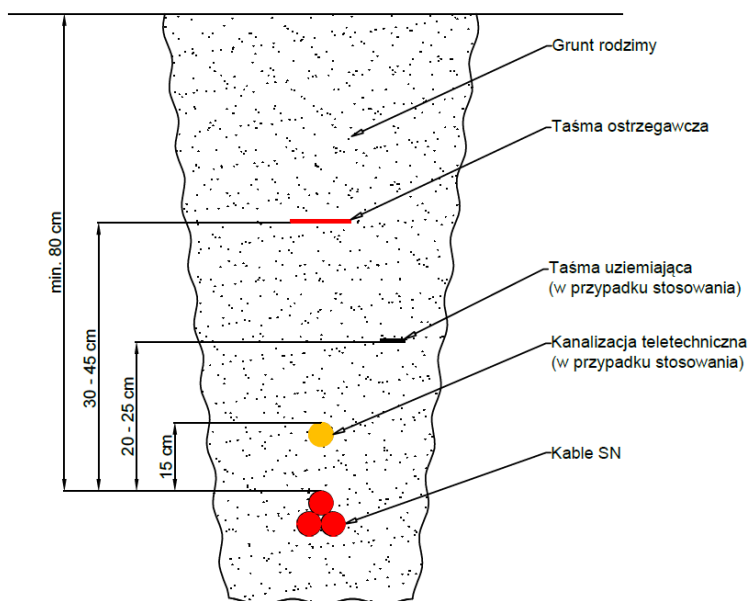
6.1 Ogólne wymagania dotyczące budowy linii kablowych metodą maszynowego układania kabli.

1. Trasa linii kablowej ułożonej w ziemi powinna być na całej długości i szerokości oznaczona taśmą ostrzegawczą, koloru czerwonego o nominalnej grubości minimum 0,5 mm oraz szerokości minimalnej 10 cm.
2. W przypadku układania taśmy uziemiającej łącznie z kablami, przy zastosowaniu metody maszynowego układania kabli, dopuszcza się układanie taśmy uziemiającej w odległości 20-25 cm nad górną powierzchnią kabli.
3. Pozostawione w ziemi końce kabla SN, ułożonego metodą maszynową, zabezpieczyć kapturkami termokurczliwymi.

4. Wymagania w zakresie układania i oznaczenia linii kablowych SN.

Identyfikowanie linii kablowych SN wykonywać za pomocą oznaczników mocowanych na kablu opaskami samozaciskowymi lub w postaci opasek obejmujących kabel.

- W przypadku gdy ze względów technicznych nie jest możliwe umieszczanie na kablu oznaczników kablowych na trasie kabla dopuszcza się zastosowanie słupków kablowych lub znaczników elektromagnetycznych (w zależności od rozwiązań zastosowanych w dokumentacji projektowej).
- W przypadku zastosowania słupków kablowych i znaczników elektromagnetycznych wymaga się aby były one umieszczone w miejscu skrzyżowań, zbliżeń oraz zmiany kierunku trasy kabla.



Rys. 5. Przykład ułożenia kabla - metoda maszynowego układania kabli.

6.2 Przepusty i osłony.

- Do ochrony mechanicznej kabli SN w ziemi układanych metodą mechaniczną, na skrzyżowaniach z innym uzbrojeniem terenu lub nieutwardzonymi drogami należy stosować rury osłonowe dwudzielne jedno- lub dwuwarstwowe w kolorze czerwonym wykonane z twardego polietylenu (HDPE). Końce rury osłonowej powinny być uszczelnione przed zamulaniem za pomocą systemu dedykowanego przez producenta.
- Układanie kabli metodą mechaniczną wzdłuż drogi nieutwardzonej (np. drogi gruntowej) również pod częścią przeznaczoną do ruchu kołowego, nie wymaga stosowania rur ochronnych w przypadku ułożenia linii kablowej na głębokości minimum 1,2 m.

6.3 Odbiór linii kablowej.

- Wymagana dokumentacja techniczna niezbędna do odbioru linii kablowych zwarta jest w Procedurze przeprowadzania odbiorów obiektów budowlanych związanych z dystrybucją energii elektrycznej w PGE Dystrybucja S.A..

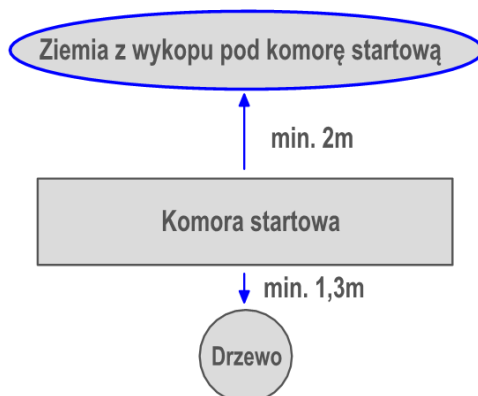
6.4 Próby i badania odbiorcze linii kablowych SN.

- Wymagane pomiary:
 - sprawdzenie ciągłości żył roboczych i powrotnych,
 - pomiar rezystancji żył roboczych i powrotnych,
 - pomiar rezystancji izolacji żył roboczych kabla,
 - próba napięciowa izolacji żyły roboczej metodą VLF 0.1 Hz,
 - badania diagnostyczne, w tym pomiar poziomu wyładowań niezupełnych,
 - badanie szczelności powłoki.

2. W przypadku odcinków linii kablowej SN ułożonej metodą maszynową, które nie stanowią całości linii nadającej się do załączenia pod napięcie, próby, pomiary i badania linii kablowej należy wykonać po wybudowaniu pozostałej części linii i połączeniu z ułożonym odcinkiem metodą maszynową.

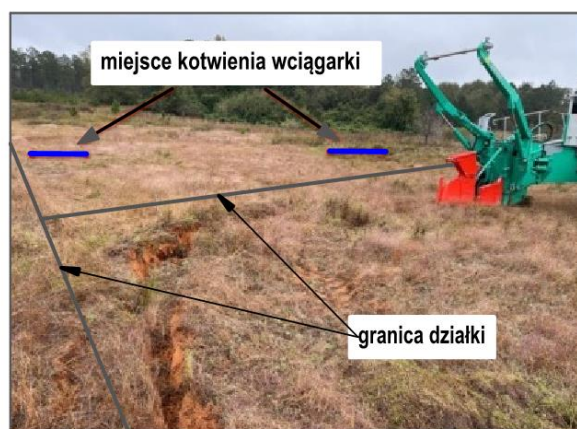
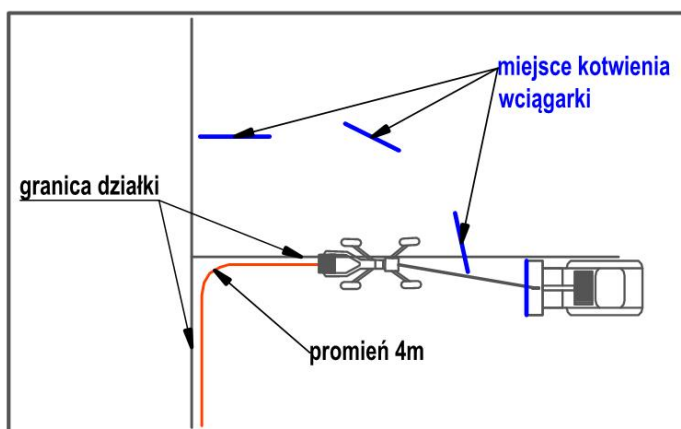
6.5 Warunki terenowe – prowadzenie prac.

1. Na początku odcinka linii kablowej SN zaprojektowanej do ułożenia metodą maszynową przewidzieć miejsce na wykonie komory startowej, która powinna mieć długość odpowiadającą kompletnej jednostce układającej. Wydobyta z wykopu ziemia powinna być złożona min. 2 m od komory startowej. Jeśli obok komory znajduje się przeszkoda, np. drzewo, to ze względów bezpieczeństwa komora musi być oddalona od przeszkody o co najmniej 1,3 m.



Rys. 6. Schemat lokalizacji komory startowej.

2. W przypadku kolizji trasy kabla SN z infrastrukturą podziemną lub w przypadku zbliżenia na odległość mniejszą niż wskazaną w punkcie 5.2.2 należy wykonać wykop kontrolny w celu uniknięcia uszkodzenia infrastruktury podziemnej.
3. Układanie kabli metodą maszynową w obszarze utwardzonym płytami betonowymi, chodnikowymi, kostką brukową itp. wymaga demontażu nawierzchni o szerokości ok. 0,6 m lub wykonania prac metodą przewiertu.
4. Wykonywanie prac przez zespół maszyn ciągnionych na zakrętach linii wymaga miejsca na minimum trzykrotne przestawianie wciągarki z płytą kotwiącą. Kąt pomiędzy wciągarką a pługiem podczas pracy nie może być większy niż 20 stopni. W razie potrzeby wciągarkę należy przestawić i ponownie zakotwiczyć aż do uzyskania oczekiwanego efektu.



Rys. 7. Przykład lokalizacji miejsc kotwienia wciągarki przy pracy na zakrętach.