



2/2012

# wiadomości melioracyjne i łąkarskie

## ZAGADNIENIA INŻYNIERII ŚRODOWISKA WIEJSKIEGO

Informacje naukowo-techniczne

ISSN 0510-1262

Dr inż. JANUSZ RUTKOWSKI\*  
 Dr hab. inż. JERZY BYKOWSKI\*\*  
 Dr inż. TADEUSZ PAWŁOWSKI\*  
 Prof. dr hab. inż. CZESŁAW PRZYBYŁA\*\*  
 Mgr. inż. MAREK SZYCHTA\*

\*Przemysłowy Instytut Maszyn Rolniczych w Poznaniu

\*\*Katedra Melioracji, Kształtowania Środowiska i Geodezji, Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu

## Założenia technologiczne wielozadaniowej maszyny nowej generacji do konserwacji i odbudowy rowów i kanałów melioracyjnych

### Część II. Osprzęt do robót ziemnych

#### Wprowadzenie

W pracy przedstawiono założenia technologiczne maszyny nowej generacji przeznaczonej do mechanizacji robót konserwacyjnych oraz kopania i odbudowy rowów i kanałów melioracyjnych. W pierwszej części artykułu omówiono ogólne założenia technologiczne maszyny oraz osprzęt do koszenia i zagospodarowania roślinności, w części drugiej – osprzęt do robót ziemnych. Konstrukcja wielozadaniowej maszyny jest obecnie opracowywana w Przemysłowym Instytucie Maszyn Rolniczych w Poznaniu, w ramach projektu Programu Operacyjnego Innowacyjna Gospodarka na lata 2007-2013, pt.: „Technologia i nowej generacji urządzenia wielozadaniowe do regeneracyjnego kształtowania otwartych cieków wodnych” (nr projektu: WND-POIG.01.03.01-00-165/09, realizowanego w okresie 01.10.2009 – 31.12.2012 roku).

#### Założenia technologiczne osprzętu do robót ziemnych

Etapem wstępnym w procesie projektowania parametrów osprzętu do robót ziemnych (odbudowa istniejących czy kopanie nowych rowów melioracyjnych) było określenie wymiarów przekroju poprzecznego rowu, które w warunkach Polski można uznać za typowe. Na podstawie przeprowadzonych analiz stwierdzono, że w systemach melioracyjnych występują rowy osuszająco-nawadniające oraz rowy zbiorcze i główne, charakteryzujące się następującymi wymiarami:

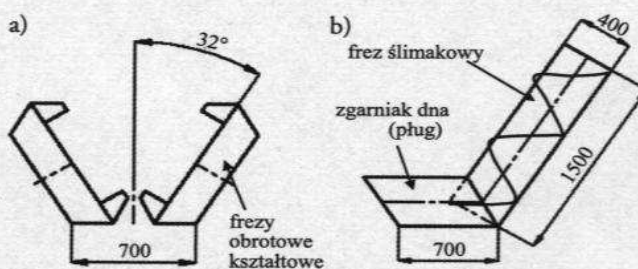
- szerokość dna rowu nie mniejsza od 0,4 m,
- głębokości rowów w przedziale od 0,7 (0,6) do 1,5 m,
- nachylenie skarp od 1:1 do 1:3.

Projektowany proces technologiczny kopania rowu melioracyjnego będzie prowadzony przy użyciu dość powszechnie stosowanych obecnie frezarek i obejmie następujące etapy:

- kopanie tzw. wstępne, przy wykorzystaniu jednej **frezarki rotacyjnej**,
- kopanie właściwe – kształtowanie rowu o określonych wymiarach, przy wykorzystaniu jednej lub dwóch **frezarek ślimakowych**, frezujących poszczególne warstwy gleby,
- rozplantowanie urobku na powierzchni terenu sąsiadującego z rowem lub wywiezienie poza obszar robót.

#### Technologia kopania nowych rowów nawadniająco-osuszających (głębokość 0,6-0,7 m)

Analizy wykazały, że minimalna głębokość rowów w systemach nawadniająco-odwadniających wynosi 0,6-0,7 m. Technologia kopania rowu o takiej głębokości sprowadza się do dwóch etapów. Etap pierwszy polega na kopaniu wstępnym, przy wykorzystaniu frezarki rotacyjnej, wykonującej wykop na maksymalną głębokość wynikającą z cech funkcjonalnych urządzenia (w tym przypadku 0,55 m). Kąt nachylenia skarpy wynoszący 32° jest wynikiem ustawienia tarcz obróbkowych w frezarce rotacyjnej (**rys. 1a**). Drugi etap robót będzie realizowany przy zastosowaniu frezarki ślimakowej (**rys. 1b**), która zbiera ostatnie warstwy gruntu przy jednoczesnym wydobywaniu go na powierzchnię rowu. Frezarka ślimakowa wyposażona zostanie w dołączany tzw. pług, który umożliwia jednoczesne pogłębianie danego rowu. Zarówno frezarka ślimakowa jak i frezarka rotacyjna będą zawieszane od czoła maszyny.

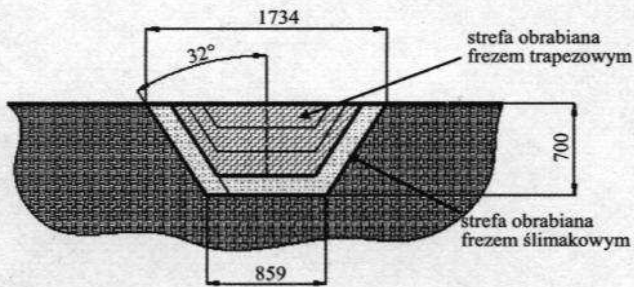


Rys. 1. Schematy narzędzi stosowanych do wykonania rowów płytkich (0,6-0,7 m): a) frezarka rotacyjna kształtowa (trapezowa), b) frezarka ślimakowa

Schemat warstwowego wykonania rowów płytkich przez frezowanie w kolejnych przejściach maszyny przedstawiono na **rysunku 2**.

Projektowane schematy technologiczne kopania rowów nawadniająco-osuszających (głębokość 0,6-0,7 m) przy zastosowaniu maszyny nowej konstrukcji przedstawiono w **tabeli 1**.





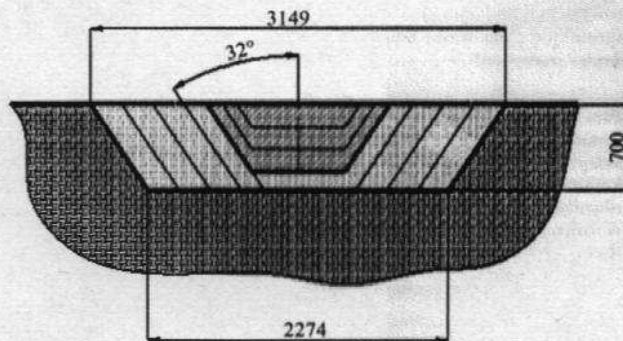
Rys. 2. Schemat procesu warstwowego wykonania rowów nawadniająco-osuszających (głębokości 0,6-0,7 m) w kilku etapach przejazdu maszyny

TABELA 1

Schematy technologiczne wykonania rowów płytkich (0,6-0,7 m) przy użyciu maszyny nowej konstrukcji

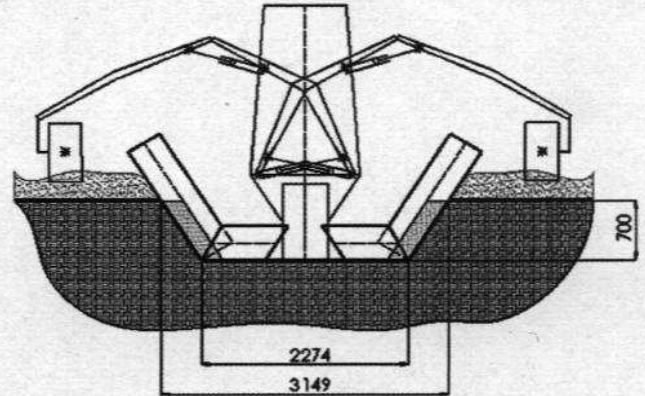
<p><b>Etap I.</b> Wykonanie rowu frezarką rotacyjną; głębokość rowu 0,55 m, szerokość dna 0,7 m, pełne kopanie: 3 przejazdy</p>	
<p><b>Etap II.</b> Pogłębianie rowu przy zastosowaniu frezarki ślimakowej; druga frezarka ślimakowa umieszczona na wysięgniku maszyny rozprowadza wydobytą ziemię w okolicy rowu, głębokość całkowita rowu 0,7 m, szerokość dna ok. 0,86 m, pełne kopanie: 2 przejazdy</p>	
<p>Zagospodarowanie urobku (gruntu) – rozplantowanie spycharką (maszyna dodatkowa, typowa) wzdłuż krawędzi wykopu lub załadunek na środek transportu i wywóz</p>	

Cechy funkcjonalne frezarki ślimakowej umożliwiają kopanie rowów o dowolnie ustalonych szerokościach dna. Wówczas kopanie polegać będzie na frezowaniu kolejnych warstw gleby w skarpię rowu (rys. 3). Wymiary uzyskanego wykopu zależą od liczby przejść roboczych – tu przykładowo 3 przejścia frezem kształtowym trapezowym i 8 przejść frezem ślimakowym. Grubość warstw zależy od kategorii gruntu, co wiąże się z różnym stopniem oporów roboczych.



Rys. 3. Schemat procesu warstwowego wykonania rowów melioracyjnych (głębokości 0,6-0,7 m) z zastosowaniem frezarki kształtowej i ślimakowej przy dowolnej szerokości dna

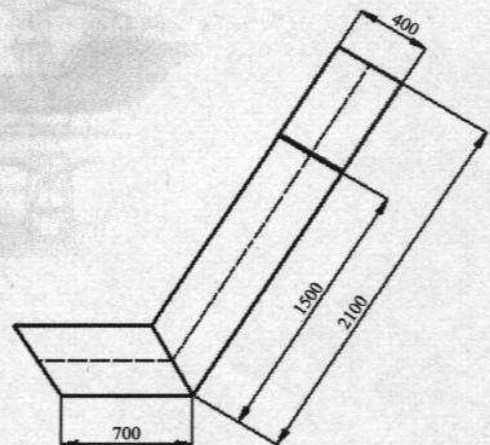
W celu zwiększenia wydajności kopania rowu o większej szerokości rozważa się możliwość zastosowania dwóch frezarek ślimakowych obrabiających skarpy podczas jednego przejazdu (rys. 4.)



Rys. 4. Schemat technologiczny wykonania rowów płytkich (0,6-0,7 m) o zwiększonej szerokości dna, przy użyciu maszyny nowej konstrukcji z wykorzystaniem dwóch frezarek ślimakowych

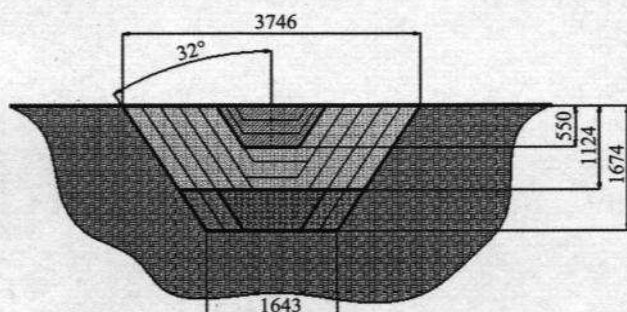
#### Technologia kopania nowych rowów nawadniająco-osuszających (głębokość 1,5-1,7 m)

W zależności od funkcji, rowy melioracyjne w systemach nawadniająco-odwadniających mogą osiągać głębokość 1,5-1,7 m i więcej. Należą do nich rowy zbiorcze oraz główne. Głębokość taką mają również rowy stanowiące odbiorniki wody z systemów drenarskich w gruntach ornych. Kopanie rowu o takich głębokościach wymaga prowadzenia robót w czterech etapach. Dwa pierwsze etapy (I i II) umożliwiają uzyskanie rowu o głębokości 1,1 m, a pozostałe etapy III i IV pozwalają pogłębić rów do głębokości 1,7 m. Etapy I i III wykonania rowu prowadzone są przy wykorzystaniu frezarki rotacyjnej a etapy II i IV za pomocą frezarki ślimakowej. Dodatkowo, frezarka ślimakowa musi być wyposażona w część przedłużającą, która umożliwi wydobywanie urobku na powierzchnię terenu (rys. 5).



Rys. 5. Schemat frezarki ślimakowej z dołączoną częścią przedłużającą (kolor niebieski) do kopania rowów głębokich (1,5-1,7 m)

Na rys. 6 i w tabeli 2 przedstawiono etapy procesu frezowania rowów o głębokości 1,5-1,7 m, z zastosowaniem frezarki ślimakowej. Zamysł technologii opiera się na warstwowym wybieraniu gruntu przez frezarki i jej zagłębieniu do uzyskania wymaganej rzędnej dna rowu.



Rys. 6. Schemat procesu warstwowego wykonania rowów zbiorczych i głównych (głębokość 1,5-1,7 m), z zastosowaniem frezarki ślimakowej

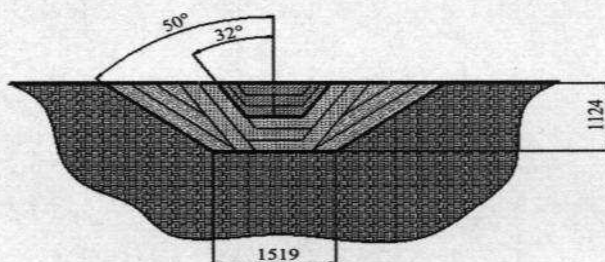
Pełny proces technologiczny wykonania rowów o głębokości 1,5-1,7 m przy użyciu maszyny nowej konstrukcji przedstawiono w tabeli 2.

TABELA 2  
Schematy technologiczne wykonania rowów (głębokość 1,5-1,7 m) przy użyciu maszyny nowej konstrukcji

<p><b>Etap I.</b> Wykonanie rowu z zastosowaniem frezarki kształtowej, głębokość rowu 0,55 m, szerokość dna 0,7 m, pełne kopanie: 3 przejazdy</p>	
<p><b>Etap II.</b> Pogłębienie i kształtowanie rowu przy wykorzystaniu frezarki ślimakowej – metoda warstwowa, z jednoczesnym zagospodarowaniem urobku (gruntu) przez rozplantowanie wzdłuż krawędzi wykopu lub załadunek na środek transportu i wywóz. Do przemieszczenia urobku na większą odległość od krawędzi skarpy można użyć drugiej frezarki ślimakowej zamocowanej na wysięgniku maszyny rozgarniającej głębokość rowu do 1,1 m, szerokość dna do 2,35 m, pełne kopanie: 10 przejazdów</p>	
<p><b>Etap III.</b> W przypadku rowów o głębokości powyżej 1,1 m kontynuuje się wykonanie wykopu ponownie frezarką rotacyjną w dnie wcześniej wykopanego. Urobek jest odkładany na tzw. półce (powstałej w miejscu dna rowu z poprzedniego etapu II) pełne kopanie: 3 przejazdy</p>	
<p><b>Etap IV.</b> Ostateczne pogłębienie i kształtowanie rowu przy wykorzystaniu dwóch frezarek ślimakowych, jedna frezarka wykonuje wykop i składowanie urobek na tzw. półce, druga frezarka transportuje urobek z półki na powierzchnię terenu do dalszego zagospodarowania (rozplantowanie lub załadunek na środek transportu i wywóz) głębokość rowu do 1,7 m, szerokość dna do 1,65 m, pełne kopanie: 4 przejazdy</p>	

### Technologia kopania nowych rowów melioracyjnych frezarką ślimakową o różnych nachyleniach skarp

Kopanie rowów melioracyjnych o różnych nachyleniach skarpy w stosunku do płaszczyzny pionowej jest możliwe poprzez zmianę położenia kąтового frezarki ślimakowej. W pierwszym etapie kopania rowu frezarka rotacyjna kształtuje skarpy nachyloną pod stałym i niezmiennym kątem wynoszącym 32°, odpowiednio zgodnym z nachyleniem tarz frezujących urządzenia. Drugi etap polega na pogłębieniu rowu frezarką ślimakową zaopatrzoną w pług. Trzeci etap jest etapem głównym, gdyż tutaj przeprowadzany jest proces kształtowania skarpy nachylonej pod określonym kątem. Poszczególne warstwy przeznaczone do frezowania w zależności od kąta jej pochylenia przedstawia rys. 7.



Rys. 7. Schemat procesu warstwowego wykonania rowów o różnych nachyleniach skarp z zastosowaniem frezarki ślimakowej

### Technologia kopania nowych rowów melioracyjnych z zastosowaniem łyżki kopiącej

Nowe rowy melioracyjne można będzie również wykonywać przy zastosowaniu typowej łyżki kopiącej, zamocowanej na wysięgniku nowo projektowanej maszyny. Podstawowa zaleta takiego rozwiązania polega na tym, że wydobyty urobek może być bezpośrednio składowany na środek transportu, w celu wywiezienia poza obszar robót.

Proces technologiczny wykonania rowów przy wykorzystaniu łyżki kopiącej w maszynie przedstawiono w tab. 3.

TABELA 3  
Schematy technologiczne wykonania rowów przy użyciu maszyny nowej konstrukcji wyposażonej w łyżkę kopiącą

<p>Faza początkowa wykonania wykopu z zastosowaniem łyżki kopiącej. Wydobyty urobek (grunt) jest przenoszony bezpośrednio na środek transportu</p>	
<p>Faza końcowa wykonania wykopu z zastosowaniem łyżki kopiącej – kształtowanie skarpy z określonym nachyleniem; łyżka kopiąca ma mechanizm obrotowy (tzw. tiltrotator), dzięki któremu może pracować w różnych położeniach. Dodatkowo przewidziano częściową automatyzację sterowania manipulatorem</p>	

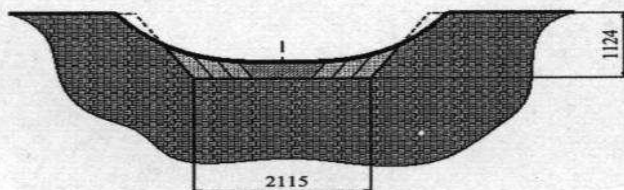
### Technologia odbudowy rowów melioracyjnych

Podczas odbudowy zamulonych rowów melioracyjnych roboty można ograniczyć do fragmentu skarpy. Schemat tech-



## ARTYKUŁ SPONSOROWANY

nologiczny warstwowej odbudowy rowu przez frezowanie w takiej sytuacji przedstawiono na rys. 9 oraz w tabeli 4.



Rys. 9. Schemat procesu warstwowej regeneracji rowu melioracyjnego z zastosowaniem frezarki ślimakowej

TABELA 4

Schematy technologiczne regeneracji rowów melioracyjnych bez konieczności odtwarzania skarpi

<p><b>Etap I.</b> Wykonanie rowu z zastosowaniem frezarki rotacyjnej, pełne kopanie: 1 przejazd</p>	
<p><b>Etap II.</b> Poszerzanie i kształtowanie rowu przy wykorzystaniu frezarki ślimakowej, z jednoczesnym zagospodarowaniem urobku (gruntu) przez rozplantowanie wzdłuż krawędzi wykopu lub załadunek na środek transportu i wywóz. Pełne kopanie: 6 przejazdów</p>	

W przypadku, gdy istnieje konieczność odtworzenia całej szerokości skarpy rowu w projektowanej technologii roboty należy przeprowadzić według schematów przedstawionych w tabeli 5.

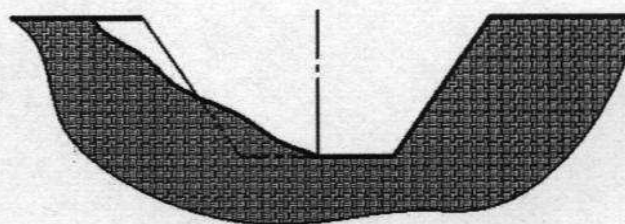
TABELA 5

Schematy technologiczne regeneracji rowów melioracyjnych z koniecznością odtworzenia całej szerokości skarpi

<p>Pełne odtworzenie skarpy wymaga wykonania tzw. półki podtrzymującej, dzięki czemu ograniczone jest ryzyko obsunięcia się ziemi po zakończeniu całego procesu</p>	
<p>Na wykonaną półkę podtrzymującą nanosi się urobek (grunt), który należy poddać zagęszczeniu warstwami po ok. 20 cm</p>	

### Regeneracja ubytków w skarpach rowu melioracyjnego

Wskutek oberwania (obsunięcia) skarpy rowu melioracyjnego pojawia się ubytek w jego przekroju poprzecznym a na dnie zalega obsunięty grunt. W takim przypadku należy jak najszybciej przystąpić do naprawy aby zapobiec powiększaniu się uszkodzenia. Przykład deformacji przekroju poprzecznego spowodowanego obsunięciem skarpy rowu przedstawiono na rys. 10, a projektowany proces technologiczny regeneracji takiego profilu przy użyciu nowej maszyny przedstawiono w tabeli 6.



Rys. 10. Przykład deformacji przekroju poprzecznego rowu melioracyjnego wskutek oberwania (obsunięcia) skarpy

TABELA 6

Schematy technologiczne regeneracji profilu poprzecznego rowów melioracyjnych po oberwaniu (obsunięciu) skarpy

<p>W celu zapobiegnięcia ponownego obsunięcia skarpy wykonujemy półkę, przy wykorzystaniu frezarki ślimakowej; materiał (grunt) wydobyty ze skarpy oraz z dna rowu usypuje się w przestrzeni objętej ubytkiem</p>	
<p>Usypany w półkę grunt poddajemy zagęszczeniu warstwami o miąższości ok. 20 cm</p>	
<p>W przypadku wystąpienia niebezpieczeństwa ponownego obsunięcia się skarpy należy zastosować jeden z technicznych sposobów umacniania, np. brukowanie</p>	

### Podsumowanie

Z przeprowadzanych badań, analiz i opracowanych schematów technologicznych wynika, że:

- zaproponowano dwie metody kopania i regeneracji rowów melioracyjnych – przy użyciu łyżki koparkowej i za pomocą aktywnych frezów (kształtowego freza trapezowego i bocznego freza ślimakowego z lemieszem); badania wydajności obu metod będą tematem przyszłych badań,
- frezy aktywne mogą być z powodzeniem zastosowane także do operacji odmulania rowu,
- opracowane technologie wykonania nowych rowów mogą zostać wykorzystane do regeneracji rowów, których stopień zamulenia (ponad 40 cm) wymaga odbudowy inwestycyjnej,
- nowe lub zregenerowane skarpy rowów melioracyjnych o dużym nachyleniu powinny zostać odpowiednio umocnione,
- dla zapewnienia właściwego spadku dna rowu zaproponowano zastosowanie technologii GPS o dokładności na poziomie pojedynczych centymetrów; obecnie trwają prace badawcze w tym zakresie,
- przedstawione założenia technologiczne są obecnie weryfikowane na prototypie maszyny pracującej na terenie Spółki Wodnej Melioracji Nizin Obrzańskich.