TECHNOLOGIA ROBÓT KOLEJOWYCH

1. Budowa linii kolejowej

dr inż. Jarosław Zwolski

Literatura

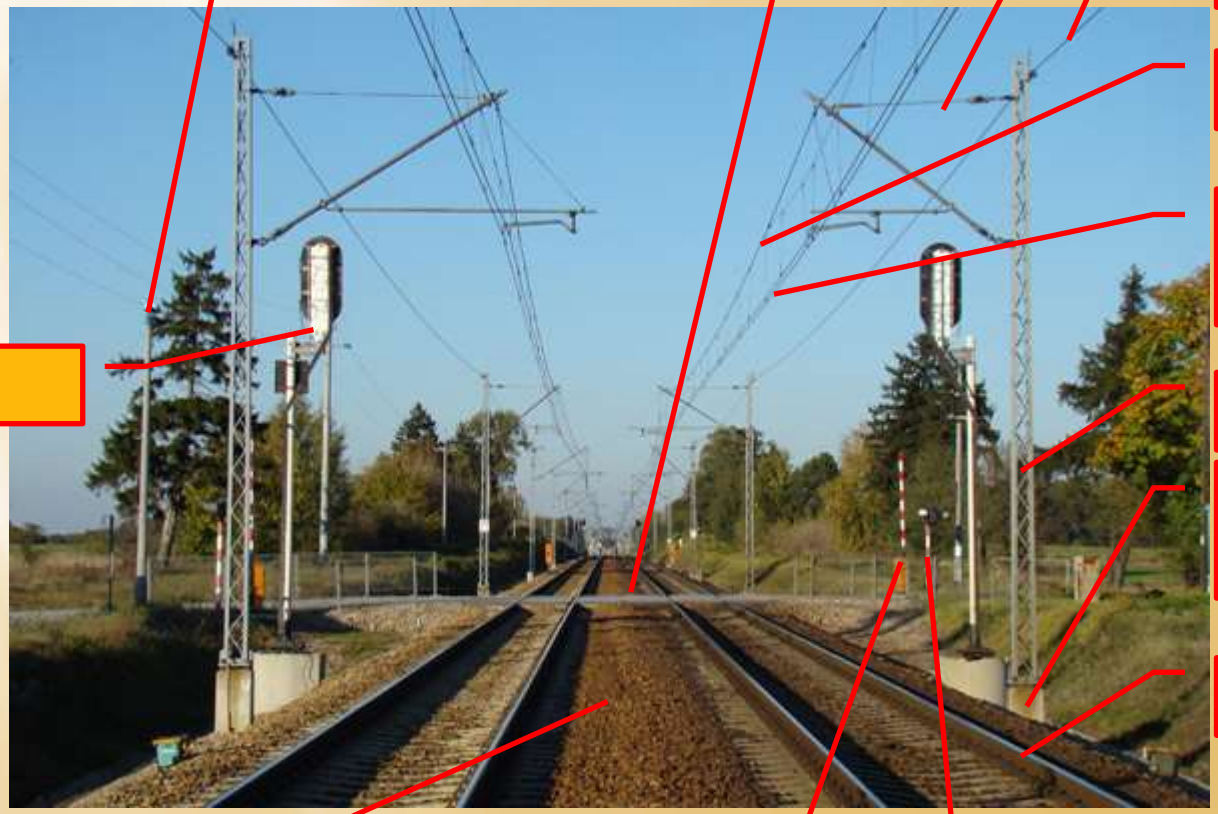
1. Dz. U. nr 151.: Rozporządzenie Ministra Transportu i Gospodarki Morskiej w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budowle kolejowe i ich usytuowanie
2. Rozporządzenie MIiR z dn. 5.06.2014 zmieniające rozporządzenie nr 151.
2. Dz. U. nr 33.: Rozporządzenie Ministra Transportu i Gospodarki Morskiej z dnia 26 lutego 1996 r. w sprawie warunków technicznych jakim powinny odpowiadać skrzyżowania linii kolejowych z drogami publicznymi i ich usytuowanie (ze zmianami: Dziennik Ustaw Rzeczpospolitej Polskiej Nr 100 z 9.11.2000, pozycja 1082.
3. Bodganiuk B., Towpik K.: Budowa, modernizacja i naprawy dróg kolejowych. Warszawa 2010.
4. Id-1 (D-1) Warunki techniczne utrzymania nawierzchni na liniach kolejowych - PKP Polskie Linie Kolejowe S.A., Warszawa 2010.
5. Id-3 (D-4) Warunki techniczne utrzymania podtorza kolejowego - PKP Polskie Linie Kolejowe S.A., Warszawa 2009.
6. http:// www.zits.pwr.wroc.pl/zwolski/
7. http:// www.zits.pwr.wroc.pl/makuch/
8. http://www.transportszynowy.pl

Elementy składowe linii kolejowej

Linia kolejowa składa się z następujących elementów:

- Układy torowe szlaków i stacji wraz z odwodnieniem
- Sieć trakcyjna z uszynieniem stalowych elementów infrastruktury
- Zasilanie elektoenergetyczne trakcji i sieć powrotna
- Obiekty inżynierskie (mosty, wiadukty, przepusty, przejazdy kolejowe, tunele, przejścia pod torami, kładki dla pieszych, ściany oporowe)
- Sieci elektryczne potrzeb nietrakcyjnych oraz niskiego napięcia z oświetleniem i ogrzewaniem rozjazdów
- Instalacje sanitarne zapewniające odbiór wody z obiektów
- Sieci teletechniczne światłowodowe, systemy informacyjne na stacjach, LCS
- Układy sterowania ruchem kolejowym (rogatki na przejazdach, sygnalizatory, sterowanie rozjazdami)
- Obiekty budowlane (perony, rampy, budynki stacyjne i towarzyszące)
- Drogi towarzyszące (serwisowe, dojazdowe do ładowni)

Elementy linii kolejowej



Wysięgnik

Linka uszynienia grupowego

Lina nośna

Drut jezdny podwójny

Słup trakcyjny

Fundament słupa

Tor kolejowy

Sygnalizator przejazdowy

Rogatka przejazdu

Międzytorze

Semafor

Linia potrzeb nietrakcyjnych

Nawierzchnia przejazdu

Zasilanie sieci trakcyjnej

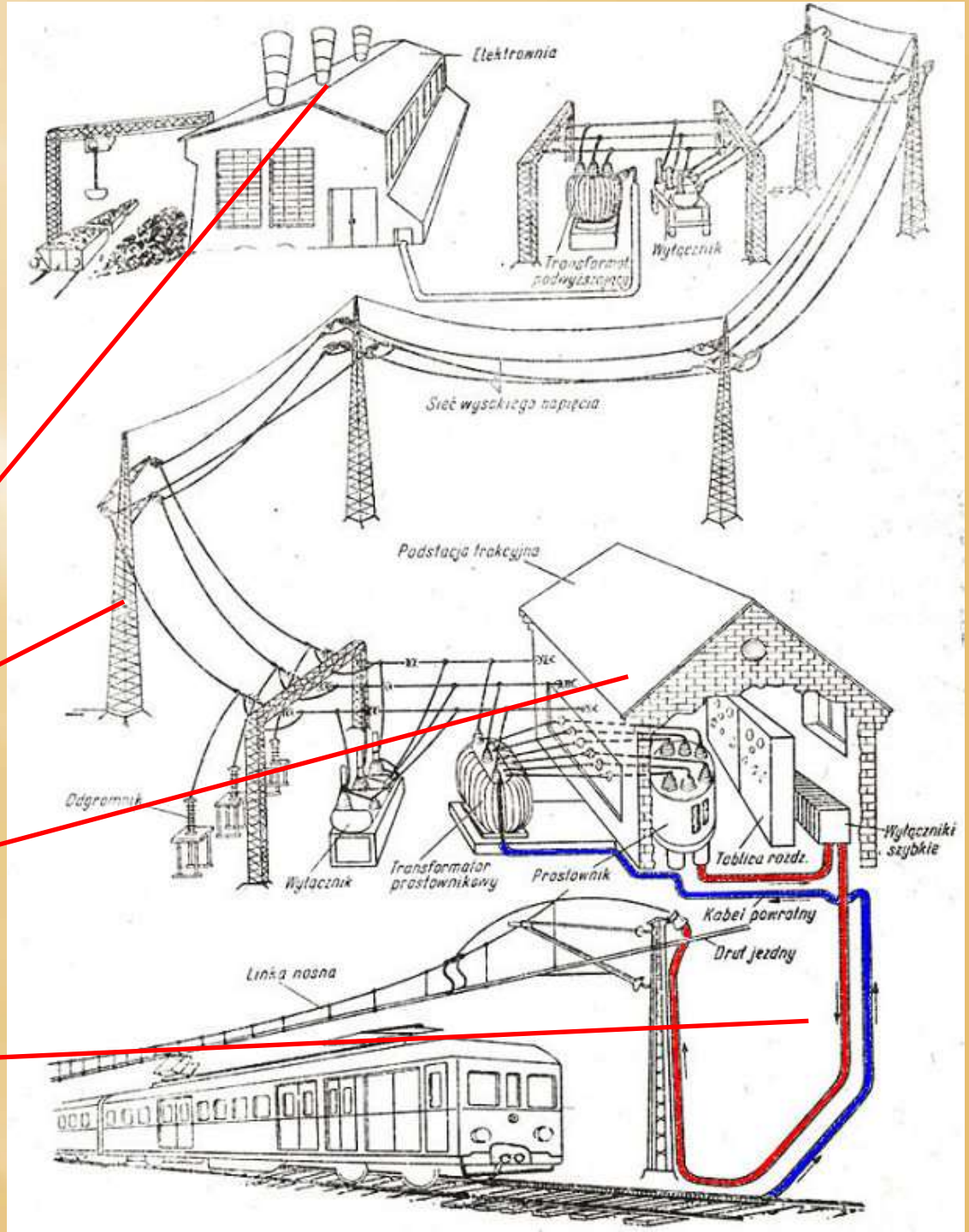
(jednostopniowe)

Zakład energetyczny

Sieć dystrybucyjna

Podstacja trakcyjna (co 15-28 km)

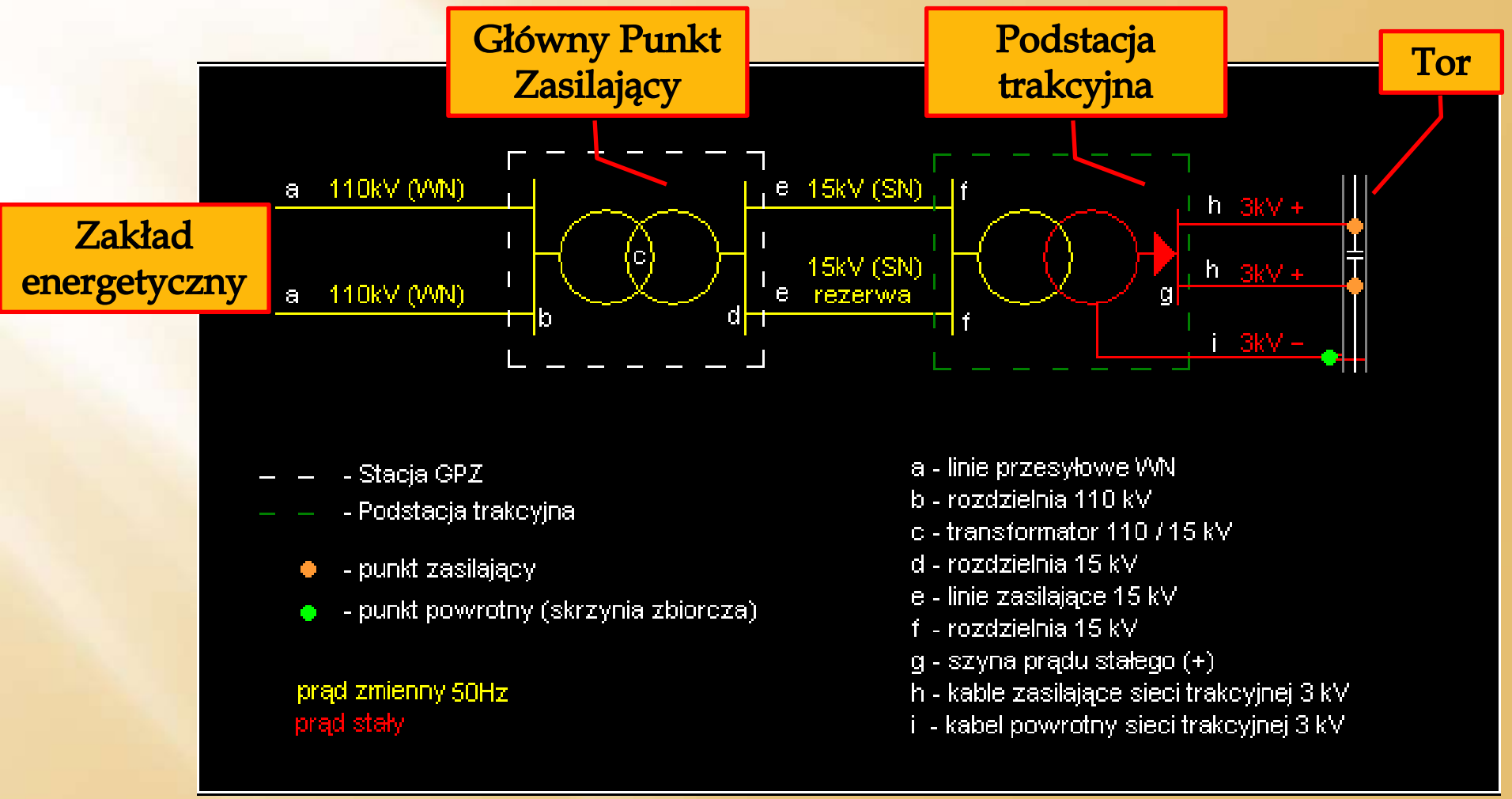
Kable zasilaczy i sieć powrotna



źródło: www.trakcja.rail.pl

Zasilanie sieci trakcyjnej

(dwustopniowe)



Zasilanie sieci trakcyjnej

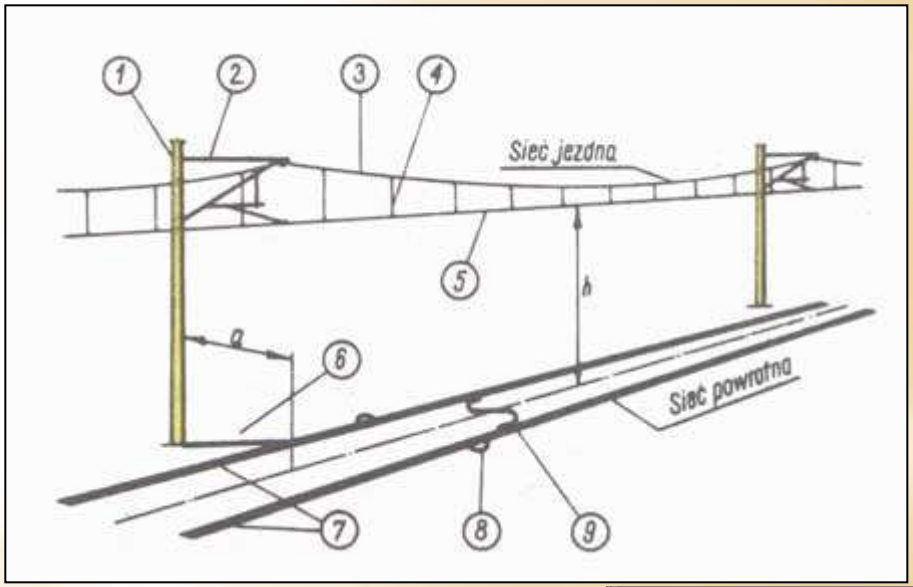


GPZ

Podstacja trakcyjna

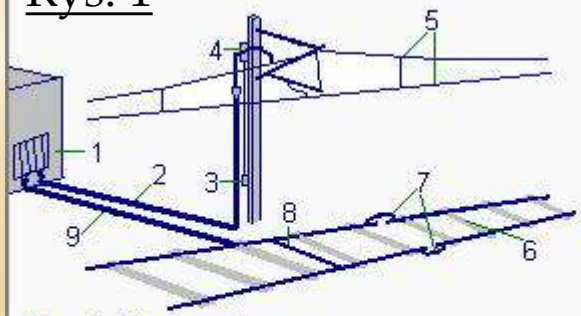


Elementy sieci trakcyjnej



Rys. 2. Sieć trakcyjna: 1 — konstrukcja wsporcza, 2 — wysięgnik, 3 — linia nośna, 4 — wieszak, 5 — przewód jezdny, 6 — uszynienie, 7 — szyny, 8 — łącznik szynowy, 9 — łącznik międzytokowy

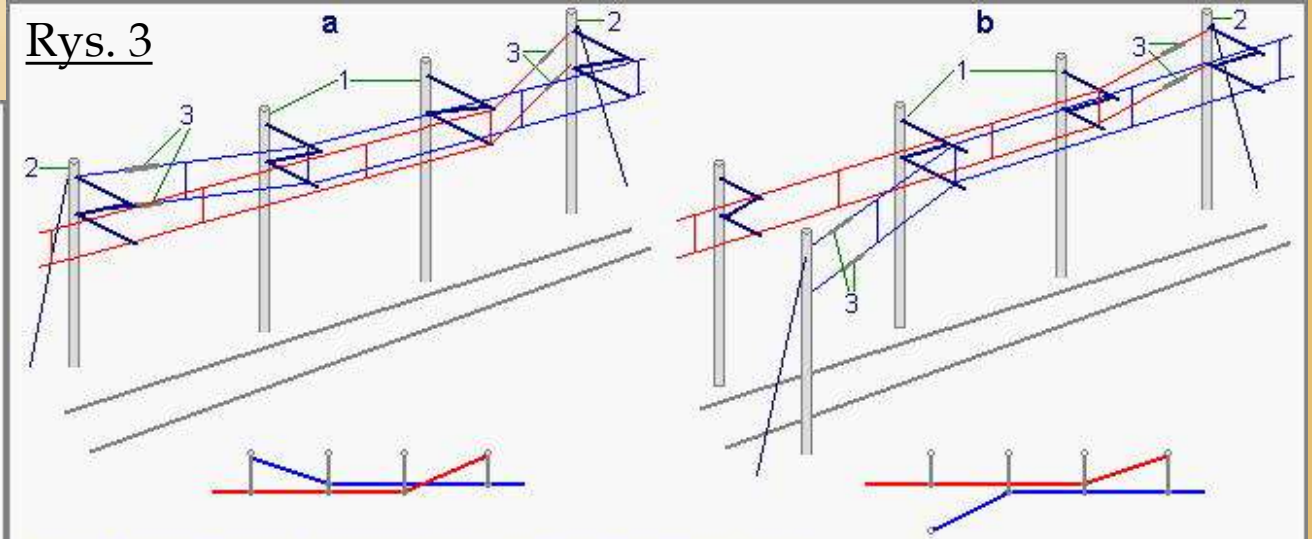
Rys. 1



Obwód trakcyjny

1 - podstacja trakcyjna, 2 - kabel zasilający,
3 - mechanizm odłącznika, 4 - odłącznik kabla,
5 - sieć jezdna, 6 - sieć powrotna,
7 - łącznik podłużny, 8 - łącznik poprzeczny
9 - kabel powrotny

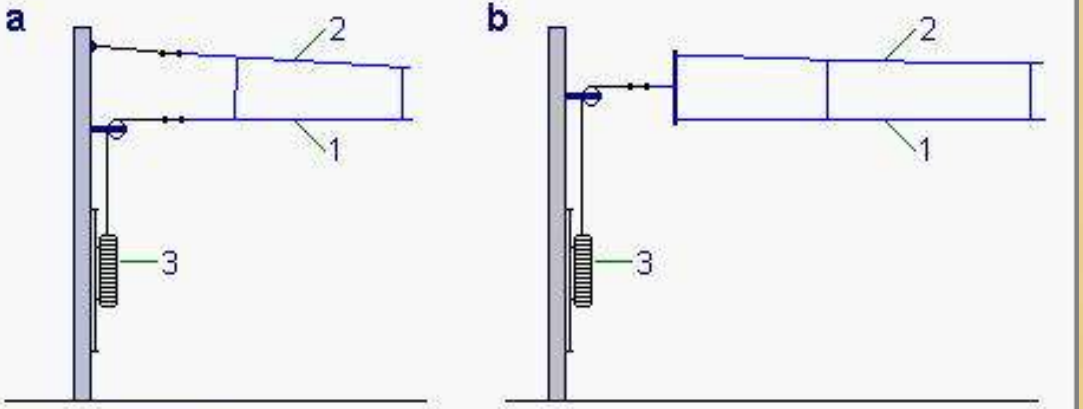
Rys. 3



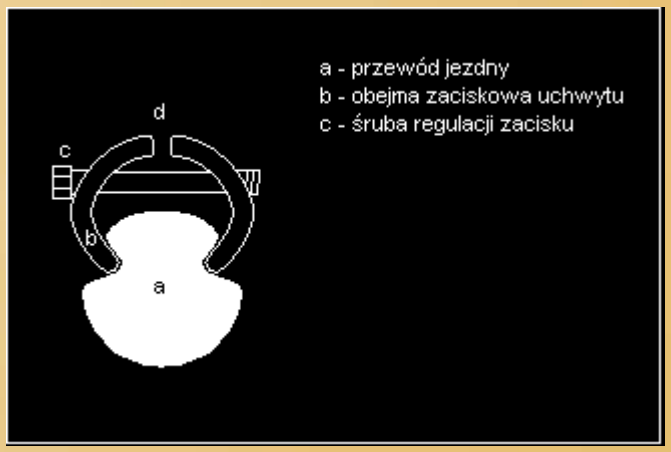
Sposoby kotwienia przewodów w prześle naprężenia

a - normalne, b - bez skrzyżowania przewodów
1 - słup krzyżowy, 2 - słup kotwowy, 3 - izolator kotwowy

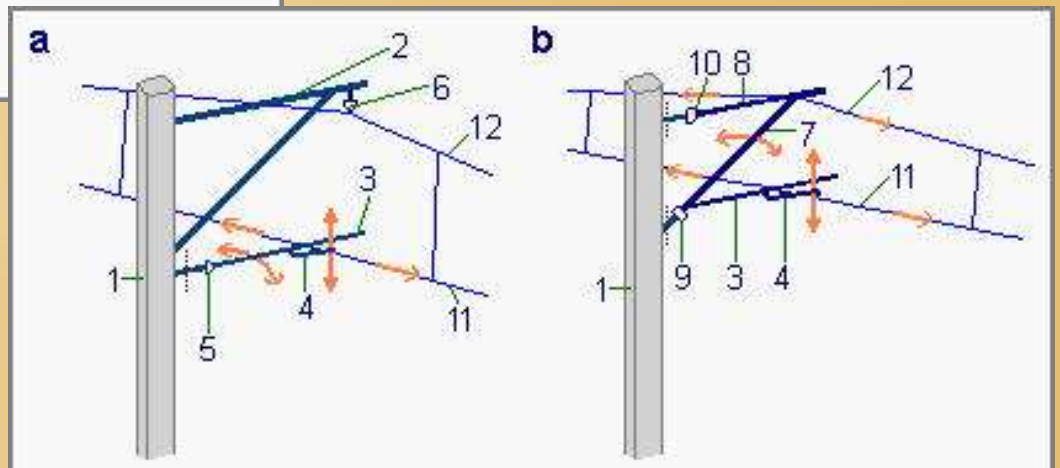
Elementy sieci trakcyjnej



Kompensacja
a - sieć półskompensowana, b - sieć skompensowana
1 - przewód jezdny, 2 - lina nośna, 3 - ciężary naprężające



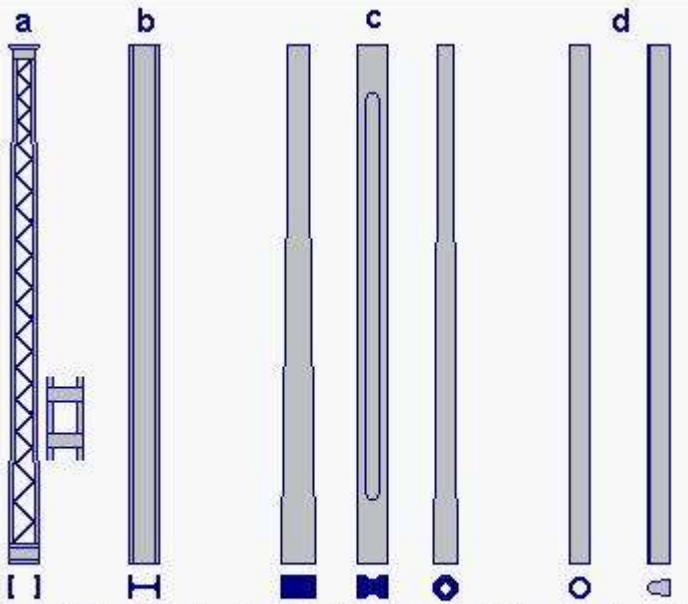




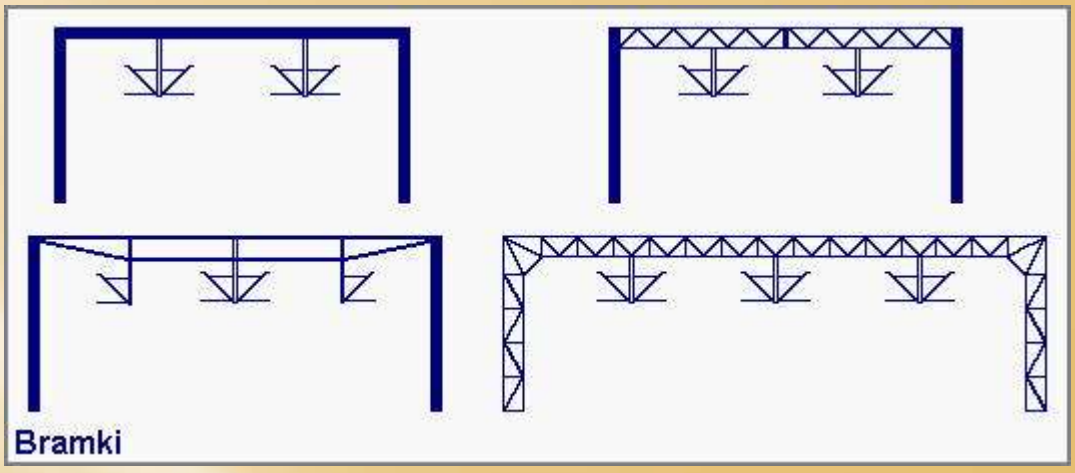
Konstrukcja zawieszenia sieci
a - sieci półskompensowanej, b - sieci skompensowanej
1 - konstrukcja wsporcza, 2 - wysięg stały, 3 - wysięg pomocniczy,
4 - ramię odciągowe, 5 - izolator wysięgu pomocniczego,
6 - izolator podwieszeniowy liny nośnej, 7 - ukośnik, 8 - odciąg,
9 - izolator ukośnika, 10 - izolator odciągu, 11 - przewód jezdny,
12 - lina nośna

źródło: www.transportszynowy.pl

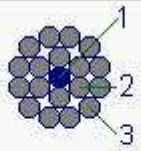
Elementy sieci trakcyjnej



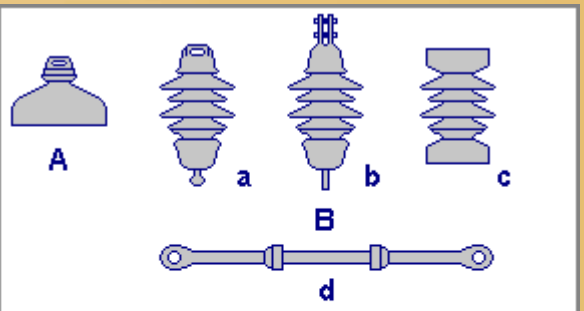
Konstrukcje słupów trakcyjnych i ich przekroje
a - stalowy ceownikowy (z wężownicą i nakładkami), b - stalowy dwuteownikowy, c - betonowy (z betonu zbrojonego i rurowy), d - stalowy rurowy



Bramki



Przekrój liny nośnej
1 - rdzeń, 2 - splot wewnętrzny, 3 - splot zewnętrzny



Izolatory
A - podwieszeniowe stosowane w miejscach o większym zanieczyszczeniu,
B - z tworzyw sztucznych:
a - podwieszeniowy, b - ukośnika, c - wsporczy, d - kotwowy



źródło: http://www.trakcja.one.pl

Elementy sieci trakcyjnej



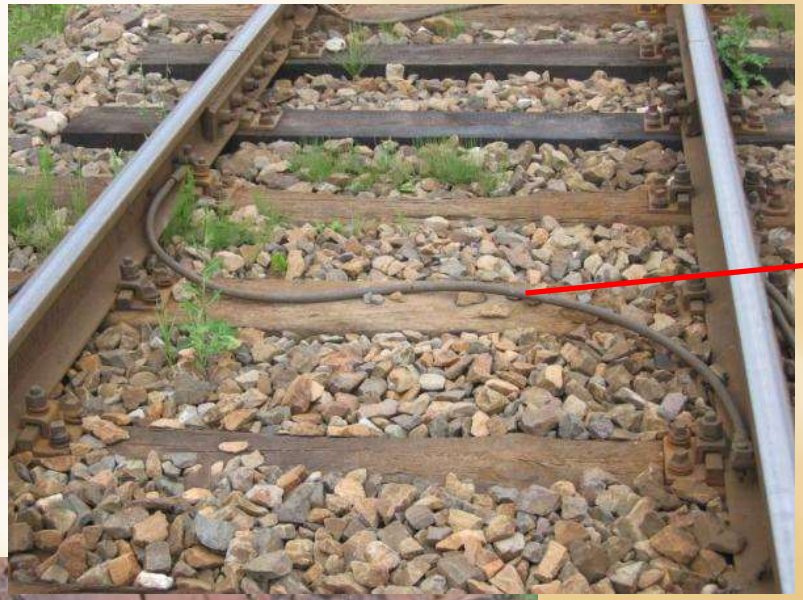






źródło:
http://www.trakcja.one.pl

Łączniki szynowe, międzytokowe i międzytorowe



Łącznik międzytokowy

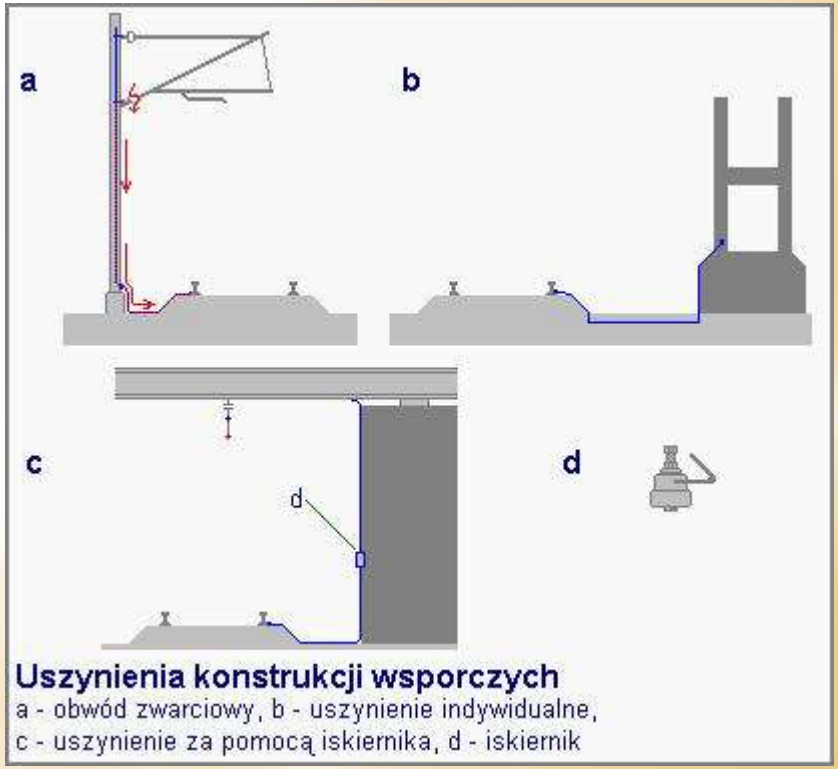
Łącznik międzytorowy



Łącznik szynowy podłużny



Uszynienie



Uszynienia konstrukcji wsporczych
a - obwód zwarciowy, b - uszynienie indywidualne,
c - uszynienie za pomocą iskiernika, d - iskiernik



Linka uszynienia grupowego

Elementy sterowania ruchem

Nowoczesny system: lokalne centra sterowania ruchem kolejowym (LCS)

LCS jest projektowane dla co najmniej 3 posterunków ruchu i ma możliwość integracji wielu urządzeń i podsystemów sterowania ruchem kolejowym.
W jednym miejscu zarządza się współpracą elementów:

- komputerowe systemy stacyjne np. Ebilock,
- system kontroli zajętości torów i rozjazdów (Stacyjne Obwody Torowe (SOT), liczniki osi),
- systemy liniowe - Samoczynna Blokada Liniowa (SBL),
- systemy przejazdowe (Samoczynna Sygnalizacja Przejazdowa - SSP i SPR, telewizja przemysłowa TVU),
- systemy teletransmisji, łączności przewodowej i radiołączności,
- systemy rozgłoszeniowe (megafonowe),
- systemy wizualnej informacji dla podróżnych (tablice paletowe),
- systemy kontroli antywłamaniowej i przeciwpożarowej obiektów,
- systemy oświetlenia peronów, TV, itp.
- sterowanie odłącznikami sieci trakcyjnej
- sterowanie systemem ogrzewania rozjazdów

Elementy sterowania ruchem

















Technologia robót w kolejnictwie

- **Budowa nowych linii kolejowych**
- Modernizacja linii kolejowych
- Diagnostyka i naprawy bieżące toru kolejowego
- Naprawy główne toru kolejowego
- Utrzymanie linii kolejowych









Budowa nowych linii kolejowych

Projektowanie – wykonanie projektu budowlanego i wykonawczego spełniającego założone warunki użytkowania i zgodnego z obowiązującymi przepisami (bez „taryfy ulgowej”) i wymaganiami właściciela.

Budowa – realizacji nowego elementu infrastruktury na podstawie wykonanego projektu. W wykonawstwie brane są pod uwagę obowiązujące przepisy oraz aktualne wymagania techniczne i funkcjonalne właściciela.

Głównymi celami planowanej inwestycji kolejowej zwykle są:
- zwiększenie komfortu i skrócenie czasu podróży,
- zwiększenie konkurencyjności kolei (prędkość i punktualność),
- zwiększenie bezpieczeństwa przewozu podróżnych i ładunków,
- zmniejszenie negatywnego wpływu prowadzonego ruchu kolejowego na środowisko naturalne,
- eliminacja barier architektonicznych dla osób o ograniczonej zdolności poruszania się,
- dostosowanie przestarzałych elementów infrastruktury do obowiązujących przepisów, standardów technicznych oraz nowoczesnych technologii.

Etapy procesu budowlanego

1. Prace studialne:
- opracowanie koncepcji programowo-przestrzennej,
- analizy środowiskowe, hydrologiczne, geotechniczne,
- studium wykonalności,
- wybór najkorzystniejszego rozwiązania technicznego i ekonomicznego,
- pozyskanie decyzji środowiskowych, wodnoprawnych i lokalizacyjnych.

2. Projekt techniczny budowlany i wykonawczy
- budowlany w celu uzyskania pozwolenia na budowę,
- wykonawczy w celu dostarczenia wszystkich informacji do budowy.

3. Przyjęcie technologii robót
- opracowanie organizacji robót i wybór niezbędnych maszyn,
- opracowanie harmonogramu robót z uwzględnieniem logicznego następstwa poszczególnych branż,
- przyjęcie schematu fazowania robót i zamknięć torowych.

4. Realizacja robót na budowie - prawidłowość realizacji robót zgodnie z projektem jest zapewniana przez nadzór inwestora oraz nadzór autorski pełniony przez projektanta.

5. Odbiory robót i przekazanie obiektów do eksploatacji

Podstawa prawna

1. Prawo Budowlane
- Dz.U. 1974 Nr 89 poz. 414 z dnia 7 lipca 1994 r. ze zmianami (2013 r.)
- Decyzja o pozwoleniu na budowę (PnB).

2. Ustawa o transporcie kolejowym
- Dz.U. 2003 Nr 86 poz. 789 z dnia 28 marca 2003 r. ze zmianami (2013 r.)
- Decyzja o ustaleniu lokalizacji linii kolejowej (ULLK).

3. Ustawa o planowaniu i zagospodarowaniu przestrzennym
- Dz.U. 2003 Nr 80 poz. 717 z dnia 27 marca 2003 r. ze zmianami (2012 r.)
- Decyzja o ustaleniu lokalizacji inwestycji celu publicznego (ULICP).

4. Prawo geodezyjne i kartograficzne
- Dz.U. 1989 Nr 30 poz. 163 z dnia 17 maja 1989 r. ze zmianami (2014 r.)
- Decyzja o podziale nieruchomości.

5. Prawo Wodne
- Dz.U. 2001 Nr 115 poz. 1229 z dnia 18 lipca 2001 r. ze zmianami (2014 r.)
- Decyzja o pozwoleniu wodnoprawnym.

6. Ustawa o udostępnianiu informacji o środowisku i jego ochronie, udziale społeczeństwa w ochronie środowiska oraz o ocenach oddziaływania na środowisko
- Dz.U. 2008 Nr 199 poz. 1227 z dnia 3 paźdz. 2008 r. ze zmianami (2014 r.)
- Decyzja o środowiskowych uwarunkowaniach.

Kolejność budowy linii kolejowych

1. Roboty przygotowawcze:
   - organizacja składów materiałów, dróg technologicznych i zaplecza budowy,
   - geodezyjne wytyczenie osi trasy i zakresu robót ziemnych,
   - wycinka drzew i roboty wyburzeniowe,
   - rozwiązanie kolizji z sieciami istniejącymi (przebudowy i likwidacje).
2. Roboty ziemne (wykopy, nasypy i ich zabezpieczenie, ew. stabilizacja)
3. Elementy odwodnienia torowiska
4. Obiekty inżynierskie (mosty, wiadukty, przepusty etc.) i budowlane (perony, budynki etc.)
5. Instalacje sanitarne i sieci wod.-kan.
6. Roboty nawierzchniowe w torze
7. Roboty trakcyjne (konstrukcje wsporcze, przewody jezdne i uszynienie)
8. Roboty drogowe (budowa dróg równoległych, przebudowa istniejących)
9. Ekrany akustyczne
10. Sieci elektroenergetyczne, teletechniczne, srk i in.
11. Roboty wykończeniowe (mała architektura etc.)

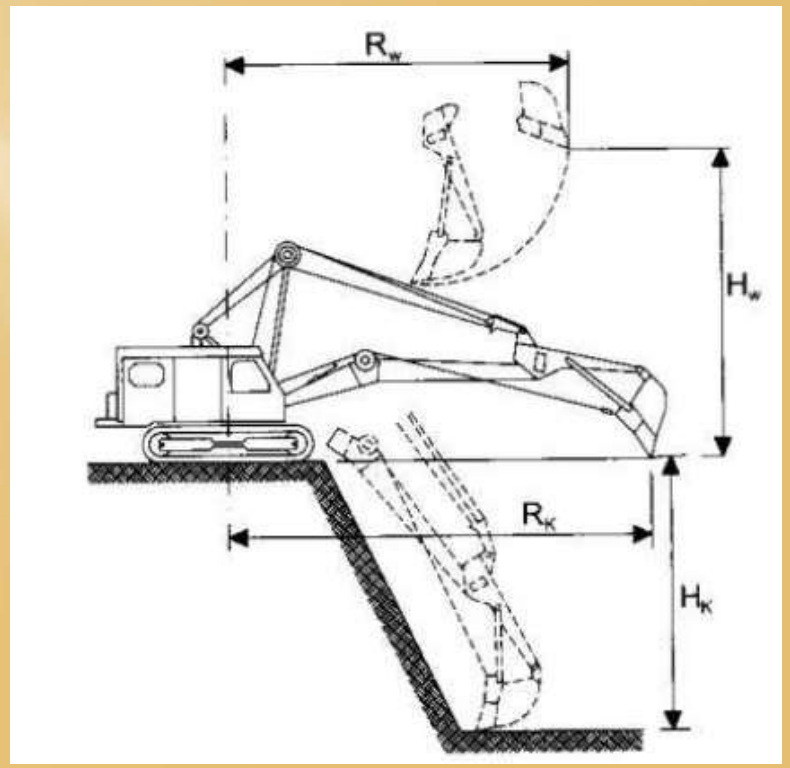
Roboty ziemne

1. Sprzęt niezbędny do prowadzenia robot

- **koparki podsiębierne gąsienicowe (odspajanie i usuwanie urobku),**
- spycharki gąsienicowe (odspajanie i przesuwanie urobku)
- ładowarki i koparko-ładowarki (odspajanie i ładowanie urobku),
- ciężarówki-wywrotki (transport urobku),
- równiarki (równanie górnej powierzchni),
- zgarniarki (zbieranie nadmiaru gruntu),
- walce (zagęszczanie warstw gruntu).

Film 1



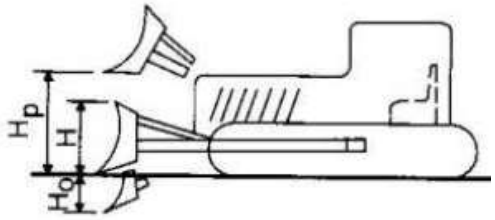


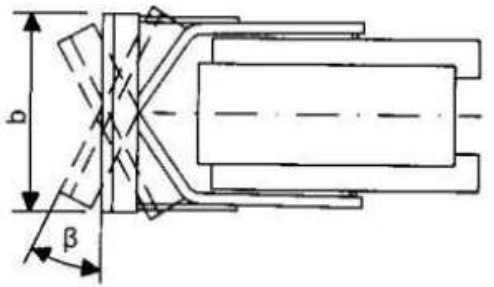
Roboty ziemne

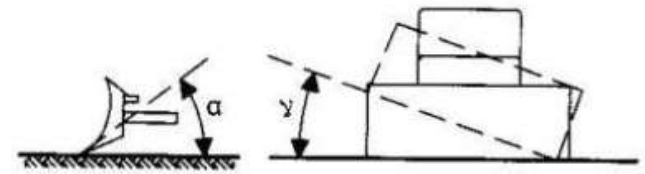
1. Sprzęt niezbędny do prowadzenia robot

- koparki podsiębierne gąsienicowe (odspajanie i usuwanie urobku),
- **spycharki gąsienicowe (odspajanie i przesuwanie urobku)**
- ładowarki i koparko-ładowarki (odspajanie i ładowanie urobku),
- ciężarówki-wywrotki (transport urobku),
- równiarki (równanie górnej powierzchni),
- zgarniarki (zbieranie nadmiaru gruntu),
- walce (zagęszczanie warstw gruntu).

Film 2







Rys. 4.5 Schemat spycharki. Oznaczenia: H – wysokość lemiesza, b – szerokość lemiesza, H_p – wysokość podniesienia lemiesza, H_o – głębokość zanurzenia lemiesza w grunt, α – kąt skrawania noża lemiesza, β – kąt skosu lemiesza, γ – kąt przechylenia lemiesza.



Roboty ziemne

1. Sprzęt niezbędny do prowadzenia robot

- koparki podsiębierne gąsienicowe (odspajanie i usuwanie urobku),
- spycharki gąsienicowe (odspajanie i przesuwanie urobku)
- **ładowarki i koparko-ładowarki (odspajanie i ładowanie urobku),**
- ciężarówki-wywrotki (transport urobku),
- równiarki (równanie górnej powierzchni),
- zgarniarki (zbieranie nadmiaru gruntu),
- walce (zagęszczanie warstw gruntu).





Roboty ziemne

1. Sprzęt niezbędny do prowadzenia robot

- koparki podsiębierne gąsienicowe (odspajanie i usuwanie urobku),
- spycharki gąsienicowe (odspajanie i przesuwanie urobku)
- ładowarki i koparko-ładowarki (odspajanie i ładowanie urobku),
- **ciężarówki-wywrotki (transport urobku),**
- równiarki (równanie górnej powierzchni),
- zgarniarki (zbieranie nadmiaru gruntu),
- walce (zagęszczanie warstw gruntu).



Roboty ziemne

1. Sprzęt niezbędny do prowadzenia robot

- koparki podsiębierne gąsienicowe (odspajanie i usuwanie urobku),
- spycharki gąsienicowe (odspajanie i przesuwanie urobku)
- ładowarki i koparko-ładowarki (odspajanie i ładowanie urobku),
- ciężarówki-wywrotki (transport urobku),
- **równiarki (równanie górnej powierzchni),**
- zgarniarki (zbieranie nadmiaru gruntu),
- walce (zagęszczanie warstw gruntu).

Film 3





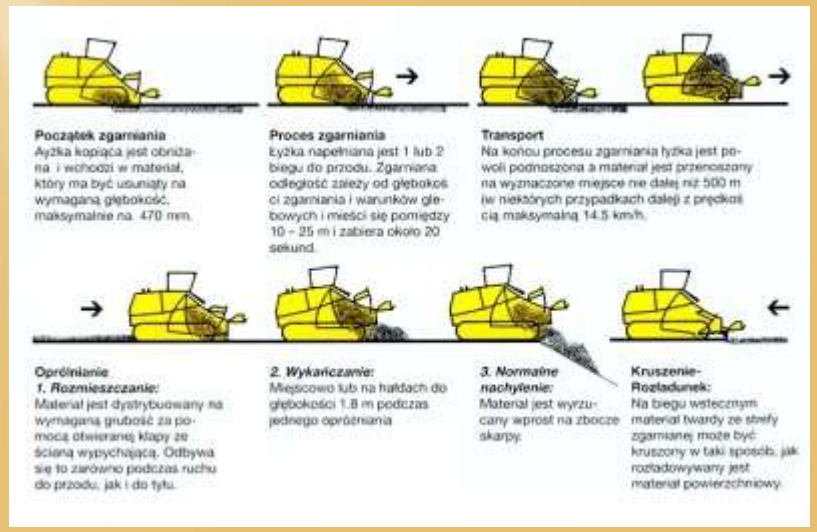
Roboty ziemne

1. Sprzęt niezbędny do prowadzenia robot

- koparki podsiębierne gąsienicowe (odspajanie i usuwanie urobku),
- spycharki gąsienicowe (odspajanie i przesuwanie urobku)
- ładowarki i koparko-ładowarki (odspajanie i ładowanie urobku),
- ciężarówki-wywrotki (transport urobku),
- równiarki (równanie górnej powierzchni),
- **zgarniarki (zbieranie nadmiaru gruntu, plantowanie, usuwanie darni),**
- walce (zagęszczanie warstw gruntu).

Film 4





Roboty ziemne

1. Sprzęt niezbędny do prowadzenia robot

- koparki podsiębierne gąsienicowe (odspajanie i usuwanie urobku),
- spycharki gąsienicowe (odspajanie i przesuwanie urobku)
- ładowarki i koparko-ładowarki (odspajanie i ładowanie urobku),
- ciężarówki-wywrotki (transport urobku),
- równiarki (równanie górnej powierzchni),
- zgarniarki (zbieranie nadmiaru gruntu),
- **walce (zagęszczanie warstw gruntu).**







Zasady wykonywania wykopów

1. Przed przystąpieniem do wykonywania wykopów należy sprawdzić poziom wody gruntowej w miejscu wykonywania robót i uwzględnić ciśnienie spływowe, które może powodować utrudnienie robót i naruszenie równowagi skarp wykopu lub zbocza.

2. Wykopy tymczasowe powinny być wykonywane bezpośrednio przed wykonaniem przewidzianych w nich robót i szybko zlikwidowane przez zasypanie.

3. Źródła wody odsłonięte przy wykonywaniu wykopów należy ująć za pomocą rowów lub drenów i odprowadzić rowami poza teren robót.

4. Wykopy o głębokości powyżej 4,0 m należy wykonywać stopniami (piętrami) z tym, że z każdego stopnia powinien być urządzony wyjazd dla środków transportowych oraz przewidziane odprowadzenie wody uniemożliwiające spływanie jej na stopnie położone niżej. Przy ręcznym odspajaniu gruntu zaleca się wykonywanie stopni o wysokości nie większej niż 1,5 m.

5. Ściany wykopów należy tak kształtować lub obudowywać, aby nie nastąpiło obsunięcie się gruntu; należy przy tym uwzględnić wszystkie oddziaływania i wpływy, które mogłyby naruszać stateczność gruntu. Stateczność ścian lub skarp powinna być zachowana w każdej porze roku.

6. Ściany wykopu nie mogą być podkopywane; powstałe nawisy, jak również odsłonięte przy wydobywaniu gruntu głazy narzutowe, resztki budowli, fragmenty nawierzchni dróg itp., które mogą spaść lub ześlizgnąć się, należy niezwłocznie usunąć.

Zasady wykonywania nasypów

1. Materiał w nasypie należy układać i zagęszczać warstwami. Poszczególne warstwy materiału w nasypie powinny mieć stałą miąższość na całej szerokości, jeśli to możliwe.
2. Warstwy materiału powinny być układane w zasadzie poziomo. Jednak w celu ułatwienia odprowadzenia wód opadowych warstwy z gruntów spoistych o małej przepuszczalności powinny mieć nachylenie górnej powierzchni w kierunku podłużnym do 10%, a w kierunku poprzecznym około 4 do 5%.
3. Miąższość warstw nasypu należy ustalać w zależności od rodzaju materiału, od wymaganego zagęszczenia oraz od rodzaju sprzętu zagęszczającego.
4. Każda wykonana warstwa nasypu musi być poddana procedurze odbioru częściowego.
5. W kształcie nasypu: nachyleniu i liniach skarp oraz szerokości i rzędnych korony, należy uwzględnić poprawki na osiadanie podłoża i korpusu nasypu.
6. Grunty spoiste na skarpach i na koronie nasypu powinny być przykryte warstwą ochronną z gruntów sypkich o grubości nie mniejszej niż 0,5 m.
7. Jeżeli w układanym materiale znajdują się głazy, kamienie albo bryły gruntu, to należy je tak rozmieścić w nasypie, aby nie powodowały powstawania szkodliwych pustek.
8. Nasypy należy zagęszczać od zewnątrz ku środkowi.
9. Materiały, a szczególnie grunty spoiste, należy zagęszczać bezpośrednio po ułożeniu warstwy.
10. Gdy po zagęszczeniu gruntów spoistych otrzymuje się gładką powierzchnię warstwy (np. przy zastosowaniu walców gładkich), należy ją na krótko przed ułożeniem warstwy następnej spulchnić na głębokość około 5 cm i, ewentualnie, zrosić wodą w celu lepszego połączenie warstw.