

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

Biomasowe pociągi - innowacyjnym sposobem transportu biomasy na terenach wodno-błotnych parków narodowych i obszarów Natura 2000

JEL: Q01 DOI: 10.24136/atest.2018.357

Data zgłoszenia: 19.11.2018 Data akceptacji: 15.12.2018

W artykule przedstawiono nową technologiczną opcję transportu biomasy na chronionych terenach wodno-błotnych. Wyniki badań terenowych potwierdzają korzyści wywozu biomasy przy użyciu biomasowego pociągu, który składa się z pojazdu oraz holowanych przez niego bel biomasy metodą ich bezpośredniego przetaczania po bagnistym gruncie.

Słowa kluczowe: pojazd, bela biomasy, przetaczanie, ochrona, środowisko.

Wstęp

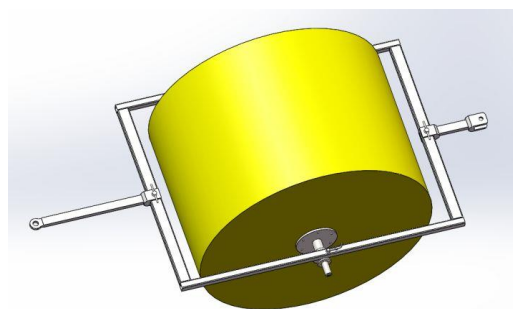
W Przemysłowym Instytucie Maszyn Rolniczych (PIMR) od szeregu lat prowadzone są prace badawcze nad opracowaniem nowych pojazdów i maszyn przeznaczonych do pracy na chronionych terenach wodno-błotnych parków narodowych, parków krajobrazowych i obszarów Natura 2000. Opracowane i zbudowane modele pojazdów i przyczep gąsienicowych, modułów narzędziowych oraz nowe technologie prowadzenia zabiegów ochronnych, związane z usuwaniem niepożądanego rośliności z terenów lęgowych ginących gatunków ptaków (wodniczka), służą do koszenia, zbioru i wywozu pozyskanej biomasy (trawy, trzciny, zakrzaczenia) [1-3, 16, 17]. Cechami podstawowymi nowych pojazdów, narzędzi i technologii - w stosunku do pojazdów dotąd stosowanych - jest poprawa bezpieczeństwa pracy w trudnym terenie oraz ograniczony do praktycznego minimum brak negatywnego oddziaływania na objęte ochroną środowiskową tereny. Okazało się po kilku latach, że adaptowane do pracy na bagniskach ratraki i zbudowane na ich podwoziu przyczepy zamiast ochrony terenów powodują ich dewastację - niwelują tereny [4, 6], a więc niszczą korzystną dla ptaków kępkowo-dolinkową strukturę terenu, a także z racji braku stosowania olejów biodegradowalnych, zwłaszcza w obwodach hydraulicznych powodują często zanieczyszczenie środowiska naturalnego olejami mineralnymi [10]. Zestawy ratrakowe, które służą do wywozu bel biomasy często grzęzną w bagnistym gruncie [9], powodują zniszczenie górnej warstwy korzeniowej roślin, a w sytuacji utknięcia zestawu pojazdów ratrakowych w bagnisku trzeba czekać z ich wydobyciem do okresu zimowego. Opracowana w PIMR innowacyjna technologia biomasowego pociągu, służy do bezpiecznego transportu bel biomasy metodą ich przetaczania bezpośrednio po chronionym terenie.

1. Budowa wirtualnych modeli

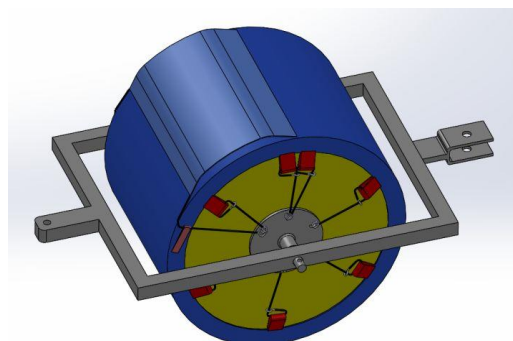
1.1. Budowa modeli wirtualnych bel biomasy i adapterów służących do sprzęgania bel z różnymi typami pojazdów

W pierwszej fazie prac opracowano szereg modeli wirtualnych bel biomasy oraz adapterów zakładanych na każdą z bel. Każdy z adapterów wyposażony jest w dyszel służący do sprzęgania z wybranym typem pojazdu (kołowy ciągnik rolniczy, pojazd gąsienicowy PIMR oraz w zaczep służący do łączenia z dyszlami kolejno sprzęganych bel. Na rysunku 1 pokazano wirtualny model beli biomasy z założonym na niej adapterem, na rysunku 2 pokazano

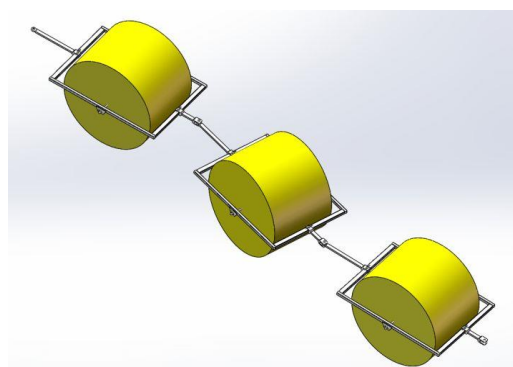
wirtualny model beli z adapterem oraz z zamontowanym na niej specjalnym łańcuchem tekstylnym, służącym do ochrony beli podczas przejazdu pociągu biomasowego po bagnistym, nierównym terenie z wystającymi korzeniami po usuniętych krzakach. Na rysunku 3 przedstawiono wirtualny model zestawu kilku bel biomasy sprzęgniętych ze sobą (gotowych do sprzęgnięcia z holującym pojazdem) podczas zmiany kierunku przetaczania pierwszej beli - pozostałe bele kopiują jej tor przemieszczania się.



Rys. 1. Model wirtualny beli biomasy z adapterem gotowym do sprzęgnięcia z pojazdem gąsienicowym [6]



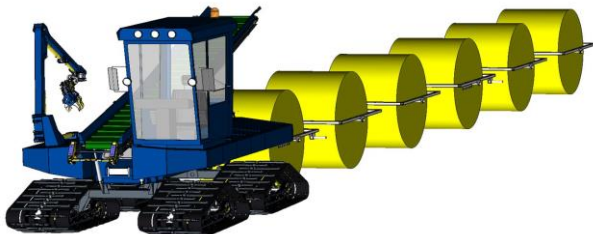
Rys. 2. Model wirtualny beli biomasy z ochronnym błotnym łańcuchem tekstylnym oraz adapterem [6]



Rys. 3. Model wirtualny połączonych ze sobą bel biomasy podczas zmiany kierunku jazdy

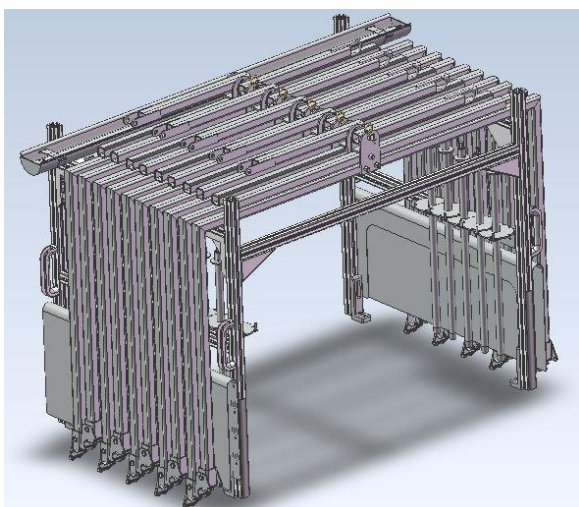
1.2. Wirtualne modele pojazdów i ich wyposażenia

W trakcie prac badawczych opracowano przykładowe wirtualne modele pojazdów przewidzianych do holowania biomasowych bel metodą ich przetaczania bezpośrednio po podmokłym gruncie. Na rysunku 4 przedstawiono wirtualny model pojazdu gaśienicowego, opracowanego w PIMR, sprzęgniętego z 6 belami biomasy.



Rys. 4. Model pojazdu gaśienicowego PIMR sprzęgnięty z belami biomasy [archiwum PIMR-BE]

W PIMR opracowano także sposób adaptacji pojazdu terenowego typu quad i przystosowania go do poruszania się po podmokłym, terenie. Koła pojazdu zastąpiono gaśienicami, natomiast na jego podwoziu zamocowano szczelną kabinę chroniącą przed wpływem zmiennych warunków atmosferycznych. Opracowano ponadto lekki wspornik służący do przewozu 5 sztuk składanych ram adapterów. Na rysunku 5 przedstawiono wirtualny model wspornika z przewożonymi na nim adapterami oraz z dodatkowym wyposażeniem (pojemnik na stalowe osie służące do zamontowania adapterów na belach biomasy).



Rys. 5. Model wspornika mocowanego na skrzyni ładunkowej pojazdu terenowego wraz z zamocowanymi składanymi ramami adapterów [8]

2. Badania terenowe pojazdów z belami biomasy

2.1. Badania samochodu Mitsubishi L200

Mitsubishi L200 - samochód badawczy PIMR, przystosowano do holowania bel biomasy. W tym celu zaprojektowano specjalnej konstrukcji zaczep transportowy, którego kolumna z przesuwным zaczepem została wsparta na haku holowniczym samochodu. Kolumnę z przesuwным zaczepem ustawiono w pionowym położeniu za pomocą cięgła zamocowanego do wysuwnej kuli (dla naczip typu gęsia szyja), która znajduje się w obrębie skrzyni ładunkowej pojazdu oraz dwóch cięgien zakotwionych do wsporników zamocowanych w dolnej belce zderzakowej (rys. 6).



Rys. 6. Specjalny zaczep transportowy przeznaczony do holowania różnej średnicy bel biomasy [5]

Próby holowania beli o średnicy 1,8 m potwierdziły możliwość jej holowania przy wykorzystaniu napędu na cztery koła oraz zalety innowacyjnej technologii biomasowego pociągu. Po upływie okresu tygodnia na podmokłej łące, nadal widoczne były ślady przejazdu kół samochodu, bez naruszenia górnej warstwy korzeniowej roślin. Bardzo ważnym aspektem, istotnym z punktu widzenia szerszego wykorzystania technologii biomasowego pociągu jest fakt, że nie zaobserwowano żadnych śladów pozostałych po przetaczaniu kilkuset kilogramowej beli biomasy (rys. 7). Na ziemi pozostał jedynie ślad po kilkumiesięcznym okresie jej składowania na tym terenie.



Rys. 7. Widok terenu po próbach holowania beli [5]

2.2. Badania terenowe kołowych ciągników rolniczych

Próby terenowe biomasowego pociągu z kołowym ciągnikiem rolniczym, które przeprowadzono na terenach nadnoteckich łąk w pobliżu wsi Byszewice, potwierdziły wyniki prób z wykorzystaniem samochodu Mitsubishi L200. Na podmokłej łące koła ciągnika rolniczego pozostawiały niewielkiej głębokości koleiny, natomiast holowane bele (średnica 1,6 m) nie pozostawiały żadnego śladu (rys. 8). Siła potrzebna do holowania czterech bel wynosiła około 4 kN. W trakcie prób terenowych sprawdzano także funkcjonalną przydatność błotnych łańcuchów tekstylnych zaprojektowanych w PIMR. Na rysunku 8 tekstylny błotny łańcuch jest zamontowany na ostatniej beli biomasowego pociągu. Przeprowadzone badania terenowe potwierdziły stosunkowo łatwą procedurę zakładania łańcucha na belę biomasy oraz jego przydatność dla transportu zdeformowanych bel podczas zimowego ich składowania na łące. Warto nadmienić, że nośność podmokłej łąki nie pozwalała na bezpieczny wywóz bel biomasy przy użyciu ciągnika i przyczepy rolniczej.



Rys. 8 Widok biomasowego pociągu podczas badań terenowych [5]

2.3. Badania terenowe pojazdu typu quad przystosowanego do holowania bel biomasy

Na podstawie wirtualnych modeli zbudowano model rzeczywisty lekkiego, wykonanego z aluminiowych profili wspornika, który przeznaczony jest do przewozu 5 sztuk składanych adapterów.

Przeprowadzone próby terenowe w rejonie wsi Byszewice potwierdziły możliwość wykorzystania quada (Prowler 700HDX, Arctic Cat, Kanada), jako mini ciągnika biomasowego pociągu. Przy napędzie na dwie gąsienice quad umożliwił transport do 3 bel biomasy o średnicy 1,6 m natomiast przy napędzie 4x4 umożliwił holowanie do 5 bel biomasy.

Sily pomierzone podczas holowania 5 bel biomasy po zmarznietym trawiastym terenie wynosiły około 3 kN. Podobne wyniki uzyskano podczas letnich prób przeprowadzonych na łąkach w pobliżu wsi Biała okolice Trzcianki dla 5 sztuk bel o średnicy 1,2 m (rys. 9).



Rys. 9. Quad holujący 5 bel biomasy (archiwum PIMR-BE)

2.4. Podsumowanie badań terenowych biomasowych pociągów

Przeprowadzone badania terenowe transportu bel biomasy po wodno-błotnych terenach potwierdziły w pełni zalety nowego innowacyjnego sposobu transportu biomasy, zwłaszcza na chronionych terenach parków narodowych, parków krajobrazowych i obszarów Natura 2000. Przetaczane bezpośrednio po podmokłym podłożu bele biomasy nie powodują żadnych zniszczeń i szkód w terenie. Natomiast holujące tą metodą pojazdy, z racji dużo mniejszych nacisków (brak dodatkowego ładunku zwiększającego nacisk na koła) pozostawiają jedynie niewielkie wgłębienia od ostróg lub w przypadku kołowych ciągników rolniczych pozostawiają w terenie niewielkiej (1-3 cm) głębokości koleiny. Zastosowany w pojazdach gąsienicowych niezależny stronami napęd gąsienic nie powoduje niwelacji terenu (jak to ma miejsce w przypadku gąsienic ratriaków), a więc nie powoduje niekorzystnych zmian w terenie stanowiącym miejsce lęgowe ginących gatunków ptaków.

Przeprowadzone badania terenowe potwierdziły zalety tego rodzaju transportu bel biomasy - usuwanie bel biomasy nie stwarza żadnych problemów technicznych, zwłaszcza podczas dłuższych okresów opadów deszczu. Mniejsze naciski i niewielkie opory toczenia powinny też wpłynąć na znacznie mniejsze zużycie paliwa. Zastosowanie lekkich pojazdów terenowych powinno również przyczynić się do poprawy wskaźników ekonomicznych.

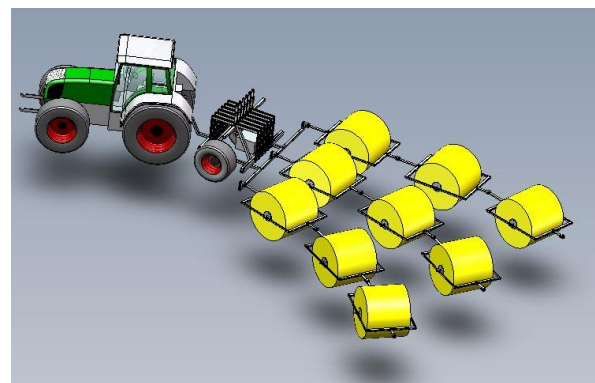
Technologia biomasowego pociągu, przed jej wdrożeniem do praktyki, wymaga znacznego zredukowania masy ram adapterów. W chwili obecnej masa składanych ram adapterów przystosowa-

nych do holowania bel biomasy o średnicy do 1,6 m wynosi około 52 kg i powinna być zmniejszona do około 15-20 kg. Zredukowanie masy ram adapterów istotnie ułatwi czynności związane z ręcznym ich transportem, zakładaniem oraz zdejmowaniem z bel biomasy.

Przed wdrożeniem technologii biomasowego pociągu do praktyki powinno się przeprowadzić interdyscyplinarne, być może międzynarodowe, badania porównawcze z dotychczasowymi sposobami transportu biomasy. Badania te powinny w sposób bezstronny potwierdzić wyniki uzyskane przez specjalistów PIMR podczas realizowania badań terenowych, jak również stwierdzić brak negatywnego oddziaływania technologii pociągów biomasowych na środowisko naturalne. To z kolei powinno wpłynąć na powstanie niszy rynkowej dla producentów specjalizowanych pojazdów terenowych (samochody, quady).

3. Wielorzędowy sposób przetaczania bel biomasy po podłożu

W PIMR opracowano koncepcję bardziej efektywnego transportu biomasy przy zastosowaniu funkcjonalnej modyfikacji biomasowego pociągu. Wstępne próby modelowe pozwalają na postawienie tezy, że możliwe jest nie tylko jednorzędowe holowanie bel biomasy za pojazdem ale także ich przetaczanie w kilku równoległych do siebie rzędach [18]. Opracowana koncepcja zakłada zamontowanie specjalnej belki zaczepowej do pojazdu gąsienicowego, czy też pojazdu terenowego i sprzęgnięcie z nią dwu lub więcej rzędów bel biomasy. Korzyścią takiego rozwiązania będzie możliwość użycia dotychczasowej konstrukcji adapterów, które zaprojektowano do holowania 5 sztuk bel biomasy oraz lepsze wykorzystanie mocy silnika pojazdu wchodzącego w skład biomasowego pociągu. Długość ram adapterów w pobliżu bel biomasy pozostawionych w bagiennym terenie można zrealizować przy wykorzystaniu lekkich pojazdów terenowych wyposażonych w stojaki do przewozu składanych ram adapterów. Przewóz około 15 sztuk adapterów, jak i wielorzędowy transport bel biomasy (rys. 10), będzie także możliwy przy użyciu specjalnej, szkieletowej konstrukcji przyczepy (długość 3,4 m, szerokość 2,5 m). W tym celu w tylnej części ramy podwozia przyczepy zamontowano belkę zaczepową, wyposażoną w zaczepy transportowe, do równoległego holowania dwóch lub więcej rzędów bel biomasy.



Rys. 10. Model wirtualny ciągnika z przyczepą do transportu adapterów - holujący trzy rzędy bel biomasy, w każdym do 5 bel (archiwum PIMR-BE)

Podsumowanie

Technologia biomasowego pociągu jest najbardziej przyjazną dla ochrony środowiska naturalnego metodą transportu biomasy i jej wywozu z chronionych terenów wodno-błotnych, jakie znajdują się w obrębie parków narodowych, parków krajobrazowych czy też obszarach Natura 2000. W stosunku do innych pojazdów (ratriaki, kołowe i gąsienicowe przyczepy) praktycznie nie powoduje zniszczeń górnej warstwy korzeniowej roślin. Niewielkie ślady przejazdu

kół ciągnika rolniczego, czy też ślady ostróg gąsienic typu delta, zaprojektowanych i zbudowanych w PIMR, nie niszczą roślin, nie niwelują terenu, co sprzyja zachowaniu bioróżnorodności na chronionym bagnisku. Technologia biomasowego pociągu powinna przyczynić się do efektywnego i terminowego wywozu biomasy z terenów ochrony cennych gatunków ptaków i siedlisk przyrodniczych.

Bibliografia:

1. 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.
2. WND-POIG.01.03.01-00-164/09 Zintegrowana technologia ochrony obszarów wodno-błotnych przed sukcesją roślinności powodującej degradację środowiska przyrodniczego.
3. PBS2/B8/11/2013 Autonomiczna technologia transportu biomasy pozyskiwanej na chronionych obszarach wodno-błotnych.
4. Banaszuk P., Kamocki A.K., Zarzecki R. (2016) Mowing with invasive machinery can affect chemistry and trophic state of rheophilous mire. *Eco. Eng.* 86 (2016) 31-38.
5. Dubowski A. P., Zembrowski K., Weymann S., Karbowski R., Rakowicz A., Potrykowska A., Wojniłowicz Ł. (2012) New method for biomass bales coupling and rolling them on boggy terrain, especially in National Parks and Natura 2000 protected areas. *CIGR-Ageng2012*, Valencia, Spain.
6. Dubowski A. P., Zembrowski K., Rakowicz A., Pawlowski T., Weymann S., Wojniłowicz Ł.; Developing new-generation machinery for vegetation management on protected wetlands in Poland, - Harvesting Techniques 2_Dubowski 2013 – New generation of vehicles for harvesting of biomass and modern method of forming biomass bales train - <http://www.paludiculture.uni-greifswald.de/en/projekte/rrr2013/beitraege.php> (2013).
7. Dubowski A. P., Zembrowski K., Wojniłowicz Ł., Rakowicz A., Weymann S., Stobnicki P., Mac J. (2014) The Tracked Vehicles Unit - for stopping unwanted vegetation successions on wetlands. *AGENG 2014* Zurich.
8. Dubowski A. P., Zembrowski K., Siczynski Ł., Vicente N., Stobnicki P., Danielak M., Sobocki S. (2016) Rebuilding of the wheeled all-terrain vehicle into the tracked mini-tractor of the biomass train. The 4th CIGR-AGENG international conference. Aarhus, Denmark, - http://conferences.au.dk/uploads/tx_powermail/2016cigr_ageng_paper_pimr_pl.pdf.
9. Krogulec J., Gatkowski D. (2013) Fen mire management in eastern Poland: methods, financing and impact on habitat. *Harvesting Techniques 1_Krogulec et al. 2013 - Fen mires management in eastern Poland: methods, financing and impact on habitat* - <http://www.paludiculture.uni-greifswald.de/en/projekte/rrr2013/beitraege.php>.
10. 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. Konferencja Logistyka w Ratownictwie, Suwałki, CD nr 1 Logistyka 4/2014, 1526-1535.
11. PCT/PL2011/000065 (2011) Adapter of biomass round bales for coupling and rolling them on boggy terrain, especially in national and natural landscape parks.
12. PL 216591 (2010) Adapter bel biomasy do sprzęgania i przetaczania ich po grząskim gruncie, zwłaszcza na terenach parków narodowych i krajobrazowych.
13. PL 220683 (2012) Sposób przemieszczania bel biomasy. Adapter do przemieszczania bel biomasy.
14. PL 220296 (2012) Adapter bel biomasy do sprzęgania i przetaczania ich po grząskim gruncie, zwłaszcza na terenach parków narodowych i krajobrazowych.
15. PL 228367 (2015) Pojazd terenowy przystosowany do pracy na obszarach wodno-błotnych do przewożenia adapterów służących do przemieszczania bel biomasy.
16. PL 228850 (2015) Sposób zbioru pokosu biomasy i formowania w bele za pomocą pojazdu gąsienicowego, przystosowanego do pracy na obszarach wodno-błotnych.
17. P. 420773 (2016) Agregat koszący, zwłaszcza dla pojazdu gąsienicowego pracującego na mokradłach w parkach narodowych.
18. P. 426814 Sposób przemieszczania bel biomasy i pojazd transportowy do przemieszczania bel biomasy. K. Zembrowski, P. Stobnicki, A. Dubowski, A. Rakowicz.

Biomass trains - an innovative way to transport biomass on wetlands of national parks and Natura 2000 sites

Paper discussed new technological transportation option of biomass bales on protected wetlands. The results of field tests confirm the benefits of biomass transport using biomass trains, which consist of vehicles and the biomass bales towed them by direct rolling on boggy soil.

Keywords: vehicle, biomass bale, rolling, protection, environment.

Autorzy:

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