

CHOSEN ISSUES OF THE CONCEPT FORMING OF THE STRUCTURE OF A MULTITASK MACHINE FOR THE WORK IN DRAINAGE DITCHES.

Part 1. Choice of topology of the main support structure

Summary

In the paper description of the conception of the multi-task machine construction was presented¹. The elaboration contains results of the research of functionality of machine and design problems. As the conclusions, the chosen optimal solutions have been presented but the range of all problems have been confined only to the topology of the main supporting structure.

Key words: drainage ditches; renovation; land reclamation machines; functioning requirements

WYBRANE ZAGADNIENIA KSZTAŁTOWANIA KONCEPCJI KONSTRUKCJI URZĄDZENIA WIELOZADANIOWEGO DO PRACY W ROWACH MELIORACYJNYCH.

Część I. Wybór topologii głównej struktury nośnej

Streszczenie

Przedmiotem artykułu jest koncepcja konstrukcji urządzenia wielozadaniowego do regeneracyjnego kształtowania otwartych cieków wodnych. Praca zawiera opis najważniejszych wymagań funkcjonalnych, stawianych projektowanej maszynie oraz analizę proponowanych rozwiązań w aspekcie ruchu maszyny w rowie i jej wstawiania do rowu. W badaniach zaproponowano rozwiązanie optymalne. W artykule zagadnienia koncepcyjne ograniczono jedynie do analizy topologii głównej struktury nośnej maszyny.

Słowa kluczowe: rowy melioracyjne; renowacja; maszyny melioracyjne; wymagania funkcjonalne

1. Wstęp

Artykuł otwiera serię poświęconą tematyce kształtowania koncepcji urządzenia wielozadaniowego. W kolejnych artykułach zostaną przedstawione inne aspekty związane z projektowaniem podwozia i ramion bocznych, wstawianiem maszyny do rowu i prowadzeniem narzędzi roboczych. Wszystkie artykuły są wynikiem przeprowadzonych badań i analiz w tym zakresie, z nastawieniem na opracowanie innowacyjnej technologii i maszyny do renowacji rowów melioracyjnych. Artykuły mają charakter informacyjny i mają za zadanie przytoczyć wybrane aspekty projektowania nowej, dotąd nieznannej w technice maszyny do pracy w rowie melioracyjnym.

W artykule pierwszym zostały omówione rozważania nad ideą struktury nośnej maszyny, jej układem topologicznym, podziałem na podzespoły funkcjonalne i rozmieszczeniem narzędzi. Wyniki tych analiz zamieszczono wraz z opisem związanych z tymi koncepcjami problemów funkcjonalnych i wykonawczych. Dane liczbowe, przytaczane w artykule pochodzą z wyników dotychczasowych badań i pomiarów.

Z przeprowadzonych wcześniejszych badań i wywiadów środowiskowych wynika, że jednym z podstawowych problemów podczas wykonywania konserwacji lub renowacji otwartych cieków wodnych, jest częsty brak swobodnego dostępu do przestrzeni wewnętrznej rowu. Problem ten jest szczególnie uciążliwy w przypadku rowów melioracji szczegółowej, gdzie poziom wody i gabaryty rowu uniemożliwiają pracę łódek z narzędziami koszącymi. Maszyny robocze budowlane (np. spycharko ładowarki) lub rolnicze (np. ciągnik z kosiarką), stosowane dotychczas, poruszają się wzdłuż rowu na jego nabrzeżu. Jest to uciążliwe z wielu względów, np.: niszczenia upraw rolnych, obecności drzew na skarpach

rowów i in. Jednocześnie brak jest na rynku rozwiązań umożliwiających pracę w przestrzeni wewnętrznej rowu. Takie rozwiązanie nie wymagałoby ciągłego dostępu do pasa strefy przybrzeżnej, problematycznego w przypadku gęstego porostu drzew, braku zgody właściciela gruntu lub okresu uprawnego na polach. W związku z tym została zaproponowana koncepcja urządzenia, które będzie mogło się poruszać wewnątrz przestrzeni rowów melioracyjnych.

Podczas opracowywania koncepcji konstrukcji urządzenia wielozadaniowego zwrócono szczególną uwagę na obecne problemy związane z konserwacją i renowacją rowów. Częste spotkania ze specjalistami z branży umożliwiły na zdefiniowanie podstawowych cech, jakie powinna posiadać maszyna. W stosunku do nich opracowano kilkanaście różnych rozwiązań konstrukcyjnych, mając jednocześnie na uwadze wszelkie ograniczenia związane z ochroną patentową urządzeń obecnych na rynku. Wynikiem tych rozważań jest końcowa koncepcja urządzenia wielozadaniowego do regeneracji i konserwacji otwartych cieków wodnych, opracowana w projekcie badawczo-rozwojowym.

2. Wymagania funkcjonalne dla maszyny

Wymagania funkcjonalne dla projektowanego urządzenia wielozadaniowego zostały zdefiniowane na podstawie konsultacji z użytkownikami, jednostkami naukowymi oraz podmiotami zarządzającymi urządzeniami melioracyjnymi. Z uzyskanych, podczas wcześniejszych badań terenowych pomiarów gabarytów rowów wytypowano trzy najbardziej charakterystyczne rowy [1, 2]:

- rowy o szerokości dna 0,7-1,0 m,
- rowy o szerokości dna 1-1,5 m,
- rowy o szerokości dna 1,5-2 m.



fol. Autor / photo Author

Rys. 1. Stan rowów melioracyjnych w Wielkopolsce
Fig. 1. The amelioration ditches in Wielkopolska – actual state of the art

Rowy w Polsce wymagają głównie wykaszania traw i trzciny, karczowania krzewów i odmulania dna. Założeniem maszyny było, aby realizowała wszystkie te zabiegi kompleksowo, chociaż nie koniecznie w jednym przejeździe roboczym. Operacje podzielono więc na: koszenie, karczowanie i odmulanie, jako realizowane w osobnych cyklach roboczych.

Maszyna według założeń miała poruszać się wewnątrz przestrzeni rowu, aby omijać drzewa na skarpach. Jednak w takich warunkach układ jezdny maszyny musi poradzić sobie z pracą w namulach dennych i wodzie. Ponadto dużym wyzwaniem było opracowanie sposobu wstawiania maszyny na dno rowu i rozwiązanie sposobu podparcia maszyny jednocześnie na dnie i skarpach rowu o zmiennej geometrii i szerokości. Na rys. 1 przedstawiono przykładowe ilustracje rowów melioracyjnych, wskazujące na warunki pracy maszyny.

Ponieważ przyszłe środowisko pracy maszyny jest środowiskiem wilgotnym i błotnistym, o utrudnionym dostępie standardowych pojazdów rolniczych i transportowych. Z tego względu określono pewne nadrzędne cele dla projektowanej konstrukcji:

- maszyna będzie jechać i pracować wewnątrz przestrzeni rowu melioracyjnego, do którego ma się samodzielnie dostać i z niego wyostać,

- maszyna powinna być niezawodna w działaniu – w każdych warunkach powinna wyostać się z rowu samodzielnie i musi być bezawaryjna,
- powinna być bezpieczna dla środowiska i człowieka, a więc nie powinna: ingerować w środowisko poza zakresem prac renowacyjnych, niszczyć obiektów infrastrukturalnych, ingerować w pas przybrzeżny rowu,
- praca maszyną powinna być wydajniejsza w porównaniu do dotychczasowych technologii.
- W odniesieniu do wymagań funkcjonalnych maszynę powinno cechować:
 - samodzielność w poruszaniu się (jeżeli maszyna wjedzie w trudny teren to sama musi się z niego wyostać, ponieważ „zdana jest” tylko na siebie),
 - uniwersalność w poruszaniu się (zarówno po drodze publicznej, jak i w rowie melioracyjnym),
 - samowystarczalność technologiczna (tzn. dany zakres operacji technologicznych, np. odmulanie, musi wykonać kompleksowo i samodzielnie, ponieważ nie można liczyć na pomoc innych maszyn),
 - zaopatrzona w nowoczesne systemy wspomaganie sterowania (GPS lub podobne).

W odniesieniu do wszystkich operacji technologicznych występujących przy konserwacji i renowacji otwartych cieków wodnych maszyna powinna obsługiwać kilkanaście rodzajów narzędzi technologicznych, ulokowanych z przodu i z tyłu maszyny oraz na wysięgnikach (manipulatorach hydraulicznych), w tym przykładowo: kosiarki listwowe, palcowe i bijakowe, zgrabiarki, frezarki do karczowania krzewów i drzew oraz korzeni dennych, odmularki rotacyjne i ślimakowe, chwytaki, hakownice, łyżki do kopania i inne.

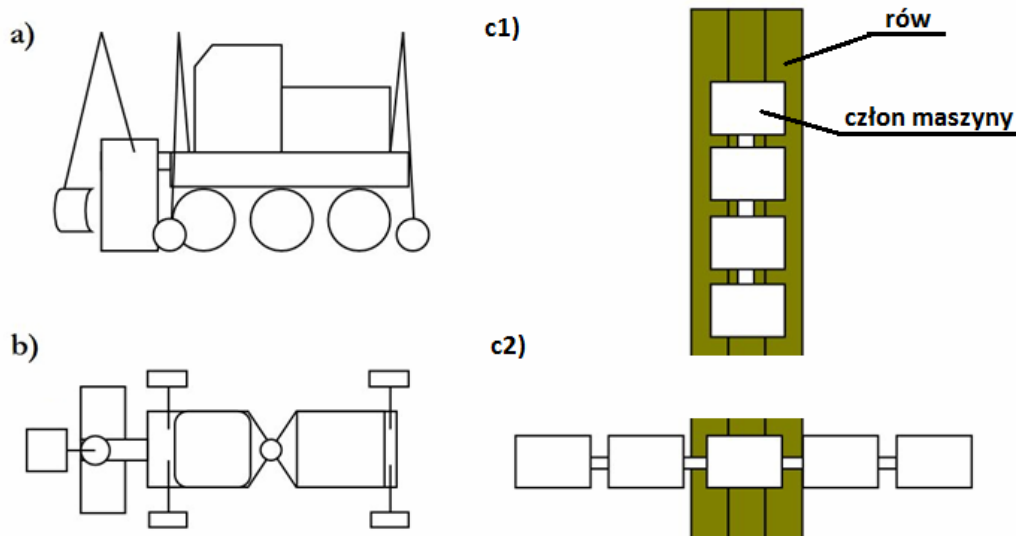
3. Analiza rozwiązań koncepcyjnych struktury nośnej

Biorąc pod uwagę powyższe wymagania i ograniczenia gabarytowe związane z profilem poprzecznym i wymiarami rowów melioracyjnych przeanalizowano trzy główne rozwiązania struktury nośnej maszyny (rys. 2):

- jednolita (jednoczęściowa),
- przegubowa,
- wielocłonowa.

Struktura jednolita, w świetle koncepcji urządzenia wielozadaniowego, charakteryzuje się tym, że wykorzystano jedną centralną ramę nośną. Na wierzchu ramy zamontowano kabinę i silnik napędowy. Pod spodem ramy znajduje się główne podwozie jezdne, które może stanowić gąsienica lub ogumione koła. Podwozie to jest podstawowym zespołem napędu jazdy w rowie. Takie podwozie musi być wąskie, aby zmieścić się w rowach o szerokości dna nawet poniżej 1 m. Dlatego w odróżnieniu od klasycznych napędów koparek budowlanych i ciągników rolniczych będzie jednośladowe.

Ponieważ jednośladowe podwozie nie zapewnia stateczności maszynie, dlatego obowiązkowo urządzenie wielozadaniowe wyposażono w ramiona podporowe, montowane z boku ramy, o regulowanym zasięgu. Zagadnienie konstrukcji ramion bocznych jak i podwozia jezdnych jest szerokie i nie będzie omówione w tym artykule, to jednak można zaznaczyć, że ramiona boczne i podwozie centralne są zespołami, które będą też decydować o sposobie wstawiania maszyny do rowu. W ujęciu koncepcji struktury jednolitej urządzenia wielozadaniowego są dwie możliwości realizacji tego zadania: wjeżdżanie do rowu na podwoziu jezdny lub wstawianie maszyny na ramionach podpo-



Rys. 2. Szkice ideowe różnych wariantów konstrukcji nośnej urządzenia wielozadaniowego: a) jednolita (widok z boku), b) przegubowa (widok z góry), c1) wielocłonowa ustawiona wzdłuż rowu (widok z góry), c2) wielocłonowa ustawiona w poprzek rowu (widok z góry)

Fig. 2. Idea sketches of different variants of the superstructure of a multi purpose device: a) uniform (side view), b) articulated (top view), c1) multibody, placed along the ditch (top view), c2) multibody, placed across the ditch (top view)

rowych. Wstawianie dźwigiem lub innym urządzeniem dedykowanym mija się z celem, ze względu na potrzebę angażowania na stałe dodatkowej maszyny samobieżnej. Wprawdzie możliwe są różne inne wariacje tego rozwiązania, ale wymaga to wykonania daleko idących badań.

W strukturze jednolitej, z przodu ramy znalazły się układy zawieszenia narzędzi roboczych, podzielone na dwa typy: do pracy na dnies i skarpach rowu oraz do pracy na wysięgniku roboczym. Ponadto z tyłu ramy istnieje możliwość zamontowania kolejnych układów zawieszenia narzędzi. Jednak ze względu na technologię renowacji rowów podstawowe zabiegi muszą być wykonywane przed maszyną, bo przejazd podwozia jezdne powoduje ugniatanie traw i trzciny, które trzeba skosić. Także podczas odmulania korzystnie jest także najpierw usunąć namulę, a potem dopiero jechać podwoziem jezdny. Ujmując w ten sposób problem koszenia i odmulania, oba te zabiegi nie mogą być wykonane jednocześnie (wymagane najpierw koszenie, potem odmulanie). Nie jest to jednak obligatoryjne rozwiązanie i być może dalsze badania pokażą, że można obie operacje wykonać równocześnie, ale wtedy z przodu ramy nośnej będą pracować kosiarki, a z tyłu za ramą odmularki, które wyrzucają urobek na skoszone skarpy. Minusem tego jest jednak to, że po przejściu podwozia jezdne zostaje duża koleina w namule dennym i decyduje to też o dużych oporach ruchu.

Odmianą topologiczną struktury jednolitej urządzenia wielozadaniowego jest struktura przegubowa. Można powiedzieć, że powstała ona przez podział ramy nośnej jednolitej na dwie części i ich połączenie przegubem. Ten zabieg koncepcyjny wynika z faktu, że rama i co za tym idzie całe urządzenie wielozadaniowe o strukturze jednolitej jest długą i sztywną maszyną. Biorąc pod uwagę konieczność manewrowania na zakrętach rowów i na dopływach bocznych rowów, nie jest wskazane, aby jednolity człon maszyny była zbyt długa. Optymalnie długość takiego członu nie powinna przekroczyć 4 m, a tymczasem struktura jednolita osiąga długość 6-7 m. Podział na strukturę przegubową skutkuje dalszym wydłużeniem całej maszyny, ale każdy sztywny człon ma szansę zmieścić się w wymiarze długości 4 m. Po-

nadto każdy z dwóch członów maszyny ma swoje własne podwozie jezdne, co sprzyja lepszej dystrybucji nacisków na grunt i poprawia współczynnik przyczepności, tak potrzebny podczas pracy na miękkim i śliskim gruncie w dnies rowu.

Porównanie obu koncepcji struktury nośnej, tj. jednolitej i przegubowej, wymaga zatrzymania się nad zagadnieniem stateczności maszyny. Przede wszystkim tak konstruowana maszyna jest wysoka na ponad 3,5 m. Kiedy jest wewnątrz rowu akurat jest to zaletą. Ale gdy maszyna stoi na nabrzeżu rowu i ma się w nim za chwilę znaleźć, to operator w kabinie staje nad „przepaścią” rzędu 4-5 m. Pomijając wrażenia lękowe, jest to sytuacja niebezpieczna i każdy błąd w sterowaniu może skutkować przewróceniem się maszyny do rowu. Dlatego wiele starań dołożono podczas konstruowania układu napędu hydraulicznego i układu sterowania elektronicznego, aby zapewnić wysoki poziom kontroli i bezpieczeństwa, wyposażając maszynę w system automatycznej kontroli stateczności, sterowanie proporcjonalne ruchami siłowników, a ponadto wyposażając maszynę w mechaniczne bariery ochronne.

Zadanie stateczności maszyny musi być zrealizowane przez ramiona podporowe. W każdej z wersji wykonania struktury nośnej liczba i konstrukcja ramion podporowych jest inna. W strukturze jednolitej wystarczą już dwa ramiona podporowe z pojedynczymi kołami podporowymi (jeden punkt podparcia na każde ramie). Ale z punktu widzenia możliwości podniesienia maszyny na ramionach podporowych, powinny być cztery punkty podparcia na ramionach bocznych, tj. albo cztery osobne ramiona z pojedynczymi kołami, albo dwa ramiona, z dwoma kołami każde. Ten właśnie ostatni wariant wybrano ostatecznie ze względu na mniej ruchów do sterowania.

W strukturze przegubowej koncepcja wykonania ramion już nie jest taka oczywista. Po pierwsze, wydaje się, że każdy człon powinien mieć swoje własne ramiona podporowe. Po drugie, kiedy oba człony są zgięte pod kątem, to łatwo o kolizję ramion należących do obu członów, a dodatkowo koła podporowe na zewnętrznej stronie kąta załamania członów zbliżają się niebezpiecznie do linii środkowej, przechodzącej

przez środek ciężkości maszyny – słowem, ucieka punkt podparcia. Należy także pamiętać o tym, że ramiona podporowe mają służyć jako narzędzie do wstawiania maszyny do rowu. Więcej na ten temat pojawi się w kolejnych artykułach z serii.

Dalsze rozważania nad budową struktur członowych doprowadziły do rozważań nad rozbudową struktury w większą ilość członów łączonych przegubowo (przy czym człony te miałyby być proste w budowie) oraz w kierunku zwiększania ilości ramion podporowych i ilości kół podporowych. Jeśli chodzi o to pierwsze zagadnienie, to zwiększanie liczby członów miało w ogóle doprowadzić do rezygnacji z ramion podporowych, ponieważ stosunkowo długa maszyna, w której każdy człon ma własne koła jezdne, jest samowystarczalna w zakresie zachowania stateczności i wjeżdżania do rowu nawet po stromej skarpie. Dzieje się tak dlatego, że kiedy część członów wjeżdża do rowu, pozostałe stoją na nabrzeżu, zapewniając bezpieczeństwo ruchu tym pierwszym i wspomagając ich jazdę. Poszczególne człony otrzymałyby też oddzielne funkcje robocze. W tym momencie trzeba rozróżnić dwie rozważane odmiany urządzenia wielozłonowego: ustawione roboczo w poprzek rowu i ustawione roboczo wzdłuż rowu.

W pierwszej odmianie, człon środkowy zajmowałby się operacjami technologicznymi na dnie rowu, a także byłby wyposażony w kabinę operatora i niewielki manipulator hydrauliczny. Także silnik napędowy musiałby znaleźć się w członie środkowym, chociaż nie jest powiedziane, że każdy z członów nie mógłby mieć swojego własnego, mniejszego silnika. Człony sąsiednie miałyby za zadanie obróbkę skarp bocznych rowu. Człony zewnętrzne stanowiłyby asekurację i wydłużenie ramion wewnętrznych podczas wjeżdżania do rowu. Podczas pracy dawałyby dodatkowo możliwość obróbki skarp lub nabrzeża rowu i dodatkową siłę pociągową. Natomiast w rowie zarośniętym drzewami musiałyby być podnoszone do pionu. Problemem konstrukcyjnym i dużą niewiadomą byłby dobór optymalnych wymiarów konstrukcji członów, tak aby dopasować się do zmiennej geometrii rowów.

W drugiej odmianie korzystnie wygląda zagadnienie zamieszczenia się w przestrzeni wewnętrznej rowu. Trudniej natomiast byłoby zrealizować operację wjeżdżania do rowu, bo wjazd musi być w poprzek skarpy, a po osiągnięciu dna człon musi zmienić kierunek jazdy o 90°. Nie jest już takie proste rozwiązanie układu jezdne, który wewnątrz rowu musi pasować do dna o szerokości od 0,5-2 m, czyli wąski, a jednocześnie podczas wjeżdżania do rowu musi być na tyle szeroki, aby zapewnić stateczność konstrukcji. Przypisanie funkcji roboczych do poszczególnych członów także nie jest oczywiste. Manipulator hydrauliczny, niezbędny w wielu operacjach karczowania i czyszczenia rowu, musi być na pierwszym członie. Na pierwszym członie powinny też być praktycznie wszystkie narzędzia do pracy na dnie rowu lub na skarpie. Nie da się więc w prosty sposób połączyć operacji koszenia i odmulania w jednym przejeździe. Jedynie rozwiązanie sprawę kombinacja taka, że koszenie zostanie wykonane przez człon pierwszy, a odmulanie przez człon drugi. Kabina operatora może być na drugim członie, gdzie jest najlepsza widoczność na narzędzia robocze. Na członie trzecim jest miejsce na silnik napędowy i pompy układu hydraulicznego, a na członie czwartym na zbiorniki paliwa i oleju hydraulicznego. Można rozważyć ewentualnie dodanie piątego członu, który byłby przyczepą transportową do wywożenia namułu lub biomasy drzewnej.

O ile obie odmiany struktury wielozłonowej wydają się ciekawe z punktu widzenia stateczności i braku ramion podporowych, to jednak należy mieć na uwadze, że urzą-

dzenie wielozadaniowe musi też mieć zdolność brodenia w wodzie, najkorzystniej o głębokości do 1 m. Mimo wszystko więc poszczególne człony miałyby rami nośne ulokowane tak, aby na wysokości co najmniej 1 m znajdowała się ich górna podłoga. Z tego względu optymalizacja w kierunku wymiarów gabarytowych, stateczności i zamieszczenia się w rowie melioracyjnym byłaby zadaniem bardzo trudnym i pewnie nie dałoby się zrezygnować całkowicie z ramion podporowych.

4. Charakterystyka urządzenia wielozadaniowego dla docelowego wariantu wykonania struktury nośnej

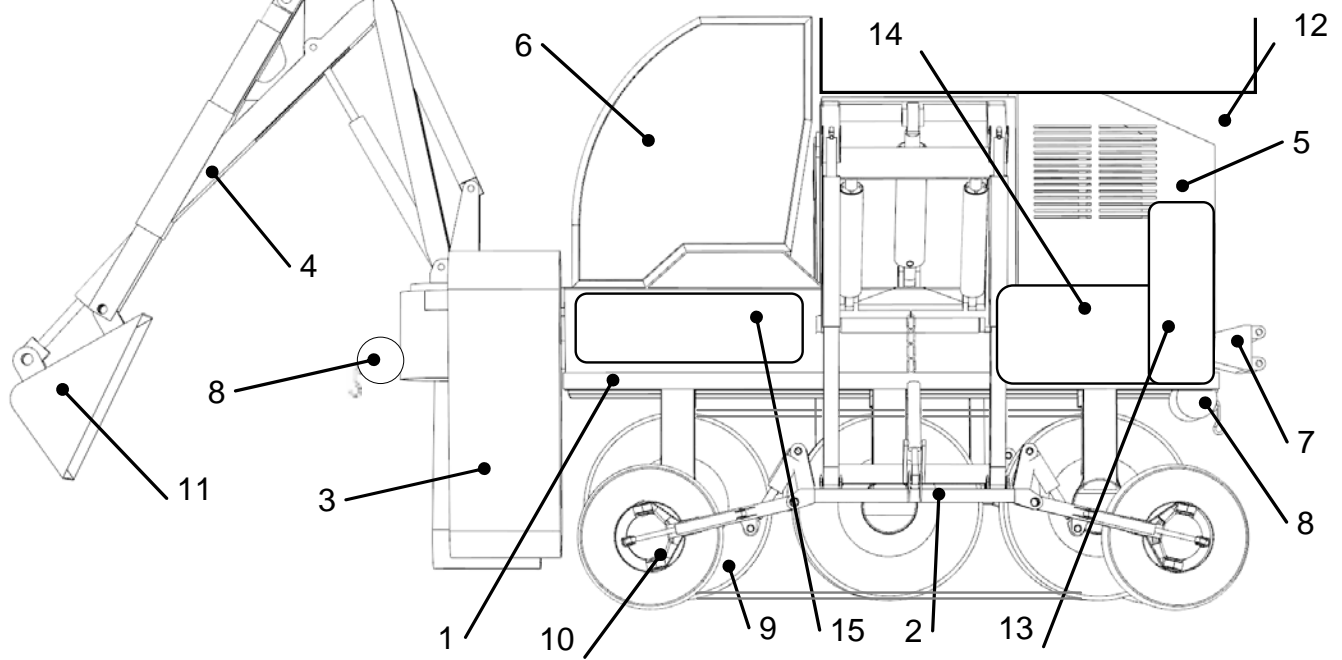
Po przeanalizowaniu wszystkich omawianych koncepcji wykonania urządzenia wielozadaniowego, a także licznych wariantów pobocznych, nie omówionych w artykule, zdecydowano się na strukturę jednolitą. O wyborze zdecydowało przede wszystkim to, że ta konstrukcja była najbardziej przewidywalna z punktu widzenia późniejszych problemów konstrukcyjnych, czyli rokowała największe nadzieje na pozytywne zakończenie prac projektowych. Wariant ten uzyskał też przychylne opinie ekspertów. Ta konstrukcja jest optymalna z punktu widzenia założeń funkcjonalnych, zamieszczenia się w rowie melioracyjnym, rozwiązania układu napędowego i ramion podporowych i wiele innych.

Ogólny schemat wybranej koncepcji rozwiązania wraz z rozmieszczeniem podzespołów składowych przedstawiono na rys. 3 [3].

Poszczególne oznaczenia na rys. 3 to: 1 - centralna, jednolita rama nośna, 2 - dwa ramiona boczne podporowe, 3 - główne narzędzia robocze, 4 - wysięgnik (manipulator hydrauliczny), 5 - zespół napędowy (silnik i pompy hydrauliczne), 6 - kabina operatora, 7 - tylny trójpunktowy układ zawieszenia, 8 - wyciągarka linowa, 9 - wieloosiowe centralne podwozie kołowe (ostatecznie zdecydowano się na gąsienicę), 10 - koło podporowe ramienia bocznego (dwa koła na każde ramię), 11 - pomocnicze narzędzie robocze, 12 - magazyn narzędzi dodatkowych, 13 - zbiornik paliwa, 14 - zbiornik oleju hydraulicznego, 15 - zbiornik czystej wody.

W wybranym rozwiązaniu urządzenia wielozadaniowego występuje rama stanowiąca centralny układ nośny dla pozostałych podzespołów składowych, do których należą: dwa zespoły przegubowych ramion bocznych o zmiennym zasięgu, zespół mocowania głównych urządzeń roboczych, wysięgnik narzędzi, zespół napędowy, zawierający silnik spalinowy z przekładnią i zespołem pomp hydraulicznych, kabina operatora, trójpunktowy układ zawieszenia z wałkiem odbioru mocy z tyłu maszyny, wyciągarka montowana zamiennie z przodu lub z tyłu maszyny. Do rami zamocowane jest wieloosiowe centralne podwozie kołowe, służące do poruszania się w przestrzeni rowu melioracyjnego, które ostatecznie zastąpiono jednośladową gąsienicą stalową. W części tylnej rami zlokalizowane jest trójpunktowy układ zawieszenia narzędzi, m.in. dla mocowania rębarki, wyposażony w wał odbioru mocy z napędem hydraulicznym i zestaw zewnętrznych szybkozłączy hydraulicznych.

Zespół przegubowy ramienia bocznego zlokalizowany jest pośrodku rami, za kabiną operatora. Napędzane koła podporowe ramion bocznych połączone są obrotowo z wahaczem i mogą być orientowane w poprzek lub wzdłuż kierunku jazdy. Koła służą do podpierania maszyny, a także do jazdy po drogach asfaltowych. Zakres regulacji ramienia pozwala na sięganie do dna rowu, gdy maszyna stoi na nabrze-



Rys. 3. Rozmieszczenie elementów wyposażenia urządzenia wielozadaniowego dla wybranej koncepcji jego wykonania końcowego
 Fig. 3. Setting of equipment on the multi-purpose machine, for its final concept of implementation

żu (o głębokości rowu do 1,8 m). Pozwalają na okracanie rowów o mniejszych szerokościach (do 3 m). Teleskopowe wykonanie drugiego członu ramienia pozwala na podniesienie kół podporowych na wysokość ramy nośnej, dzięki czemu mogą być prowadzone na skarpie rowu, gdy maszyna jedzie w rowie i mogą być wystawiane na nabrzeże rowu, gdy trzeba maszynę wystawić z rowu. Ramiona boczne pełnią zatem funkcję podporową, wspomagającą napęd maszyny w rowie, jazdy po drogach publicznych i operację wstawiania urządzenia wielozadaniowego do rowu.

Zespół mocowania głównych urządzeń roboczych ulokowany jest z przodu ramy. Zakres regulacji położenia narzędzi roboczych pozwala na ich pracę zarówno na dnie rowu, jak i na skarpach. Narzędzia umieszczone przed podwoziem jezdnym mogą wykonywać zabieg, zanim podwozie ugniecie trawę lub zrobi koleinę w luźnym namule dennym.

Wysięgnik narzędzi zamocowany jest w części przedniej urządzenia przy wykorzystaniu obrotnicy z silnikiem hydraulicznym. Na końcu wysięgnika znajdują się narzędzia pomocnicze. Zakres pracy wysięgnika jest podobny jak ramion bocznych: można dosięgnąć dna rowu, gdy maszyna stoi na nabrzeżu, a także dosięgnąć gałęzi drzew na wysokości ponad 2 m nad kabiną operatora.

Projektowane urządzenie wielozadaniowe wyposażone zostanie w silnik o mocy ok. 200 kW, który będzie napędzać przekładnię mechaniczną. Z kolei przekładnia będzie przenosiła napęd do grupy 5-7 pomp hydraulicznych, które napędzają układy jazdy i narzędzia robocze. Napięcie w układzie sterowania elektronicznego ustalono na wartość 24V.

Wyposażenie maszyny będzie obejmowało magazyn narzędzi, umieszczony za kabiną na wysokości jej dachu, który pozwala zabrać na czas pracy dodatkowe narzędzia robocze.

W celach realizacji czynności wspomagających, w trudnych warunkach rowów melioracyjnych, zdecydowano się zastosować wyciągarkę linową, napędzaną hydraulicznie. Wyciągarka ta będzie posiadała możliwość montażu z przodu lub z tyłu maszyny. Jej zadaniem będzie wspoma-

ganie wyjazdu urządzenia wielozadaniowego, gdy warunki terenowe pogorszą się nieprzewidywalnie.

Konstrukcja urządzenia wymaga umieszczenia dwóch zbiorników: zbiornik paliwa o pojemności co najmniej 150 l i zbiornik oleju hydraulicznego o pojemności co najmniej 250 l, które zostaną zabudowane na ramie w jej tylnej części. Dodatkowo maszyna zostanie wyposażona w zbiornik czystej wody, która będzie wykorzystywana do mycia maszyny i urządzeń dodatkowych po zakończonej pracy (wymagane przed wjazdem na drogę asfaltową).

Podstawowe parametry techniczne koncepcji konstrukcji urządzenia wielozadaniowego przedstawiono w tab.

5. Podsumowanie

Konstruowanie nowej, dotąd nie proponowanej w technice maszyny do prac w rowach melioracyjnych wymaga przeanalizowania wielu wariantów wykonania i aspektów jej pracy. Trud podjęty w projekcie badawczo-rozwojowym pozwolił na wykonanie projektu konstrukcyjnego i zbudowanie prototypu innowacyjnej maszyny wielozadaniowej. Spośród rozważanych koncepcji, zdecydowano się ostatecznie na wykonanie urządzenia wielozadaniowego w wariantcie struktury jednolitej z centralną ramą nośną. Wybrane rozwiązanie zapewnia zwartość konstrukcji i ogranicza liczbę stopni swobody do wysterowania. Wiele jej cech wskazuje także, że powinna mieć najniższą masę z przeanalizowanych innych koncepcji konstrukcji maszyny wielozadaniowej. Ponieważ innych wariantów nie zaprojektowano, przez co nie można zmierzyć masy poszczególnych rozwiązań, dlatego stwierdzenie to pozostanie na razie tylko tezą.

Struktura jednolita maszyny jest łatwiejsza do opanowania przez operatora. Zastosowanie tylko dwóch ramion upraszcza sterowanie statecznością, a optymalnie wybrane miejsce ulokowania kabiny polepsza widoczność. Ramiona boczne pozwalają na autonomiczne wstawianie maszyny do

Tab. Podstawowe parametry techniczne urządzenia wielozadaniowego dla wybranej koncepcji jego wykonania końcowego (wymiaru prototypu końcowego mogą się nieznacznie różnić)
Tab. Basic technical parameters of the multi-purpose machine, for its final concept of implementation (Notice: actual dimensions of prototype can differ from this bellow)

Lp.	Nazwa parametru	Jedn. miary	Wartość parametru
1.	Wymiary gabarytowe (min.-maks.): - długość, - wysokość, - szerokość,	mm	- 6000 - 3500 - 2800
2.	Masa własna	kg	9000
3.	Zasięg ramion podporowych - szerokość - głębokość - wysokość	mm	- 8000 - 1600 - 4000
4.	Zasięg wysięgnika - przód - tył - głębokość - wysokość	mm	- 5500 - 3500 - 1700 - 6500
5.	Wymiary kół (średnica/szerokość) - centralne (gąsienica) - boczne podporowe	mm	- 800/800 (dług. 2,4 m) - 884/428
6.	Siła uciągu podwozia	kN	min 12
7.	Siła zrywająca wysięgnika	kN	22
8.	Pojemność zbiorników (minimum): - paliwa, - oleju hydraulicznego, - czystej wody	dm ³	- ok. 150 - ok. 250 - ok. 100
9.	Ciśnienie nominalne w układzie hydraulicznym	MPa	250
10.	Moc silnika napędowego	kW	ok. 200
11.	Napięcie w układzie sterowania	V	24
13.	Moc tylnego WOM	kW	ok. 30
14.	Prędkość robocza	km/h	0,5-6,0
15.	Prędkość transportowa samodzielna	km/h	maks. 6
16.	Transport na lawecie		tak
17.	Uciąg wyciągarki	kN	1,2
18.	Liczba miejsc w parku narzędzi	szt.	min. 2
19.	Wyposażenie kabiny		- fotel operatora - pulpit sterowniczy z urządzeniami nadzoru pracy maszyny (kontrola stateczności, system ostrzegania przed przeszkodami) - system monitoringu - oświetlenie - klimatyzacja i wentylacja - nagrzewnica - nawigacja GPS - system audio (opcjonalnie) - system kontroli stateczności maszyny
20.	Wyposażenie podstawowe		- łyżka podsiębierna lub czerpak - kosiarka bijakowa 1,5 m - myjka ciśnieniowa - wyciągarka (6 m długości)
21.	Wyposażenie dodatkowe		- narzędzia robocze - automatyczny zaczep narzędzi na wysięgniku - szybkozłącze zewnętrznego układu hydraulicznego dla narzędzi pomocniczych - piła spalinowa - młot wyburzeniowy spalinowy

rowu o głębokości do 1,8 m i dalej jej podpieranie na skarpach rowu. Przedni wysięgnik (manipulator hydrauliczny) jest – oprócz głównego układu zawieszenia narzędzi – nośnikiem narzędzi pomocniczych. Służy też do asekuracji maszyny przy przestawianiu ramion bocznych, jako dodatkowy punkt podparcia.

Z przeprowadzonych analiz oraz rozważanych koncepcji wykonania struktury nośnej urządzenia wielozadaniowego do pracy w rowach melioracyjnych wynikają następujące wnioski szczegółowe:

1. Optymalnym z punktu widzenia funkcjonalności, autonomiczności i względów wykonawczych jest maszyna z podwoziem jednośladowym gąsienicowym, wyposażona ponadto w ramiona boczne podporowe o zmiennym zasięgu, z kołami napędzanymi i wysięgnik hydrauliczny, dzięki czemu zdolna jest do pracy w rowach melioracji szczegółowej o szerokości dna ok. 0,5-2 m.

2. Pokonywanie zakrętów przez maszynę o jednolitej strukturze nośnej i z pojedynczą gąsienicą w podwoziu głównym jest możliwe dzięki zastosowaniu kół podporowych napędzanych i skrętnych na ramionach podporowych. Rozważano także wariant podwozia głównego z kołami ogumionymi, z możliwością skrętu, ale badania takiego układu jezdnego w rowach wykazały trudności w realizacji napędu maszyny.

3. Koła podporowe boczne montowane są na wahaczach hydraulicznych, w celu uzyskania funkcji kopiowania nierówności terenu, co jest ważne także z punktu widzenia stateczności maszyny.

4. Urządzenie wielozadaniowe wyposażone jest w uniwersalny układ zawieszenia dla głównych narzędzi roboczych oraz wysięgnik hydrauliczny, z możliwością zamocowania dodatkowych narzędzi pomocniczych, wspomagających pracę narzędzi głównych. Przewiduje się również zastosowanie trójpunktowego układu zawieszenia z wałkiem odbioru mocy z tyłu maszyny, co umożliwi zamocowanie rębarki lub innych narzędzi przystosowanych do agregowania z ciągnikiem rolniczym;

5. Na etapie projektowania szczegółowych rozwiązań, należy zwrócić szczególną uwagę na położenie środka ciężkości maszyny. Obecność narzędzi roboczych z przodu narzuca ułożenie silnika napędowego i zbiorników z tyłu maszyny, dla zrównoważenia masy tych narzędzi.

6. Bibliografia

- [1] Bykowski J., Pawłowski T., Przybyła C., Rutkowski J.: Stan rowów i kanałów melioracyjnych jako podstawa koncepcji wielozadaniowej maszyny nowej generacji do robót konserwacyjnych. Komunikat, konf. „Przyrodnicze i techniczne problemy inżynierii i ochrony środowiska”, Wydział Melioracji i Inżynierii Środowiska, Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu, Wydawnictwo Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu, s. 75, Poznań, 2010 r.
- [2] Przybyła C., Bykowski J., Rutkowski J.: Środowiskowe uwarunkowania konserwacji cieków melioracyjnych w aspekcie wykorzystania wielozadaniowej maszyny nowej generacji. Journal of Research and Applications in Agricultural Engineering, 2011, Vol. 56(4), s. 71-78.

[3] Bąkiewicz P., Ignasiak Ł., Nawrocki P., Spychała W., Szulc T., Szychta M., Rutkowski J., Woźniak P.: Koncepcja konstrukcji urządzenia wielozadaniowego. Niepublikowane opracowanie wewnętrzne nr 530, w ramach projektu POiG pt. „Technologia i nowej generacji

urządzenie wielozadaniowe do regeneracji otwartych cieków wodnych”, zad. 5, nr projektu WND-POiG.01.03.01-00-165/09, Przemysłowy Instytut Maszyn Rolniczych, Poznań, 2010 r.

Prace zrealizowano w ramach projektu badawczo-rozwojowego, pt.: „Technologia i nowej generacji urządzenie wielozadaniowe do regeneracyjnego kształtowania otwartych cieków wodnych”, nr WND-POiG.01.03.01-00-165/09, w ramach Programu Operacyjnego Innowacyjna Gospodarka na lata 2007-2013. Projekt dofinansowany jest ze środków unijnych w ramach Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego.