

## 4.



## TECHNOLOGIE UKŁADANIA I FORMOWANIA MIESZANKI BETONOWEJ

Dobór i zasady transportu mieszanki betonowej:

- zwiększenie pojemności środków transportu mieszanki betonowej
- przy dalekim transporcie mechanicznym mieszanki betonowej w dużych objętościach, wskazana jest konsystencja bardziej zwarta ze względu na niski opad stożka
- zwiększenie udziału wysokowydajnego transportu pompowego, przenośnikowego i formującego

Układanie mieszanki, z racji działania na nią wysoce szkodliwych czynników klimatycznych, powinno się odbywać w sposób maksymalnie zmechanizowany umożliwiający szybkie zakończenie wielu procesów np. formowania, profilowania, zagęszczania i zacierania, wykonywanej konstrukcji. Cechom takim odpowiadają urządzenia ciągłego formowania z możliwością pracy przez całą dobę. Urządzenia tego typu wymagają dużych objętości mieszanek betonowych dostarczanych w krótkich odcinkach czasu. Z tej przyczyny zaleca się stosowanie betoniarek i środków transportu o dużych pojemnościach.

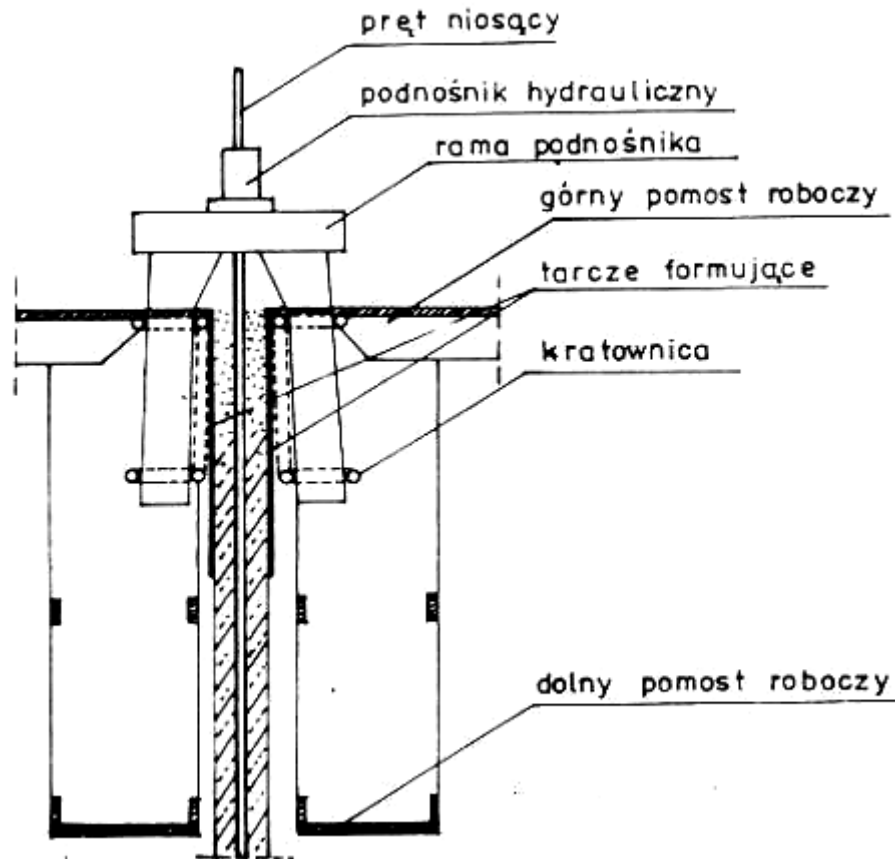
Urządzenia ciągłego formowania spełniające wymagane warunki to:

- pionowe urządzenia ślizgowe (części środkowe budynków trzonowych, wieże i zbiorniki cylindryczne)
- poziome urządzenia ślizgowe do wykonywania betonowej powierzchni kanałów irygacyjnych
- poziome urządzenia ślizgowe do wykonywania podłoży i nawierzchni betonowych

Technologia formowania ścian w pionowych urządzeniach ślizgowych polega na ciągłym przesuwie ku górze deskowań obejmujących jednocześnie cały rzut budynku. Deskowania te zawieszane są na lekkich kratownicach umieszczonych po obydwu stronach wszystkich przegród pionowych. W odstępach dwumetrowych rozstawione są ramy, na których opierają się kratownice. Również do ram przytwierdzone są podnośniki hydrauliczne przystosowane do pracy w pionie. Z podnośnikami przemieszczany jest cały zestaw formujący łącznie z deskowaniami, pomostami roboczymi i przewodami doprowadzającymi olej do podnośników hydraulicznych. Po ustawieniu urządzenia ślizgowego na fundamencie prowadzi się betonowanie warstwami 0,10-0,15 m do wysokości 0,6 m. Następnie przesuwa się urządzenie ku górze o jeden skok podnośnika wynoszący 0,025 m. Ma to na celu przeciwdziałanie przyczepności deskowań do betonu. Następnie reguluje się poziom wszystkich podnośników i wyrównuje ciśnienie w instalacji. Dalsze betonowanie odbywa się również warstwami 0,10-0,15 m, a każda następna warstwa powinna być ułożona przed związaniem poprzedniej. Po zapełnieniu deskowania na całej jego wysokości (przy wysokości deskowania 1,2 m przeciętnie po 7 lub 8 godzinach licząc od rozpoczęcia betonowania) rozpoczyna się normalny cykl ślizgu. W ciągu godziny urządzenie ślizgowe wspina się po prętach niosących na wysokość 0,10-0,15 m i przestrzeń ta, znajdująca się w górnej strefie deskowania, jest zbrojona i betonowana. Mieszanka betonowa dostarczana jest żurawiem w pojemnikach na górny pomost roboczy.

Mieszankę zagęszcza się według określonych zasad:

- zagęszczać należy za pomocą wibratorów wgłębnych o średnicy buławy 0,06-0,08 m
- nie wolno dotykać zbrojenia wibratorem, gdyż drgania zbrojenia niszczą przyczepność stali do betonu szczególnie w niższych niezupełnie stwardniałych warstwach; z tego powodu nie należy wprowadzać buławy do niższych warstw
- wibrator podczas zagęszczania powinien być prowadzony pod kątem 45° do poziomu



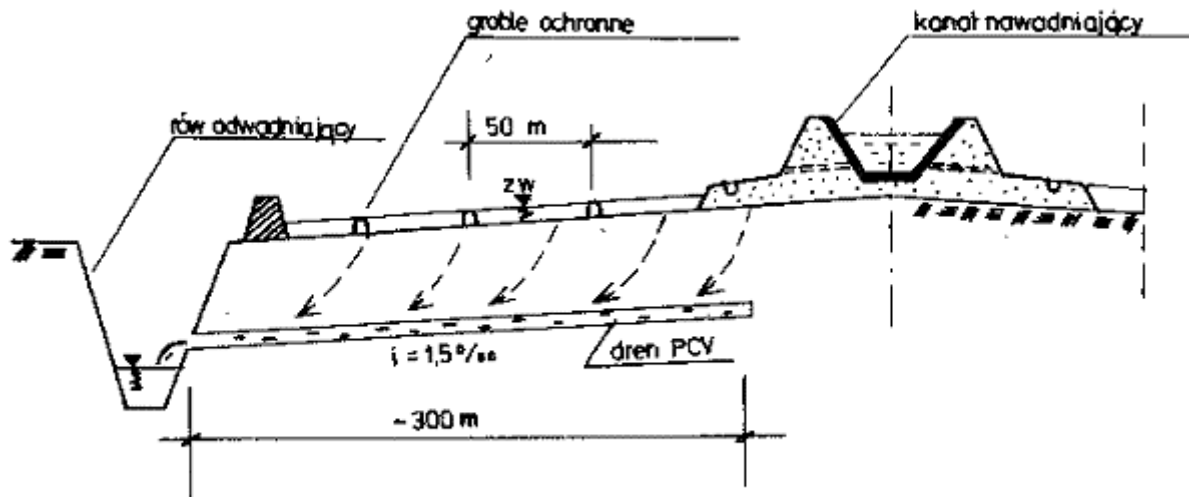
Rys. 4.1  
Schemat działania urządzenia ślizgowego

W warunkach krajowych, przy charakterystycznych dla naszej strefy klimatycznej procesach wiązania i narastania wytrzymałości betonu, dobowy przesuw ślizgu waha się od 1,2 do 2,4 m. W takim przypadku wystarcza podawanie mieszanki żurawiem wieżowym w pojemniku o objętości 1,0-1,5 m<sup>3</sup>. Dobowy przesuw ślizgu może wzrosnąć do 7,0-8,0 m<sup>3</sup> przy zastosowaniu ciepłych mieszanek betonowych. W tym przypadku wymagany byłby pompowy transport mieszanki ze względu na zwiększoną wydajność układu ślizgowego. Tak szybki postęp ślizgu wymaga zastosowania aparatury laserowej, służącej do wyznaczania pionowości przesuwu urządzenia ślizgowego.

W krajach o gorącym i suchym klimacie urządzenia ślizgowe mają dodatkowe wyposażenie. Są nim tzw. Dolne pomosty robocze zawieszane na kratownicach o ok. 3,0 m niżej od wierzchu deskowań. Z pomostów tych można prowadzić zraszanie odsłoniętych powierzchni betonu preparatami osłabiającymi wyparowanie wody. Pomosty można również osłonić wilgotnym płótnem stwarzając tym samym swoisty mikroklimat do dojrzewania betonu.

Z innymi problemami borykały się polskie jednostki budowlane przy wykonywaniu betonowych powierzchni kanałów irygacyjnych w Iraku w latach siedemdziesiątych. Nawadnianie gruntu polegało głównie na przepłukiwaniu zasolonych gleb i odprowadzaniu nadmiaru wody z profilu glebowego wraz z rozpuszczoną w niej solą. Z tego powodu zakres prac melioracyjnych obejmował: budowę betonowych kanałów nawadniających, układanie drenażu zbierającego wodę z nawadnianych poletek, wykonywanie rowów odwadniających.

Rurociągi drenarskie, wykonane z PCV (średnica 0,10 m, karbowane, perforowane, o długości do 270 m, nawinięte na osprzęt kołowy maszyny) układane są w jednym odcinku, równoległe z osypką filtracyjną. Żądany spadek 1,5cm na 100m uzyskuje się poprzez zastosowanie w pełni zautomatyzowanego urządzenia laserowego.



Rys. 4.2  
Przekrój przez kwaterę nawodnieniową

Kanał nawadniający wykonywano na wcześniej uformowanym nasypie. Nasyp miał taki sam spadek podłużny jak przyszły kanał (ok. 0.2-0.6‰). Tak precyzyjne uformowanie nasypu wykonano za pomocą maszyn z osprzętem laserowym natomiast wykop samego kanału z użyciem osprzętu trapezoidalnego. Część wykopów wykonano koparkami podsiębiernymi z łyżką profilującą o przekroju kanału. Koparki sterowano laserem, by nie przekroczyć rzędnej dna wykopu.

Betonowa wykładzina kanału została specjalnie zaprojektowana dla zaistniałych warunków. Zastosowano środek opóźniający wiązanie w ilości 0.3 % w stosunku do masy cementu. Transport pionowy mieszanki odbywał się betonowozami wzdłuż trasy kanału. Mieszankę z betonowozu podawano podnośnikiem taśmowym do zasobnika, z którego rozścielano na skarpach i dnie kanału. Po rozścieleniu mieszankę wibrowano wewnętrznym wibratorem rurowym i wygładzono łata maszyną. Dylatacje, co 4 m, wykonano nożem o przekroju kanału. Urządzenie jest sterowane automatycznie a nadzór nad właściwym przebiegiem prac sprawują pracownicy.

Wyrównania obrzeży dylatacji, spoinowania, wygładzania powierzchni i skrapiania jej środkami błonkotwórczymi dokonywano z samobieżnego pomostu, poruszającego się w odległości kilku metrów za maszyną betonującą.

Stosowana metoda betonowania powierzchni kanału pozwala uzyskać bardzo wysoką wydajność robót. Godzinowy przyrost długości kanału wahał się od 37 do 63 m. Przy tradycyjnym wykonawstwie (brygada 5 osób) wykonanie odcinka kanału o długości 63 m zajęłoby ok. 34 dni.

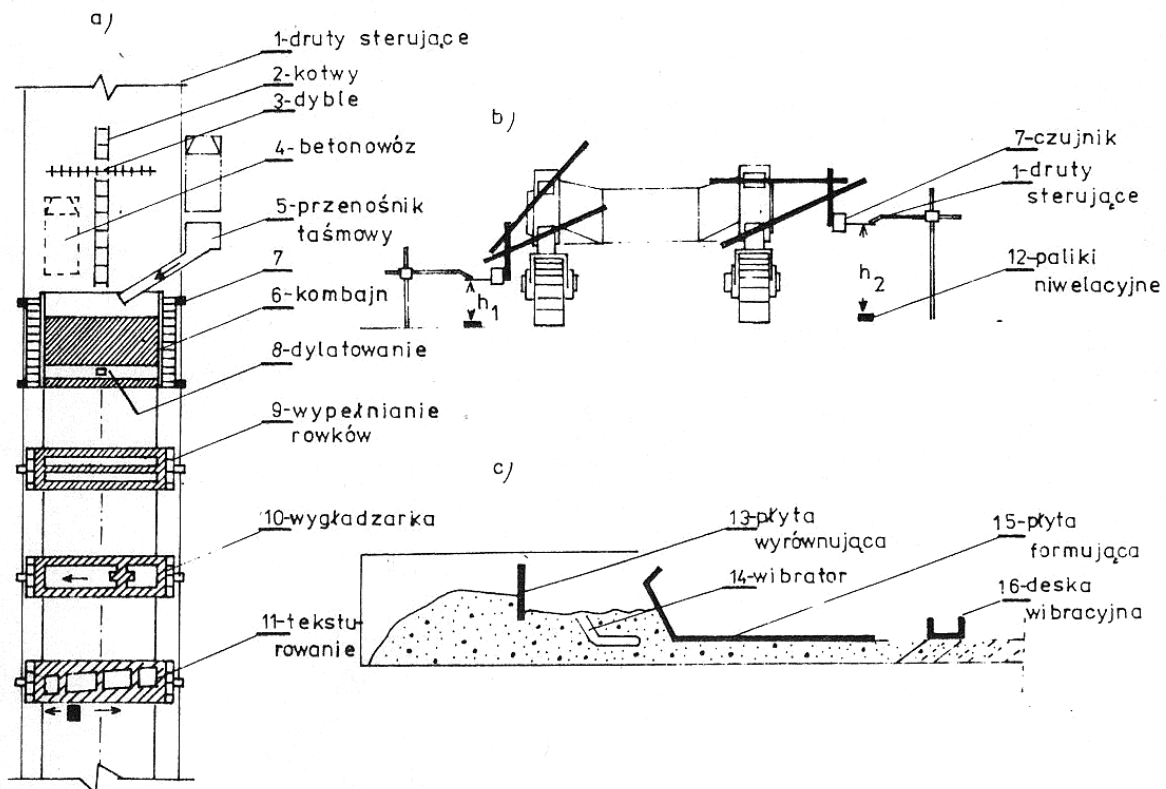
## TECHNOLOGIE WYKONYWANIA BETONOWYCH DRÓG I POBOCZY DROGOWYCH

Rozróżnia się dwie zasadnicze metody wykonywania betonowych nawierzchni drogowych.

Starsze, tradycyjne polega na układaniu mieszanki betonowej za pomocą maszyn poruszających się po uprzednio zaniwelowanych prowadnicach. O prowadnice, od strony wewnętrznej, oparte o są deskowania, ustalające grubość nawierzchni drogowej. W skład zespołu urządzeń formujących nawierzchnię drogową wchodzi: rozkładarka mieszanki betonowej, pomost roboczy do zakładania dybli, dyblowarka, rowkowarka wibracyjna, wykańczarka-gładzik, pomost do szczotkowania nawierzchni, pomost roboczy do skrapiania środkiem błonkotwórczym, dwa daszki o długości 20 m. Obok niewątpliwych zalet tej metody (poszczególne maszyny zespołu są mechanicznie proste i łatwe w obsłudze, wydajności są umiarkowane, co nie stwarza kłopotów z zaopatrzeniem materiałowym i transportem) zwraca się też uwagę na jej wady (układanie prowadnic jest tak pracochłonne że zajmuje około 55% roboczogodzin przy tej metodzie budowy nawierzchni).

Poszukując wydajniejszych rozwiązań zastosowano w latach 50-tych metodę ślizgową. W metodzie tej mieszankę betonową układa się tzw. kombajnem. Technologia wykonywania robót i zestaw urzą-

dzeń przedstawia się następująco : w pierwszej kolejności układa się druty sterujące, umożliwiające utrzymywanie odpowiedniego poziomu układania mieszanki , ustawia się kotwy dla szczelin podłużnych i zestawu dybli dla szczelin poprzecznych. Mieszankę betonową podaje się przenośnikiem taśmowym przed kombajn, który rozkłada się równomiernie za pomocą przenośnika ślimakowego. betonowóz lub samochody wywrotki przywożące mieszankę podstawią się z boku kombajnu, jeśli nawierzchnia jest zbrojona , a od czoła , gdy nie ma zbrojenia , a dyblowanie wykonuje się bezpośrednio przed kombajnem. Rozłożoną mieszankę wstępnie wyrównuje płyta metalowa wykonująca ruchy pionowe. Wibratory porażalne upłynniają mieszankę , którą wytłacza płyta formująca. Ostatecznie powierzchnię wyrównuje deska wibracyjna. Dylatację podłużną formuluje urządzenie umieszczone w tylnej części kombajnu. Z lewej i prawej strony kombajnu umieszczone są czujniki przenoszące z drutów sterujących parametry jezdni. Druty naciągnięte są na wysokościach  $h_1$  i  $h_2$  nad palikami niwelacyjnymi . Ostatecznie wykończenie powierzchni umożliwiają urządzenia : do formowania i tymczasowego wypełniania rowków szczelinowych , wykańczarka szczelin z wygładzarką , urządzenie do teksturowania nawierzchni i spryskiwania jej ochronnym środkiem błonkotwórczym.



Rys. 4.4

*Schematy pracy zespołu maszyn do wykonywania nawierzchni drogowej metodą ślizgową:  
 a) zespól maszyn i urządzeń, b) sposób mocowania urządzeń sterujących, c) schemat działania kombajnu*

Do zalet tej metody zalicza się możliwość osiągnięcia dwukrotnie większych wydajności niż przy metodzie tradycyjnej (ok. 100-150 m/godz.) oraz oszczędność nakładów robocizny o 60%, bowiem założenie drutów sterujących jest zdecydowanie łatwiejsze i szybsze niż zakładanie przewodnic i deskowań bocznych. Wadą metody jest z pewnością wysoki stopień skomplikowania maszyny głównej. Do wad w pewnym sensie zaliczyć należy także dużą wydajność kombajnu, a co za tym idzie i duże zapotrzebowanie na mieszankę betonową (300-400 m<sup>3</sup>/godz.). Ze względu na znaczny postęp robót nie jest możliwe zapewnienie odpowiedniej długości daszków ochronnych, co powoduje, że trzeba przerywać betonowanie w czasie deszczu. Występuje także szereg utrudnień technicznych związanych z odpadaniem krawędzi płyt, z występowaniem nierówności nawierzchni przy wahaniami konsystencji itp