struowano go przyjmując do obliczeń współczynnik $a = 1{,}2$, a nie jak poprzednio $a = 2{,}0$, co przyczyniło się do pełnego zmniejszenia grubości potrzebnych warstw.

Przy projektowaniu tych warstw zaleca się przyjmować najmniejsze moduły E_{e2}:

— 800 daN/cm² w przypadku niekorzystnych warunków wodno-gruntowych, to jest gdy wody podziemne stale występują na głębokości mniejszej od 1,5 m, mierząc od główki szyny, lub gdy stopień konsystencji gruntów zalegających do tej głębokości

$$I_c = \frac{w_L - w}{w_L - w_P} \leqslant 0{,}75 \tag{5.60}$$

gdzie:

w — wilgotność gruntu [%];
w_I — granica płynności gruntu [%];
w_P — granica plastyczności gruntu [%];

— 720 daN/cm² w przypadku okresowego zawilgacania gruntów przez wody podziemne lub gdy $0{,}75 < I_c < 1{,}0$;

— 640 daN/cm², gdy w gruntach do głębokości 1,5 m podziemne wody nie występują i $I_c \geqslant 1{,}0$.

W zasadzie na stacjach rozrządowych zaleca się budować podłoża jednakowe na całych grupach torowych.

Zmiany konstrukcji w obrębie jednej grupy torów dopuszcza się, jednak zmiany te muszą być dokonywane na długości co najmniej 10 m albo też na międzytorzach.

Do podstawowych materiałów warstw ochronnych układanych na stacjach zalicza się grunty niespoiste, spełniające poprzednio podane wymagania dla materiałów warstw ochronnych, charakteryzujące się ponadto dużą wodoprzepuszczalnością ($k_{10} \geqslant 10^{-4}$ m/s). Najmniejsza grubość warstw powinna wynosić 15 cm.

5.3.3.5. Maszyny i sprzęt do układania pokryć

Możliwości układania wybranego materiału w dużej mierze zależą od dostępności odpowiednich maszyn i sprzętu. Maszyny i sprzęt stosowany w tym celu można z grubsza podzielić na:

— typowy sprzęt drogowy, rolniczy oraz budowlany;

— specjalistyczne maszyny torowe;

— typowe maszyny torowe.

Do pierwszej grupy zalicza się **maszyny i sprzęt do odspajania, załadunku, transportu, mieszania, zagęszczania i wyrównywania gruntów.** Sprzęt ten może być wykorzystywany tylko w niektórych technologiach, dopiero po przygotowaniu dla niego odpowiedniego frontu prac. Wymaga to naj-



5.136
Rozścielanie warstwy zabezpieczającej włókninę po zdjęciu toru (bardziej wskazane użycie szablonu)

częściej usunięcia nawierzchni na całym odcinku przewidzianym do wzmocnienia (rys. 5.136).

Poszczególne koleje, wśród nich także PKP, z reguły dysponują jedynie najbardziej typowymi maszynami z tej grupy, zazwyczaj maszynami do prac ziemnych. Maszyny specjalistyczne, takie jak na przykład maszyny do stabilizacji gruntów, są niekiedy wypożyczane z odpowiednich przedsiębiorstw, ponieważ na liniach eksploatowanych nie wykonuje się masowych prac. Wobec tego możliwości pełnego wykorzystania tych maszyn są niewielkie. Na tych liniach prace wykonuje się najczęściej przy użyciu maszyn uniwersalnych o ograniczonej wydajności. Wydłuża to czas trwania tych prac.

Szczegółowe omawianie maszyn i sprzętu z tej grupy przekracza zakres niniejszej pracy. Warto tutaj jednak wspomnieć o niektórych możliwościach ich zastosowania.

Do usuwania podsypki i gruntu mogą być wykorzystywane:

— spycharki współpracujące z ładowarkami i samochodami lub platformami kolejowymi;
— zgarniarki, szczególnie przydatne na terenach równinnych przy usuwaniu materiałów spomiędzy peronów.

Najbardziej popularne są ładowarki hydrauliczne typu:

— Ł-2 z łyżkami szerokości 2,3 m i pojemności 1,25 m^3, umożliwiające załadunek materiałów na środki transportowe wysokości do 3,2 m;
— Ł-3 z łyżkami szerokości 2,5 m i pojemności 2,0 m^3, umożliwiające załadunek materiałów na wysokość do 2,95 m.

Przy odspajaniu gruntów i transporcie ich na odległość do 1,2 km mogą być też stosowane posiadane przez niektóre przedsiębiorstwa (Energopol, ZBK) zgarniarki Caterpillar typu:

— 621 B o pojemności 10,7 m^3 i szerokości skrzyni 3,0 m (maszyna o wymiarach 3,45 m $\times$ 12,67 m $\times$ 3,63 m przy nabieraniu gruntu musi

być popychana przez spycharkę o mocy 220 kW, na przykład typu B8K, D8H firmy Caterpillar lub przez polską spycharkę typu TD-25 C);

— 631 C o pojemności 23 m^3 i szerokości skrzyni 3,3 m (maszyna o wymiarach 3,80 m $\times$ 13,50 m $\times$ 3,80 m przy nabieraniu gruntu musi współpracować ze spycharką o mocy 283 kW, na przykład typu D9G lub D9H firmy Caterpillar).

Przy stabilizacji gruntów podtorza sprzęt krajowy taki, jak:

— doczepny pięciozębowy zrywak typu SCS, szerokości 1,72 m, współpracujący z ciągnikiem Fiat 55 L lub Mazur D-50;

— pługofrezarka typu UO 32 Puma, umożliwiająca spulchnianie gruntu do głębokości 28 cm na pasie szerokości 0,7 m albo pługofrezarka typu UO 33 Pantera, umożliwiająca spulchnienie gruntu na pasie szerokości 1,05 m (obie maszyny przystosowane są do współpracy z ciągnikami typu Ursus);

— glebogryzarka typu U 500/1 Solger, zawieszana na ciągniku Ursus;

— rozsiewacz wapna typu N 010/0 Tytan, umożliwiający rozsypywanie wapna w ilości do 0,46 kg/m^2 na pasie szerokości 5,5 $\div$ 10 m (sprzęt ten może współpracować z ciągnikiem o mocy co najmniej 29,5 kW);

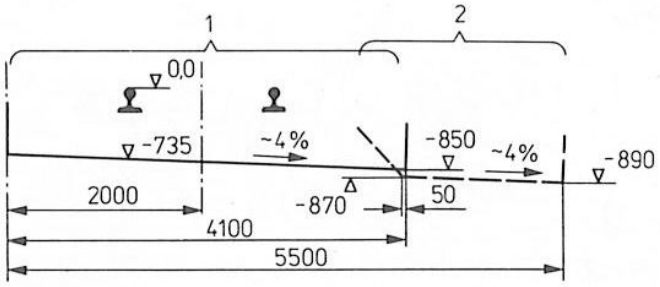
— skrapiarka samojezdna do bitumu typu SS-500B;

— mieszarka MSG-200 A do stabilizacji gruntów spoiwami sypkimi, umożliwiająca jednoczesne skrapianie stabilizowanych gruntów wodą lub bitumem (szerokość pasa pracy tej mieszarki wynosi 2,0 m, głębokość mieszania — 0,25 m).

Do zagęszczania gruntów niespoistych i mało spoistych układanych na torowiskach najbardziej przydatne są samobieżne wibracyjne walce gładkie o masie 2 $\div$ 3 t, na przykład dwukołowe walce drogowe typu WDW 2,5. Walce takie są zwrotne i zapewniają uzyskanie gładkiej powierzchni. Efekty pracy tych walców można porównać z efektami pracy walców statycznych o masie 18 t. Po kilku (4 $\div$ 5) przejściach maszyny po tym samym śladzie następuje zagęszczenie gruntu do głębokości 40 $\div$ 50 cm. Do zagęszczania niespoistych i mało spoistych gruntów układanych na ławach torowisk szczególnie przydatne są lekkie zagęszczarki wibroudarzeniowe typu ZUB-10. Mają one szerokość 50 cm i umożliwiają po trzech przejściach zagęszczenie gruntu do głębokości około 50 cm.

Należy przy tym zauważyć, że wymieniony sprzęt nie jest przydatny do zagęszczania gruntów spoistych. Aby z takich gruntów wycisnąć wodę i uzyskać efekt zagęszczenia, konieczne jest bowiem użycie walców statycznych.

Specjalistyczne maszyny torowe umożliwiają układanie pokryć ochronnych bez zdejmowania przęseł torowych i całkowitego usuwania podsypki na odcinku przewidzianym do wzmocnienia. Do maszyn takich zalicza się przede wszystkim odpowiednio przystosowane oczyszczarki podsypki oraz współpracujące z nimi ścinarki ław torowisk (rys. 5.137). Obe-



5.137
Zasięgi maszyn profilujących torowisko według [282]
1 — zasięg oczyszczarki tłucznia OT-400A, 2 — zasięg ścinarki ław

cnie na większości kolei brakuje takich maszyn, a wzrost ich produkcji przy niewielkim zapotrzebowaniu jest utrudniony ze względów ekonomicznych.

Do układania pokryć na torowiskach mogą być przystosowywane tylko niektóre oczyszczarki podsypki. Przydatne są takie, w których odległość pomiędzy belką podtorową a zsypem oczyszczonej już podsypki jest dostatecznie duża i wystarcza do pomieszczenia dodatkowych urządzeń służących do układania pokrycia (np. RM62, RM63, RM64, RM74U). Spośród polskich oczyszczarek najbardziej nadaje się do tego celu nie produkowana już oczyszczarka typu OT-400A.

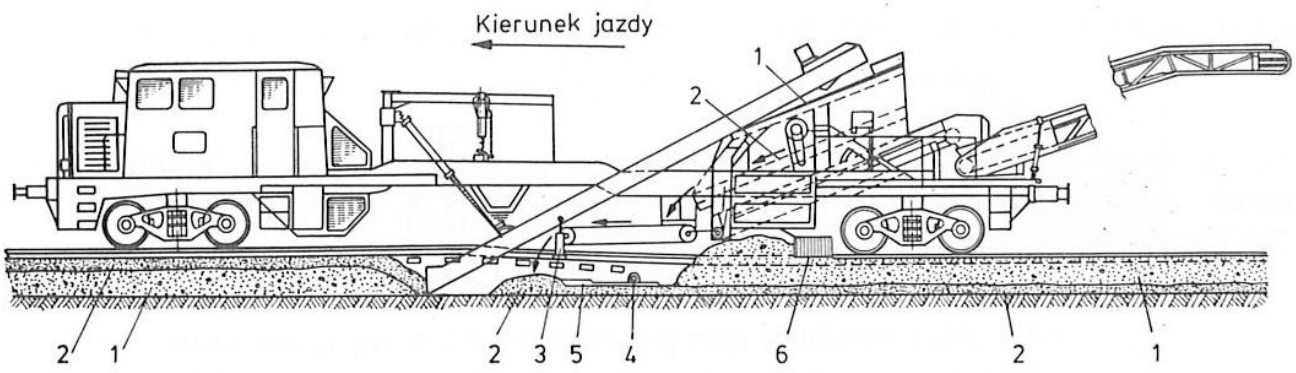
Pierwszą oczyszczarkę do układania pokryć ochronnych na torowiskach przystosowano w 1966 roku na kolejach brytyjskich [7]. Użyto jej do układania powłok z kationowej emulsji bitumicznej o zmniejszonej płynności. Przystosowanie polegało na doczepieniu z przodu maszyny cysterny na bitum o pojemności 9 ÷ 18 m^3 i platformy z pompą odśrodkową oraz na przymocowaniu do belki podtorowej oczyszczarki kolektora o średnicy około 20 mm. Ponadto na oczyszczarce zamontowano dwa manometry wskazujące ciśnienie bitumu w przewodzie oraz w kolektorze. Ciśnienie to w czasie pracy wynosiło 0,315 MPa.

W 1971 roku przy użyciu tej maszyny pokryto torowisko emulsją na odcinku długości około 17 km, a do końca 1978 roku na długości około 100 km.

W ciągu jednej zmiany pokrycie układa się na długości 800 m, a dodatkowe prace wykonują trzej pracownicy. Mocują oni kolektor do belki podtorowej, podłączają węże, napełniają je bitumem, później zaś czuwają nad prawidłowym przebiegiem prac, na przykład regulują dopływ bitumu, zatrzymują jego dopływ do kolektora w przypadku zatrzymania się maszyny. Czas przygotowania maszyny do pracy wynosi 10 ÷ 15 minut, czas demontażu kolektora — około 5 minut.

Powłokę układa się na głębokości 23 cm od spodu podkładów. W przypadku usuwania nawierzchni niekiedy stosuje się również inne rozwiązanie, polegające na polewaniu torowiska bitumem przy użyciu elastycznego węża.

Na początku lat siedemdziesiątych do układania materiałów sypkich przystosowała oczyszczarki firma Plasser & Theurer [296]. Również w tym



5.138. Układanie materiału sypkiego na torowisku za pomocą oczyszczarki tłucznia typu RM-62

1 — tłuczeń, *2* — piasek, *3* — osłona zmieniająca kierunek wyrzucania tłucznia, *4* — urządzenie plantujące i zagęszczające, *5* — urządzenie rozścielające, *6* — pług do zagęszczania podsypki

przypadku do układania materiału wykorzystano przestrzeń pomiędzy belką podtorową oczyszczarki a zsypem tłucznia (rys. 5.138).

Przygotowanie maszyny do pracy polega na wymianie jednego sita, ułożeniu na innym sicie gumowej przesłony, zamontowaniu blach dzielących przenośniki taśmowe oczyszczarki, płyt zmieniających kierunek wyrzucania tłucznia, urządzenia rozścielająco-zagęszczającego oraz pługa do podsypki. Umożliwia ono wbudowywanie materiałów sypkich w ilości 0,3 ÷ 0,4 m^3/m toru. Przy większych ilościach, jak wykazały próby przeprowadzone przez Przedsiębiorstwo Podsadzkowe Przemysłu Węglowego, następuje mieszanie się układanego materiału z podsypką.

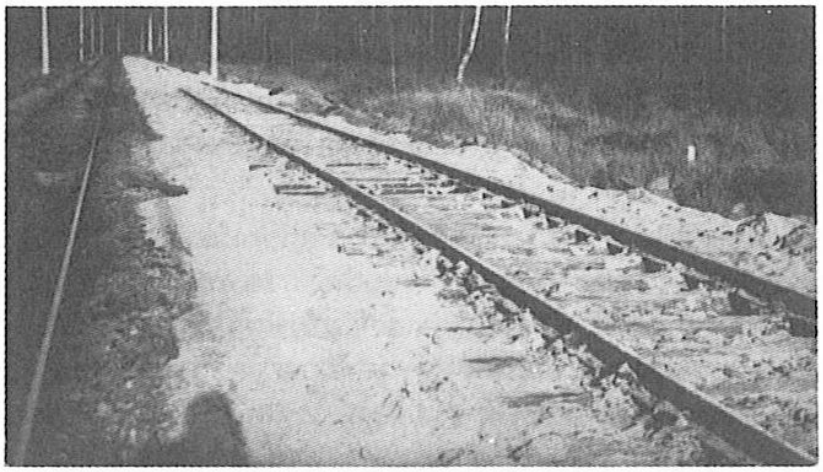
Kolejność prac przy układaniu warstwy ochronnej z gruntu przy użyciu przystosowanej oczyszczarki typu RM-62 ilustruje rysunek 5.139. Pierwsze prace polegały na oczyszczeniu podsypki. Następnie na tor wyładowano materiał przeznaczony do wbudowania. Po podniesieniu toru materiał ten nagarnięto tak, aby znalazł się w zasięgu działania oczyszczarki. Wybierany wraz z podsypką materiał był oddzielany na sitach oczyszczarki od podsypki i kierowany na odsłonięte torowisko. Tam, za pomocą specjalnych urządzeń, materiał był rozścielany i zagęszczany. Podsypkę układano na gotowej już warstwie ochronnej. Opisane maszyny stosowane są między innymi na kolejach węgierskich.

Ostatnio firma Plasser & Theurer prowadzi badania eksploatacyjne specjalnego zestawu maszyn typu PM 200 służącego do układania warstw ochronnych (rys. 5.140 — wkładka) [36, 124]. Umożliwiają one układanie warstw ochronnych pod podsypką w jednym procesie technologicznym, bez zajmowania sąsiedniego toru i zanieczyszczania otoczenia odsiewkami i innymi materiałami. Na uwagę zasługuje szybkie tempo prac, dobra ich jakość oraz niewielka długość odcinka, na którym są wykonywane.

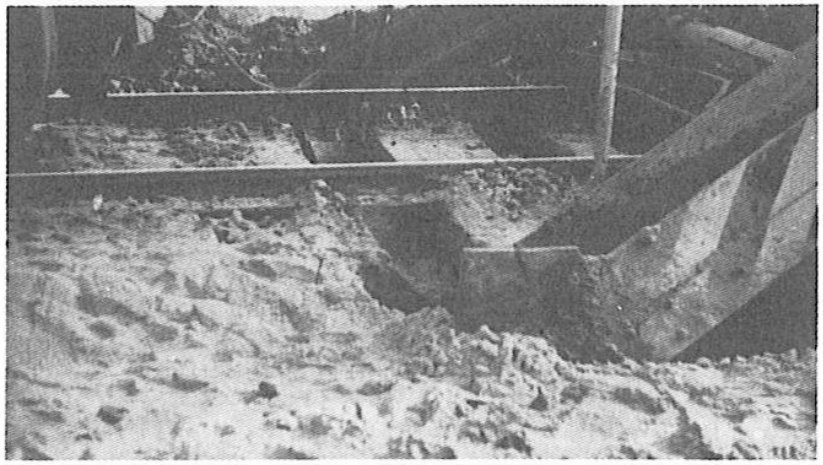
Zestaw PM 200 składa się z trzech połączonych ze sobą maszyn:

— jednostki napędowo-zasilającej, umieszczonej na sześcioosiowym podwoziu;
— maszyny głównej, umieszczonej na trzech wózkach trzyosiowych;
— maszyny współpracującej.

a



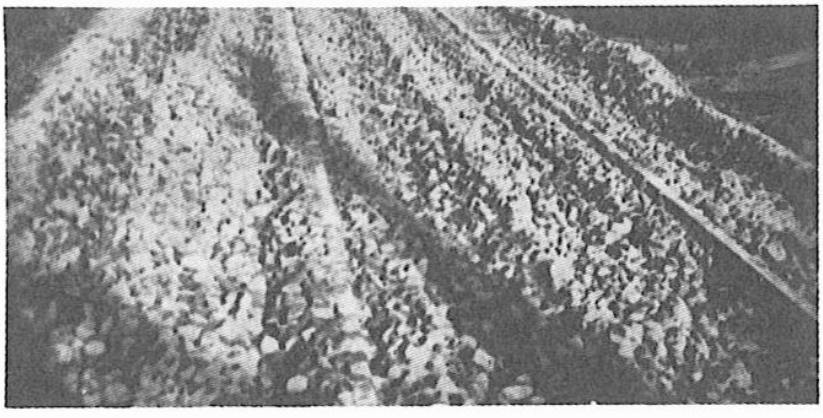
b



c



d



5.139
Układanie warstwy z piasku

a — piasek rozścielony przed oczyszczarką, *b* — wybieranie podsypki i piasku, *c* — zagęszczanie piasku i układanie warstwy podsypki, *d* — tor przed podniesieniem go na podsypkę

412 Maszyna główna jest wykorzystywana przy wybieraniu podsypki i gruntu oraz układaniu warstwy ochronnej i warstwy podsypki grubości 15 cm. Przed ułożeniem warstwy ochronnej torowisko jest profilowane, a grunt górnych warstw podtorza zagęszczany. Prace te są wykonywane również po ułożeniu warstwy ochronnej.

W czasie pracy maszyna opiera się na skrajnych wózkach. Środkowy wózek podnosi i utrzymuje przęsło torowe w odpowiedniej pozycji. Dodatkowe urządzenia podnoszące i utrzymujące przęsło torowe zamontowane są również przy łańcuchu wybierakowym maszyny oraz przy zsypach pospółki i tłucznia. Maszyna wyposażona jest w zbiornik na pospółkę, umożliwiający ciągłą pracę pomimo cyklicznego dostarczania tego materiału.

Maszyna współpracująca umożliwia regulację położenia toru w planie i profilu oraz stabilizację jego położenia. Ma dwa zestawy urządzeń do podnoszenia, nasuwania i podbijania toru (po jednym zestawie dla każdego toku szynowego). Urządzenia te w czasie pracy przesuwają się wzdłuż maszyny. Na maszynie zamontowany jest ponadto zbiornik na nową podsypkę.

Zestaw typu PM 200 charakteryzują następujące parametry techniczno-eksploatacyjne:

— prędkość robocza 30 ÷ 70 m/h;
— prędkość transportowa 90 km/h;
— wydajność łańcucha wybierakowego 0 ÷ 360 m^3/h;
— grubość łańcucha wybierakowego 400 mm;
— prędkość przesuwu łańcucha wybierakowego 0 ÷ 1,3 m/s;
— siła ścinania podsypki i gruntu podtorza 200 kN;
— głębokość wybierania podsypki i gruntu mierzona od spodu podkładów 1000 mm;
— wydajność przy wbudowywaniu nowych materiałów 120 ÷ 160 m^3/h;
— moc około 1000 kW;
— długość poszczególnych maszyn ze zderzakami:
  - jednostki napędowej 19 600 mm;
  - maszyny głównej 44 600 mm;
  - maszyny współpracującej 19 740 mm;
— łączna masa zestawu 300 t.

Z podstawowym zestawem maszyn typu PM 200 muszą współpracować wagony do składowania i przewozu urobku (na długości 150 m wybiera się 560 ÷ 650 m^3 podsypki i gruntu). Do tych prac mogą być wykorzystane na przykład sześcioosiowe wagony typu MFS 40 systemu Plasser-Knape, wyposażone w przenośniki taśmowe zamontowane na poziomie podłogi wagonu na całej jego szerokości oraz przenośniki przednie, umożliwiające przeładunek urobku. Urobek spada na przenośnik taśmowy wagonu przylegającego do zestawu typu PM 200 i jest transportowany wzdłuż kolejnych wagonów. Taśma podłogowa aktualnie ładowanego wa-

gonu (zwykle pierwszego) przesuwa się powoli, co umożliwia pełny jego załadunek. Po załadunku części wagonów możliwe jest ich odczepienie i rozładowanie w dogodnym miejscu. Do rozładunku wykorzystuje się przednie przenośniki taśmowe wagonów, które mogą być wychylane w płaszczyźnie poziomej. Umożliwiają one szybki przeładunek urobku na samochody lub wagony stojące na sąsiednim torze. W tym czasie maszyny zestawu PM 200 współpracują z pozostałymi wagonami. Wagony typu MFS mają następujące parametry techniczno-eksploatacyjne:

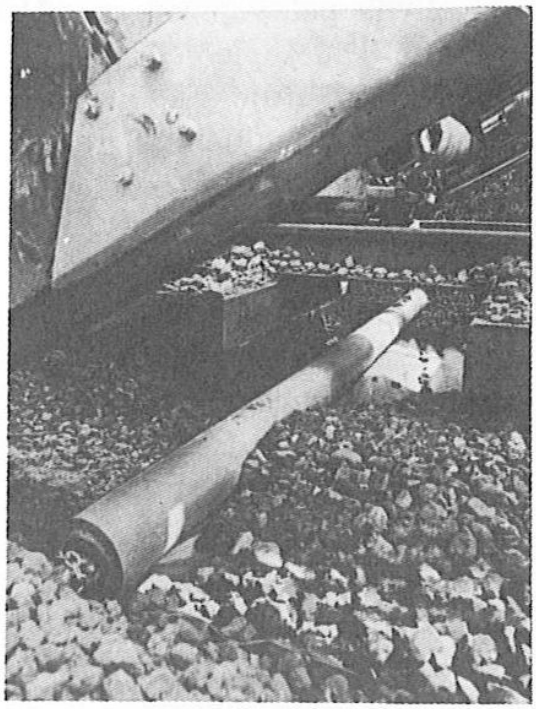
— pojemność 40 m^3;
— czas wyładunku lub przeładunku 3 min;
— moc zainstalowanych urządzeń 50 kW;
— długość wraz ze zderzakami 18 300 mm;
— masa własna 37 t;
— masa po załadunku 96 t.

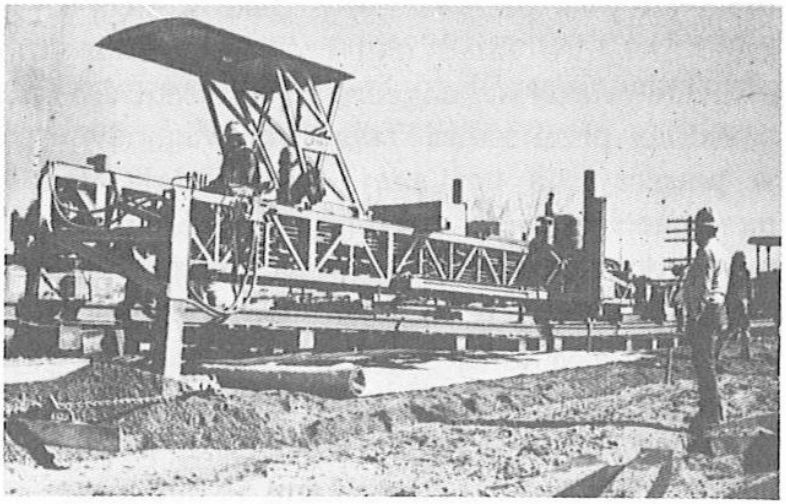
Do dowozu nowych materiałów do zestawu typu PM 200 na kolejach zachodnioniemieckich wykorzystuje się skład wagonów typu AR 80, wyposażonych w specjalne pojemniki. Pojemniki te są przenoszone przez specjalny dźwig bramowy poruszający się wzdłuż składu. Rozładowuje się je do zbiorników umieszczonych na maszynie głównej oraz maszynie współpracującej zestawu PM 200. Wydajność urządzeń wynosi 120 ÷ ÷ 160 m^3/h. Na długości jednego metra toru wbudowuje się około 1,8 m^3 pospółki i 1,2 m^3 tłucznia.

Oprócz układania warstw ochronnych opisany zestaw maszyn może być wykorzystywany przy całkowitej wymianie podsypki. Grubość wybieranej warstwy podsypki reguluje się wtedy przez odpowiednie podnoszenie toru, natomiast pierwszą warstwę podsypki układa się wykorzystując zsypy, które normalnie służą do wprowadzania pospółki.

Firma Plasser & Theurer wytwarza również oczyszczarki tłucznia przystosowane do układania materiałów sypkich pod rozjazdami. Najprostsze okazało się przystosowanie oczyszczarek podsypki do układania włóknin. W przypadku włókniny o dostatecznej szerokości, wystarczającej do pokrycia całego torowiska, przystosowanie maszyny polega jedynie na doczepieniu rolki włókniny do belki podtorowej. W miarę jak oczyszczarka posuwa się, włóknina rozwija się z rolki i pozostaje pod podsypką (rys. 5.141). W praktyce sposób ten wykorzystano w 1976 roku na kolejach amerykańskich, przystosowując do prac nie tylko oczyszczarki podsypki, ale i pługi typu Loram (rys. 5.142) [252]. Duże zainteresowanie włókninami przyczyniło się do opracowania ulepszonego sposobu rozwijania tego materiału z rolek umieszczonych równolegle do osi toru. Maszyny pracujące w ten sposób pokazano w 1979 roku na wystawie w Atlancie [196]. Obecnie sposób ten wykorzystywany jest również w specjalnych wagonach [120].

W 1977 roku do układania włóknin na kolejach węgierskich przystosowano oczyszczarkę podsypki typu RM-74U [213]. Konstruując urządzenie

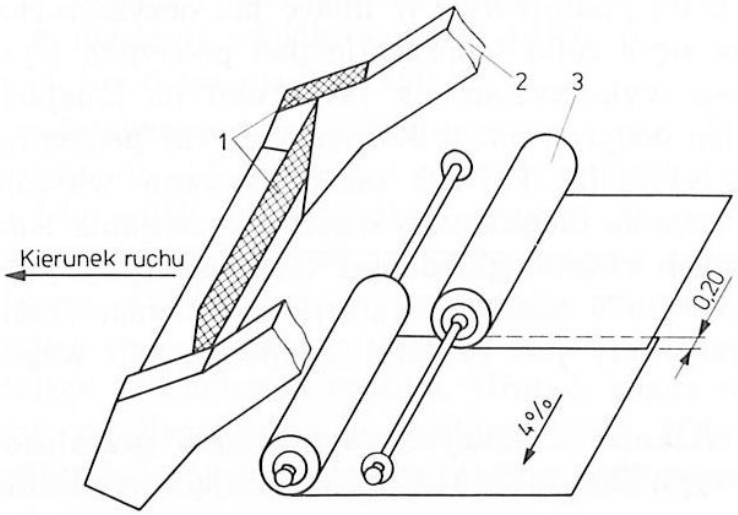




5.141. Rozkładanie włókniny z jednej rolki doczepionej do belki podtorowej oczyszczarki tłucznia

5.142. Rozkładanie włókniny z jednej rolki przy użyciu pługu typu Loram na kolejach amerykańskich [252]

do rozwijania materiału przyjęto, że przed przystąpieniem do właściwych prac podsypka zostanie uzupełniona do wymaganej grubości, a tor podniesiony na wysokość około 10 cm, tak aby pod podkłady można było wsunąć dwie rolki włókniny szerokości 230 cm. Ze względu na to, że na jednej rolce średnicy 40 cm można było zmieścić zaledwie 15 ÷ 20 m włókniny, przyjęto, że czas zakładania nowej rolki musi być możliwie krótki (3 ÷ 5 min), a wymiana rolki powinna być przeprowadzana przez dwóch pracowników. Ze względu na małą szerokość produkowanych włóknin przyjęto, że materiał ten będzie rozwijany jednocześnie z dwóch rolek (rys. 5.143). Położenie tych rolek na osiach ustalono przy użyciu wkładek dystansowych. Przyjęto szerokość pasów torowiska pokrywanego włókniną 3,2 m oraz 4,2 m. Ponadto, dzięki zastosowaniu odpowiednio ustawionych ekranów ze zużytych taśm przenośników, zabezpieczono



5.143
Rozkładanie włókniny z dwóch rolek doczepionych do belki podtorowej oczyszczarki tłucznia na kolejach węgierskich
1 — płyty gumowe, *2* — obudowa przenośnika łańcuchowego oczyszczarki, *3* — rolka włókniny

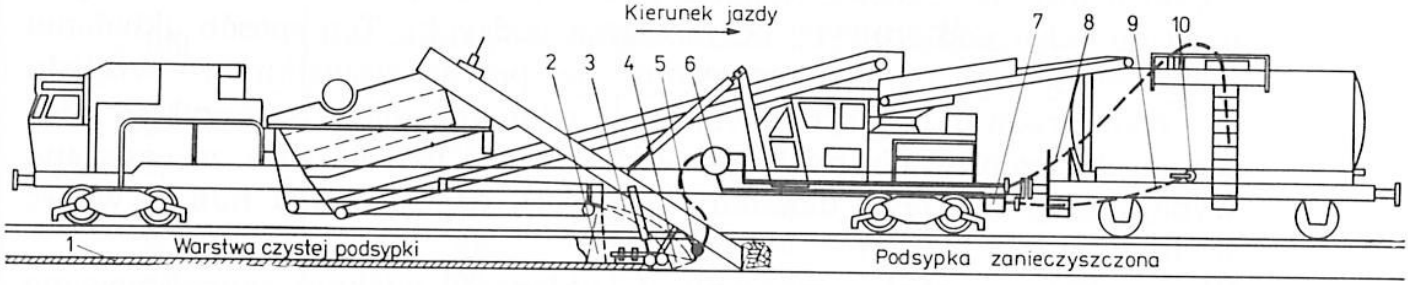
włókninę przed wsypywaniem się pod nią podsypki w czasie pracy maszyny.

Za pomocą tak przystosowanej oczyszczarki do końca 1977 roku ułożono włókniny na odcinkach łącznej długości 17,5 km. W 1978 roku ułożono włókniny na długości około 80 km, obecnie zaś materiał ten układa się na długości około 100 km rocznie. Praktyka wykazała, że wymiana rolek włókniny powoduje zmniejszenie tempa pracy oczyszczarki o około 30%. Z tego względu obecnie układa się jedynie włókniny szerokości 3,8 ÷ ÷ 4,4 m rozwijane z pojedynczych rolek.

W 1979 roku na kolejach węgierskich przystosowano oczyszczarkę typu RM-74U do jednoczesnego wbudowywania włókniny i warstwy zabezpieczającej z gruntu. Podwójne pokrycie układa się w czasie jednego przejazdu maszyny przez odcinek, przy czym podsypka jest oczyszczana wcześniej za pomocą typowej oczyszczarki. W 1983 roku koleje węgierskie przystosowały oczyszczarkę podsypki do układania odsiewek stabilizowanych emulsją bitumiczną (rys. 5.144). Prace nad wdrożeniem tego sposobu wzmacniania torowisk prowadził instytut kolei węgierskich VTKI kilka lat, rozpatrując takie warianty technologii prac, jak:

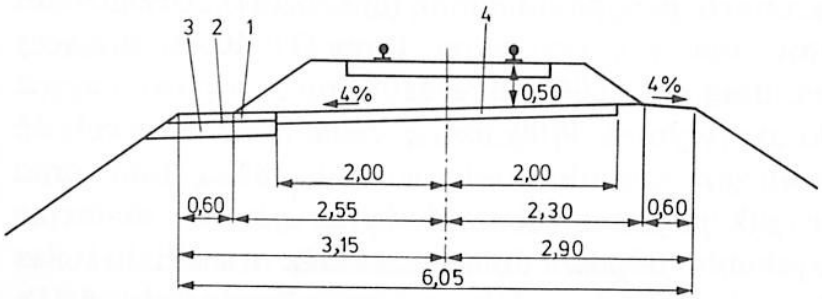
— układanie odsiewek z jednoczesnym dodawaniem emulsji bitumicznej;
— układanie odsiewek i pokrywanie ich bitumem;
— układanie odsiewek stabilizowanych uprzednio bitumem.

Ostatecznie za najbardziej odpowiedni uznano pierwszy wariant technologii prac. Przekrój poprzeczny podtorza na jednym z odcinków doświadczalnych, z ułożoną przy użyciu maszyny warstwą ochronną, pokazano na rysunku 5.145 [45, 158].



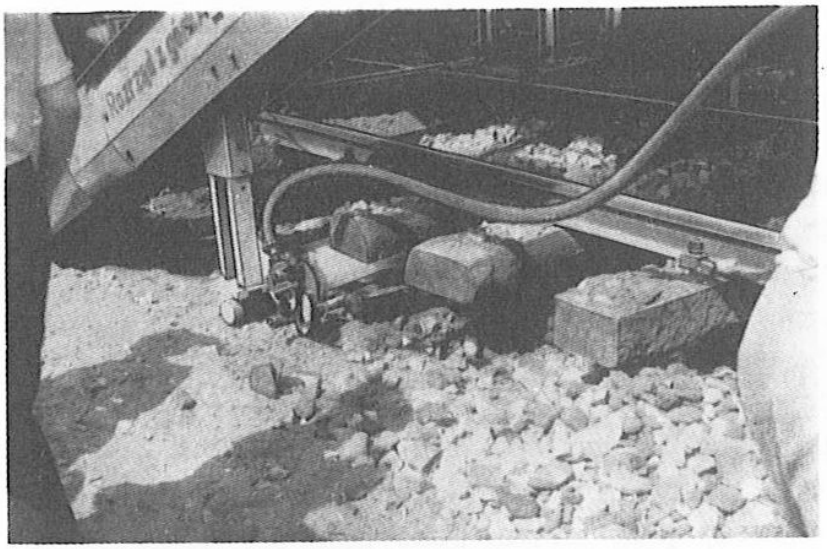
5.144. Przystosowanie oczyszczarki podsypki do układania warstw ochronnych z odsiewek stabilizowanych emulsją bitumiczną [45]

1 — odsiewki stabilizowane, *2* — czysta podsypka, *3* — odsiewki, *4* — emulsja bitumiczna, *5* — kolektor z dyszami, *6* — zawór zwrotny, *7* — pompa do bitumu, *8* — przewód giętki odpływowy, *9* — przewód giętki doprowadzający bitum, *10* — zawór



5.145 Przekrój poprzeczny podtorza z warstwą odsiewek stabilizowanych emulsją bitumiczną

1 — pospółka 0,10 m, *2* — emulsja bitumiczna 4 ÷ 6 kg/m², *3* — pospółka 0,15 m, *4* — warstwa odsiewek stabilizowanych emulsją bitumiczną 0,06 ÷ 0,15 m (dodatek bitumu 6 ÷ 10%)

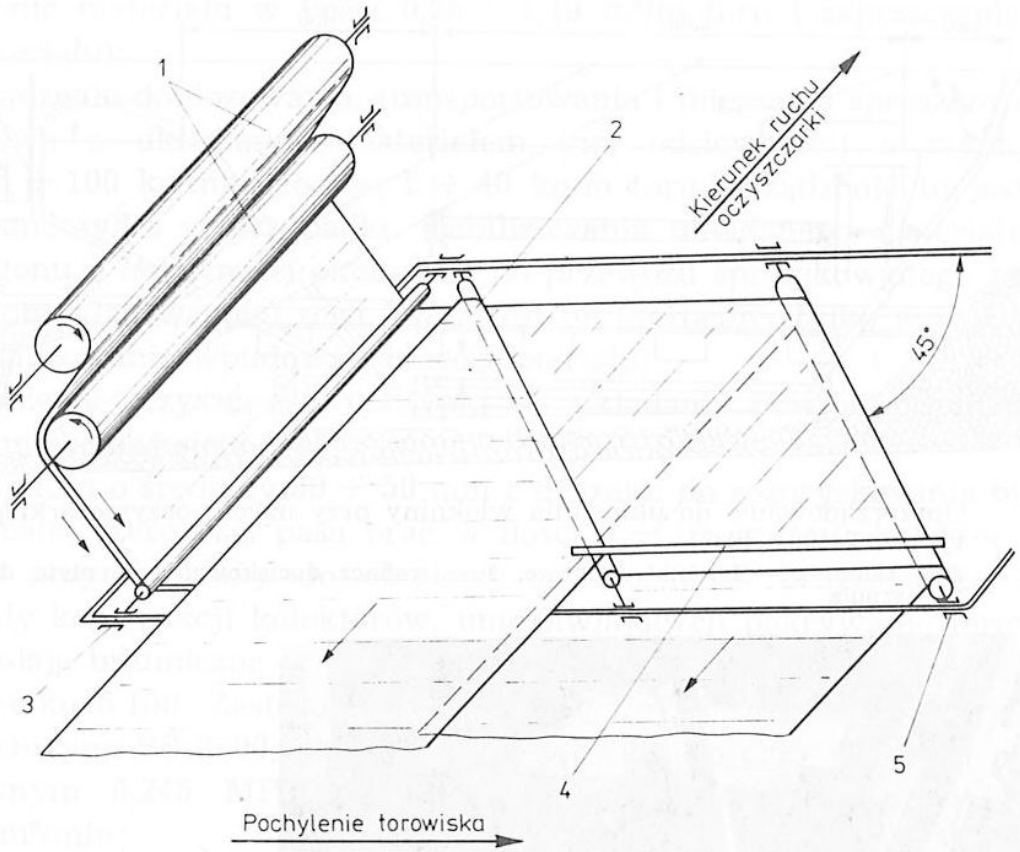


5.146
Urządzenie do nasycania włóknin emulsją bitumiczną (prototyp)

W Polsce dotychczas nie produkuje się specjalistycznych maszyn do układania pokryć ochronnych, a opisane w dalszej części konstrukcje powstały dzięki inicjatywie wielu zespołów racjonalizatorskich działających na PKP.

Pierwsze prace podjęto w 1976 roku we Wschodniej DOKP nad skonstruowaniem urządzenia do nasycania włóknin bitumem i rozkładania nasyconego materiału na torowisku. Oferowane wówczas przez przemysł włókniny miały jednak zbyt małą wytrzymałość i nie nadawały się do zmechanizowanego układania. Ponadto samo urządzenie do nasycania materiału emulsją bitumiczną bardzo łatwo zanieczyszczało się (rys. 5.146). W następnych latach włókniny (głównie importowane) układano w niewielkich ilościach, między innymi przez rozwijanie ich z rolek doczepianych do belek podtorowych oczyszczarek podsypki. Ten sposób układania materiału jednak nie rozpowszechnił się, przede wszystkim ze względu na częste przestoje maszyny związane z wymianą rolek. Na przykład podczas prób przeprowadzonych w Południowej DOKP największa uzyskana wydajność pracy przy układaniu pokrycia wynosiła 100 m/8 h wobec średniej 50 m/8 h [237].

Ulepszoną konstrukcję urządzenia do układania włóknin zaproponowano w 1981 roku. Modernizacja polegała na umieszczeniu rolek z włókniną na zewnątrz oczyszczarki równolegle do osi toru, a nie jak poprzednio pod podkładami. Przyjęto, że wprowadzenie włókniny pod podkłady oraz zmiana kierunku jej przesuwania się będą dokonywane przy użyciu odpowiednich rolek umieszczonych pod podkładami (rys. 5.147). Urządzenie przystosowano do zamontowania w oczyszczarce typu OT-400A, mającej wymienne belki podtorowe długości 3890 mm i 4100 mm. Odpowiadająca im szerokość pasów włókniny wynosi 1789 mm i 1894 mm, a szerokość pasów torowiska pokrywanego włókniną odpowiednio 3428 mm oraz 3638 mm. Zaletą tej konstrukcji jest możliwość wykorzystania materiałów małej szerokości, uzyskania odpowiednich zakładek materiału oraz ponad czterokrotne zwiększenie długości włókniny na rolkach (tabl. 5.41).



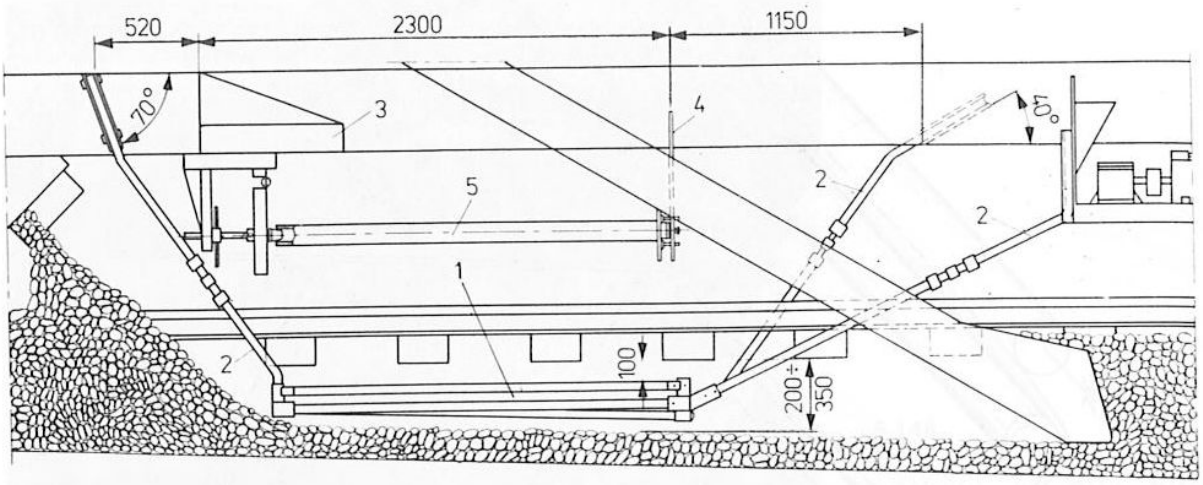
5.147. Proponowany sposób rozkładania włókniny przy użyciu oczyszczarki podsypki typu OT-400A [224]
1 — rolki z włókniną, 2 — rolka skośna cienka, 3 — rolka wejściowa, 4 — prowadnica, 5 — rolka skośna gruba (przestawiana)

5.41 Orientacyjna długość l [m] włókniny zwiniętej w rolki o średnicy d [a]

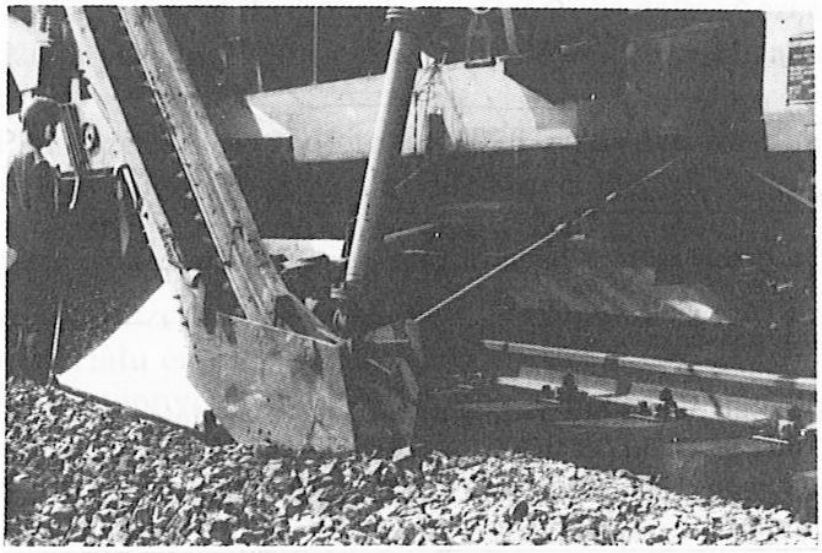
d [m]	Długość włókniny l [m] o grubości:		
	2 mm	4 mm	6 mm
0,2	15	7	5
0,3	34	17	10
0,4	62	31	20
0,5	97	48	32
0,6	140	70	47

[a] Początkowa średnica rolki (średnica szpuli) wynosi 0,05 m.

W praktyce przedstawiony sposób rozkładania materiału zastosowano w 1982 roku w Południowej DOKP. Wykonane urządzenie (rys. 5.148) różni się od opisanego poprzednio przede wszystkim ustawieniem rolek zmieniających kierunek przesuwania się materiału. Są one prostopadłe względem siebie, a nie równoległe. Poszczególne rolki włókniny umieszczono po obu stronach maszyny (rys. 5.149), co ułatwiło znacznie łączenie materiału po wymianie rolek. Dzięki wahliwemu zamocowaniu rolek czynność ta trwa zaledwie około 2 minut. Cięcia włókniny na pasy szerokości 175 cm dokonuje się w czasie przewijania materiału na rolki stanowiące wyposażenie maszyny.



5.148. Oprzyrządowanie do układania włókniny przy użyciu oczyszczarki podsypki typu OT-400A [237]
1 — rama, 2 — łączniki śrubowe, 3 — wahacz dociskowy, 4 — płyta dociskowa, 5 — szpula



5.149 Układanie włókniny za pomocą oczyszczarki podsypki typu OT-400A

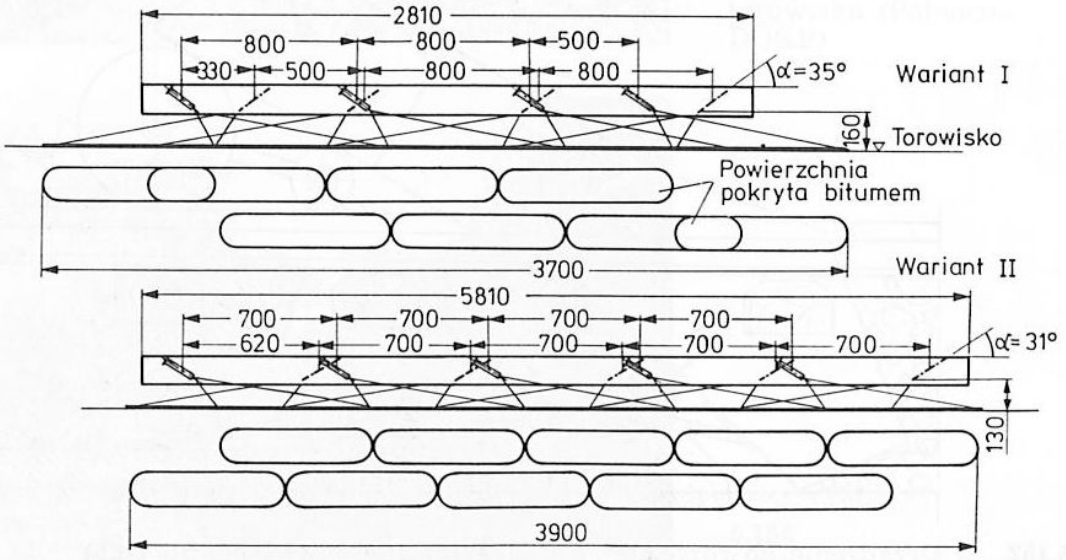
Przystosowaną oczyszczarkę typu OT-400A użyto do układania włókniny w dolnej części warstwy podsypki na linii Kraków — Ząbkowice. W 1982 roku w czasie naprawy głównej nawierzchni włókninę ułożono na długości około 11 km [237]. Tempo prac było szybkie, jednak pasy rozkładanego materiału rozdzielały się i powstawała pomiędzy nimi szczelina $5 \div 15$ cm. Brak osłon sprzyjał ponadto przesypywaniu się podsypki przez belkę podtorową i stwarzał niebezpieczeństwo przebicia włókniny przez ziarna tłucznia. Skuteczność ułożonego w ten sposób pokrycia może być określona po pewnym okresie eksploatacji.

Przystosowaniem oczyszczarki podsypki typu OT-400A do układania warstw ochronnych z materiałów sypkich, takich jak grunty i odsiewki, zajęło się Centralne Biuro Konstrukcyjne Maszyn i Urządzeń Drogowych w Stargardzie Szczecińskim, które opracowało dodatkowe wyposażenie maszyny. Może się ono składać z [185]:

— urządzenia do oddzielania układanego materiału od podsypki i rozścielania go na torowisku (powinno ono umożliwiać równomierne roz-

łożenie materiału w ilości 0,25 ÷ 1,40 m³/m toru i zagęszczenie tego materiału);
— urządzenia do dozowania, transportowania i mieszania sproszkowanego spoiwa z układanym materiałem (np. odsiewkami) o wydajności 12,5 ÷ 100 kg/min, to jest 5 ÷ 40 kg/m toru (urządzenie to jest niezbędne tylko w przypadku stabilizowania układanego materiału);
— wagonu o ładowności około 24 t do przewozu sproszkowanego spoiwa, na przykład wagonu serii CWL (jest on niezbędny tylko w przypadku stabilizowania wbudowywanego materiału).

Wyposażenie oczyszczarki podsypki do układania powłok bitumicznych powinno składać się z [185]:
— kolektora o średnicy 30 ÷ 50 mm z dyszami do rozpryskiwania bitumu na całej szerokości pasa prac w ilości 5 ÷ 10 dm³/m²; kolektor może być przymocowany do obudowy przenośników oczyszczarki. Przykłady konstrukcji kolektorów, umożliwiających pokrywanie torowiska emulsją bitumiczną w ilości 5,6 dm³/m² oraz 7,3 dm³/m², pokazano na rysunku 5.150. Zastosowano w nich dysze od skrapiarek samochodowych typu SS-3000, które działają prawidłowo przy ciśnieniu bitumu równym 0,245 MPa, wówczas wydajność każdej z nich wynosi 8 dm³/min;
— ciśnieniowego przewodu gumowego o średnicy wewnętrznej 50 mm, łączącego kolektor z pompą do bitumu;
— pompy do bitumu, na przykład typu PBP-400A lub PB-400A, o wydajności 400 dm³/min oraz zbiornika na płyn do przepłukiwania urządzenia po zakończeniu prac w danym dniu (urządzenia te powinny być umieszczone na platformie, a na przewodzie łączącym zbiornik na bitum z pompą powinien być zamontowany odpowiedni wlew umożliwiający przepłukiwanie w przypadku, gdy dysz nie można dokładnie oczyścić gorącymi spalinami z pompy do bitumu);

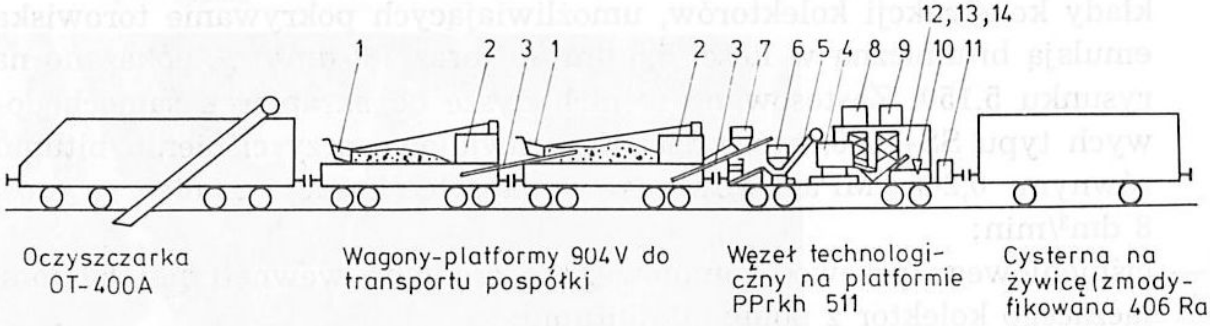


5.150. Rozmieszczenie dysz w kolektorze do spryskiwania torowiska emulsją bitumiczną [282]

— przewodu łączącego pompę z cysterną;
— cysterny do bitumu o pojemności 24 m^3, na przykład typu RH-1R lub RH-2R;
— manometrów o zakresie 0 ÷ 0,45 MPa, zamontowanych na przewodzie pomiędzy pompą a kolektorem, przy pompie i przy kolektorze.

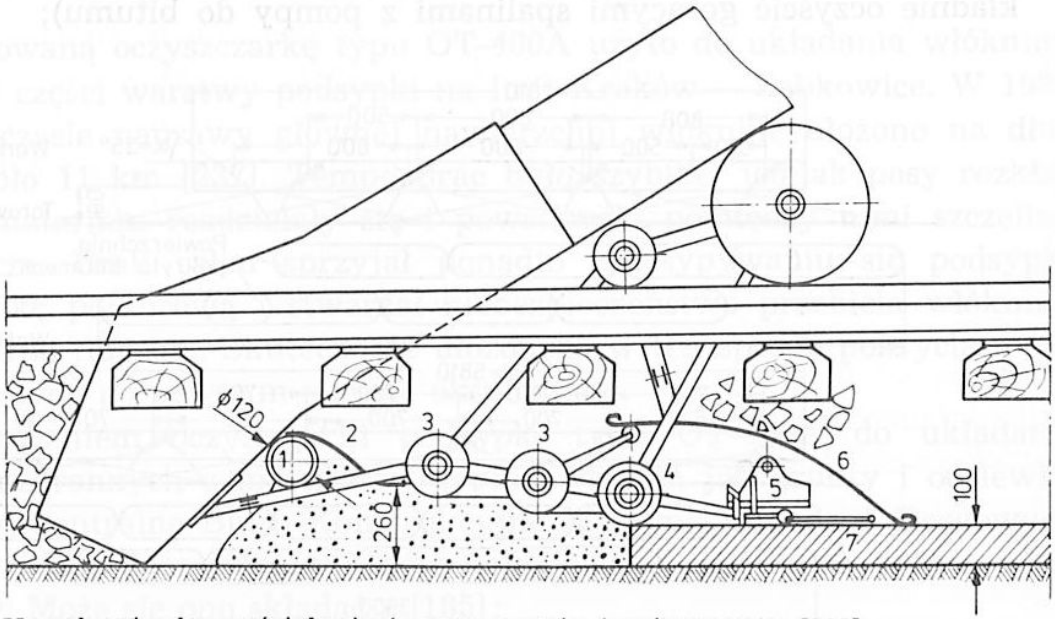
Możliwe są również inne rozwiązania konstrukcyjne urządzenia do układania powłok bitumicznych, na przykład umieszczenie na doczepionej platformie typowej skrapiarki samochodowej. Jej kolektor montuje się wtedy pod oczyszczarką.

Interesująca koncepcja mechanizacji prac przy układaniu warstw ochronnych z gruntów stabilizowanych żywicami została opracowana w Instytucie Dróg i Mostów Politechniki Warszawskiej [265]. Polega ona na



5.151. Pociąg do układania warstw ochronnych z gruntów stabilizowanych żywicą [265]

1 — łopata mechaniczna ŁM-701, *2* — zasobnik załadunkowy pospółki typu ZK-1, *3* — transportery do pospółki typu PT 500/8, *4* — betoniarka typu THZ 1125, *5* — urządzenie skipowe, *6* — dozator pospółki typu DA-501, *7* — dozator fosforanu amonu typu DC-30B oraz zbiornik typu Z-25B/e, *8* — dozator wody, *9* — dozator żywicy typu 70 SG-1, *10* — pompa żywicogruntu typu HPP-75, *11* — pompa do żywicy, *12* — zbiornik wody o pojemności 2000 l wraz z pompą, *13* — agregat prądotwórczy typu 4ZPP-125/S, *14* — sprężarka typu WD-52



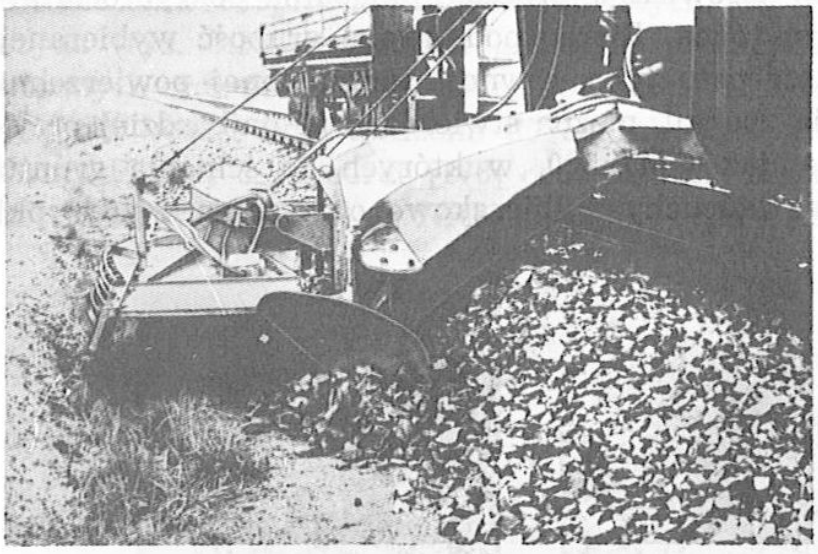
5.152. Urządzenie do rozścielania i zagęszczania żywicogruntu [265]

1 — dysza wylotowa, *2* — osłona dyszy i listwa rozścielająca, *3* — walec zagęszczający, *4* — walec wyrównujący, *5* — listwa wibracyjna LWP5.L, *6* — osłona listwy wibracyjnej i walca, *7* — ułożony materiał

przygotowywaniu mieszanki gruntu z żywicą i utwardzaczem w wytwórni umieszczonej na wagonach (rys. 5.151). Mieszanka jest tłoczona rurociągiem do dyszy wylotowej zamontowanej pod oczyszczarką. Pod przęsłami torowymi znajduje się odpowiednie urządzenie umożliwiające rozścielanie, wyrównywanie i zagęszczanie mieszanki. Koncepcję konstrukcji tego urządzenia przedstawiono na rysunku 5.152.

W ostatnich latach skonstruowano na PKP wiele maszyn do ścinania ław torowisk i zbierania z nich usypów. Usuwają one zanieczyszczenia i grunt za pomocą specjalnych szczotek (np. przystosowana zgarniarka tłucznia typu ZT-250), ślimakowych frezów (np. profilarka typu LPP-50), a najczęściej za pomocą typowych łańcuchów wybierakowych, stosowanych w oczyszczarkach typu OT (np. profilarki typu SŁT-350, UMT-500). Przystosowana zgarniarka tłucznia typu ZT-250 (rys. 5.153) o wydajności około 200 m³/h umożliwia profilowanie obu ław torowiska przy użyciu dwóch zestawów wirujących szczotek. Szerokość pasa prac wynosi 205 ÷ 260 cm, a największa grubość warstwy zbieranego gruntu — 5 cm. Grunt jest usuwany poza torowisko.

Lekka profilarka podtorza typu LPP-50 (rys. 5.154) o wydajności około



5.153
Zgarniarka tłucznia typu ZT-250 przystosowana do profilowania ław torowiska (Północna DOKP)

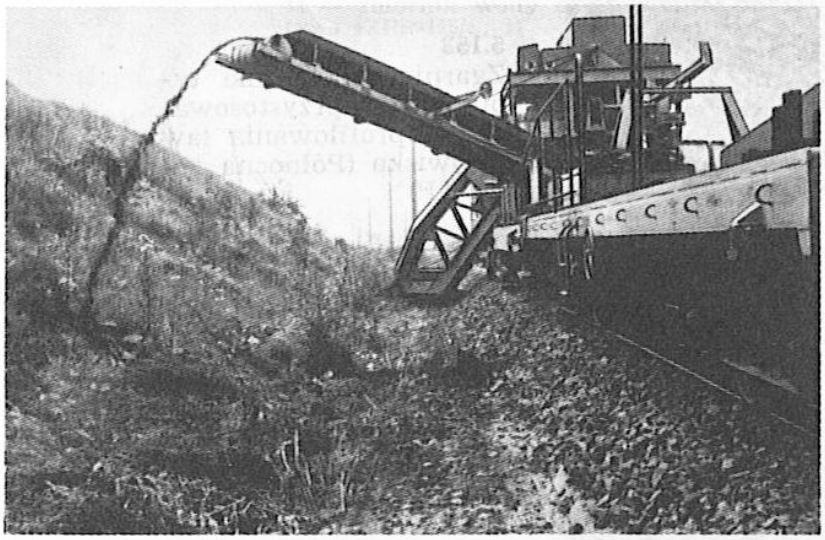


5.154
Lekka profilarka podtorza typu LPP-50 (Wschodnia DOKP)

350 m/h umożliwia przesuwanie gruntu poza ławę torowiska, profilowanie ławy torowiska i skarpy pryzmy podsypki za pomocą frezu. Frez ten, w postaci ślimaka z lemieszem, może być przestawiony i użyty do profilowania ławy z drugiej strony toru. Szerokość pasa prac wynosi 130 cm, a największa grubość warstwy zsuwanego gruntu około 15 cm. Ścinarka ław torowiska typu SŁT-350 o wydajności 350 m/h umożliwia wybieranie gruntu na ławie przy użyciu typowego łańcucha wybierakowego, usuwanie urobku poza torowisko lub załadunek na wagony. Zależnie od położenia łańcucha wybierakowego szerokość pasa prac wynosi 80 ÷ 130 cm, a maksymalna grubość warstwy wybieranego gruntu — 35 cm (75 cm mierząc od główki szyny). Prędkość dojazdu maszyny na miejsce prac wynosi 50 km/h (napęd elektryczny, w czasie pracy maszyna porusza się z prędkością 100 ÷ 300 m/h i jest napędzana z przekładni hydraulicznej).

Uniwersalna maszyna torowa typu UMT-500 (rys. 5.155 i 5.156) jest udoskonaloną wersją ścinarki typu SŁT-350. Zasadnicza różnica polega na obrotowym zamocowaniu elementu roboczego, co umożliwia ścinanie ław torowiska po obu stronach toru.

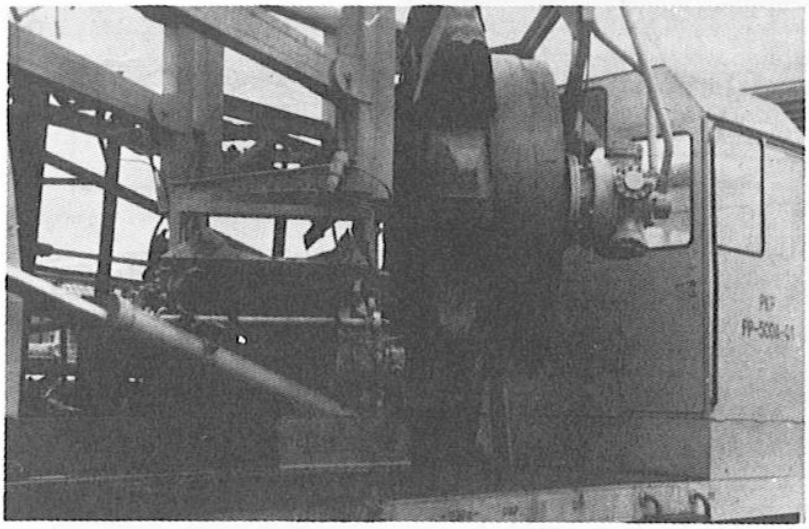
Przydatność ścinarek ław torowisk w procesie układania pokryć ochronnych na torowiskach jest różna. Biorąc pod uwagę grubość wybieranej warstwy gruntu, szerokość pasa prac, równość uzyskiwanej powierzchni oraz możliwość usuwania urobku, można stwierdzić, że najbardziej przydatne są maszyny takie, jak UMT-500, w których do ścinania gruntu wykorzystuje się typowe łańcuchy wybierakowe oczyszczarek podsypki typu OT.



5.155. Profilowanie ławy torowiska na szlaku przy zastosowaniu maszyny typu UMT-500 (Południowa DOKP)

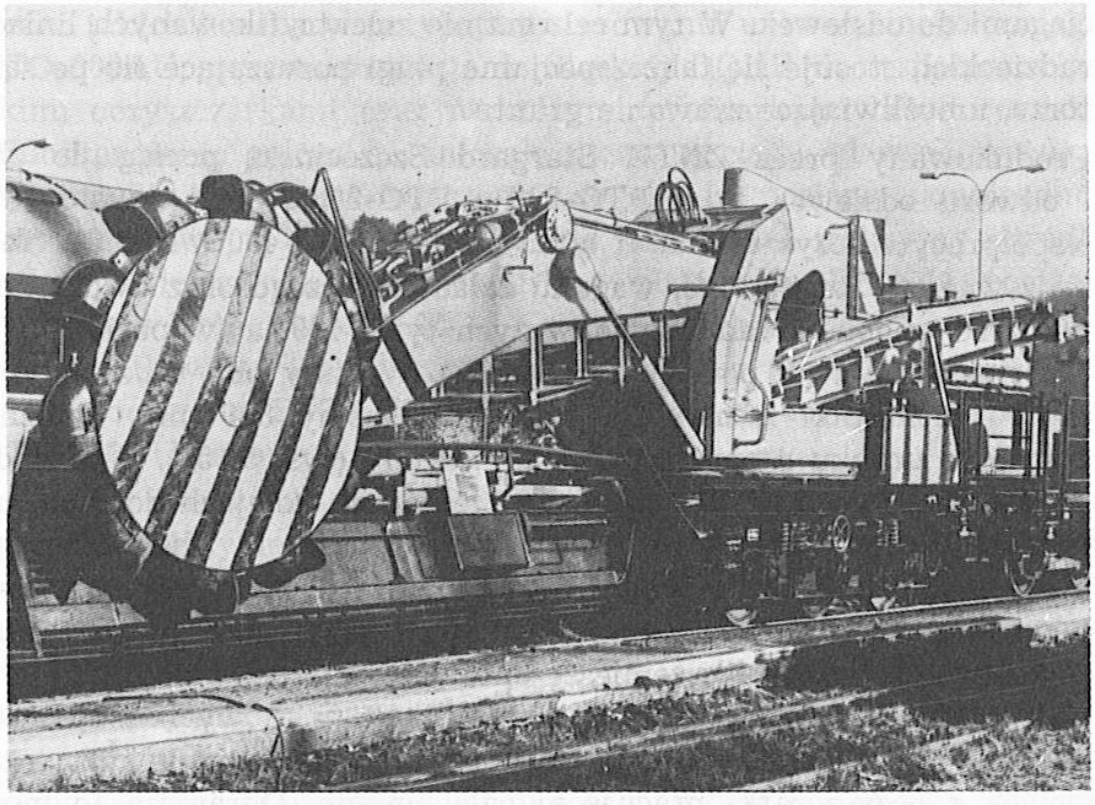


5.156. Wybieranie podsypki na międzytorzu przy zastosowaniu maszyny typu UMT-500 (Południowa DOKP)

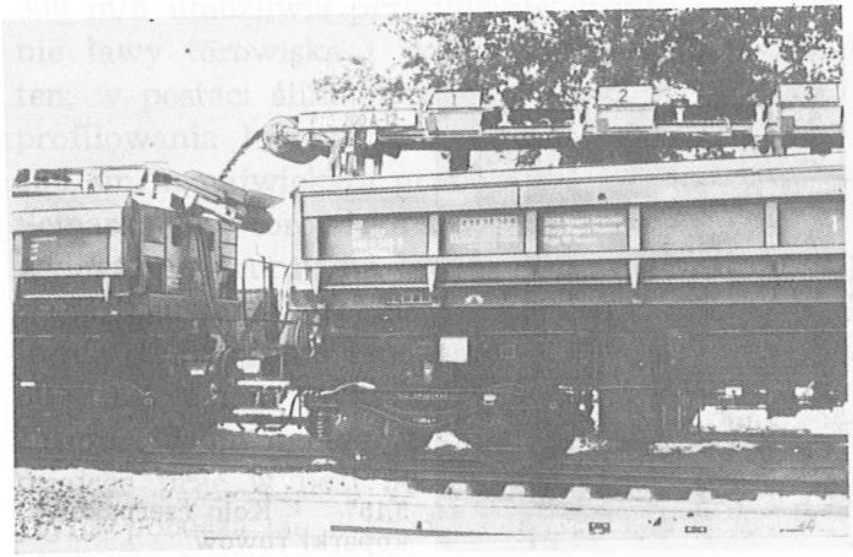


5.157 Koło czerpakowe koparki rowów

Prowadzone są również prace nad innymi maszynami; w najbliższych latach park maszynowy służby drogowej PKP wzbogaci się o seryjnie produkowaną profilarkę ław torowiska typu PŁT-500 [199] oraz koparkę rowów typu KR-500 [20]. W pierwszej konstrukcji wykorzystano doświadczenia eksploatacji przedstawionych już prototypów. Druga maszyna (rys. 5.157) umożliwi głębienie przekopów drenarskich i rowów bocznych oraz profilowanie skarp przekopów i ław torowisk. Jej charakterystyka będzie więc zbliżona do charakterystyki maszyny typu URF-80 firmy Plasser & Theurer [178] oraz ostatnio skonstruowanej przez koleje czechosłowackie i koleje NRD maszyny typu SZP 750 (rys. 5.158).



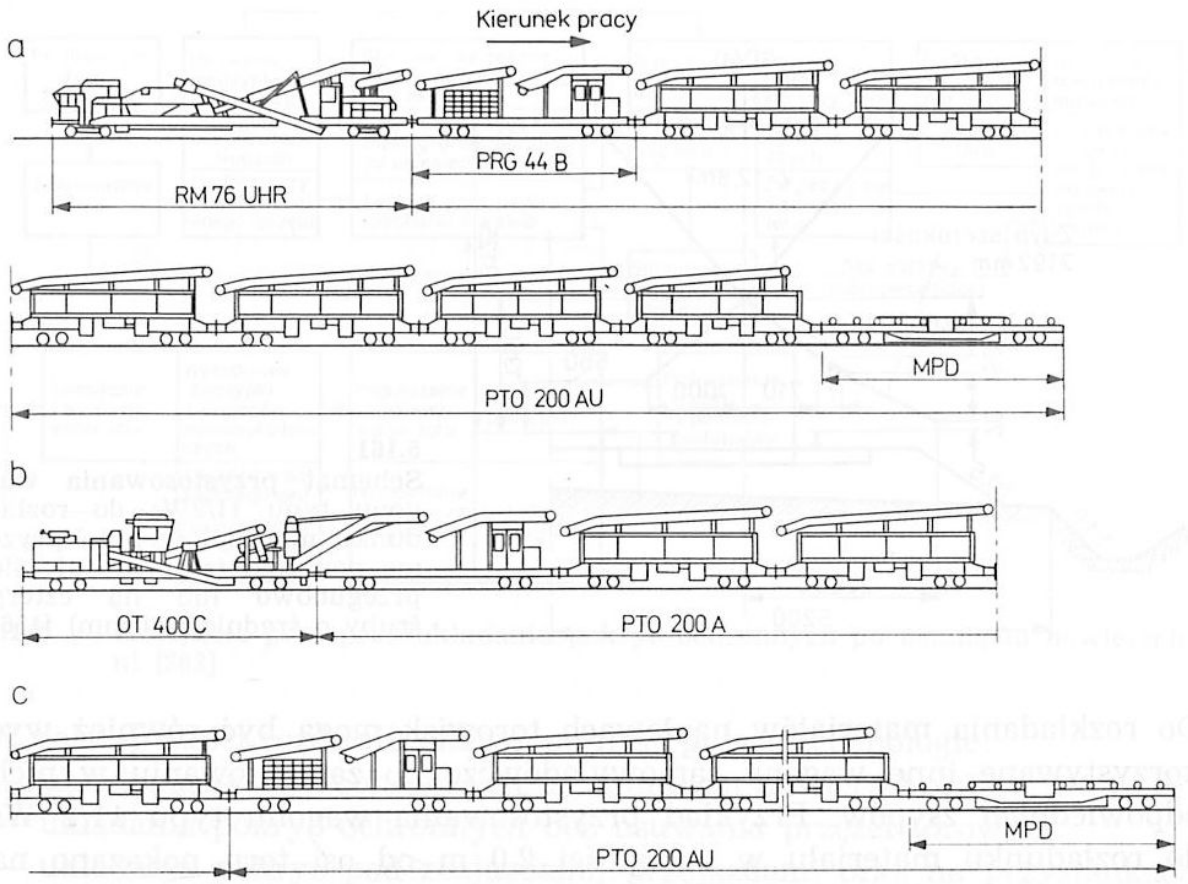
5.158. Uniwersalna maszyna typu SZP 750 do ścinania ław, profilowania skarp oraz kopania i profilowania rowów



5.159
Wagony pociągu do odsiewek typu PTO-200 A

Do **typowych maszyn stosowanych podczas prac nawierzchniowych** należą nasuwarki, oczyszczarki podsypki, pociągi zrywkowe i układkowe, pociągi do odsiewek, podbijarki podkładów, profilarki pryzmy podsypki, dźwigi torowe i inne. W procesie kompleksowej naprawy drogi maszyny te stanowią trzon zespołu naprawczego, natomiast w pracach podtorzowych wykorzystuje się je przede wszystkim podczas przygotowywania torowiska do układania pokrycia (m.in. przy usuwaniu nawierzchni), później zaś do prac wykończeniowych. Maszyny te opisano wyczerpująco w licznych pracach dotyczących utrzymania i modernizacji nawierzchni. Tutaj należy jedynie zwrócić uwagę na możliwość usuwania podsypki i gruntu podtorza za pomocą oczyszczarek tłucznia współpracujących z pociągami do odsiewek. W tym celu na nie zelektryfikowanych liniach kolei radzieckich stosuje się także specjalne pługi poruszające się po sąsiednim torze, umożliwiające zsuwanie gruntu.

Produkowany przez ZNTK Stargard Szczeciński pociąg do zbierania i odwozu odsiewek typu PTO-200 i PTO-200A jest przystosowany do współpracy z oczyszczarkami typu OT-400B, OT-400C, RM 62. Składa się on z wagonu sterującego, wagonu załadowawczego oraz dwóch zestawów po sześć wagonów samowyładowczych typu 409Va (w pociągu PTO-200) lub typu 418Va (w pociągu PTO-200A). Wagony obu typów wyposażone są w przenośniki taśmowe o szerokości taśmy 800 mm, umożliwiające transport urobku z oczyszczarki na wagony (rys. 5.159). Wydajność tych przenośników wynosi 216 m^3/h (na niektórych kolejach do tych prac wykorzystuje się wytwarzane przez firmę Plasser & Theurer przenośniki systemu DEHE typu TD-600 i TD-800 o szerokości taśm wynoszącej odpowiednio 600 mm i 800 mm). Współpracujące z pociągiem oczyszczarki umożliwiają zarówno przemieszczanie pociągu, jak i dostarczają energię elektryczną do elektrobębnów przenośników taśmowych. Pojemność jednego składu wagonów pociągu wystarcza do załadowania tylko części odsiewek z oczyszczarki pracującej całą zmianę. Ogranicza to możliwości wykorzystania pociągu typu PTO.

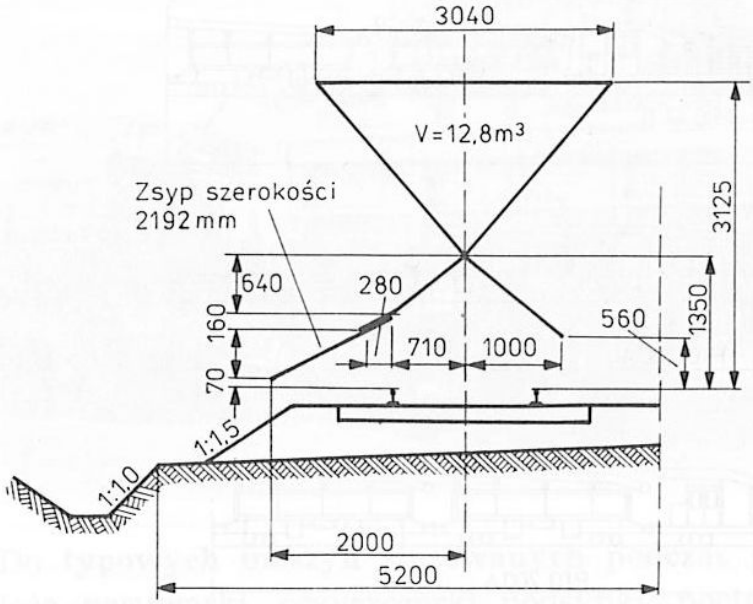


5.160. Przykładowe ustawienie pociągu typu PTO-200AU do zbierania odsiewek [187]

a — pociąg współpracujący z oczyszczarką typu RM-76 UHR, *b* — pociąg współpracujący z oczyszczarką typu OT-400C oraz dodatkowym składem pociągu PTO-200A

Ograniczeń takich nie ma w przypadku stosowania uniwersalnego pociągu typu PTO-200AU, przystosowanego w Śląskiej DOKP do współpracy ze wszystkimi oczyszczarkami oraz niektórymi profilarkami ław torowiska [187]. Udoskonalenie polega na uniezależnieniu pociągu od współpracującej oczyszczarki, to jest na włączeniu do składu pociągu samojezdnej platformy motorowej typu MPD (służy ona jako środek trakcyjny i źródło sprężonego powietrza), zainstalowaniu na platformie PRG-44 pociągu zespołu prądotwórczego A-280 MO4 o mocy 125 kW (zasila on elektrobębny) i dodatkowego transportera odsiewek oraz na zmianie systemu sterowania pociągiem PTO. Niektóre możliwości wykorzystania pociągu typu PTO-200AU pokazano na rysunku 5.160.

Do transportu masowych materiałów na miejsce prac bardzo przydatne są wagony z odchylanymi burtami, umożliwiającymi wyładunek tych materiałów poza pryzmę podsypki. Na przykład wagony typu 409Va o pojemności 25 m^3 i ładowności 50 t umożliwiają wyładunek materiałów na jedną stronę toru, w odległości 1,2 m od osi toru, natomiast wagony typu 904V o pojemności 48,5 m^3 i ładowności 105 t umożliwiają wyładunek materiałów na obie strony, w odległości 1,7 m od osi toru (w praktyce ładowność tych wagonów musi być ograniczana do 70 t ze względu na zbyt duże siły przekazywane na tor).



5.161
Schemat przystosowania wagonu typu 11/2Ws do rozładunku materiałów poza pryzmę podsypki (zsyp mocuje się przegubowo lub na cztery śruby o średnicy 20 mm) [156]

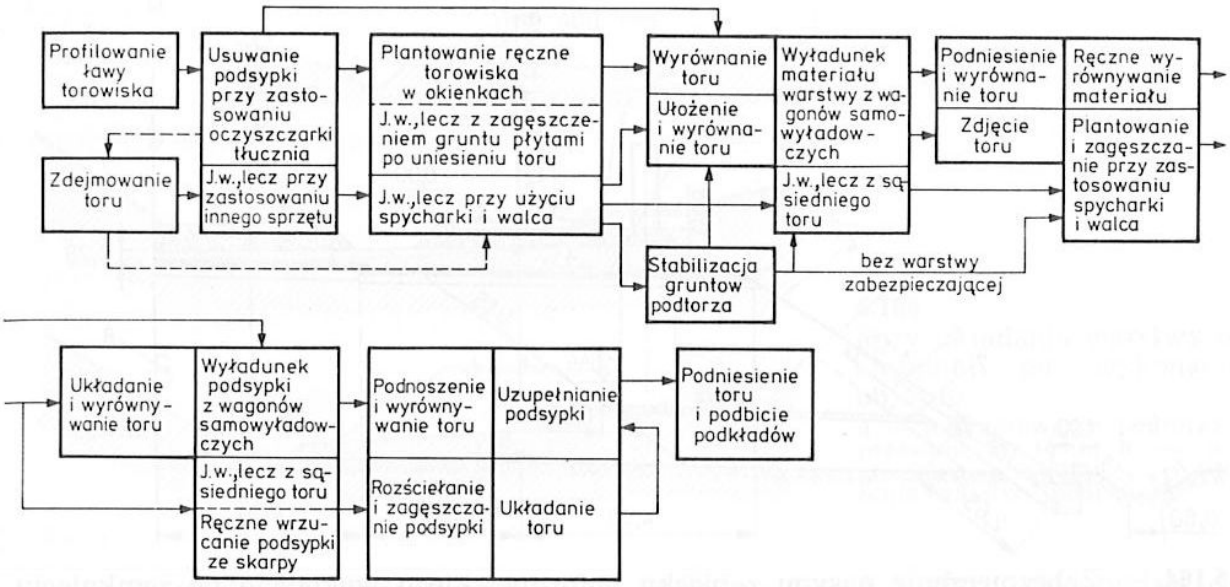
Do rozkładania materiałów na ławach torowisk mogą być również wykorzystywane inne wagony samowyładowcze po zamontowaniu w nich odpowiednich zsypów. Przykład przystosowania wagonu typu 11/2 Ws do rozładunku materiału w odległości 2,0 m od osi toru pokazano na rysunku 5.161. Niewielkie ilości materiałów można dowozić wózkami typu WM.

5.3.3.6. Organizacja i technologia prac

Układanie ochronnych pokryć torowisk zasadniczo różni się od innych prac podtorzowych. Rzadko bowiem prace te udaje się wykonać w czasie krótkich przerw pomiędzy kolejnymi pociągami. Najczęściej konieczne jest zamknięcie toru dla ruchu i skierowanie pociągów ze wzmacnianego odcinka na drugi tor, na inną linię lub objazd wybudowany na czas prac albo też wykorzystanie zamknięć uzyskanych już na wykonanie innych prac.

Organizację i technologię tych prac opracowuje się dla poszczególnych odcinków linii uwzględniając:

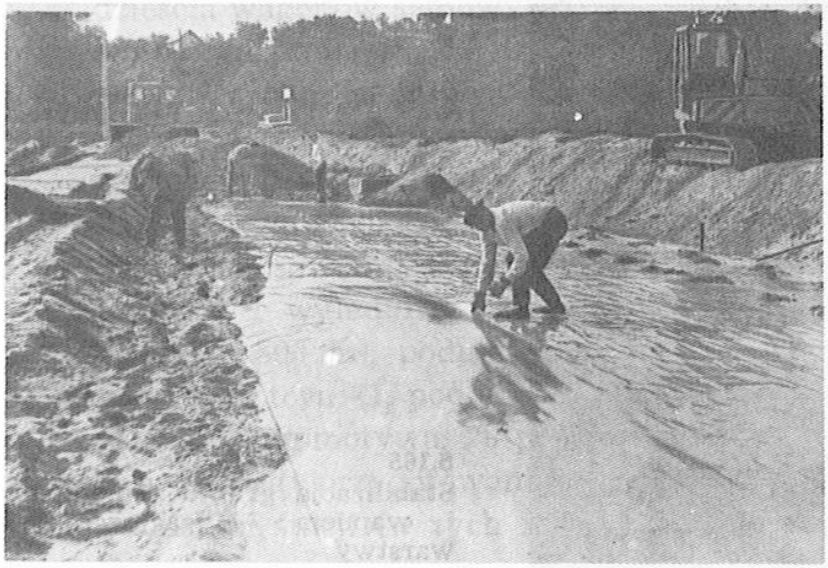
— długość odcinków oraz ich lokalizację;
— rodzaje materiałów przewidzianych do układania (m.in. możliwości ich dowozu i składowania);
— pożądaną wydajność prac;
— dostępność potrzebnych maszyn i sprzętu;
— możliwości uzyskania zamknięć toru dla ruchu, wykonania niektórych prac w przerwach pomiędzy pociągami albo etapami, przemiennie na kilku odcinkach linii lub różnych liniach;
— możliwości połączenia prac podtorzowych z nawierzchniowymi lub innymi pracami.



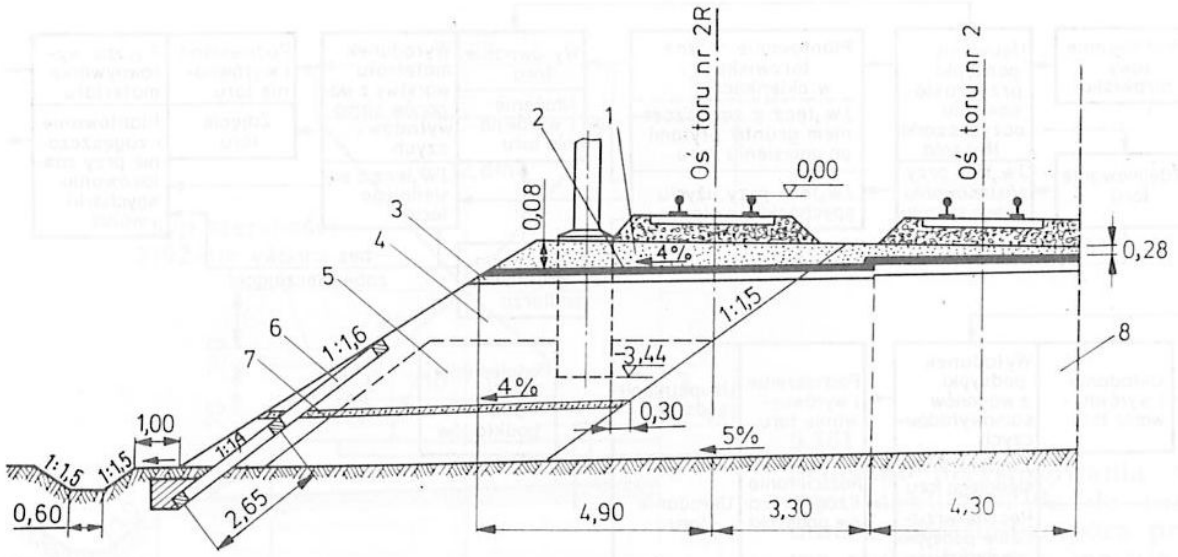
5.162. Kolejność prac przy układaniu pokryć ochronnych po usunięciu nawierzchni [262]

W dalszej części rozdziału omówiono następujące technologie:
— układania pokryć ochronnych po usunięciu nawierzchni;
— układania pokryć ochronnych bez usuwania przęseł torowych;
— układania pokryć pod rozjazdami, przejazdami oraz na przystankach osobowych.

Szczególnie korzystne warunki układania pokryć ochronnych stwarza **czasowe wyłączenie z ruchu pociągów odcinka, na którym mają być wykonywane prace,** można wtedy bowiem usunąć nawierzchnię (rys. 5.162). Postęp prac według tych technologii jest wprawdzie mały i wynosi 40 ÷ 250 m/8 h, zależnie od długości odcinka, rodzaju układanego materiału i stosowanych maszyn, ale technologie te umożliwiają uzyskanie najlepszej jakości oraz układanie wszystkich materiałów, w tym grubych pokryć wielowarstwowych (rys. 5.163, 5.164, 5.165). Wykorzystane mogą być również typowe maszyny drogowe, rolnicze i budowlane.

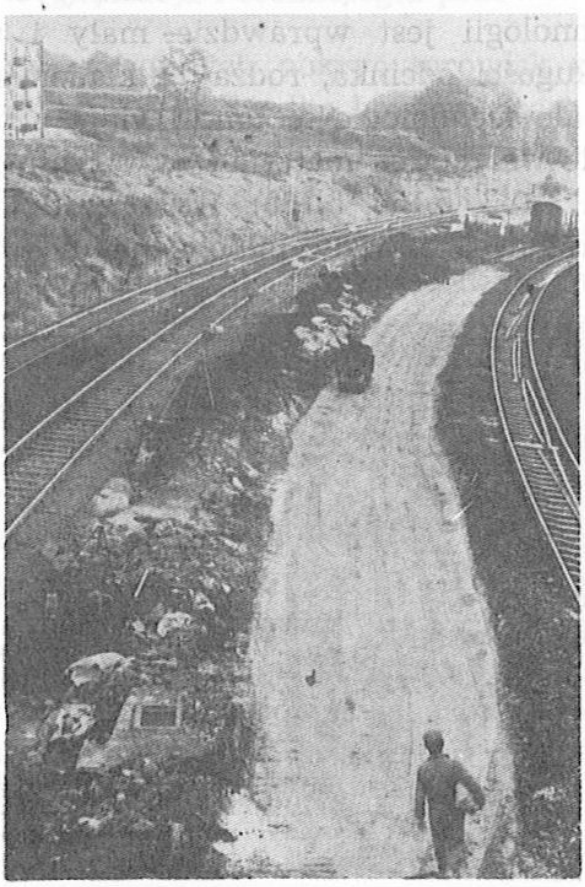


5.163 Zabezpieczenie nasypu folią układaną po usunięciu nawierzchni pod warstwą piasku grubości 50 cm

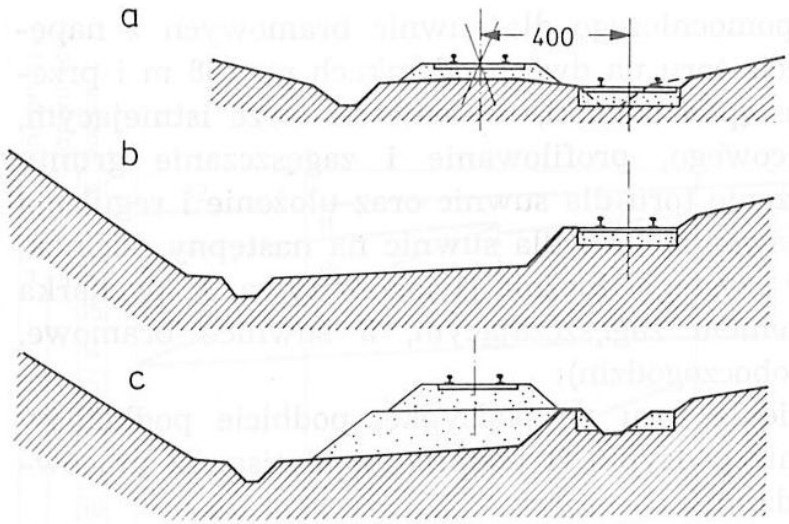


5.164. Zabezpieczenie nasypu z piasku poformierskiego wykonane po zamknięciu toru dla ruchu pociągów (linia Zawiercie — Radzice):
1 — piasek, *2* — ekran z asfaltobetonu grubości 8 cm, *3* — warstwa zagęszczonego żużla grubości 20 cm, *4* — piasek, *5* — piasek poformierski, *6* — wzmocnienie skarpy rusztem ze zużytych podkładów betonowych, *7* — warstwa chudego betonu grubości 10 cm, *8* — istniejący nasyp

Takie zorganizowanie prac jest jednak możliwe najczęściej na liniach stosunkowo mało obciążonych, których odcinki mogą być zamknięte dla ruchu, oraz na odcinkach linii, dla których można zbudować czasowe objazdy. Budowa objazdów jest możliwa między innymi w przypadku płytkich przekopów i niskich nasypów linii nie zelektryfikowanych, na



5.165
Stabilizacja gruntu cementem i wapnem — zagęszczanie warstwy



5.166
Fazy układania warstwy ochronnej po wykonaniu objazdu
a — przygotowanie podtorza i przesunięcie toru, *b* — pogłębienie przekopu, *c* — ułożenie warstwy ochronnej

których można uzyskać zamknięcie toru na 4 ÷ 6 godzin, niezbędne do wymiany rozjazdów. Na kolejach radzieckich objazdy takie wykonuje się najczęściej przy istniejących torach (rys. 5.166), natomiast na kolejach węgierskich niekiedy stosuje się stałe objazdy uszkodzonych odcinków. Istniejącą drogę kolejową w takich przypadkach rozbiera się, teren zaś rekultywuje.

Ilustracją technologii prac wykonywanych po wyłączeniu toru na pewnym odcinku z ruchu może być układanie warstw ochronnych na mało obciążonych modernizowanych liniach kolei węgierskich. Prace są wykonywane w ośmiu fazach, w ciągu siedmiu dni (fazy 2. i 3. wykonywane są w jednym dniu). Podczas pięciogodzinnych zamknięć toru dla ruchu na odcinkach długości 168 m wykonywane są następujące prace:

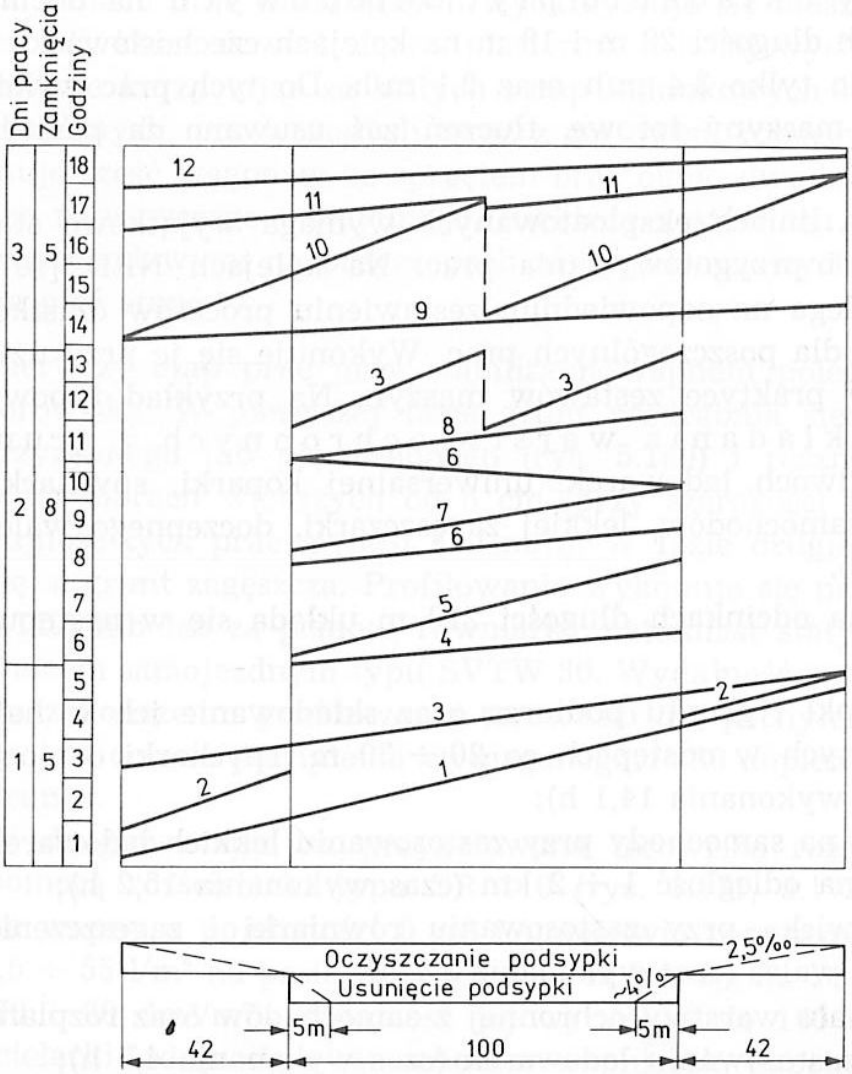
— 1. faza: ręczne profilowanie ław torowiska i wrzucenie urobku na tor (9 pracowników — 45 roboczogodzin);
— 2. faza: podniesienie przęseł torowych w celu ułatwienia pracy oczyszczarki, wybranie podsypki przy zastosowaniu oczyszczarki i załadowanie materiału za pomocą przenośników taśmowych na dwadzieścia wagonów samowyładowczych; ładowanie wagonów rozpoczyna się od wagonu najbardziej oddalonego od oczyszczarki, natomiast odsiewki są odrzucane na skarpę (1 lokomotywa, 20 wagonów samowyładowczych z przenośnikami taśmowymi, 14 pracowników — 70 roboczogodzin);
— 3. faza: regulacja położenia toru przed oczyszczarką, wycięcie gruntu przy zastosowaniu oczyszczarki i ręczne wyprofilowanie torowiska, przywóz i wyładunek 25 wagonów materiału warstwy ochronnej, tj. około 300 m^3, podniesienie toru na warstwę i ponowna regulacja położenia toru (1 podbijarka Matisa, 25 wagonów samowyładowawczych, 1 lokomotywa, 20 pracowników — 100 roboczogodzin);
— 4. i 5. faza: przygotowanie pociągu z podsypką, ustawienie go na pobliskiej stacji (w tych fazach prac na odcinkach nie prowadzi się);

— 6. faza: ułożenie toru pomocniczego dla suwnic bramowych z napędem elektrycznym, zdjęcie toru na dwóch odcinkach po 168 m i przeniesienie go na dwa następne odcinki, ułożenie na torze istniejącym, zdjęcie toru podsuwnicowego, profilowanie i zagęszczanie gruntu warstwy ochronnej, ułożenie toru dla suwnic oraz ułożenie i regulacja właściwego toru; przestawienie toru dla suwnic na następny odcinek, wyładunek 25 wagonów czystego tłucznia (1 lokomotywa, 1 spycharka z wibracyjnym urządzeniem zagęszczającym, 3 suwnice bramowe, 14 pracowników — 70 roboczogodzin);
— 7. faza: ręczne podniesienie toru na podsypkę, podbicie podkładów i ewentualne uzupełnienie podsypki (1 podbijarka Matisa, 22 pracowników — 110 roboczogodzin);
— 8. faza: regulacja położenia toru i powtórne zagęszczenie podsypki (1 podbijarka Matisa, 2 pracowników — 110 roboczogodzin).

W pierwszej fazie prac tor jest zamykany dla ruchu pociągów. Po wykonaniu prac w trzeciej fazie prędkość pociągów wynosi 40 km/h, a po drugiej, czwartej, piątej, szóstej i siódmej — 10 km/h. W razie potrzeby wycięcia warstwy słabego gruntu podtorza o grubości większej od 10 cm stosuje się dwa przejścia oczyszczarki podsypki.

Według innej technologii, stosowanej na liniach dwutorowych, prace wykonywane są w następującej kolejności:
— usunięcie podsypki od czół podkładów oraz gruntu do odpowiedniej głębokości i składowanie tych materiałów na torze;
— załadunek na wagony podsypki oczyszczonej za pomocą oczyszczarki (jak w poprzedniej technologii);
— zdjęcie przęseł torowych za pomocą dźwigu UK;
— profilowanie torowiska za pomocą równiarki i zagęszczanie gruntu za pomocą walca gładkiego;
— wyładunek z sąsiedniego toru materiału warstwy ochronnej, rozścielenie i zagęszczenie go za pomocą spycharki wyposażonej w urządzenie zagęszczające;
— wyładunek z sąsiedniego toru tłucznia, rozścielenie go i zagęszczenie za pomocą ciągnika; ilość podsypki jest tak dobrana, aby po jej zagęszczeniu tor znalazł się na poziomie o kilka centymentrów niższym od poziomu projektowanego; górna powierzchnia podsypki jest pozioma;
— ułożenie toru za pomocą dźwigu UK, uzupełnienie podsypki do pełnej grubości za pomocą wagonu dozującego i zagęszczenie dosypanej podsypki.

W technologii tej zamiast dźwigu UK stosowane są niekiedy suwnice bramowe. Materiały są jednak zawsze przywożone w przerwach między ruchem pociągów (niekiedy konieczny jest kilkakrotny dojazd pociągu z tłuczniem na ten sam odcinek). Przy zastosowaniu tej technologii układa się zwykle 150 m pokrycia torowiska w ciągu 8 godzin.



5.167
Harmonogram układania folii na odcinku 100 m [156]

1 — oczyszczanie podsypki, *2* — regulacja toru na odcinkach przejściowych, *3* — przygotowanie toru do ruchu z prędkością 30 km/h, *4* — usunięcie podsypki przy zastosowaniu oczyszczarki, *5* — wycięcie gruntu podtorza przy zastosowaniu oczyszczarki, *6* — wyładunek i rozścielenie piasku, *7* — podniesienie toru i ułożenie folii, *8* — wyładunek i rozścielenie tłucznia, *9* — uzupełnienie podsypki, *10* — podnoszenie toru na podsypkę, *11* — zagęszczenie podsypki, *12* — profilowanie pryzmy podsypki i oczyszczanie miejsca prac

W innej odmianie omówionej technologii dowóz tłucznia odbywa się po nowo ułożonym torze. Po wyładunku tłucznia prędkość pociągów wynosi 10 km/h. W następnym dniu dokręca się śruby, podnosi tor i uzupełnia podsypkę.

W przypadku prac w przekopach, gdy podsypka jest bardzo zanieczyszczona, stosuje się nowy tłuczeń. Zanieczyszczona podsypka jest odwożona wagonami na składowiska i następnie wykorzystywana do budowy dróg. Usuwa się ją niekiedy za pomocą spycharek i gromadzi we wnękach wykonanych w skarpach przekopu. Z wnęk tych podsypka jest zabierana transportem samochodowym.

Średnia wydajność prac wykonywanych według opisanych technologii wynosi około 20 m/h i szybko zmniejsza się przy skracaniu odcinków, na których układane są pokrycia ochronne. Wpływają na to zarówno prace nawierzchniowe, jak i wykonywanie licznych ramp przejściowych, łączących tory na różnych poziomach i umożliwiających przejazd pociągów po zakończeniu prac w danym dniu (praca na krótkim odcinku jest zilustrowana na rys. 5.167).

432 Wydajność prac przy układaniu płyt betonowych na odcinkach doświadczalnych długości 29 m i 18 m na kolejach czechosłowackich wynosiła odpowiednio tylko 3,4 m/h oraz 2,1 m/h. Do tych prac wykorzystywano typowe maszyny torowe, tłuczeń zaś usuwano za pomocą spycharki.

Układanie pokryć na liniach eksploatowanych wymaga wyjątkowo starannego planowania i przygotowywania prac. Na kolejach NRD [107] planowanie takie polega na odpowiednim zestawieniu procesów cząstkowych opracowanych dla poszczególnych prac. Wykonuje się je przy użyciu sprawdzonych w praktyce zestawów maszyn. Na przykład typowy zespół maszyn do układania warstw ochronnych z gruntów składa się z dwóch ładowarek, uniwersalnej koparki, spycharki, równiarki, siedmiu samochodów, lekkiej zagęszczarki, doczepnego walca oraz dźwigu torowego.

Warstwy ochronne na odcinkach długości 210 m układa się w następującej kolejności:

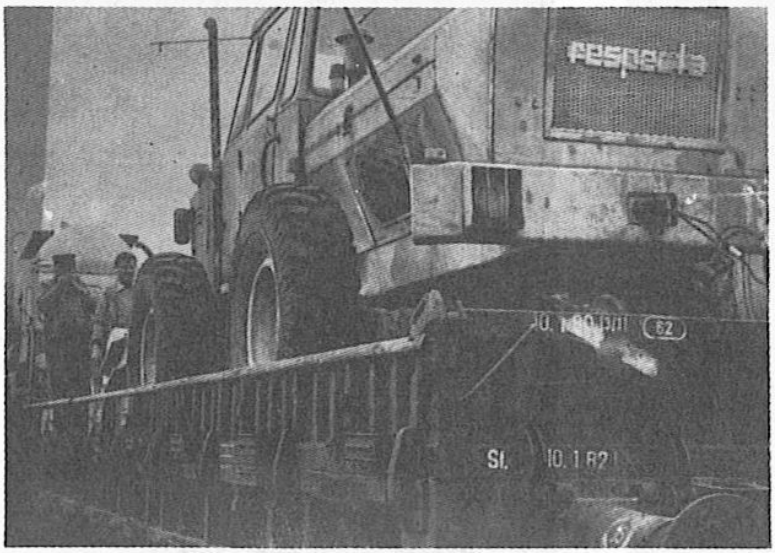
— odspojenie podsypki i gruntu podtorza oraz składowanie ich w hałdach rozmieszczonych w odstępach co 20 ÷ 30 m (spycharki o mocy 59 ÷ 73 kW, czas wykonania 14,1 h);
— załadunek urobku na samochody przy zastosowaniu lekkich ładowarek i odwiezienie go na odległość 1 ÷ 2 km (czas wykonania 15,2 h);
— wyrównanie torowiska przy zastosowaniu równiarki i zagęszczenie gruntu za pomocą walca (czas wykonania 2,7 h);
— wyładunek materiału warstwy ochronnej z samochodów oraz rozplantowanie go przy zastosowaniu ładowarek (czas wykonania 4,5 h);
— zagęszczenie gruntu przy zastosowaniu zagęszczarki i walca (czas wykonania 2,6 h).

Wieloletnie doświadczenia kolei NRD wskazują na to, że układanie warstwy według opisanej technologii trwa 29 h, a więc wydajność prac wynosi około 7 m/h. W przypadku długich odcinków wydajność wzrasta do 12 m/h. Dalsze zwiększenie tempa można uzyskać tylko przez koncentrację sprzętu lub zastosowanie ładowarek o większej wydajności. Rozwiązania te nie zawsze są uzasadnione ze względów ekonomicznych. Na zwiększenie tempa prac wyraźnie wpływa wydłużenie odcinka, na którym usunięto nawierzchnię. Wpływ prac nawierzchniowych staje się wtedy niezauważalny. Zbędne są też długie rampy przejściowe o niewielkich pochyleniach, mogą być one wtedy zastąpione krótkimi rampami umożliwiającymi przejazd maszyn. Korzyści wynikające z takiego rozwiązania są widoczne na przykładzie prac wykonanych przy stabilizacji gruntów podtorza wapnem i zabezpieczaniu ich za pomocą warstwy ze żwiru lub piasku. Prace takie na kolejach niemieckich NRD wykonuje się od 1977 roku podczas zamknięcia toru dla ruchu, przy jednoczesnym ograniczeniu prędkości pociągów na sąsiednim torze do 30 km/h [47].

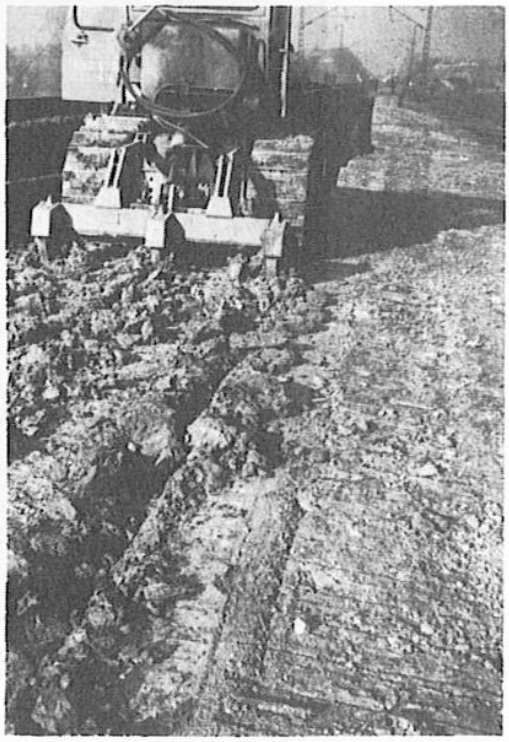
W ramach prac zasadniczych wyokrzystuje się maszyny z zestawu „Respecta", które dowozi się na platformach kolejowych (rys. 5.168) i wyładowuje korzystając ze stałych ramp ładunkowych lub specjalnych ramp składanych, przewożonych wraz z zestawem roboczym. Zestaw ten obejmuje sześć wagonów ze sprzętem oraz około dwudziestu wagonów zaplecza naprawczego i socjalnego. Niekiedy zestaw ten przewozi się drogami samochodowymi na przyczepach niskopodwoziowych. Prace są podzielone na pięć etapów.

Pierwszy etap prac przy stabilizacji wapnem polega na przygotowaniu torowiska. W pierwszej fazie grunt rozdrabnia się za pomocą zrywaka trzyzębnego lub pięciozębnego (rys. 5.169) i ręcznie wybiera kamienie o wymiarach większych od 6 cm (przy szerokości torowiska 4,5 m wydajność tych prac wynosi 450 m/h). W fazie drugiej torowisko profiluje się, a grunt zagęszcza. Profilowanie wykonuje się przy użyciu szyny (rys. 5.170) lub też za pomocą równiarki, natomiast statyczne zagęszczanie — walcem samojezdnym typu SVTW 30. Wydajność zespołu wynosi 250 m/h. Po zakończeniu profilowania torowisko ma pochylenie 1 : 15. Zmniejszane jest ono do pochylenia wymaganego 1 : 20 dopiero w czasie stabilizacji gruntu.

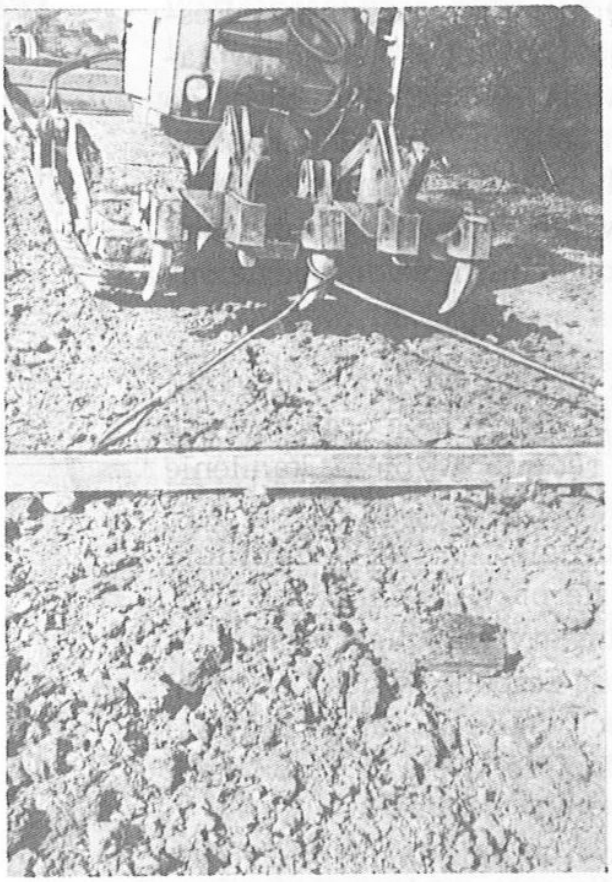
W drugim etapie na przygotowane torowisko rozsypuje się wapno za pomocą rozścielarki typu SR 110 (rys. 5.171, 5.172). Ma ona zbiorniki na wapno o pojemności 5 m^3 i umożliwia rozsypywanie wapna w ilości 3,5 ÷ 55 l/m^2 na pasie szerokości 2,3 m lub 2,5 m. Przy wydatku 15 kg/m^2 (70 ÷ 80 dm^3/m^3) wydajność jej wynosi około 190 m/h. Wapno do rozścielarki ładuje się z samochodów wapniarek, napełnianych na pobliskich stacjach bądź też z zestawu silosów.



5.168. Zestaw Respecta na wagonach [47]



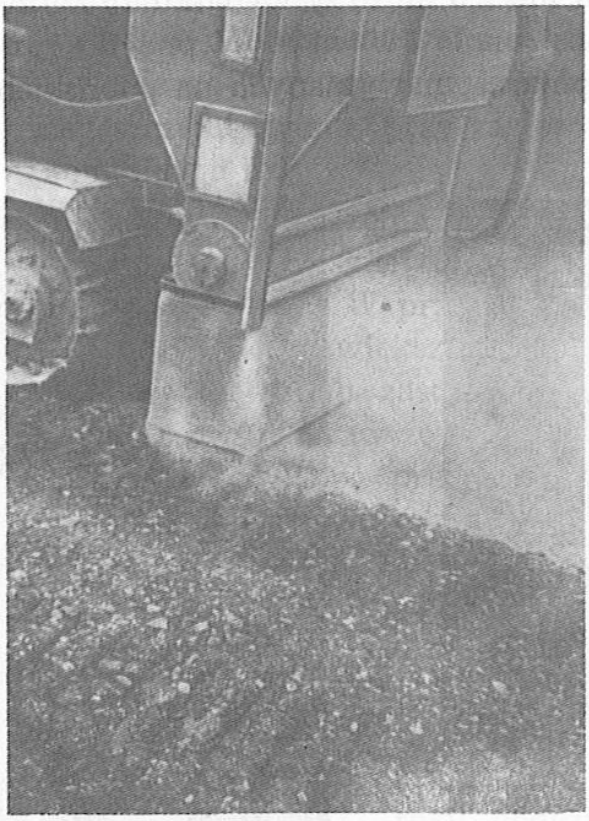
5.169. Odspajanie gruntu za pomocą doczepnego zrywaka [47]



5.170. Wstępne profilowanie torowiska [47]



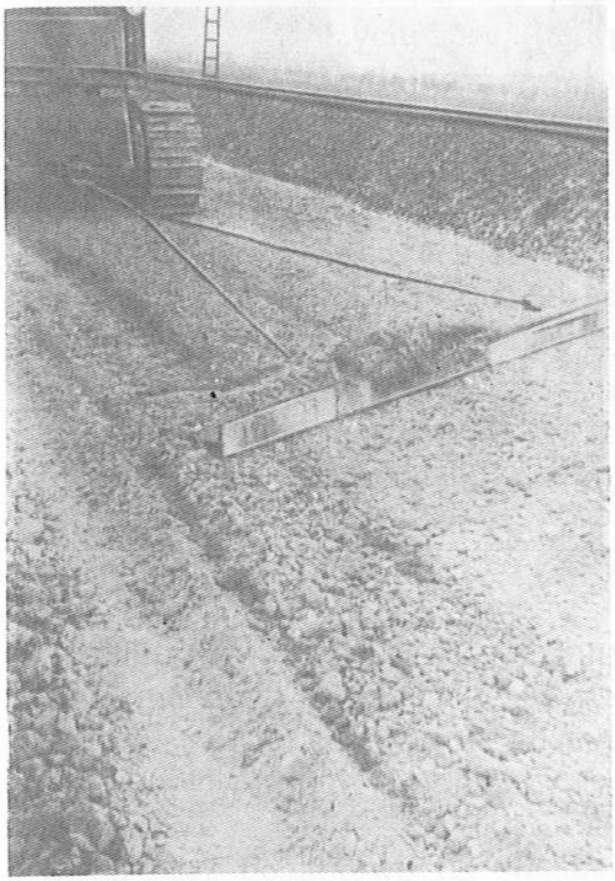
5.171. Rozścielarka wapna typu SR 110 [47]



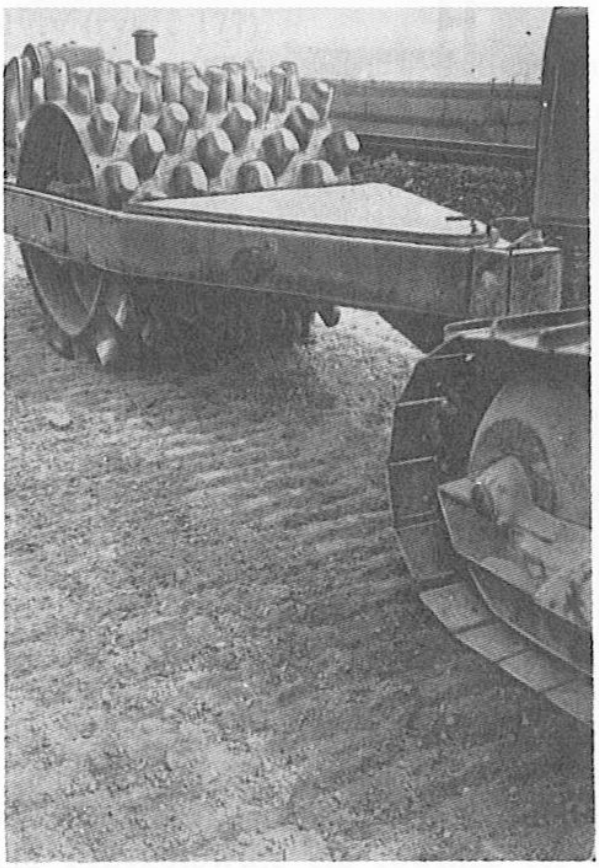
5.172. Rozścielanie wapna [47]



5.173. Mieszanie gruntu z wapnem przy zastosowaniu mieszarki typu SV 180W [47]



5.174. Profilowanie mieszanki szyną ciągnioną przez spycharkę [47]



5.175. Zagęszczanie mieszanki za pomocą walca okołkowanego [47]

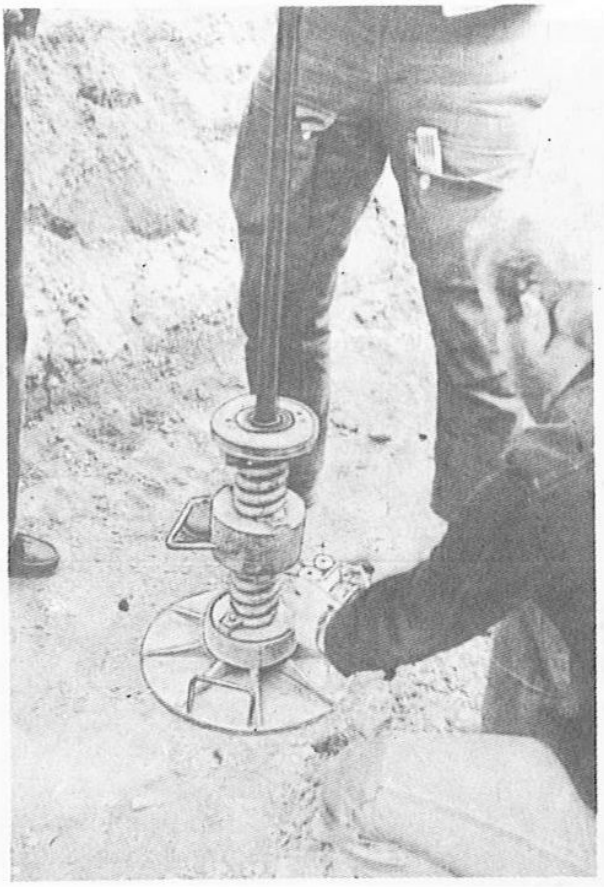
Trzeci etap prac, to jest mieszanie gruntu z wapnem, wykonuje się za pomocą mieszarki typu SV 180W. Umożliwia ona mieszanie gruntu do głębokości 30 cm na pasie szerokości 2,5 m z prędkością do 10,5 km/h (rys. 5.173). Zazwyczaj głębokość mieszania wynosi 20 ÷ 25 cm, co gwarantuje uzyskanie warstwy stabilizowanej grubości 18 cm. Dobre wymieszanie osiąga się najczęściej po czterech przejazdach maszyny, przy czym — jeśli zachodzi potrzeba — w czasie drugiego lub trzeciego mieszania mieszankę zwilża się wodą z cysterny samochodowej.

W czwartym etapie prac mieszankę profiluje się i zagęszcza. Do wstępnego wyrównania i zagęszczania stosuje się szynę ciągnioną przez spycharkę (wydajność około 50 m/h przy dwukrotnym szybkim przejściu tego zestawu — rys. 5.174). Zasadnicze zagęszczanie wymaga natomiast wielokrotnego — najczęściej sześciokrotnego — przejścia walca okołkowanego typu SVSAW 25 (rys. 5.175). Tempo tych prac wynosi również około 50 m/h. W ostatniej fazie tego etapu do pracy wprowadza się ponownie spycharkę z szyną, a następnie walec gładki typu SVTW 30 z włączoną wibracją (wydajność około 85 m/h przy co najmniej czterokrotnym przejściu walca — rys. 5.176).

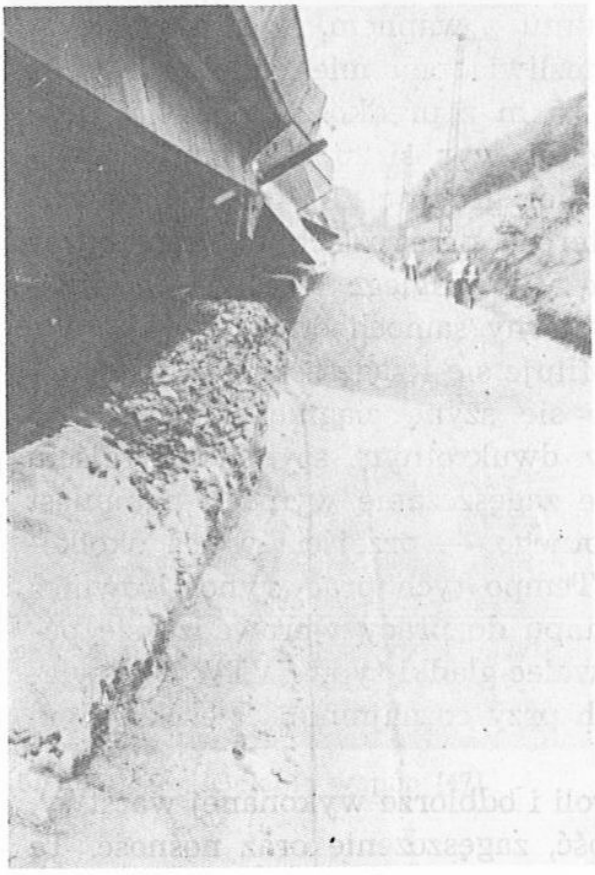
Ostatni, piąty etap prac polega na kontroli i odbiorze wykonanej warstwy. Między innymi sprawdza się jej grubość, zagęszczenie oraz nośność. Tę



5.176. Zagęszczanie mieszanki za pomocą walca gładkiego [47]



5.177. Określanie nośności warstwy stabilizowanej wapnem metodą próbnych obciążeń [47]



5.178
Wyładunek żwiru warstwy zabezpieczającej [47]

ostatnią cechę sprawdza się przez pomiar dynamicznego modułu odkształcenia przy użyciu specjalnej płyty (rys. 5.177).

Średnia dzienna wydajność prac przy układaniu warstwy stabilizowanej wynosi około 600 m, to jest 66 m/h. Wydajność roczna sięga 51 km przy założeniu, że średnia długość odcinków wzmacnianego podtorza wynosi 950 m, a przemieszczenie zestawu na kolejny odcinek trwa 2,5 doby. Dalsze prace na odcinkach ze stabilizacją polegają na wykonaniu warstw zabezpieczających ze żwiru lub piasku. Materiały te dostarcza się na odcinki wagonami samowyładowczymi (rys. 5.178) lub samochodami.

W przypadku krótkich odcinków, na których mają być wykonane prace, łączny czas zamknięcia toru dla ruchu pociągów można znacznie skrócić dzięki użyciu specjalnych maszyn, pracujących podczas kilku krótkich zamknięć.

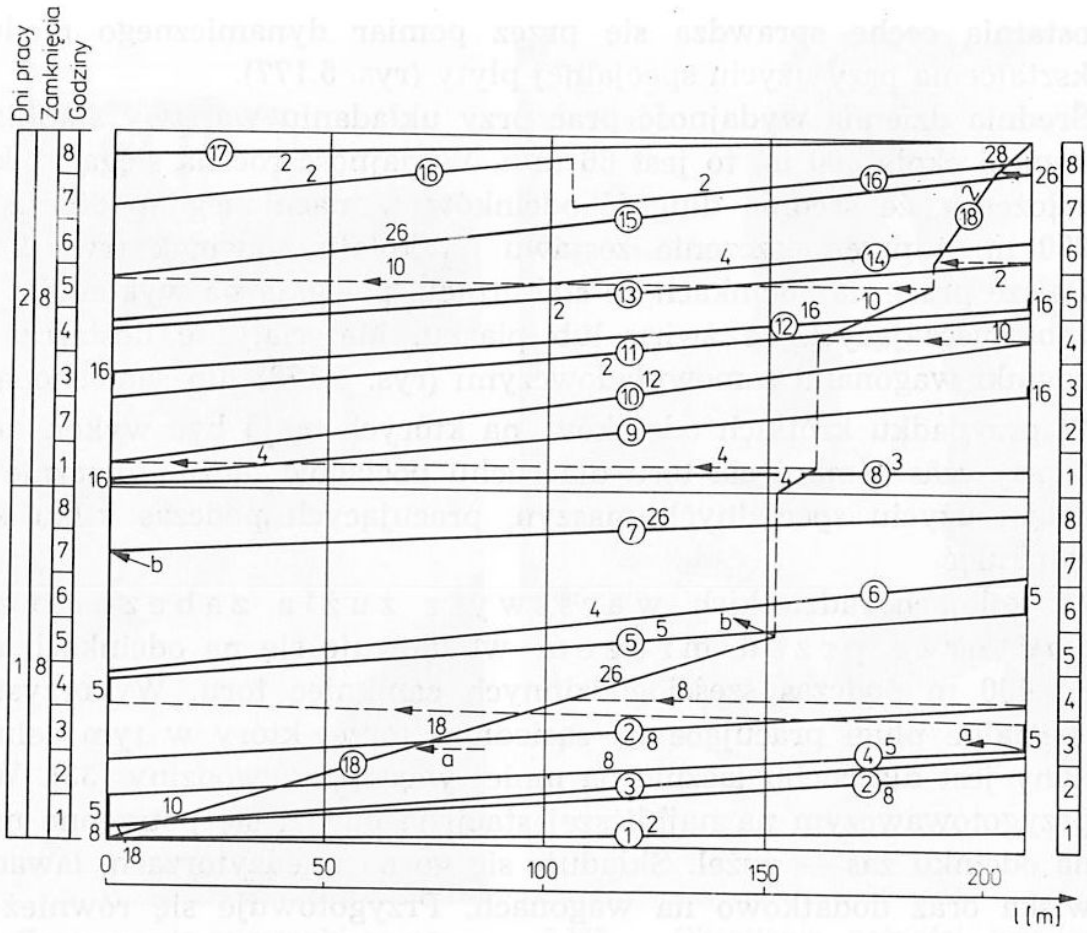
Na kolejach radzieckich warstwy z żużla zabezpieczające podtorze przed mrozem wbudowuje się na odcinkach długości do 400 m podczas sześciogodzinnych zamknięć toru. Wykorzystuje się specjalne pługi pracujące na sąsiednim torze, który w tym celu zamykany jest dla ruchu łącznie na mniej więcej trzy godziny [33]. W etapie przygotowawczym na najbliższej stacji gromadzi się potrzebne maszyny, na odcinku zaś — żużel. Składuje się go na międzytorzach, ławach torowiska oraz dodatkowo na wagonach. Przygotowuje się również tor do rozbiórki oraz poszerza rów boczny, tak aby mogła w nim pracować spycharka.

W czasie zamknięcia toru dla ruchu zdejmuje się przęsła torowe, zsuwa podsypkę i wysadzinowy grunt podtorza przy użyciu pługa (materiały te usuwa się warstwami grubości 10 cm i gromadzi w poszerzonym rowie), wyładowuje z sąsiedniego toru żużel, rozściela się go przy użyciu pługa i zagęszcza wstępnie spycharką oraz układa przęsła torowe.

Prace wykończeniowe trwają $3 \div 4$ dni i wykonuje się je podczas dodatkowych jednogodzinnych zamknięć toru dla ruchu. W tym okresie wywozi się grunt i podsypkę składowaną w rowie oraz profiluje podtorze (do tych prac wykorzystuje się pług). Okienka pomiędzy podkładami zasypuje się żużlem, a na miejscu prac pozostaje zespół usuwający na bieżąco nierówności toru. Po upływie $3 \div 4$ dni tor podnosi się na podsypkę.

Według innej technologii warstwy zabezpieczające przed mrozem grubości 40 cm układa się na odcinkach długości 400 m podczas trzygodzinnych zamknięć toru dla ruchu. Wykorzystuje się oczyszczarkę podsypki typu Szczom-D o wydajności 2000 m/h, wyposażoną w dodatkowe lemiesze do ścinania gruntu oraz urządzenie do podnoszenia toru.

W etapie przygotowawczym przygotowuje się tor do rozbiórki, a na najbliższej stacji ustawia potrzebne maszyny oraz dwanaście węglarek z żużlem. W czasie zamknięcia toru dla ruchu usuwa się podsypkę przy użyciu oczyszczarki, wyładowuje żużel, a następnie podnosi się tor. Prace



5.179. Harmonogram prac podczas układania warstwy ochronnej na odcinku 210 m podczas wymiany nawierzchni [227]

1 — ścinanie ławy torowiska przy zastosowaniu profilarki i wyrzucenie urobku na tor, *2* — ręczne profilowanie skarpy podsypki w celu nadania jej pochylenia 1 : 1 (urobek wyrzucany jest na tor), *3* — ręczne podnoszenie toru przed oczyszczarką *4* — oczyszczanie podsypki do głębokości 35 cm przy użyciu oczyszczarki wraz z załadunkiem odsiewek na wagony (oczyszczarka typu OT 400B, wagony samowyładowcze z przenośnikami taśmowymi), *5* — wybieranie podsypki do głębokości 35 cm przy zastosowaniu oczyszczarki i załadunek urobku na wagony, *6* — wyładunek materiału warstwy filtracyjnej z osiemnastu wagonów samowyładowczych, *7* — regulacja położenia toru i wyrównanie warstwy filtracyjnej, *8* — rozlubkowanie toru, *9* — zrywanie toru przy zastosowaniu czterech suwnic bramowych i załadunek przęseł na platformy, *10* — ręczne wyrównanie warstwy filtracyjnej, *11* — zagęszczanie gruntu warstwy filtracyjnej (dwa walce drogowe), *12* — układanie nowych przęseł przy zastosowaniu czterech suwnic bramowych, *13* — złubkowanie toru, *14* — wyładunek tłucznia z wagonów samowyładowczych, *15* — podniesienie toru i podbicie pojedynczych podkładów, *16* — ciągłe podbicie podkładów (dwie podbijarki), *17* — profilowanie podsypki (profilarka typu ZT250), *18* — oczyszczanie rowu bocznego

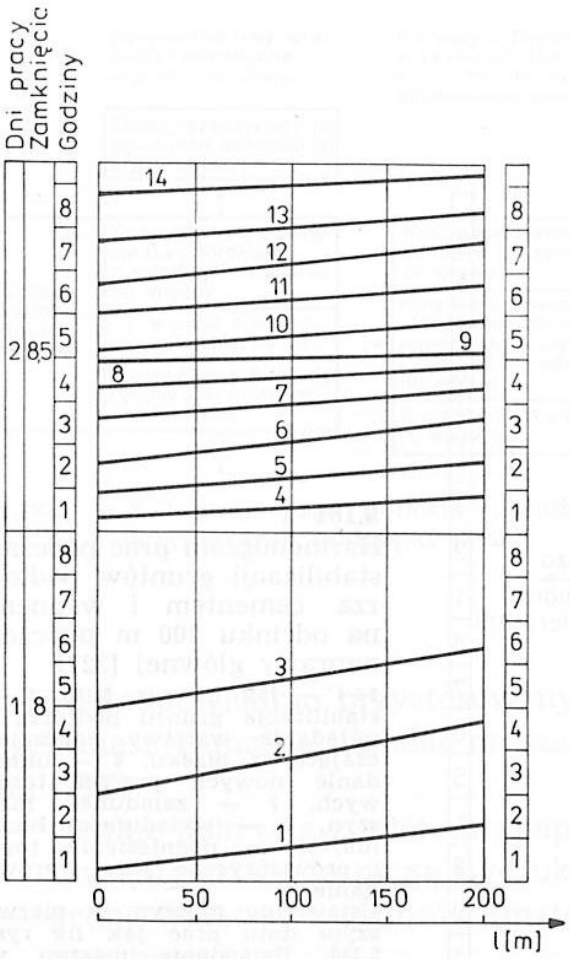
Kolejność ustawienia maszyn w pierwszym dniu prac: pociąg z materiałem warstwy ochronnej, oczyszczarka typu OT 400B, pociąg do tłucznia i odsiewek, profilarka ław torowiska

Kolejność ustawienia maszyn w drugim dniu prac: profilarka typu ZT 250, dwie podbijarki, pociąg z tłuczniem, pociąg układkowy, dwa walce wibracyjne, pociąg zrywkowy

wykończeniowe polegają na podniesieniu toru na warstwę podsypki (wykonuje się je w czasie dwugodzinnego dodatkowego zamknięcia toru dla ruchu) oraz regulacji położenia toru.

Klasyczne maszyny torowe stosowane na PKP szczególnie w przypadku zagęszczania wbudowywanych materiałów nie zapewniają uzyskania tak dużej wydajności. Sądzić można, że przy dobrej organizacji pracy wydajność nie będzie większa od 13 m/h (rys. 5.179).

Na rysunku 5.180 pokazano przebieg stabilizacji gruntów podtorza cementem i wapnem wraz z ułożeniem warstwy

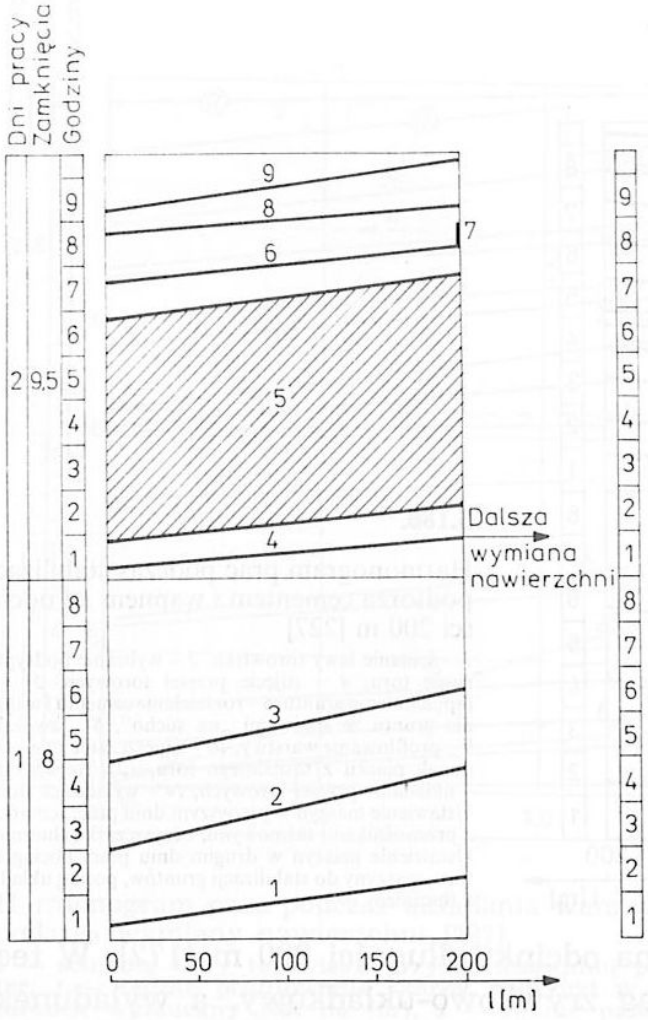


5.180.

Harmonogram prac podczas stabilizacji gruntów podtorza cementem i wapnem na odcinku długości 200 m [227]

1 – ścinanie ławy torowiska, *2* – wybranie podsypki, *3* – wyrównanie toru, *4* – zdjęcie przęseł torowych, *5* – rozdrobnienie i spulchnienie gruntu, *6* – rozścielanie cementu i wapnia, *7* – mieszanie gruntu ze spoiwami „na sucho", *8* – zwilżanie mieszanki, *9* – profilowanie warstwy, *10* – zagęszczanie mieszanki, *11* – wyładunek piasku z sąsiedniego toru, *12* – rozścielanie piasku, *13* – układanie przęseł torowych, *14* – wyładunek tłucznia.
Ustawienie maszyn w pierwszym dniu prac: ścinarka ław, wagony z przenośnikami taśmowymi, oczyszczarka tłucznia, nasuwarka.
Ustawienie maszyn w drugim dniu prac: pociąg do demontażu toru, maszyny do stabilizacji gruntów, pociąg układkowy, wagony z tłuczniem.

zabezpieczającej z piasku na odcinku długości 200 m [172]. W technologii tej wykorzystuje się pociąg zrywkowo-układkowy, a wyładunek piasku następuje z wagonów samowyładowczych typu 409V znajdujących się na sąsiednim torze. Zasadnicze prace wykonywane są w ciągu dwóch dni. W pierwszym dniu jest ścinana ława torowiska oraz podsypka od czół podkładów za pomocą ścinarki ław. Następnie przy zastosowaniu oczyszczarki usuwana jest podsypka i ścinany jest grunt podtorza. Podsypkę ładuje się na wagony samowyładowcze z przenośnikami taśmowymi.
W drugim dniu wykonuje się stabilizację gruntów podtorza. Prace rozpoczyna się od zdjęcia przęseł torowych za pomocą suwnic bramowych pociągu zrywkowego. Maszyny i sprzęt do stabilizacji, jak na przykład ciągniki, kultywator, brona talerzowa, cysterna na wodę, szablon i walec doczepny, wyładowywane są z wagonów pociągu układkowego wyposażonego również w suwnice SBT. Po zakończeniu prac maszyny te są ładowane na końcowe wagony pociągu zrywkowego. W trzecim dniu wykonywane są prace wykończeniowe — podbicie podkładów, uzupełnienie i wyprofilowanie podsypki.
Prace według przedstawionego harmonogramu mogą być włączone w proces naprawy głównej drogi tylko wtedy, gdy możliwe jest zmniejszenie ogólnego tempa robót do 200 m/dobę.
Wpływ prac podtorzowych na naprawę główną nawierzchni można zmniejszyć stosując dodatkowy pociąg roboczy. Przewozi on maszyny do



5.181
Harmonogram prac podczas stabilizacji gruntów podtorza cementem i wapnem na odcinku 200 m podczas naprawy głównej [227]

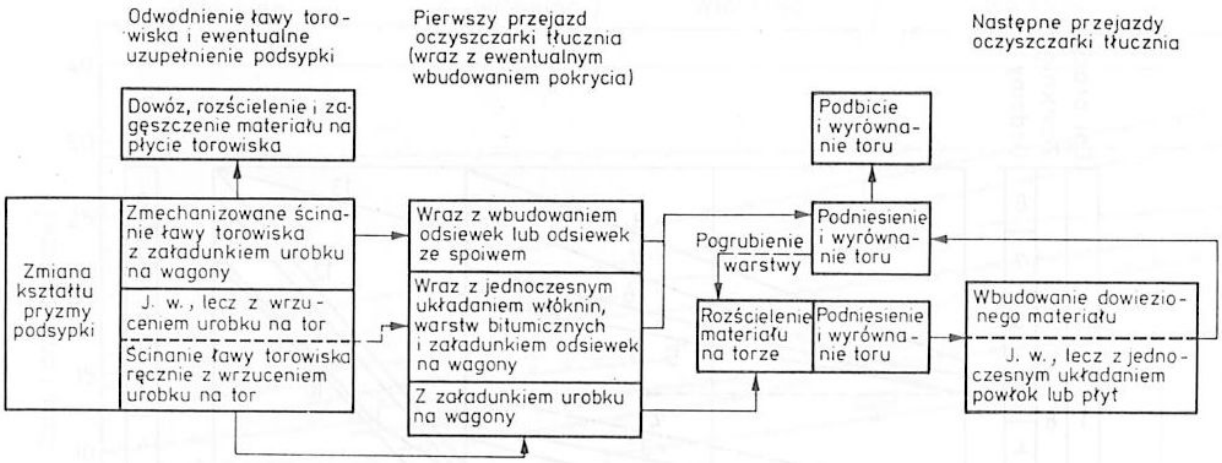
1÷4 — jak na rys. 5.180, *5* — stabilizacja gruntu podtorza i układanie warstwy zabezpieczającej z piasku, *6* — układanie nowych przęseł torowych, *7* — załadunek maszyn, *8* — wyładunek tłucznia, *9* — podniesienie toru i prowizoryczne jego wyrównanie
Ustawienie maszyn w pierwszym dniu prac jak na rys. 5.180. Ustawienie maszyn w drugim dniu prac: pociąg zrywkowo-układkowy, pociąg roboczy, wagony z tłuczniem

stabilizacji, spoiwa oraz nowe przęsła torowe, układane na wzmacnianym odcinku (rys. 5.181).

Przebieg prac wykonywanych w pierwszym dniu nie różni się od już opisanych. W drugim dniu, po usunięciu przęseł torowych, stabilizację wykonuje się przy zastosowaniu maszyn dowiezionych pociągiem roboczym. Następnie układane są przęsła torowe za pomocą suwnic bramowych pociągu roboczego. Na wagony tego pociągu są ładowane później maszyny wykorzystywane do stabilizacji.

Z przedstawionych przykładów klasycznych technologii prac wynika, że w przypadku prac na krótkich odcinkach duży wpływ na ich wydajność ma czas wykonywania niezbędnych prac nawierzchniowych, czas dojazdu i zjazdu maszyn itd. W miarę wydłużania odcinków wymagających wzmocnienia wpływ prac nawierzchniowych zmniejsza się, zwiększa się zaś wpływ zmechanizowania prac podtorzowych. Wynika stąd, że układanie pokryć na krótkich odcinkach należy łączyć z pracami nawierzchniowymi. Na długich odcinkach dużą wydajność tych prac można uzyskać wykonując je podczas dostatecznie długich zamknięć toru dla ruchu pociągów.

Wydajność zwiększa się znacznie, jeśli pokrycia układane są bez zdejmowania przęseł torowych. Zasadnicze prace wykonuje się wtedy przy



5.182. Kolejność prac podczas układania pokryć ochronnych przy zastosowaniu oczyszczarek podsypki [262]

użyciu odpowiednio przystosowanych oczyszczarek podsypki. Za pomocą tych maszyn można układać na szerokości pryzmy podsypki między innymi [227]:

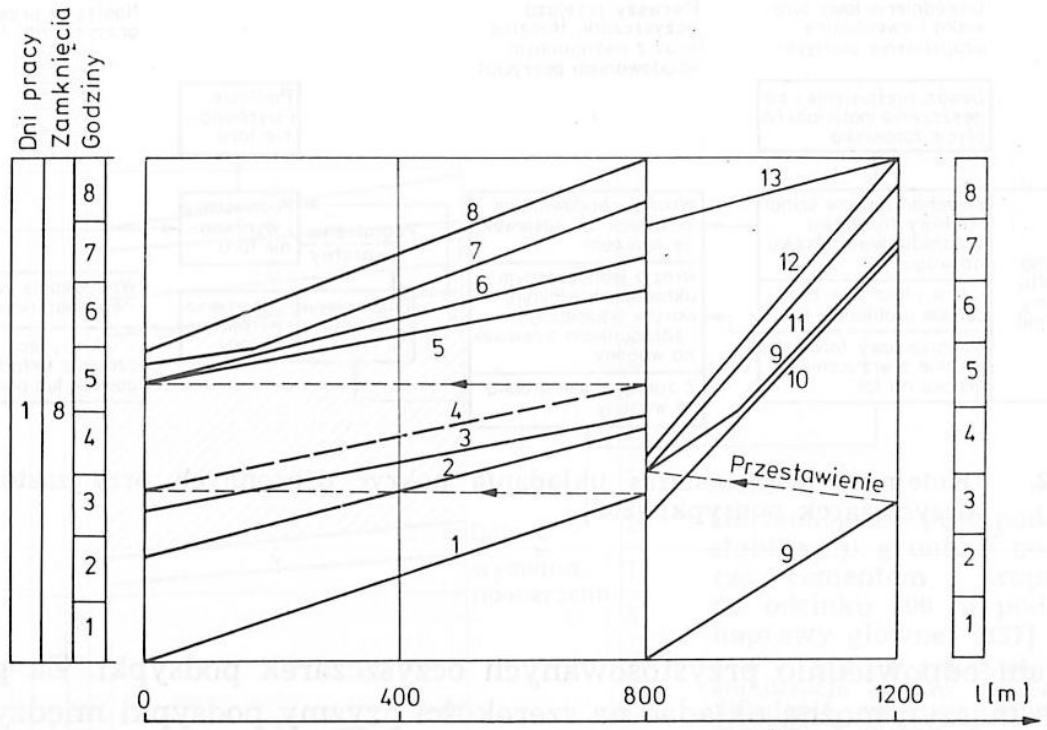
— cienkie pokrycia z włóknin, pap, bitumu oraz cienkie warstwy z gruntów (materiały te mogą być układane w czasie napraw nawierzchni);
— grube warstwy z gruntów (materiały te można wbudowywać cienkimi warstwami).

Użycie przystosowanych oczyszczarek podsypki umożliwia uzyskanie wydajności 250 ÷ 800 m/8 h, przy czym jest ona największa przy układaniu powłok oraz cienkich warstw z miejscowych odsiewek przy założeniu, że ławy torowiska są jedynie ścinane i nie układa się na nich pokryć ochronnych. Wprowadzenie oczyszczarek tłucznia wymaga jednak usunięcia wszystkich przeszkód uniemożliwiających ich pracę.

Możliwą kolejność prac podczas układania pokryć ochronnych przy użyciu przystosowanych oczyszczarek tłucznia przedstawiono na rysunku 5.182. Przewidywany harmonogram prac wykonywanych przy użyciu oczyszczarki podsypki przystosowanej do jednoczesnego układania powłoki bitumicznej oraz warstwy zabezpieczającej z ulepszonych odsiewek pokazano na rysunku 5.183.

Prace te są wykonywane jednocześnie na dwóch odcinkach łącznej długości 1200 m przez dwa zespoły pracujące podczas tych samych zamknięć toru dla ruchu. Zespół pierwszy nagarnia podsypkę w celu odsłonięcia torowiska w rejonie ław, ścina ławy torowiska i układa na nich pokrycia ochronne. Odsiewki i ścięty grunt są przy tym składowane na torze. Drugi zespół dysponuje odpowiednio przystosowaną oczyszczarką podsypki i układa pokrycie pod podsypką.

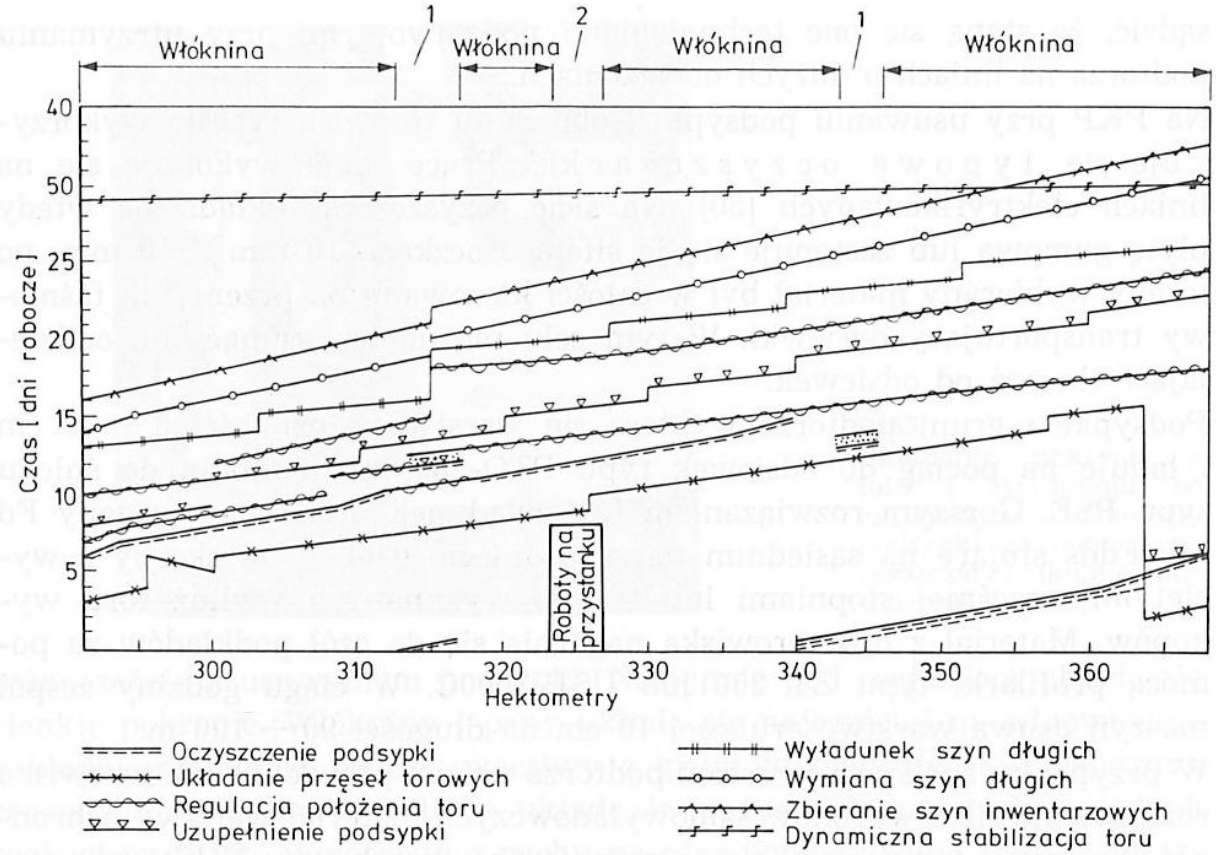
Przedstawiony przykład wskazuje na łatwość łączenia prac podtorzowych i nawierzchniowych, co jest rozwiązaniem optymalnym zarówno ze względu na pełne wykorzystanie maszyn, jak i czas zamknięcia toru dla ruchu.



5.183. Harmonogram prac podczas układania powłoki bitumicznej oraz warstwy ochronnej z odsiewek na odcinku długości 400 m przy użyciu przystosowanej oczyszczarki podsypki [227]

1 — ręczne ścinanie ławy torowiska przy słupach trakcyjnych, *2* — profilowanie skarpy podsypki do pochylenia 1 : 1 (profilarka typu ZT 250), *3* — ścinanie ławy torowiska do głębokości około 15 cm i wrzucenie urobku na tor (ścinarka ław), *4* — wyładunek piasku na ławę torowiska z wagonów samowyładowczych z przedłużonymi zsypami, *5* — ręczne rozścielanie piasku przy słupach trakcyjnych, *6* — rozścielanie piasku na ławie torowiska pomiędzy słupami trakcyjnymi (profilarka typu ZT 250), *7* — profilowanie rowu bocznego, *8* — zagęszczanie piasku na ławie torowiska (dwie zagęszczarki płytowe typu ZB-10 lub ZUB-32), *9* — podnoszenie toru na wysokość 5 cm (nasuwarka typu HNT-2), *10* — oczyszczanie podsypki i układanie pokryć ochronnych na torowisku pod podsypką (przystosowana oczyszczarka tłucznia, dwa wagony samowyładowcze z piaskiem i cementem do uzdatniania odsiewek, dwie cysterny z bitumem), *11* — ręczne profilowanie rowu bocznego przy słupach trakcyjnych, *12* — podbicie podkładów (podbijarka), *13* — profilowanie podsypki (profilarka typu ZT 250)
Kolejność ustawienia maszyn w czasie prac: nasuwarka HNT-2 (przestawiana w czasie prac), przystosowana oczyszczarka podsypki, podbijarka, profilarka typu ZT 250, koparka rowów, dwie zagęszczarki typu ZUB, pociąg z piaskiem

Przykładem kompleksowo prowadzonych prac może być modernizacja linii Ullö — Monor na kolejach węgierskich. Harmonogram prac wykonywanych na jednym z odcinków tej linii pokazano na rysunku 5.184. Na odcinku tym zakres prac obejmował wykonanie odwodnienia na przystanku osobowym, ułożenie przy użyciu przystosowanej oczyszczarki warstwy ochronnej ze żwiru na trzech odcinkach oraz ułożenie za pomocą tej samej oczyszczarki włókniny na pozostałych odcinkach. Prace prowadzono przez trzy dni w tygodniu, a każdy tydzień kończył się przekazaniem do eksploatacji przebudowanego toru długości 882 m. Prędkość pociągów w ciągu pierwszych trzech dni eksploatacji po przebudowie wynosiła odpowiednio 20 km/h, 40 km/h i 60 ÷ 80 km/h. Innym przykładem kompleksowego wykonywania prac może być modernizacja jednego toru na szlaku długości 7,5 km dwutorowej linii Budapeszt — Pecs [45]. Obciążenie toru wynosiło 14 Tg. Zakres prac wykonanych w 1983 roku obejmował częściową korektę trasy w planie, bu-



5.184. Harmonogram prac nawierzchniowo-podtorzowych (koleje węgierskie 1980 r.)
1 — warstwa żwirowa, *2* — warstwa żwirowa i drenaż

dowę sieci trakcyjnej, naprawę trzech mostów, wymianę nawierzchni oraz wzmacnianie torowiska za pomocą warstwy ochronnej z gruntu. Na niektórych odcinkach toru stosowano dodatkowo włókninę.

Prace te wykonano w ciągu czterdziestu dni w czasie całodobowych zamknięć toru dla ruchu. Tor drugi zamykano dla ruchu na dwie godziny w ciągu doby w celu wykonania prac mostowych. Zatrudnionych było stu pracowników na dwie zmiany; czterdziestu w godzinach 6.00 — 15.00 oraz sześćdziesięciu w godzinach 9.00 — 16.00. Kolejność prac nawierzchniowo-podtorzowych była następująca:

— oczyszczenie podsypki przy zastosowaniu oczyszczarki;
— zdjęcie przęseł torowych za pomocą dźwigu UK i załadunek ich na wagony;
— układanie nowych przęseł z szyn inwentarzowych;
– wyładunek materiału warstwy ochronnej;
— ułożenie materiału warstwy ochronnej pod podsypkę za pomocą przystosowanej oczyszczarki tłucznia;
— regulacja położenia toru;
— wymiana szyn inwentarzowych na szyny długie.

Tempo wykonywanych prac wynosiło 180 m/dobę, to jest 14 m/h. Technologie układania pokryć ochronnych z wykorzystaniem odpowiednio przystosowanych oczyszczarek podsypki są obecnie rozwijane i można

sądzić, że staną się one technologiami podstawowymi przy utrzymaniu podtorza na liniach o dużych obciążeniach.

Na PKP przy usuwaniu podsypki i obniżaniu torowiska często wykorzystuje się typowe oczyszczarki. Prace takie wykonuje się na liniach elektryfikowanych [50]. Na sicie oczyszczarki układa się wtedy płytę gumową lub zastępuje się je sitem o oczkach 10 mm $\times$ 10 mm, po to aby wybierany materiał był w całości kierowany na przenośnik taśmowy transportujący odsiewki. W tym celu można też usunąć sito oddzielające tłuczeń od odsiewek.

Podsypkę i grunt podtorza wybiera się warstwami grubości 8 $\div$ 30 cm i ładuje na pociąg do odsiewek typu PTO-200 lub kombajn do śniegu typu PSE. Gorszym rozwiązaniem jest załadunek urobku na wagony Fd lub Fdds stojące na sąsiednim torze, usunięcie urobku na skarpy z wyciętymi wcześniej stopniami lub też do wykonanych wzdłuż toru wykopów. Materiał z ław torowiska nagarnia się do czół podkładów za pomocą profilarki typu ZT 250 lub USP-3000C. W ciągu godziny zespół maszyn usuwa warstwę grubości 10 cm na długości 90 $\div$ 100 m.

W przypadku spoistych gruntów podtorza na tak przygotowane torowisko rozładowuje się z wagonów samowyładowczych materiał warstwy ochronnej. Następnie tor podnosi się za pomocą nasuwarek typu NHS i warstwę ochronną plantuje się ręcznie. Technologia taka nie umożliwia zagęszczenia układanego materiału.

Na krótkich odcinkach, ze względu na brak możliwości zmiany niwelety toru, najczęściej stosuje się pokrycia cienkie. Wbudowuje się je według różnych technologii.

Na szlakach, na przykład pod stykami szynowymi i na podejściach do mostów, prace mogą być wykonywane ręcznie, kolejno w poszczególnych okienkach pomiędzy podkładami lub też po całkowitym wybraniu podsypki na odcinku i oparciu podkładów na klockach, podnośnikach lub konstrukcjach odciążających.

Prace te można znacznie przyśpieszyć usuwając wcześniej podsypkę za pomocą typowej oczyszczarki (rys. 5.185, 5.186). Pokrycia można układać ręcznie również pod maszyną w czasie oczyszczania podsypki (na czas układania oczyszczarka podsypki musi być zatrzymana). Na odsłoniętym przez oczyszczarkę torowisku można ułożyć cienkie płyty lub też rozścielić warstwę piasku i nasycić go później żywicą wylewaną na podsypkę.

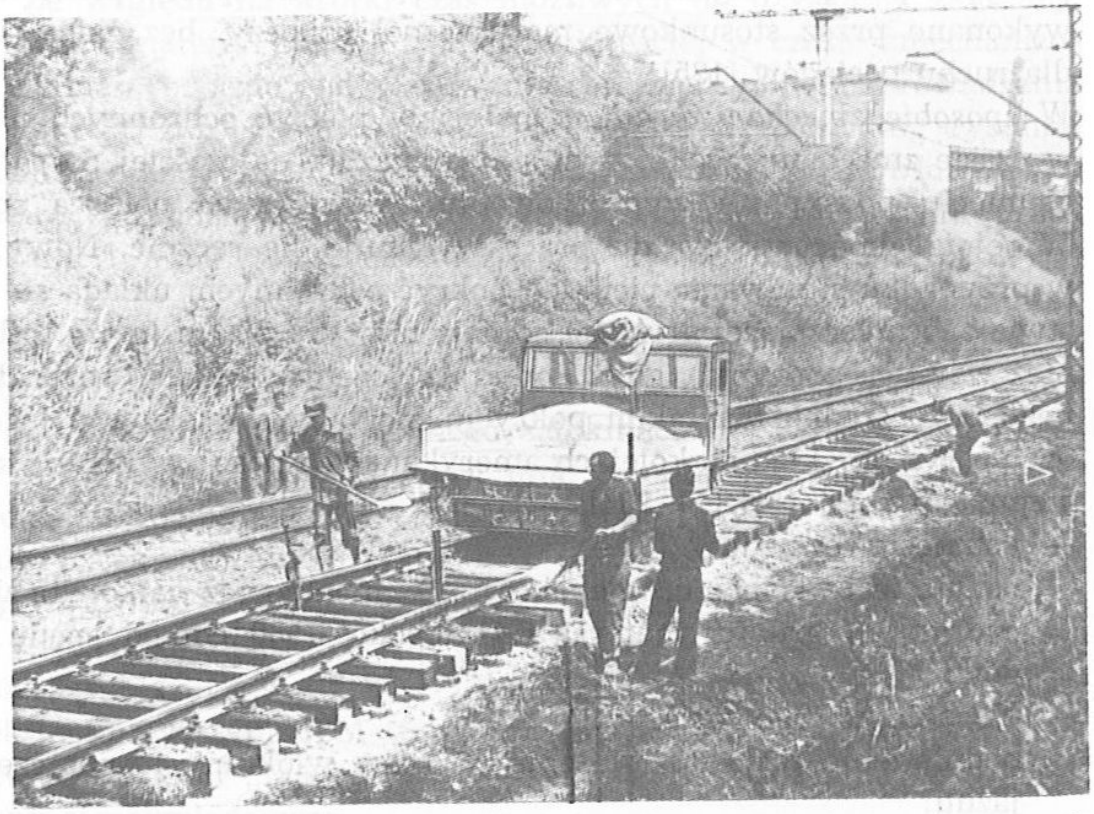
Usuwanie podsypki pod kilkoma podkładami można ułatwić układając na podkładach przed oczyszczarką płyty zapobiegające wsypywaniu się oczyszczonego materiału na podkłady.

Pokrycia ochronne **pod rozjazdami** wbudowuje się ręcznie lub sposobem zmechanizowanym. Rzadko stosowany *sposób ręczny* polega na usunięciu podsypki spod całego rozjazdu, wyprofilowaniu torowiska i podparciu rozjazdu klockami lub podnośnikami. Podpieranie rozjazdu wykonuje się

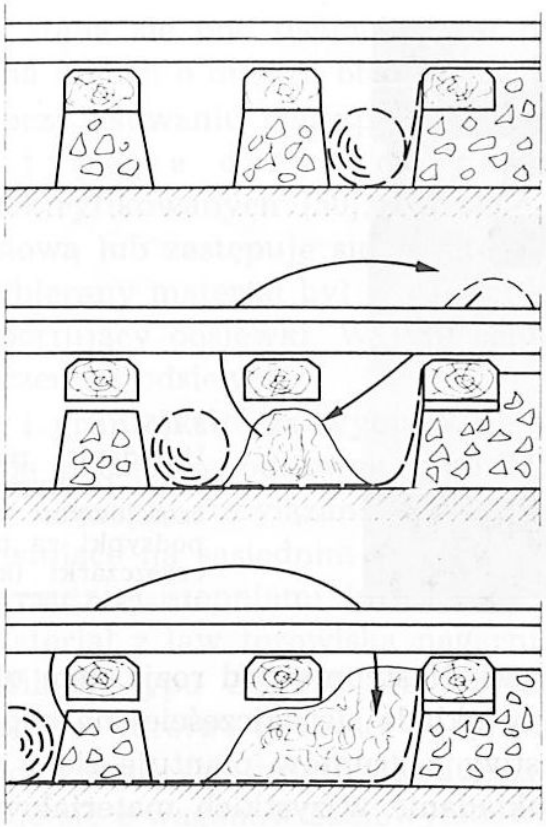


5.185
Układanie pokrycia z folii i styropianu po częściowym usunięciu podsypki za pomocą oczyszczarki (koleje austriackie 1967 r.)

jednocześnie z usuwaniem podsypki. Następnie pod rozjazdem układa się cienkie pokrycie. Włókniny i papy układa się najczęściej na odpowiednie zakładki, natomiast cienkie warstwy z gruntów plantuje się i zagęszcza ręcznie. Sposób ten umożliwia układanie wszystkich materiałów, jednak rozjazd musi być wyłączony z ruchu na czas wykonywania prac. Są jeszcze inne sposoby układania materiałów z rolek. Po przygotowaniu odpowiednich odcinków tych materiałów usuwa się podsypkę tylko z okienek pomiędzy podrozjazdnicami. Następnie jeden koniec układanego mate-



5.186. Powierzchniowa stabilizacja gruntu podtorza wapnem po usunięciu podsypki za pomocą oczyszczarki (Południowa DOKP 1978 r.)

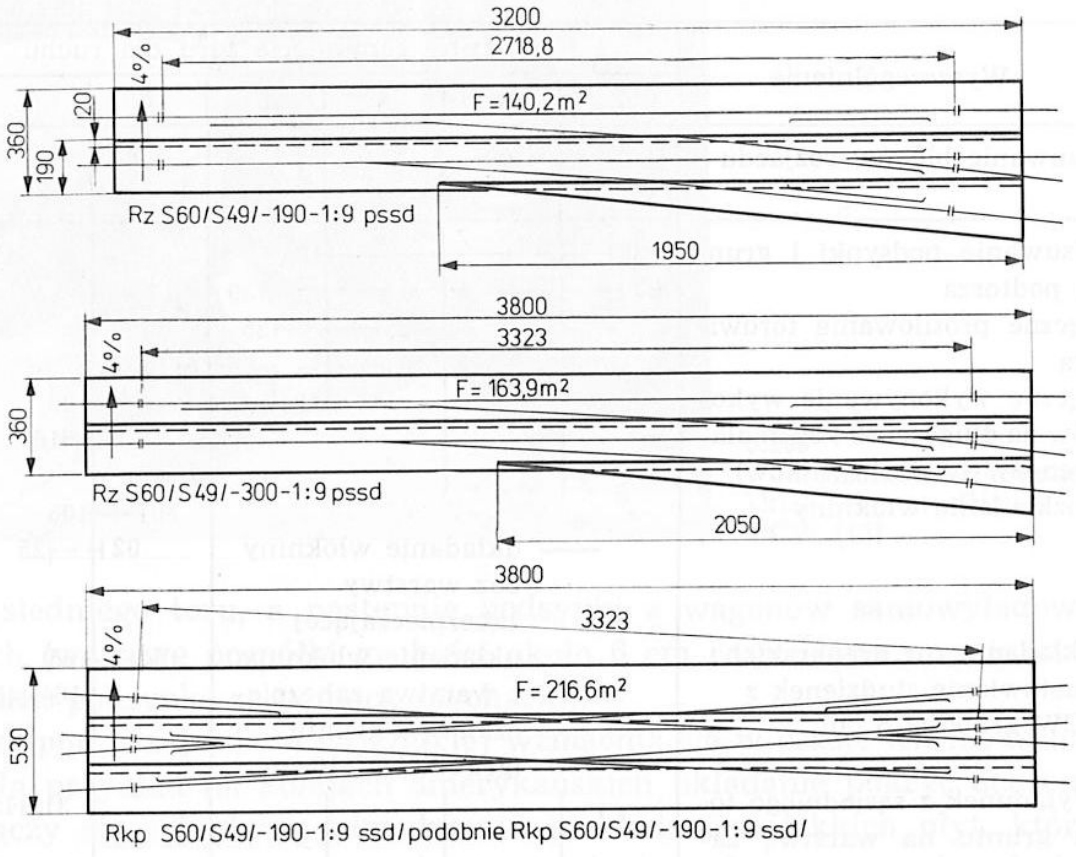


5.187
Ręczne układanie materiału „z rolki" pod rozjazdem [283]
1 — wybranie podsypki z okienek, *2* — włożenie rolki włókniny i przymocowanie jej końca do podkładu, *3* — podniesienie toru, *4* — wybranie podsypki spod podkładu, *5* — przetoczenie rolki, *6* — wrzucenie podsypki pod podkład, *7* — wybranie podsypki spod podkładu i wrzucenie jej do „okienka", *8* — przetoczenie rolki

riału przymocowuje się do podrozjazdnicy. Kolejność dalszych prac przedstawiono na rysunku 5.187. Po przetoczeniu rolki (rolek) materiału pod dwiema kolejnymi podrozjazdnicami czynności powtarza się. Polegają one na wybieraniu podsypki spod kolejnej podrozjazdnicy i przenoszeniu tej podsypki pod podrozjazdnicę poprzednią. W ten sposób prace mogą być wykonane przez stosunkowo mały zespół roboczy, bez zamykania toru dla ruchu pociągów [125].

W sposobie zmechanizowanym materiały pokryć ochronnych układa się w czasie zmechanizowanej wymiany rozjazdu, najczęściej po całkowitym usunięciu podsypki i wyprofilowaniu torowiska za pomocą spycharki. W rejonie końców rozjazdu prace wykonuje się ręcznie. Nowy rozjazd, w przypadku stosowania cienkich pokryć ochronnych, układa się na warstwie zabezpieczającej grubości co najmniej 15÷20 cm (może to być również warstwa podsypki), gdyż korekta położenia w planie rozjazdu ułożonego bezpośrednio na takim pokryciu mogłaby spowodować jego uszkodzenie. Na przykład na kolejach amerykańskich prace wykonuje się w następującej kolejności [44, 236]:

— usunięcie rozjazdu;
— usunięcie podsypki do głębokości 20 cm albo też całkowite usunięcie podsypki i gruntu podtorza do głębokości 30 cm od spodu podkładów;
— ułożenie nowego rozjazdu;
— podniesienie rozjazdu, ułożenie pod nim włókniny i opuszczenie rozjazdu;
— trzykrotne podnoszenie rozjazdu na podsypkę.



5.188. Rozkładanie włókniny I/Sm-5716/J pod rozjazdami [283]

Na PKP do końca 1985 roku włókniny wbudowano pod prawie 250 rozjazdami. Ze względu na krótki czas możliwych do uzyskania zamknięć toru dla ruchu materiał ten układa się najczęściej w czasie zmechanizowanych wymian rozjazdów, bez usuwania całej podsypki i odprowadzania wód z pokrycia. Rozłożenie materiału przygotowanego według rysunku 5.188 wydłuża czas wymiany rozjazdu zaledwie o około 0,5 h. Ułożone pokrycie stanowi jednak tylko doraźne zabezpieczenie nawierzchni przed wychlapkami i może zostać uszkodzone w czasie prac podsypkowych [283].

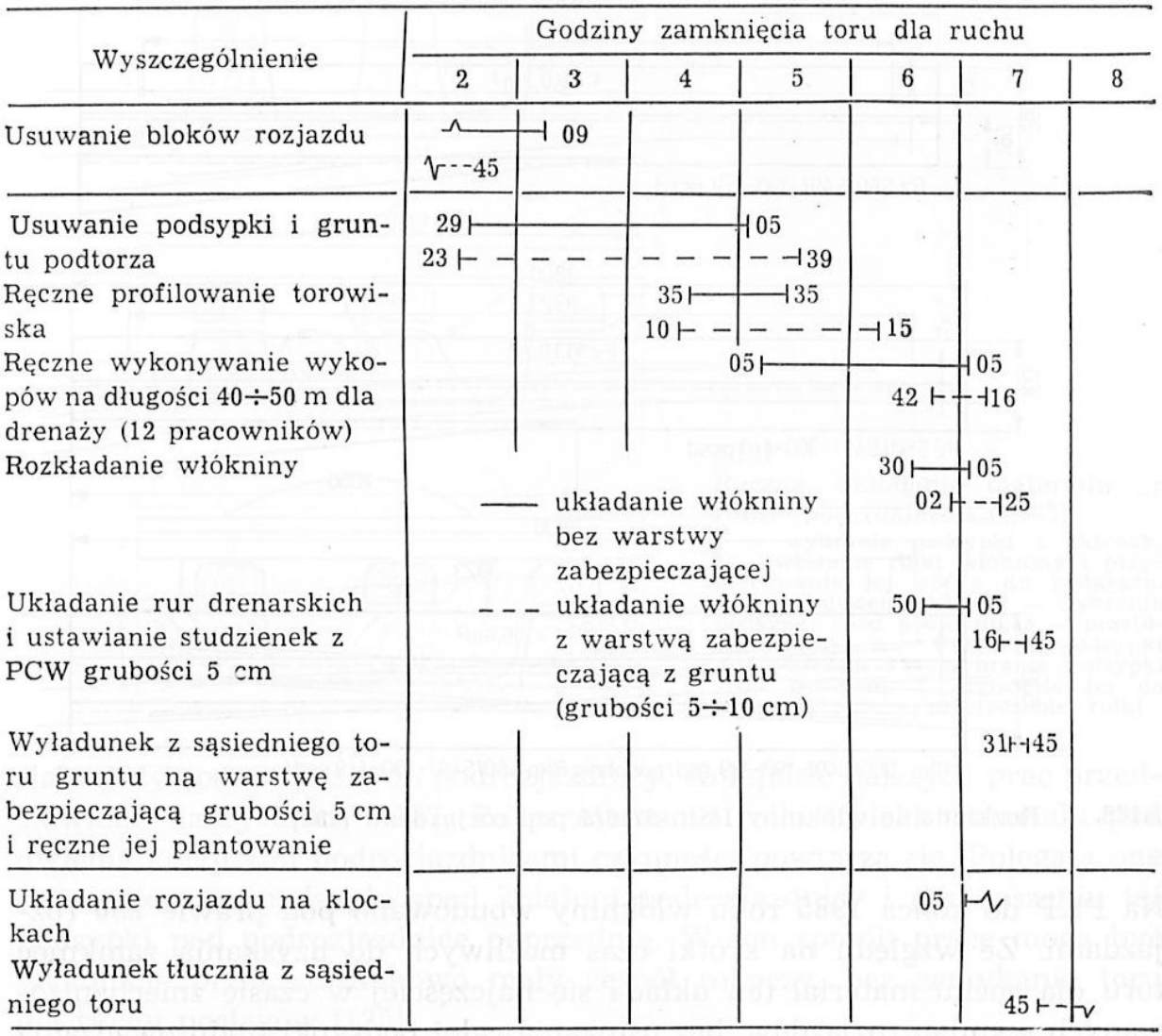
Prace polegające na usunięciu całej podsypki, ułożeniu włókniny wraz z ewentualną warstwą zabezpieczającą i wykonaniu odwodnienia wymagają co najmniej dwunastogodzinnego zamknięcia toru dla ruchu. Przykładowe *harmonogramy wykonanych prac* pokazano w tablicy 5.42.

Zespół roboczy składał się z 27 pracowników (w tym 6 operatorów sprzętu i dyżurny elektryk). Wykorzystano:

— dźwig EDK-750;
— dwie spycharko-koparki typu E 02621;
— spycharkę „Mazur",
— wózek motorowy typu WM-15 z przyczepą;
— zestaw podbijaków „Madro",
— wagony samowyładowcze.

Po demontażu rozjazdu podsypkę i grunt podtorza odspojono przy użyciu

5.42 Układanie włóknin w czasie wymiany rozjazdów Rz S49-190-1:9



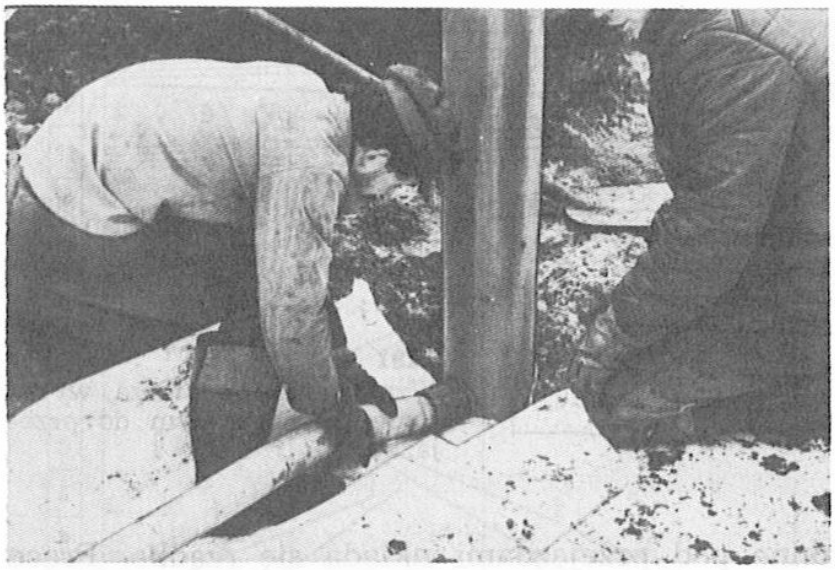
Źródło: [283].

spycharko-koparek, rozpoczynając od końców rozjazdu, i przesunięto za pomocą spycharki na pobliską drogę dojazdową. W tym czasie ręcznie wybierano podsypkę i grunt spod kilku podkładów torów przylegających do rozjazdu. Torowisko dokładnie wyprofilowano, a następnie ręcznie wykonano wykopy drenarskie głębokości 30 cm i szerokości 20 cm.

Kolejne prace polegały na rozłożeniu na torowisku włókniny Terratex 400 szerokości 3,5 m, ustawieniu studzienek drenarskich wykonanych z rur PCW o wymiarach 225 mm × 6,6 mm, ułożeniu karbowanych rur drenarskich z PCW o średnicy 80 mm i połączeniu tych rur ze studzienkami (rys. 5.189). Rury drenarskie owinięto włókniną ułożoną na torowisku.

Dalsze prace wykonywano według dwóch różnych technologii, polegających na:

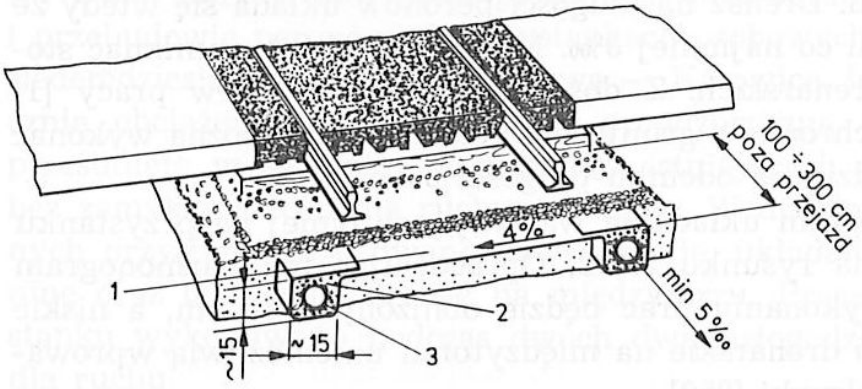
— wyładunku podsypki z toru ułożonego na klockach (układano po dwa odcinki podkładów długości 70 cm pod co trzecią podrozjazdnicę);
— wyładunku pospółki zabezpieczającej włókninę z wózka motorowego



5.189
Podłączanie rur drenarskich do studzienek z PCW [12]

z sąsiedniego toru, a następnie podsypki z wagonów samowyładowczych (warstwę pospółki grubości około 6 cm rozścielano ręcznie, natomiast podsypkę za pomocą spycharki).

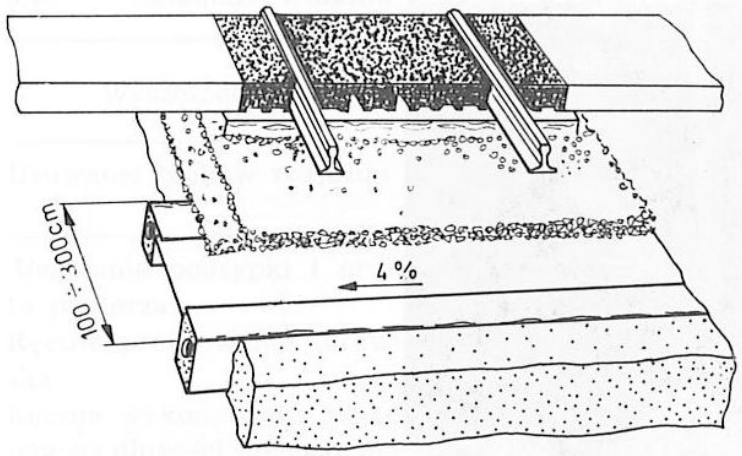
Podtorze **pod przejazdami** najczęściej wzmacnia się w czasie ich modernizacji. Na przykład na kolejach amerykańskich układanie pokryć ochronnych łączy się z budową odwodnienia i układaniem lekkich płyt, które mogą być łatwo usuwane przed przystąpieniem do prac nawierzchnio-



5.190
Wzmocnienie podtorza w rejonie przejazdu
1 — „ekran" z włókniny, *2* — grys lub żwir, *3* — karbowana rura drenarska ϕ 5 cm

wych. Zazwyczaj jest to płytki drenaż z karbowanych rur perforowanych z PCW o średnicy 15 cm [120].

Przykładową konstrukcję wzmocnienia podtorza w rejonie przejazdu pokazano na rysunku 5.190. Wzmocnienie takie zaleca się stosować na długości o 2÷6 m większej od szerokości przejazdu; pochylenia ciągów drenarskich nie powinny być mniejsze od 5‰. W przypadku znacznych pochyleń niwelety toru konstrukcja może być również wbudowywana w pozycji obróconej o 90° w stosunku do pokazanej na rysunku. Zmiana taka znacznie ułatwia wykonywanie prac i późniejsze oczyszczanie rur drenarskich. Zmniejsza się przy tym długość potrzebnych rur. Konstrukcja taka może być również wykorzystana przy odwadnianiu rejonów toru przylegających bezpośrednio do przejazdów (rys. 5.191).



5.191
Wzmocnienie podtorza w rejonie przylegającym do przejazdu

Na PKP pokrycia ochronne pod przejazdami układa się rzadko. Prace wykonuje się podobnie jak w przypadku rozjazdów.

Szczególnie dobrego przygotowania organizacyjnego wymagają prace przy wzmacnianiu torowisk w **rejonach przystanków osobowych.** Gdy ścianki peronów nie pozwalają na wprowadzenie typowych maszyn torowych, czas prac można znacznie skrócić stosując zgarniarki o dużej wydajności. Jeśli przewiduje się modernizację peronów, to korzystnym rozwiązaniem może być budowa peronów tymczasowych, przesuniętych w stosunku do peronów istniejących.

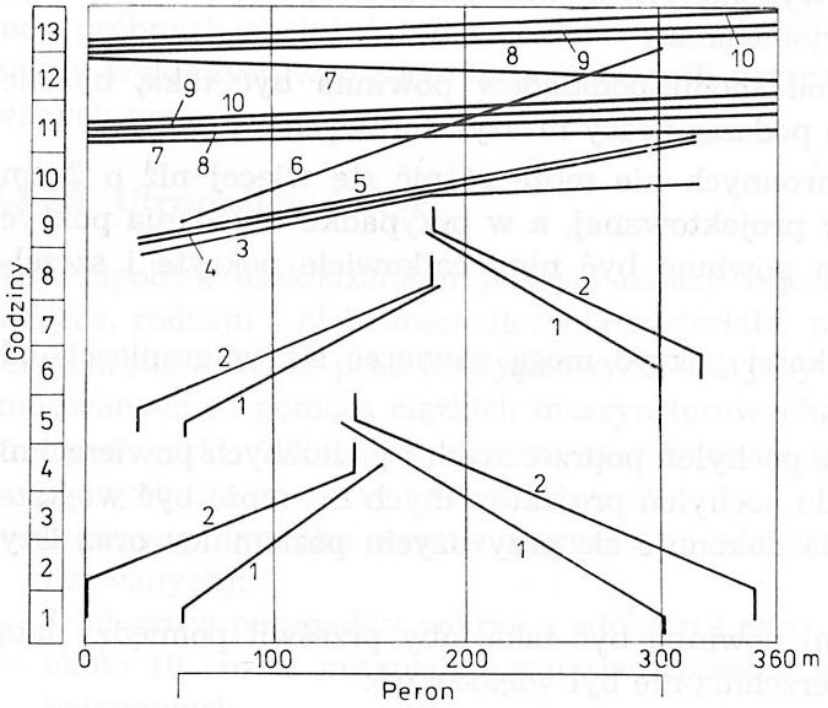
Najczęściej wzmacnianie torowisk pomiędzy peronami łączy się z pracami odwodnieniowymi. Drenaż na długości peronów układa się wtedy ze spadkami wynoszącymi co najmniej 3‰. Można dzięki temu uniknąć stosowania studzienek drenarskich. Z doświadczeń opisanych w pracy [1] wynika, że pokrycie ochronne z gruntu oraz odwodnienie można wykonać w ciągu dwunastu godzin na odcinku długości 60 m.

Przykładowy harmonogram układania warstwy ochronnej na przystanku osobowym pokazano na rysunku 5.192. Opracowując ten harmonogram przyjęto, że tor po wykonaniu prac będzie obniżony o 10 cm, a niskie perony oraz studzienki drenarskie na międzytorzu uniemożliwią wprowadzenie oczyszczarki podsypki [250].

Prace wstępne polegają na wymianie pojedynczych podkładów oraz rozebraniu ścianki peronu w celu umożliwienia pracy oczyszczarki.

Prace zasadnicze na odcinku długości 250 m wykonuje się podczas trzynastogodzinnego zamknięcia toru dla ruchu pociągów w następującej kolejności:

— rozbicie scementowanej podsypki i odsunięcie toru od studzienek drenarskich (2 podbijarki, 2 nasuwarki typu NH);
— usunięcie podsypki i gruntu do głębokości 65 cm z wykonaniem na końcowych odcinkach ramp przejściowych o pochyleniach 12‰ (2 oczyszczarki typu RM 62);
— wyładunek materiału na warstwę ochronną grubości 25 cm (10 wagonów samowyładowczych typu 411V);



5.192
Harmonogram prac przy układaniu warstwy ochronnej w rejonie przystanku [250]

1 — kruszenie skawalonej podsypki (2 podbijarki i 2 nasuwarki NH), *2* — wybieranie podsypki (2 oczyszczarki RM-62), *3* — wyładunek materiału warstwy ochronnej (10 wagonów typu 411V), *4* — podniesienie toru i przesunięcie go na poprzednie miejsce (4 nasuwarki NH), *5* — ręczne plantowanie warstwy, *6* — ustawianie kształtek peronowych, *7* — wyładunek podsypki (13 wagonów typu 411V), *8* — profilowanie podsypki (USP-3000C), *9* — podbijanie podkładów (MD-07), *10* — zagęszczanie podsypki (VDM-800)

— podniesienie toru, ręczne wyrównanie warstwy ochronnej, przesunięcie toru na poprzednie miejsce (4 nasuwarki typu NH);
— wbudowanie dwóch warstw podsypki grubości 15 cm (13 wagonów typu 411V, zgarniarka typu USP-3000C, zagęszczarka typu VDM-800).

Na PKP szeroko zakrojone prace przy układaniu pokryć ochronnych i przebudowie peronów na przystankach osobowych podjęto w końcu lat siedemdziesiątych na linii Warszawa — Katowice. Ich wykonanie na znacznie obciążonej linii umożliwiły prowizoryczne perony z podkładów, przesunięte w stosunku do peronów istniejących. Perony te budowano bez zamykania toru dla ruchu pociągów. W drugiej fazie prac na kolejnych przystankach usuwano nawierzchnię, układano na torowisku włókninę oraz budowano drenaż na międzytorzu. Prace te na każdym przystanku wykonywano podczas dwóch dwunastogodzinnych zamknięć toru dla ruchu.

5.3.3.7. Odbiór prac

Ze względu na niewielkie możliwości usunięcia usterek odbiory należy przeprowadzać przede wszystkim w czasie trwania prac, organizując w miarę potrzeby odbiory częściowe w celu sprawdzenia rodzaju i jakości materiału oraz sposobu jego wbudowania.

Wymiary pokryć ochronnych i ich równość sprawdza się w co najmniej dwóch losowo wybranych przekrojach na każdym kilometrze lub na każdym odcinku prac, jeśli jest on krótszy od jednego kilometra [262].

Jakość wbudowanego materiału oraz jego zagęszczenie i wytrzymałość określa się badając co najmniej trzy próbki pobrane na każdym kilometrze lub na odcinku prac. Jako wynik ostateczny przyjmuje się średnią

arytmetyczną oznaczeń wykonanych na każdym odcinku. Stosować można przy tym następujące wymagania:

1. Odległość pokrycia od spodu podkładów powinna być taka, by nie było ono uszkadzane podczas pracy maszyn torowych.
2. Grubość warstw ochronnych nie może różnić się więcej niż o 2 cm od grubości warstwy projektowanej, a w przypadku układania pokryć szczelnych torowisko powinno być nimi całkowicie pokryte i szczelne.
3. Odchylenia w szerokości pokryć mogą zawierać się w granicach od $-$ 5 cm do $+$ 10 cm.
4. Lokalne zmniejszenie pochyleń poprzecznych i podłużnych powierzchni pokryć w stosunku do pochyleń projektowanych nie może być większe od 50% (sprawdzenia dokonuje się przy użyciu poziomnicy oraz łaty długości 4 m).
5. Równość powierzchni powinna być taka, aby prześwit pomiędzy łatą długości 4 m a powierzchnią nie był większy od:
   — 1,5 cm w przypadku ułożenia łaty wzdłuż toru na powłoce bitumicznej, włókninie, warstwie bitumicznej lub warstwie z gruntu stabilizowanego cementem;
   — 1,2 cm w przypadku ułożenia łaty prostopadle do osi toru na wymienionych pokryciach;
   — 3,0 cm w przypadku dowolnego ułożenia łaty na pokryciach pozostałych.
6. Średni wskaźnik zagęszczenia materiału warstw ochronnych I_s nie może być mniejszy od 0,95 przy określaniu maksymalnej gęstości objętościowej szkieletu tego materiału ϱ_d metodą normalną według Proctora.
7. Wytrzymałość na ściskanie gruntów stabilizowanych nie może być po siedmiu dniach mniejsza od:
   — 4 daN/cm^2 w przypadku odsiewek ulepszanych cementem oraz gruntów stabilizowanych wapnem;
   — 6 daN/cm^2 w przypadku gruntów stabilizowanych popiołami lotnymi;
   — 7 daN/cm^2 w przypadku gruntów stabilizowanych cementem lub bitumem.

   Próbki do badań wytrzymałościowych można pobierać bezpośrednio po ułożeniu warstwy i trzeba je przechowywać w warunkach zbliżonych do istniejących w torze.
8. Wyloty pokryć ochronnych powinny znajdować się co najmniej 15 cm nad dnem rowu bocznego.

Sprawdzania wymagań wymienionych w p. 3, 4 i 5 można zaniechać w przypadku układania pokryć przy użyciu oczyszczarek. Zamiast para-

metrów wymienionych w p. 6 i 7 można określać nośność podtorza metodą próbnych obciążeń lub metodami pośrednimi. Podczas odbioru prac należy wykorzystywać także inne dane, jeśli dotyczą one jakości wykonywanych prac.

5.3.3.8. Utrzymanie pokryć

Aby zapobiec uszkodzeniom pokryć, należy rejestrować dane dotyczące miejsca, rodzaju i głębokości ułożenia materiału, później zaś dbać o właściwe wykonywanie prac podsypkowych. Dotyczy to zwłaszcza prac wykonywanych za pomocą ciężkich maszyn torowych, takich jak oczyszczarki i podbijarki. Odległości elementów roboczych tych maszyn od pokryć ochronnych nie powinny być mniejsze od:

— 5 cm w przypadku warstw z gruntów i odsiewek (w tym także stabilizowanych);
— 5÷8 cm w przypadku pokryć z włóknin i pap;
— około 10 cm w przypadku warstw i powłok bitumicznych oraz płyt betonowych.

W celu zapewnienia dobrego spływu wód opadowych z pokryć konieczne jest systematyczne oczyszczanie i ścinanie ław torowisk, oczyszczanie rowów bocznych i przepustów, odchwaszczanie skarp. Innych prac utrzymaniowych ułożone pokrycia nie wymagają.

5.3.3.9. Skuteczność pokryć

Pewien pogląd na skuteczność działania niektórych pokryć ochronnych uzyskano w wyniku badań przeprowadzonych przez COBiRTK na liniach eksploatowanych [11]. Na kolejnych, scharakteryzowanych w tablicy 5.43

5.43 **Charakterystyki odcinków doświadczalnych**

Numer odcinka	Nawierzchnia			Podtorze		Warunki eksploatacji		
	typ szyn	typ podkładów	grubość podsypki [m]	głębokość przekopu [m]	rodzaj gruntu	obciążenie toru [Tg/rok]	prędkość pociągów [km/h]	
							pasażerskich	towarowych
1	S42	drewniane II/B	0,25	3,5	G_c	6,6	100	70
2	S49	betonowe INBK-4	0,25	7,5	I	6,0	70	70
3	S49	drewniane II/B	0,35	0,2÷1,5	G_π	18,5	80	60
4	S49	betonowe INBK-8a	0,30	4,0÷6,0	π [a]	5,0	60	60
5	S49	betonowe INBK-8a	0,25	0,2	π [b]	6,0	80	60

Źródło: [11].

[a] Na odcinku porównawczym na torowisku ułożono warstwę piasku grubości 15 cm.

[b] Ułożono warstwę grubości 40 cm.