

Krzysztof Zembrowski, Aleksander Rakowicz, Paweł Stobnicki, Marek Danielak, Adam P. Dubowski

Pojazd gąsienicowy PIMR - modyfikacje konstrukcji modułu do koszenia traw oraz modułu do usuwania zakrzaczeń na terenach bagnistych

JEL: L62 DOI: 10.24136/atest.2018.395
Data zgłoszenia: 19.11.2018 Data akceptacji: 15.12.2018

W artykule przedstawiono prace badawczo-rozwojowe dotyczące specjalistycznego pojazdu gąsienicowego PIMR związane z badaniami jego modułu roboczego, służącego do koszenia traw (turzyce, trzciny) oraz modułu do usuwania zakrzaczeń na chronionych terenach wodno-błotnych parków narodowych, parków krajobrazowych i obszarów Natura 2000. Przeprowadzone wstępne testy terenowe wskazywały na celowość dokonania modyfikacji konstrukcji obu modułów celem poprawy ich funkcjonalności i niezawodności działania. Próby terenowe potwierdziły korzyści z wprowadzonych modyfikacji konstrukcyjnych obu modułów roboczych dla poprawy jakości i efektywności pracy pojazdu gąsienicowego w terenie bagnistym.

Słowa kluczowe: pojazd gąsienicowy, moduł narzędziowy, koszenie, rozdrabnianie, zakrzaczenia.

Wstęp

Przemysłowy Instytut Maszyn Rolniczych w Poznaniu od kilkunastu lat prowadzi prace badawczo-rozwojowe dotyczące opracowania nowych, przyjaznych dla środowiska specjalistycznych pojazdów gąsienicowych i maszyn do pracy na chronionych terenach wodno-błotnych parków narodowych, parków krajobrazowych oraz obszarów Natura 2000 [11-13]. Opracowane i zbudowane w PIMR modele pojazdów oraz przyczep gąsienicowych, modułów narzędziowych, a także nowe technologie prowadzenia zabiegów ochronnych związane z usuwaniem niepożądanego rośliności z terenów łąkowych ginących gatunków ptaków, są wykorzystywane do koszenia, zbioru i wywozu biomasy (trawy, trzciny, zakrzaczenia) [2-5,10].

Tab. 1. Dane techniczne specjalistycznego pojazdu gąsienicowego

Pojazd, przyczepa, podzespoły	Opis
Układ jezdny pojazdu	4x4, gąsienice typu delta
Napęd układu jezdny i modułów narzędziowych	hydrostatyczny
Napęd pędników śrubowych	hydrostatyczny
Moc silnika	150 kW
Masa pojazdu gąsienicowego	5,6 t
Wymiary (dl. x szer. x wys.)	5 m x 2,95 m x 4 m
Moduły narzędziowe:	kosiarka listwowa do roślinności miękkiej z rozdrabniaczem
	zespół pił tarczowych do usuwania zakrzaczeń z rozdrabniaczem
	listwowa kosiarka do roślinności wodnej
	kosiarka dyskowa z przenośnikiem palcowym
	podbieracz palcowy pokosu
	manipulator z głowicą ścinającą
Specjalistyczne podwozie przyczepy gąsienicowej	długość 4,9 m, szerokość 2,95 m
Układ jezdny przyczepy	2 gąsienice typu delta
Rodzaj zabudowy nadwozia:	transport roślin miękkich
	transport roślin wodnych
	zespół zbiornika zasypowego i prasy zwijającej okrągłych bel

Charakterystycznymi cechami nowych pojazdów oraz ich modułów narzędziowych - w stosunku do pojazdów i narzędzi obecnie stosowanych w rolnictwie, są przede wszystkim: mniejsza masa związana z koniecznością uzyskania niewielkich nacisków na podłoże dla zapewnienia bezpieczeństwa pracy i poruszania się po terenach wodno-błotnych (tab. 1). Opracowanie konstrukcji lekkich modułów narzędziowych wiąże się z ryzykiem ich zwiększonej awaryjności oraz z dość długimi przestojami w pracy związanymi z koniecznością usunięcia niesprawności, czy też uszkodzeń w badanych modelach rzeczywistych.

Do transportu specjalistycznego pojazdu i jego przyczepy gąsienicowej, czy też modułów narzędziowych służy specjalistyczny zestaw pojazdów samochodowych (DMC 13t) opracowany i badany w PIMR [1, 6-9]. W stosunku do typowych zestawów drogowych złożonych z ciągnika siodłowego i naczepy (DMC 30-40 t), lekki zestaw samochodowy PIMR bazuje na samochodzie skrzyniowym Iveco Daily D35 4x4 (DMC 3,5 t) oraz naczepie typu gęsia szyja (DMC 9,6 t).

Zdecydowanie mniejsza masa całkowita zestawu pojazdów samochodowych PIMR i mniejsza moc silnika samochodu badawczego Iveco Daily 4x4 (125 kW), w porównaniu do znacznie większej mocy silnika tradycyjnego ciągnika siodłowego, pozwala na bardziej ekonomiczne, a co ważniejsze efektywne poruszanie się zestawu badawczego PIMR po sieci dróg krajowych, a także umożliwia poruszanie się po drogach nieutwardzonych (polnych, leśnych) oraz nieużytkach (rys. 1).



Rys. 1. Zestaw pojazdów samochodowych PIMR podczas transportu specjalizowanego pojazdu gąsienicowego [archiwum PIMR-BE]

1. Moduł narzędziowy do koszenia traw i trzciny

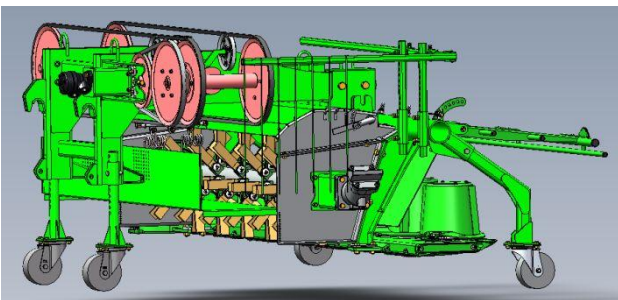
W pierwszej wersji konstrukcji modułu do koszenia traw i trzciny składał się z hydraulicznie napędzanej kosiarki dyskowej i umieszczonym bezpośrednio za nią przenośnikiem palcowym do formowania przyzmy pokosu z boku toru jazdy specjalistycznego pojazdu gąsienicowego (rys. 2). Przenośnik palcowy napędzany był osobnym silnikiem hydraulicznym. Pod przenośnikiem tuż nad ziemią zamontowano profilowaną płytę z blachy stalowej, po której biomasa była łatwiej przesuwana sprężystymi palcami przenośnika.

Podczas wstępnych badań terenowych koszenia trzciny stwierdzono zakłócenia w pracy przenośnika palcowego z powodu zbyt długich łodyg koszonych roślin i potrzebę dokonania zmian w konstrukcji modułu narzędziowego.



Rys. 2. Moduł do koszenia traw i trzciny zamontowany na specjalistycznym pojeździe gąsienicowym PIMR podczas badań

W celu ułatwienia przemieszczania się długich łodyg traw i trzciny po ich ścięciu przez kosiarkę dyskową, postanowiono umieścić bezpośrednio za nią wał kondycjonująco-rozdrabniający, w którym w widelkowatych uchwytych były zamontowane obrotowo bijaki i noże [15]. Model wirtualny nowego modułu do koszenia roślin bagiennej pokazano na rysunku 3, natomiast model rzeczywisty nowego modułu koszącego zamontowanego na pojeździe gąsienicowym PIMR podczas koszenia trzciny na nadnoteckich łąkach w pobliżu wsi Biała k. Trzcianki przedstawiono na rysunku 4.



Rys. 3. Model wirtualny specjalizowanego modułu do koszenia traw i trzciny [archiwum PIMR-BE]



Rys. 4. Model rzeczywisty nowej wersji modułu koszącego zamontowany na pojeździe gąsienicowym PIMR podczas koszenia trzciny [archiwum PIMR-BE]

Badania terenowe nowego modułu koszącego potwierdziły celowość zaproponowanych i wprowadzonych zmian w konstrukcji. Dzięki zastosowaniu kondycjonująco-rozdrabniającego wału łodygi roślin są pocięte (nożami) na mniejsze kawałki (ok. 20-30 cm) ułatwiają przemieszczanie się biomasy i jej równomierne formowanie w pokos - przy użyciu przenośnika palcowego. Nadłamanie łodyg (bijakami) korzystnie przyspiesza przesychanie biomasy pozostawionej na ściernisku. W kolejnym etapie prac podbieranie pokosu złożonego z pociętych na mniejsze kawałki łodyg roślin jest efektywniejsze, zwłaszcza ułatwia ich transport przy użyciu taśmowych

przenośników do umieszczonych na podwoziu gąsienicowym: zbiornika zasypowego i prasy zwijającej do formowania okrągłych bel (metoda ciągłego zbierania pokosu i formowania okrągłych bel biomasy) [14].

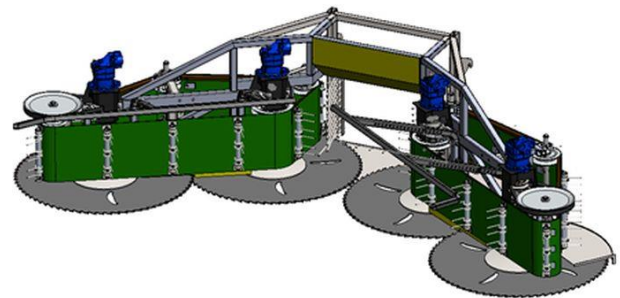
2. Moduł narzędziowy do usuwania zakrzaczeń

Moduł narzędziowy do usuwania zakrzaczeń składa się z dwóch zespołów: pił oraz rozdrabniacza bębnowego. W tabeli 2 zestawiono dane techniczne obu zespołów.

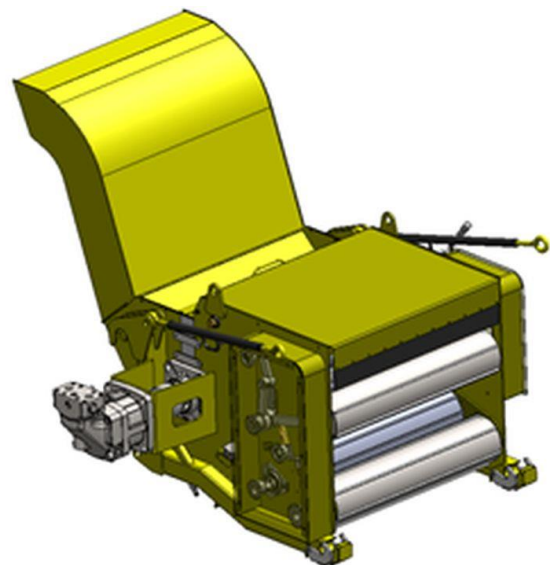
Tab. 2. Dane techniczne zespołów modułu do usuwania zakrzaczeń

Dane techniczne	Opis
Zespół pił tarczowych	4 piły o średnicy 0,8 m
	przenośnik taśmowo-palcowy
Napęd każdej piły tarczowej	silnik hydrauliczny
Napęd przenośnika	przekładnia pasowa
Wymiary (dl. x szer. x wys.)	2,86 m x 1,65 m x 0,9 m
Nominalne ciśnienie zasilania	210 bar
Rozdrabniacz bębnowy	bęben nożowy oraz bębny wciągające
	wszystkie bębny czynne
Bęben nożowy	dwurzędowy, 16 noży
Bębny wciągające	2 x wciągające, 2 x dociskające
Regulacja prędkości obrotowej	tak
Nominalne ciśnienie zasilania	210 bar
Wymiary (dl. x szer. x wys.)	1,09 m x 0,87 m x 1,17 m
Szerokość gardzieli	0,53 m

Wirtualne modele obu zespołów modułu narzędziowego przedstawiono na rysunkach 5 i 6.



Rys. 5. Zespół pił tarczowych [archiwum PIMR-BE]



Rys. 6. Rozdrabniacz bębnowy [archiwum PIMR-BE]

2.1. Stanowiskowe próby modułu do usuwania zakrzaceń

Na podstawie wirtualnych modeli zbudowano modele rzeczywiste zespołów modułu do usuwania zakrzaceń i je przebadano podczas laboratoryjnych prób stanowiskowych. Próby przeprowadzono z wykorzystaniem układu hydraulicznego przedprototypu pojazdu gaśnicowego [12], w celu sprawdzenia poprawności funkcjonowania zaprojektowanych mechanizmów i napędów, wykrycia ewentualnych błędów montażowych, czy też regulacji nastaw zaworów hydraulicznych (rys. 7, 8).



Rys. 7. Zespół pił tarczowych do usuwania zakrzaceń podczas prób stanowiskowych [archiwum PIMR-BE]



Rys. 8. Rozdrabniacz bębnowy podczas testów laboratoryjnych [archiwum PIMR-BE]

2.2. Wstępne testy terenowe

Przeprowadzone pilotowe testy terenowe pozwoliły dostrzec niesprawności w działaniu podzespołów zespołu do usuwania zakrzaceń. Zaobserwowano między innymi: potrzebę zapewnienia równomierności pracy silników hydraulicznych do napędu pił tarczowych, celowość wprowadzenia zmian w konstrukcji przenośników palcowych oraz lepszego uszczelnienia przestrzeni wokół bębnow wciągających (np. liście i igły z rozdrabnianych gałęzi przedostawały się do obudowy przekładni łańcuchowej), a także dokonania zmiany konstrukcji bębna nożowego w celu ułatwienia regulacji wielkości szczeliny pomiędzy nożami a stalnicą.

3. Nowe wersje zespołów modułu do usuwania zakrzaceń

3.1 Nowa wersja zespołu pił tarczowych

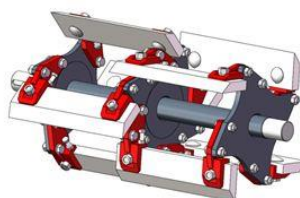
W celu poprawy wydajności przesuwu ścinanej biomasy do bębnow wciągających rozdrabniacza, postanowiono zmniejszyć liczbę silników hydraulicznych, wzmocnić ramę nośną i dodać osłony silnika hydraulicznego, jak również przekładni pasowej oraz palce sprężyste zgrabiarki zastąpić grzebieniowymi zabierakami (rys. 9).



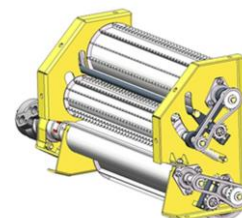
Rys. 9. Nowa wersja zespołu pił tarczowych [archiwum PIMR-BE]

3.2. Zmiany konstrukcyjne rozdrabniacza bębnowego

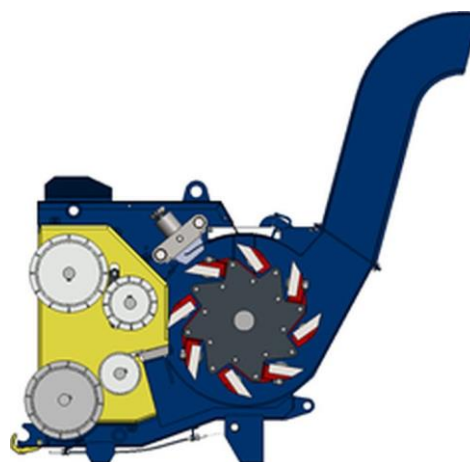
W nowej wersji rozdrabniacza zmiany konstrukcji ramy oraz blach osłonowych, zmieniony układ napędu przekładni łańcuchowej pozwoliły na poprawę serwisowo-naprawczej obsługi. Dzięki zmianom uzyskano poprawę demontażu zespołów bębnow oraz zastosowano uproszczony mechanizm dociskowy bębnow wciągających (1 bębno ruchome). Ponadto usunięto szczelinę pomiędzy bębmem, a stalnicą poprzez zastosowanie gładkiego bębna i specjalnego skrobaka, zmniejszono ilość noży do 8 sztuk (rys. 10) i ich układ oraz sposób regulacji (nowe imaki ze śrubą regulującą). W ramach kolejnych zmian zastosowano nowe noże z napawaną krawędzią tnącą. Dodatkowo w układzie napędowym bębnow wciągających zastosowano łańcuch dwurzędowy (rys.11), wyregulowano dokładnie pozycję noży bębna tnącego (rys.12) oraz zwiększono nominalną prędkość obrotową bębnow wciągających.



Rys. 10. Nowa konstrukcja bębna rozdrabniacza (8 noży) [archiwum PIMR-BE]



Rys. 11. Zmieniony napęd bębnow wciągających i kształt osłon [archiwum PIMR-BE]



Rys. 12. Zmieniona konstrukcja kanału dolotowego dla biomasy, zamontowanie mniejszej liczby noży (8 szt.) [archiwum PIMR-BE]

Podsumowanie

Przeprowadzone funkcjonalne testy laboratoryjne oraz skrócone badania terenowe potwierdziły zdecydowanie lepszą, efektywniejszą pracę zarówno modułu do koszenia miękkiej roślinności, jak i modułu do usuwania zakrzaczeń na terenach wodno-błotnych. Napęd dwóch silników hydraulicznych pił tarczowych oraz przenośnika był symetryczny i równomierny, a ścinane gałęzie były grzebieniami przenośnika poprawnie przesuwane w stronę rozdrabniacza. Blachy obudowy poprawiły przepływ biomasy, a liście i igły nie przedostawały się do obudowy mechanizmu łańcuchowego napędu bębnow wciągających. Konstrukcja bębna rozdrabniacza przy zmniejszonej ilości noży, z laserowo napawaną krawędzią tnącą, zapewniała prawidłowy proces cięcia i rozdrabniania gałęzi. Celem jest przeprowadzenie całej serii badań terenowych dla sprawdzenia efektywności działania w różnych warunkach koszenia miękkiej roślinności oraz usuwania zakrzaczeń na terenach wodno-błotnych.

Bibliografia:

- Dubowski Adam P., Zembrowski Krzysztof, Vicente Nuno, Stobnicki Paweł, Rakowicz Aleksander, Pawłowski Tadeusz, Wojnilowicz Łukasz: Wstępne próby trakcyjne zestawu drogowego: Iveco Daily D35 4x4 - naczepa NGS-10 dla transportu Zespołu Pojazdów Gąsienicowych. LOGITRANS 2014, Logistyka nr 3/2014.
- Dubowski Adam P., Zembrowski Krzysztof, Wojnilowicz Łukasz, Rakowicz Aleksander, Weymann Sylwester, Stobnicki Paweł, Mac Jarosław: The Tracked Vehicles Unit - for stopping unwanted vegetation successions on wetlands. International Conference of Agricultural Engineering AGENG 2014 Zurich , 6-10/07/2014.
- Dubowski Adam P., Zembrowski Krzysztof, Rakowicz Aleksander, Pawłowski Tadeusz, Weymann Sylwester i Wojnilowicz Łukasz.: Developing new-generation machinery for vegetation management on protected wetlands in Poland, Mires and Peat: <http://mires-and-peat.net/pages/volumes/map13/map1311.php>.
- Zembrowski Krzysztof, Dubowski Adam P., Stobnicki Paweł: Pojazdy do zbioru i transportu biomasy na chronionych terenach bagnistych - ocena ich pracy i oddziaływania na środowisko naturalne. Logistyka 4/2014, CD nr 1 1526-1535.
- Zembrowski Krzysztof, Dubowski Adam P., Stobnicki Paweł, Zembrowski Krzysztof, Dubowski Adam P., Rakowicz Aleksander, Weymann Sylwester: Rozwój konstrukcji układu bieżnego pojazdu specjalizowanego. Logistyka 6/2014, str. 11750-11758.
- Zembrowski Krzysztof, Dubowski Adam P., Stobnicki Paweł, Rakowicz Aleksander, Vicente Nuno: Próby drogowe zestawu pojazdów badawczych PIMR podczas przewozów pojazdów gąsienicowych oraz narzędzi rolniczych. Logistyka 6/2014, pp. 11759-11767.
- Zembrowski Krzysztof, Dubowski Adam P., Vicente Nuno, Rakowicz Aleksander, Danielak Marek, Siczyński Łukasz, Stobnicki Paweł, Weymann Sylwester: Nowa wersja układu skretu gąsienic w specjalizowanym pojeździe PIMR. Logistyka nr 3/2015 CD nr 1, s. 5069-5075.
- Zembrowski Krzysztof, Stobnicki Paweł, Dubowski Adam P., Pawłowski Tadeusz: Innowacyjne zestawy samochodowe PIMR - korzyści oraz możliwości komercjalizacji. Logistyka nr 3/2015 CD nr 1, str. 5076-5085.
- Paweł Stobnicki, Nuno Vicente , Krzysztof Zembrowski, Aleksander Rakowicz, Adam P. Dubowski: Laboratoryjne badania modulatorów układów hamulcowych PIMR EBS dla zestawu Iveco Daily D35 4x4 i naczepy NGS-10. Autobusy nr 6/2016, str. 1144 -1147.
- Krzysztof Zembrowski, Adam P. Dubowski, Nuno Vicente, Aleksander Rakowicz, Paweł Stobnicki, Łukasz Siczyński, Marek Danielak; Sebastian Sobocki: Dodatkowe zbiorniki wypornościowe dla pojazdów pozadrogowych - poprawa bezpieczeństwa pracy i efektywności poruszania się po akwenach i terenach wodno-błotnych. Autobusy nr 6/2016, str. 1228-1232.
- NR 03 0077 06/2009 Zintegrowana technologia ochrony obszarów wodno-błotnych przed sukcesją roślinności powodującej degradację środowiska przyrodniczego - dedykowana do realizacji przez wysoce mobilną o modułowej zabudowie wielofunkcyjną maszynę.
- WND-POIG.01.03.01-00-164/09 Zintegrowana technologia ochrony obszarów wodno-błotnych przed sukcesją roślinności powodującej degradację środowiska przyrodniczego.
- PBS2/B8/11/2013 Autonomiczna technologia transportu biomasy pozyskiwanej na chronionych obszarach wodno-błotnych.
- PL 228850 (2015) Sposób zbioru pokosu biomasy i formowania w bele za pomocą pojazdu gąsienicowego, przystosowanego do pracy na obszarach wodno-błotnych.
- P. 420773 (2016) Agregat koszący, zwłaszcza dla pojazdu gąsienicowego pracującego na mokradłach w parkach narodowych.

PIMR tracked vehicle - design modifications of the grass cutting module and module for removing shrubs in swampy areas

Paper presents research and development concerning a specialized PIMR tracked vehicle related to the study of its working modules used for mowing grass (sedges, reeds) and a module for removing shrubs in protected wetlands of national parks, landscape parks and Natura 2000 sites.

Initial field trials carried out indicated the desirability of modifying the design of both modules to improve their functionality and operational reliability. The field tests confirmed the benefits of the introduced construction modifications of both working modules to improve the quality and work efficiency of the tracked vehicle in the marshy terrain.

Keywords: tracked vehicle, biomass, tool module, harvesting, shredder, bushes, natural environment, preservation.

Autorzy:

dr inż. **Krzysztof Zembrowski** - PIMR - Przemysłowy Instytut Maszyn Rolniczych w Poznaniu, zembrowski@pimr.poznan.pl
mgr inż. **Aleksander Rakowicz** - PIMR Poznań
dr inż. **Paweł Stobnicki** - PIMR Poznań
mgr inż. **Marek Danielak** - PIMR Poznań
dr inż. **Adam P. Dubowski** - PIMR Poznań