

INNOWACYJNE URZĄDZENIE DO APLIKACJI DOGLEBOWEJ OSADÓW ŚCIEKOWYCH

Feliks Stachowicz¹, Witold Niemiec², Tomasz Trzepieciński³,
Wojciech Ślenzak⁴

^{1, 2, 3}Politechnika Rzeszowska

⁴Spółdzielcza Grupa Producentów Roślin Energetycznych „Agroenergia”
w Boguchwale

Streszczenie. Osady ściekowe pochodzące z biologicznego oczyszczania ścieków komunalnych obfitują w glebotwórcze substancje organiczne i mineralne składniki nawozowe, które można wykorzystać do nawożenia plantacji roślin przemysłowych i energetycznych. W pracy przedstawiono możliwości przyrodniczego wykorzystania osadów ściekowych oraz nowy opatentowany aplikator do iniekcyjnego dawkowania osadów ściekowych. Urządzenie umożliwia wprowadzanie do gruntu na żądaną głębokość stałych nawozów mineralnych i organicznych o konsystencji sypkiej oraz bezzwłoczne ich przykrycie glebą, co obniża intensywność emisji zapachów do środowiska i ogranicza utratę lotnych składników nawozowych. Badania polowe wykonanego we współpracy z R&D Centre Inventor w Lublinie prototypu przystawki dawkującej nawóz, zaczepianej na rozrzutniku nawozów, potwierdziły cechy funkcjonalne zestawu.

Słowa kluczowe: nawożenie, osady ściekowe, rozsiewacz nawozów, wierzba energetyczna

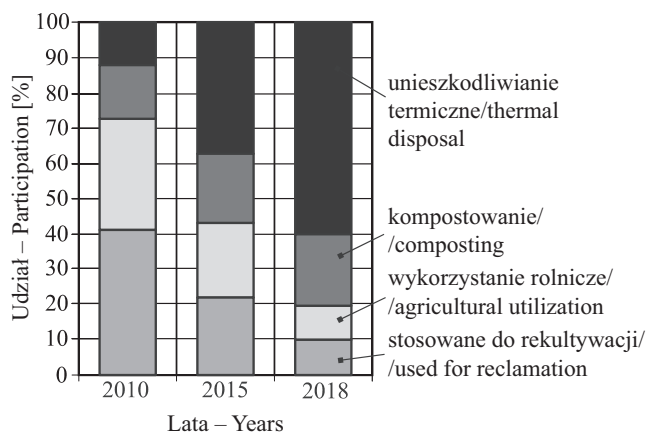
WSTĘP

Komunalne osady ściekowe powstające w oczyszczalniach ścieków mogą być stosowane w rolnictwie w formie przetworzonej i nieprzetworzonej pod warunkiem, że są ustabilizowane, spełniają wymagania wskaźników sanitarnych, a zawartość metali ciężkich nie przekracza dopuszczalnych norm. Przez komunalne osady ściekowe rozumie się

pochodzący z oczyszczalni ścieków osad powstały w komorach fermentacyjnych oraz innych instalacjach do oczyszczania ścieków komunalnych oraz ścieków o składzie zbliżonym do składu ścieków komunalnych [Ustawa 2012]. Powstawanie dużej ilości osadów ściekowych związane jest nieodłącznie z procesem oczyszczania ścieków. Według danych GUS [Ochrona Środowiska 2010], szacuje się, że w Polsce corocznie powstaje około 1 mln ton osadów ściekowych, które stanowią 1÷2% objętości oczyszczanych ścieków i zawierają ponad połowę całego ładunku zanieczyszczeń docierających do oczyszczalni w ściekach surowych. Komunalne osady ściekowe mogą być stosowane na gruntach, których odczyn jest wyższy niż pH 5÷6, a zawartość w osadzie metali ciężkich nie przekracza ilości określonych w Rozporządzeniu Ministra Środowiska [2010]. W ostatnich latach maleje zawartość metali ciężkich w osadach, które są usuwane ze ścieków przemysłowych przed ich wprowadzeniem do kanalizacji. Gospodarcze wykorzystanie osadów ściekowych pochodzących z komunalnych oczyszczalni ścieków i z przemysłu spożywczego do nawożenia gleb jest uważane za najbardziej ekonomiczny sposób ich utylizacji.

Proces nawożenia gleby osadami ściekowymi o konsystencji sypkiego wilgotnego ciała stałego może być realizowany powierzchniowo za pomocą uniwersalnych rozrzutników przeznaczonych do rozsiewu nawozów granulowanych lub rozrzutników obornika. Niedogodnością takiej metody nawożenia (szczególnie w przypadku osadów ściekowych) są uciążliwe efekty zapachowe i utrata lotnych składników nawozowych.

Osady ściekowe są poddawane odpowiednim zabiegom technologicznym takim jak wapnowanie, kompostowanie, hydrofitowe odwadnianie, mineralizacja i suszenie po to, aby spełniały określone normy związane z ich wykorzystaniem lub składowaniem [Szwedziak 2006, Ślizowski 2002]. Spośród wszystkich sposobów sanitacji i stabilizacji biologicznej kompostowanie masy organicznej jest najprostsze i najtańsze. Przewidywany udział procentowy metod unieszkodliwiania osadów ściekowych w Polsce w stosunku do 2010 roku przedstawiono na rysunku 1. Z publikowanych prognoz wynika, że w Polsce



Rys. 1. Przewidywana struktura zagospodarowania osadów ściekowych w Polsce [Krajowy Plan Gospodarki Odpadami 2010]

Fig. 1. Forecast structure of sewage sludge management in Poland [Krajowy Plan Gospodarki Odpadami 2010]

istnieje tendencja wzrostowa w zakresie masy osadów ściekowych wytwarzanych w komunalnych oczyszczalniach ścieków. Na terenach oczyszczalni w 2007 roku składowano blisko 800 tysięcy ton suchej masy starych osadów, a dodatkowo każdego roku średnio około 30% osadów nadal składowane jest poza terenem oczyszczalni [Krajowy Plan Gospodarki Odpadami 2014].

Wykorzystanie przedstawionego urządzenia umożliwi zwiększenie udziału rolniczego wykorzystania osadów ściekowych poprzez iniekcyjne nawożenie plantacji roślin energetycznych oraz roślin przeznaczonych do celów przemysłowych. Opatentowane urządzenie umożliwia wprowadzanie do gruntu na głębokość 0,05÷0,25 m stałych nawozów mineralnych i organicznych o konsystencji sypkiej. Ponadto osady ze ścieków komunalnych, z oczyszczalni wiejskich, ze ścieków przemysłu rolno-spożywczego są bogatym źródłem składników pokarmowych dla roślin oraz wykazują bardzo skuteczne oddziaływanie glebotwórcze, a wprowadzone do wierzchnich warstw gruntu nadają tej warstwie biologiczną aktywność, właściwą dla gleb urodzajnych [Szwedziak i Woźniak 2005]. Istniejące na rynku rozrzutniki nawozów nie zapewniają bezzwłocznego przykrycia nawozu glebą, co jest cechą charakterystyczną urządzenia do iniekcyjnego dawkowania nawozów.

PRZYRODNICZE WYKORZYSTANIE OSADÓW ŚCIEKOWYCH

Odpowiednie nawozowe wykorzystanie ścieków i komunalnych osadów ściekowych daje gwarancję bezpieczeństwa środowiska oraz zdrowia ludzi i zwierząt. Ścieki oraz osady ściekowe muszą być poddane wstępnej przeróbce przed ich zastosowaniem na plantacjach roślin energetycznych. W Unii Europejskiej ich rolnicze zastosowanie jest regulowane dyrektywą azotanową [Dyrektywa 1991], dyrektywą dotyczącą osadów ściekowych [Dyrektywa 1986] i odpowiednimi przepisami krajowymi [Rozporządzenie 2010, Ustawa 2012]. Obecnie trwają prace nad dokumentem znacznie zaostrzającym dopuszczalny poziom zawartości metali ciężkich w osadach, co w długofalowym okresie może spowodować ograniczenie ich rolniczego wykorzystania. Zakaz możliwości składowania osadów ściekowych po 1 stycznia 2013 roku [Gromiec i Gromiec 2010] zmusza do poszukiwania nowych sposobów ich zagospodarowania. Jedną z metod utylizacji, wykorzystującą własności nawozowe osadów, jest ich przyrodnicze, m.in. rolnicze użytkowanie. Pod pojęciem przyrodniczego użytkowania osadów ściekowych rozumie się stosowanie tych osadów do nawożenia gleb i roślin, rekultywacji gleb zdegradowanych, utrwalania bezglebowych gruntów narażonych na erozyjne działanie wody i wiatru, produkcji kompostu na wyżej wymienione cele oraz do uprawy roślin nieprzeznaczonych do spożycia i produkcji pasz.

W Polsce występuje znaczący odsetek gleb niskich klas bonitacyjnych, w takiej sytuacji oprawa ich właściwości poprzez wykorzystanie osadów ściekowych wydaje się być uzasadniona [Rocznik Statystyczny Rolnictwa 2012]. Osady ściekowe wpływają na właściwości chemiczne i fizykochemiczne gleby oraz plonowanie uprawianych roślin [Szmigielski 2010]. Rolnicze wykorzystanie osadów ściekowych jest ograniczone przez zawartość substancji toksycznych, z których najważniejszymi są metale ciężkie oraz obecność wirusów i bakterii. Osady ściekowe można także wykorzystać do upraw leśnych i rolniczych w celu

produkcji drewna i sadzonek. Szybko rosnące rośliny energetyczne o dużej dynamice wzrostu i wysokiej produktywności mogą być uprawiane na osadowych i osadowo-gruntowych podłożach zawierających nadmierne ilości metali ciężkich. Niekonsumpcyjne i niepaszowe przeznaczenie tych roślin sprawia, że zawartość metali ciężkich oraz zawartość składników mineralnych (azot, fosfor, potas) nie ma znaczenia dla użytkowej wartości plonów. W intensywnej uprawie topoli i wierzby może być stosowany osad:

- płynny – do ciągłego zasilania roślin w składniki pokarmowe i wodę,
- ziemisty – do użyźniania wierzchniej warstwy gleby lub rekultywowanego terenu,
- osad mazisty – do ukształtowania warstwy pokrywającej grunt mineralny.

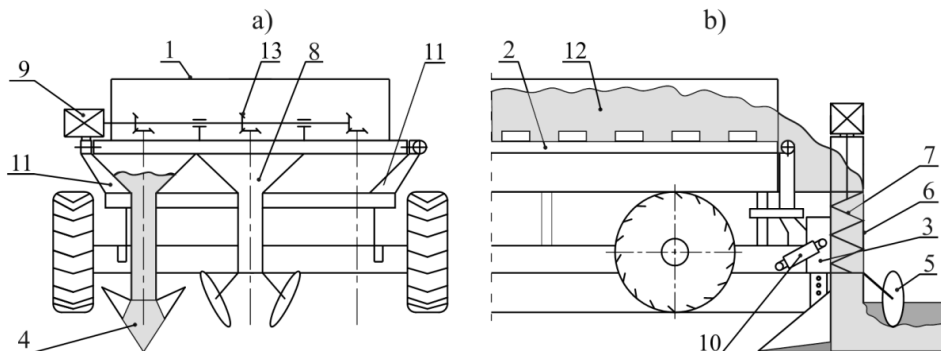
W przypadku nawożenia osadami ściekowymi roślin wierzby energetycznej, z reguły wielkości przyrostów są proporcjonalne do zastosowanej dawki osadu. Przyrodnicze wykorzystanie osadów ściekowych jest tanim sposobem ich zagospodarowania i umożliwia wzbogacenie warstwy humusowej gleby o substancje zawarte w osadach. Tradycyjne nawożenie mineralne może być z powodzeniem wspomagane lub nawet zastępowane spełniającym normy sanitarne osadem ściekowym [Kołodziej i in. 2010].

URZĄDZENIE DO INIEKCYJNEGO DAWKOWANIA NAWOZÓW STAŁYCH

Wieloletnie rośliny energetyczne (o różnej budowie oraz różnych systemach korzeniowych) do prawidłowego rozwoju potrzebują odpowiedniej ilości składników pokarmowych, których w wystarczającej ilości na dłuższy okres podczas zakładania plantacji nie można dostarczyć do gleby [Niemiec i in. 2011, Niemiec i in. 2012a]. Plantacje roślin energetycznych w trakcie eksploatacji nawożone są powierzchniowo sztucznymi nawozami mineralnymi przy użyciu powszechnie znanych specjalistycznych maszyn zwanych rozsiewaczami nawozów. Efektywność wzbogacania pokarmowego plantacji uzależniona jest od właściwego dawkowania nawozów, głębokości nawożenia oraz bezzwłocznego przykrycia nawozu glebą, czego nie zapewniają wymienione rozsiewacze nawozów. Stosowanie do zasilania nawozami wieloletnich plantacji dotychczas znanymi urządzeniami nie gwarantuje optymalnego wykonania tego zabiegu, zwłaszcza w zakresie wprowadzenia nawozu stałego na odpowiednią głębokość oraz jego przykrycia warstwą gleby. Proces ten nabiera szczególnego znaczenia w związku z wykorzystywaniem do nawożenia odpowiednio przygotowanego osadu komunalnego z oczyszczalni ścieków, którego zastosowanie jest warunkowane bezzwłocznym przykryciem glebą [Rozporządzenie 2010, Ustawa 2012].

Opracowane urządzenie (rys. 2) według patentu PL 382062 [Niemiec 2008] służy do iniekcyjnego dawkowania nawozów, w szczególności osadów ściekowych, i wchodzi w skład parku maszyn opracowywanych w Politechnice Rzeszowskiej w ramach rozwoju technologii zakładania plantacji oraz zbioru i przetwarzania biomasy [Niemiec i in. 2012b, Stachowicz i in. 2013]. Zaletą urządzenia jest wprowadzanie do gruntu na żądaną głębokość stałych nawozów mineralnych i organicznych o konsystencji sypkiej z równoczesnym ich przykryciem glebą, co obniża intensywność odorową i ogranicza utratę lotnych składników nawozowych. Nawóz dostarczany jest w pobliże korzeniowej bez jej uszkodzenia, co ułatwia przyswajanie składników pokarmowych przez rośliny.

Nie można pominąć faktu realizacji w jednym zabiegu nawożenia i transportu nawozu, jego wprowadzenia na odpowiednią głębokość i przykrycia warstwą gleby [Niemiec i in.

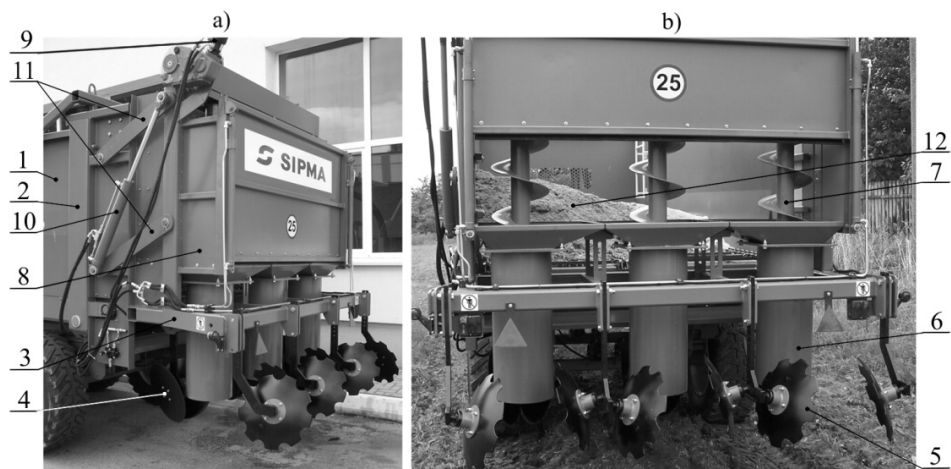


Rys. 2. Urządzenie do iniekcyjnego dawkowania do gleby sypkich nawozów organicznych i mineralnych, patent PL 382062 [Niemic 2008] – widok z tyłu (a) oraz z boku (b); 1 – rozrzutnik nawozów, 2 – rama nośna, 3 – belka, 4 – krój, 5 – obsypnik talerzowy, 6 – cylindryczna obudowa ślimaka, 7 – podajnik ślimakowy, 8 – komora zasypowa, 9 – silnik hydrauliczny, 10 – siłownik hydrauliczny, 11 – ramiona, 12 – nawóz, 13 – koło zębate stożkowe

Fig. 2. Device for injection dosage into soil of loose organic and mineral fertilizers, patent PL 382062 [Niemic 2008] – the back view (a) and one of the side view (b); 1 – fertilizer spreader, 2 – base frame, 3 – beam, 4 – disk couler, 5 – riding plough, 6 – cylindrical housing of worm, 7 – feeding screw, 8 – loading chamber, 9 – hydraulic engine, 10 – hydraulic cylinder, 11 – arms, 12 – fertilizer, 13 – bevel gear

2013]. Urządzenie (rys. 2) jako odrębny moduł może być mocowane do typowych, aktualnie stosowanych rozrzutników nawozów, bez konieczności ich znacznego specjalistycznego dostosowywania. Koncepcja zakłada, że urządzenie jest zaczepiane do rozrzutnika obornika i posiada hydrauliczny system ustalający jego położenie robocze względem podłoża. Urządzenie jest wyposażone w trzy sekcje dawkujące iniekcyjnie nawóz w rozstawie narzędzi 0,7 m odpowiadającym typowemu systemowi sadzenia wierzby energetycznej.

Prototyp urządzenia do iniekcyjnego dawkowania do gleby sypkich nawozów organicznych i mineralnych (rys. 3) wykonano w ramach współpracy Politechniki Rzeszowskiej oraz SGPRE „Agroenergia” Boguchwała z R&D Centre Inventor Sp. z o.o. Lublin. Urządzenie mocowane jest do rozrzutnika nawozów (1) i posiada zamocowane do ramy nośnej (2) kroje tarczowe (4), za którymi są usytuowane obsypniki talerzowe (5). Z ramą przystawki sprzężone są cylindryczne obudowy (6) z pracującymi wewnątrz podajnikami ślimakowymi (7). Podajniki ślimakowe posiadają w górnej części, ponad strefą roboczą, koła zębate stożkowe odbierające poprzez reduktor napęd z silnika hydraulicznego (10). Każdy z trzech podajników ślimakowych może być alternatywnie indywidualnie wyposażony w silnik hydrauliczny zasilany z układu hydraulicznego ciągnika. Belki z krojami stanowią teleskopowo połączone elementy, których położenie względem siebie jest ustalone skokowo poprzez blokadę mechaniczną. Położenie krojów względem belek może być ustalane bezstopniowo poprzez układ hydrauliczny. Do ustawienia urządzenia w pozycję transportową służą ramiona (12) sprzężone z siłownikiem hydraulicznym (11). Głębokość rowków do zasypywania nawozem ustalana jest przez zmianę położenia krojów oraz obsypników talerzowych względem podłoża. W czasie pracy masa nawozu w komorze transportowej rozrzutnika jest przesuwana w kierunku przestrzeni zasypowej za pomocą



Rys. 3. Prototyp urządzenia do iniekcijnego dawkowania do gleby sypkich nawozów organicznych i mineralnych wykonana przez R&D Centre Inventor sp. z o.o. (Lublin) – widok z boku (a) oraz z tyłu (b); 1 – rozrzutnik nawozów, 2 – rama nośna, 3 – belka, 4 – krój tarczowy, 5 – obsypnik talerzowy, 6 – cylindryczna obudowa ślimaka, 7 – podajnik ślimakowy, 8 – komora zasypowa, 9 – silnik hydrauliczny, 10 – siłownik hydrauliczny, 11 – ramiona, 12 – nawóz

Fig. 3. Prototype of device for injection dosage into soil of loose organic and mineral fertilizers built by R&D Centre Inventor Ltd. (Lublin) – one of the side view (a) and the back view (b); 1 – fertilizer spreader, 2 – base frame, 3 – beam, 4 – disk coulter, 5 – ridging plough, 6 – cylindrical housing of worm, 7 – feeding screw, 8 – loading chamber, 9 – hydraulic engine, 10 – hydraulic cylinder, 11 – arms, 12 – fertilizer



Rys. 4. Dawkowanie osadu ściekowego do gleby

Fig. 4. Dosage of sewage sludge into the soil

przenośnika podłogowego. Z przestrzeni zasypowej nawóz podawany jest podajnikami ślimakowymi do wykonanych przez kroje rowków w glebie. Wypełnione osadem ściekowym rowki są zasypywane usytuowanymi za krojami talerzowymi obsypnikami (rys. 4).

PODSUMOWANIE

Powiększające się arealy upraw roślin przemysłowych i energetycznych zagrażają tradycyjnym uprawom przeznaczonym do produkcji żywności. Jednym ze sposobów zwiększenia arealów roślin energetycznych jest zagospodarowanie wzrastającej ilości gruntów odłogowanych, nieużytków, terenów zdegradowanych lub terenów do tej pory nieeksploatowanych rolniczo, co związane jest z możliwością wykorzystania do nawożenia osadów ściekowych. Osady pochodzące z procesu biologicznego oczyszczania ścieków wymagają stabilizacji i higienizacji. Tak przygotowany osad zastosowany jako nawóz nie stanowi dla gleby zagrożenia sanitarnego. Ryzyko sanitarne płynące ze stosowania osadów ściekowych na plantacjach roślin energetycznych jest małe ze względu na przemysłowe wykorzystanie biomasy i wyłączenie patogenów z obiegu troficznego człowieka i zwierząt. Prezentowane innowacyjne urządzenie do iniekcyjnego dawkowania nawozów organicznych zapewnia spełnienie wymagań prawnych i technologicznych rolniczego wykorzystania odpadów komunalnych oraz wymogi ustawy o transporcie drogowym [Ustawa 2001]. Wykorzystywanie komunalnych osadów ściekowych do produkcji roślin energetycznych może być przykładem wdrożenia do praktyki polityki UE określanej jako pakiet $3 \times 20\%$. Zakłada on do 2020 roku redukcję emisji gazów cieplarnianych o 20% przy jednoczesnym wzroście efektywności energetycznej o 20% oraz udziale odnawialnych źródeł energii w ogólnej produkcji energii na poziomie 20%.

LITERATURA

- Dyrektywa Rady (86/278/EWG) z dnia 12 czerwca 1986 r. w sprawie ochrony środowiska, w szczególności gleby, w przypadku wykorzystywania osadów ściekowych w rolnictwie (Dz.U. L 181 z 4.7.1986).
- Dyrektywa Rady (91/676/EWG) z dnia 12 grudnia 1991 r. dotycząca ochrony wód przed zanieczyszczeniami powodowanymi przez azotany pochodzenia rolniczego (Dz.U. L 375 z 31.12.1991).
- Gromiec M.J., Gromiec T.M., 2010. Podstawy strategii zagospodarowania komunalnych osadów ściekowych w Polsce. W: Z. Heindrich (red.) Kierunki przeróbki i zagospodarowania osadów ściekowych. Wydawnictwo Seidel-Przywecki, Warszawa, 7–14.
- Kołodziej B., Wiśniewski J., Bielińska E., 2010. Wpływ stosowania osadu ściekowego w uprawie topinamburu na cele energetyczne. Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych 556, 407–413.
- Krajowy Plan Gospodarki Odpadami 2010. Załącznik do uchwały Rady Ministrów Nr 233 z dnia 29 grudnia 2006 r.
- Krajowy Plan Gospodarki Odpadami 2014. Projekt z dnia 3 listopada 2010, Warszawa.
- Niemiec W., 2008. Urządzenie do iniekcyjnego dawkowania do gleby sypkich nawozów organicznych i mineralnych. Politechnika Rzeszowska. Rzeszów, Polska. Opis patentowy, 214031. Zgłosz. P. 382062 z 26.03.2007. Opubl. 29.09.2008.
- Niemiec W., Stachowicz F., Szewczyk M., Trzepieciński T., 2011. Technological progress in production, logging and processing of the biomass. SSP – Journal of Civil Engineering 6(2), 85–92.

- Niemiec W., Stachowicz F., Szewczyk M., Trzepieciński T., 2012a. Production technology and management of energetic plants with lignified shoots. *Econtechmod: An International Quarterly Journal on Economics of Technology and Modelling Processes* 1(2), 31–34.
- Niemiec W., Stachowicz F., Szewczyk M., Trzepieciński T., 2012b. Technologia wykorzystania biomasy w gospodarstwach małoobszarowych. *Zeszyty Naukowe Politechniki Rzeszowskiej. Budownictwo i Inżynieria Środowiska* 59, 493–500.
- Niemiec W., Stachowicz F., Trzepieciński T., 2013. Method of fertilization of energy willow plantation using sewage sludge. *Journal of Ecological Engineering* 14(1), 12–16.
- Ochrona środowiska 2010. Informacje i opracowania statystyczne. Główny Urząd Statystyczny, Warszawa.
- Rocznik Statystyczny Rolnictwa 2012. Główny Urząd Statystyczny, Warszawa.
- Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 13 lipca 2010 r. w sprawie komunalnych osadów ściekowych (Dz.U. z 2010 r. nr 137, poz. 924).
- Stachowicz F., Niemiec W., Trzepieciński T., 2013. Technology of sewage sludges management in production of energy willow. *Scientific Bulletin Serie C, Fascicle: Mechanics, Machine Manufacturing Technology* 10, 152–154.
- Szmigiel A., 2010. Wpływ nawożenia osadami ściekowymi na plonowanie wierzby energetycznej. *Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych* 549, 197–205.
- Szwedziak K., 2006. Charakterystyka osadów ściekowych i rolnicze wykorzystanie. *Inżynieria Rolnicza* 79(4), 297–302.
- Szwedziak K., Woźniak A., 2005. Wpływ nawożenia osadem czynnym na przyrost biomasy grochu (*Pisum sativum*). *Infrastruktura i Ekologia Terenów Wiejskich* 2, 113–119.
- Ślizowski R., 2002. Osady ściekowe, ich stabilizacja i wykorzystanie w rolnictwie. *Inżynieria Rolnicza* 36(3), 151–161.
- Ustawa z dnia 6 września 2001 r. o transporcie drogowym (Dz.U. z 2001 r. nr 125, poz. 1371).
- Ustawa 2012. Ustawa z dnia 14 grudnia 2012 r. o odpadach (Dz.U. z 2013 r. poz. 21).

AN INNOVATIVE DEVICE FOR SOIL APPLICATION OF SEWAGE SLUDGE

Summary. Growth of the areas of industrial and energy crops threatens traditional cultivation destined for food production. One of the ways to increase the areas of energy crops is the development of an increasing number of set-aside land, wasteland, degraded land or areas so far not used for agricultural purposes, which is related to the potential use of sewage sludge for fertilization. Sludge from biological sewage treatment process requires stabilization and hygienisation. The prepared sludge used as a fertilizer for the soil does not constitute health-risks. Health-risk arising from the use of sewage sludge on energy plants plantations is small due to the industrial use of biomass and exclusion of pathogens from the trophic circulation of humans and animals. Use of the presented device can increase the share of participation of agricultural usage of sewage sludge by injecting fertilization of energy plant plantations and plants destined for industrial purposes. Sewage sludge can also be used to forest and agricultural crops for the production of wood and cuttings. Fast-growing energy plants with high growth dynamics and high productivity can be cultivated on sedimentary and sedimentary-ground floors containing excessive amounts of heavy metals. The fertilizer is supplied to the vicinity of the root mass without damaging it, which facilitates the absorption of nutrients by plants. The concept assumes that the device is fastened to the manure spreader and has a hydraulic system laying its operating position in relation to the ground. The device

is fastened to the fertilizer distributor and has the disc coulters mounted to a carrying frame. With attachment frame are coupled cylindrical housings with working inside the worm feeders. Feeding screws have, in the upper part, above the work area bevel gears propelled with a hydraulic motor drive. The device is equipped with three injection dosing sections of fertilizer with spacing of 0.7 m corresponding to a typical system of willow planting. Developed device according to patent PL 382062 is used for injection dosage of fertilizers, especially sewage sludge, and is a part of the stock of machines developed in Rzeszów University of Technology within a framework of the development of technology, plantation establishment, harvesting and processing of biomass.

Key words: fertilization, sewage sludge, fertilizer distributor, energy willow