

TECHNOLOGY OF TRICKLE IRRIGATION OF ROOT VEGETABLES GROWN ON THE RIDGES

Summary

In the Research Institute several equipments for setting and rolling up of drip irrigation system were designed. This irrigation system is used for surface and subsurface watering of vegetables grown on the ridges and on flat ground. At the end of vegetation period the trickling lines are get out from the soil and can be used once again next season. The use of trickle irrigation decreased amount of water comparatively to traditional sprinkle watering. To take water from the rivers, lakes and to keep constant water pressure in the installation during watering special windmill station was designed.

TECHNOLOGIA KROPOWEGO NAWADNIANIA WARZYW KORZENIOWYCH UPRAWIANYCH NA REDLINACH

Streszczenie

Przedstawione zostały dotychczasowe prace Instytutu Warzywnictwa nad opracowaniem urządzeń do mechanicznego zwijania emiterów liniowych wykorzystywanych do powierzchniowego i podpowierzchniowego nawadniania warzyw korzeniowych, uprawianych na redlinach. Pozwala to na ponowne ich wykorzystanie i zmniejszenie kosztów produkcji warzyw. Stosowana technologia nawadniania kropłowego pozwala ograniczyć ilość zużywanej wody. Dla wykorzystania wody z otwartych zbiorników wodnych i rzek oraz uzyskania stałego ciśnienia w instalacji nawadniającej wykonano prototyp siłowni wiatrowej do napędzania pomp wodnych.

Wstęp

W ostatnich latach obserwuje się zwiększenie wymagań jakościowych dla warzyw korzeniowych, przeznaczonych do spożycia w stanie świeżym jak i dla przetwórstwa. Szczególną uwagę zwraca się na cechy fizyczne oraz wartość odżywczą i biologiczną. Cele te można osiągnąć prowadząc uprawę warzyw korzeniowych na redlinach, stosując odpowiednie nawożenie i nawadnianie. Warzywa korzeniowe zwykle są nawadniane za pomocą deszczowni imitujących opad deszczu. Ograniczone zasoby wodne naszego kraju, skłaniają do korzystania z precyzyjnych systemów nawodnieniowych charakteryzujących się oszczędnym zużyciem wody, do których zaliczane są nawadniania kropłowe. Dzięki stosowaniu nawadniania kropłowego woda nie przemieszcza się od razu do głębszych warstw gleby i więcej jej pozostaje w strefie wzrostu korzeni, nawet 90% w stosunku do 60-65% przy tradycyjnym nawadnianiu powierzchniowym [4]. Ma to swoje odbicie w lepszym wroście roślin i plonowaniu przy zastosowaniu nawadniania kropłowego [3].

W latach 2004-2006 w Instytucie Warzywnictwa opracowano prototyp urządzenia do mechanicznego wprowadzania linii kroplujących w trakcie formowania redlin i jednoczesnego siewu nasion. Urządzenie to połączono z wcześniej opracowanym agregatem formującym redliny. W czasie pracy agregatu wąż kroplujący rozwijany jest ze szpuli i umieszczany w glebie na głębokości 5 cm od górnej powierzchni redliny [1]. W ostatnich latach urządzenie do rozwijania węży zostało nieco zmodyfikowane i dostosowane do nowych typów emiterów, które wprowadzane są do produkcji.

Metodyka

Korzystny efekt wykorzystywania emiterów liniowych do nawadniania warzyw korzeniowych uprawianych na redlinach nie budzi obecnie żadnych wątpliwości. W zależności od ilości opadów w poszczególnych latach, sposobu nawadniania oraz uprawianego gatunku efekt ten bywał większy lub mniejszy. Aby zmniejszyć koszty założono, że emitory będą wykorzystywane wielokrotnie, tym bardziej, że obecnie są one bardziej trwałe. Celem dalszych badań było opracowanie urządzenia do wyciągania węży kroplujących z gleby bezpośrednio przed zbiorem korzeni, usunięcie resztek wody i dokładne ich nawinięcie na szpule, co zapewnia ponowne ich wykorzystanie.

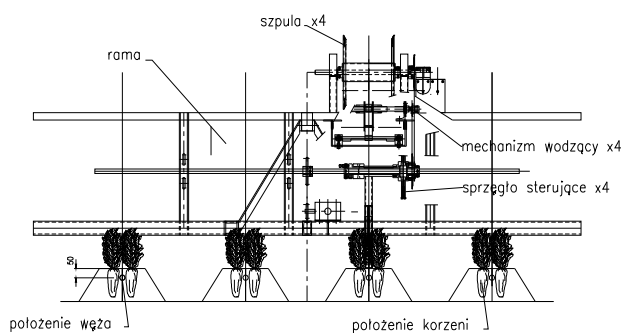
Dla uzyskania właściwego wydatku wody przy nawadnianiu kropłowym niezbędne jest utrzymywanie stałego ciśnienia wody. Aby nawadnianie można było prowadzić z dala od sieci wodociągowej, wykorzystując wodę pobieraną ze zbiorników retencyjnych, stawów oraz rzek skonstruowano siłownię wiatrową do napędzania pomp wodnych, zasilających instalację nawodnieniową. Instalacja do kropłowego nawadniania wyposażona jest w zbiorniki utrzymujące stałe ciśnienie wody i umożliwiające prowadzenia fertygacji.

Jednocześnie z prowadzeniem prac projektowych, testowaniem prototypów poszczególnych urządzeń prowadzone są ścisłe doświadczenia polowe z uprawą marchwi, pietruszki i cykorii sałatowej. Nawadnianie prowadzone jest w oparciu o wskazania tensometrów. Dokonywane są również pomiary ilości zużywanej wody.

Wyniki

Pierwsze konstrukcje maszyny do wyciągania węży z gleby były przewidziane dla linii kroplujących T – Tape, TSX – 208 – 20 – 500. W roku 2006 wykorzystywano nowe przewody nawadniające z wewnątrz wtopionymi co 35 cm emiterami z kompensacją ciśnienia, które w porównaniu do poprzednich miały większą wytrzymałość na zrywanie i były grubsze. W roku 2007 zastosowano do nawadniania nowy typ linii kroplującej z wtopionymi kroplownikami Agro-Taśma 630, której grubość ścianki wynosi 0,630 mm. W związku z tym zaszła konieczność przeprojektowania elementów prowadzących przewody nawadniające do gleby, w urządzeniu do ich rozwijania, montowanym na agregacie do formowania redlin i wysiewu nasion.

Linie kroplujące są umieszczane pod powierzchnią i na powierzchni gleby. Do ich wyciągania i zwijania zaprojektowano i wykonano inną maszynę. Ostateczna wersja jest przystosowana do wyciągania linii kroplujących z czterech redlin jednocześnie. Na ramie nośnej mocowanej trzypunktowo do ciągnika zamontowany jest układ napędowy, mechanizmy sterujące wyciąganiem przewodów nawadniających oraz zestawy wyciągające i układające linie nawadniające na szpule. Układ napędowy maszyny składa się z zębatej przekładni katowej, przekładni łańcuchowej i wałka rozdzielczego. Mechanizmy sterujące wyciąganiem węży wyposażone są w sprzęgła, dzięki którym napięcie linii kroplujących w czasie pracy maszyny jest jednakowe. Szczegółowa budowa wszystkich zespołów przedstawiona jest na rys. 1-3. Opracowane urządzenia wykorzystano do umieszczania instalacji nawadniania kropłowego na powierzchni i pod powierzchnią gruntu w uprawie na płaskim gruncie i na redlinach.



Rys. 1. Ogólny widok maszyny do wyciągania i zwijania linii kroplujących

Fig. 1. Total view of machine for getting out and rolling up of drip irrigation lines

Aby można było prowadzić nawadnianie przy użyciu deszczowni kropłowych w miejscach poboru wody oddalonych od sieci wodociągowej i elektrycznej, podjęto prace nad skonstruowaniem siłowni wiatrowej zdolnej napędzać pompy wodne nawet przy małej prędkości wiatru. W konstrukcji siłowni zamontowane są dwa zbiorniki na wodę: dolny o pojemności 1 m³ i górny 2 m³. Pierwszy z nich jest umieszczony na poziomie gruntu, a drugi na wysokości 4 m. Górny zbiornik pełni rolę wieży ciśnień, podając grawitacyjnie do deszczowni wodę o stałym ciśnieniu. W zbiorniku tym jest automatycznie

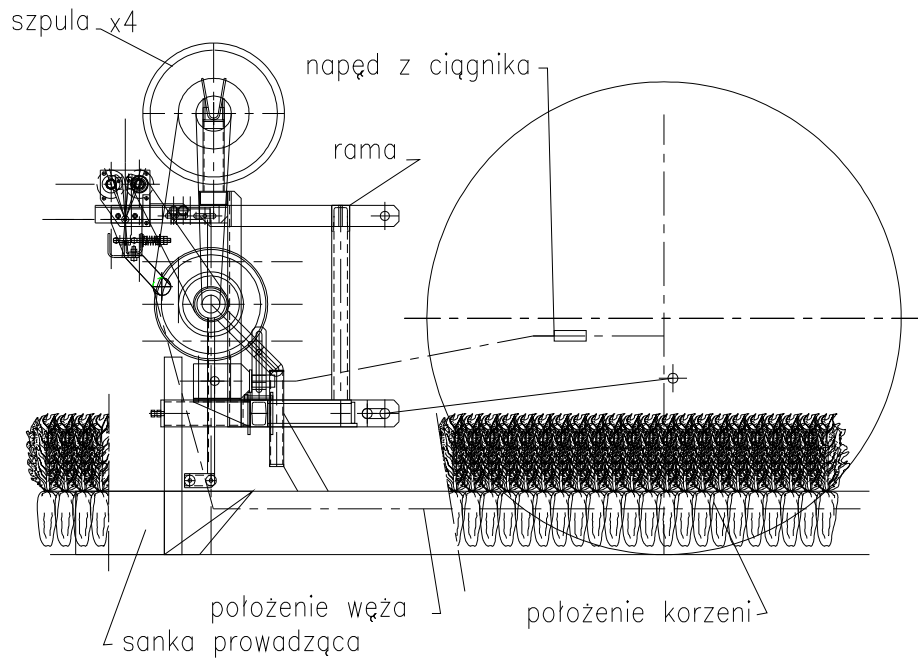
utrzymywany stały poziom wody. Woda może do deszczowni może być pobierana z rzek, pomocniczego zbiornika, umieszczonego w ziemi lub z innego źródła wody.

Głównym elementem siłowni wiatrowej jest wiatrak, zamontowany na stalowej konstrukcji, wyposażonej u podstawy w betonowe belki, które pozwalają ustawić ją na miękkim gruncie. Do podstawy przytwierdzona jest (łatwo rozłączalna do transportu) konstrukcja nośna w postaci kratownicy przestrzennej. Główną oś wiatraka stanowi pionowy wał napędowy łożyskowany w rurze wspornikowej przy mocowanej do ramy nośnej. Dolną część wału wyposażono w hamulec cierny i połączono mechanizmem korbowym z pompą tłokową o wydajności około 1 litr na obrót osi głównej.

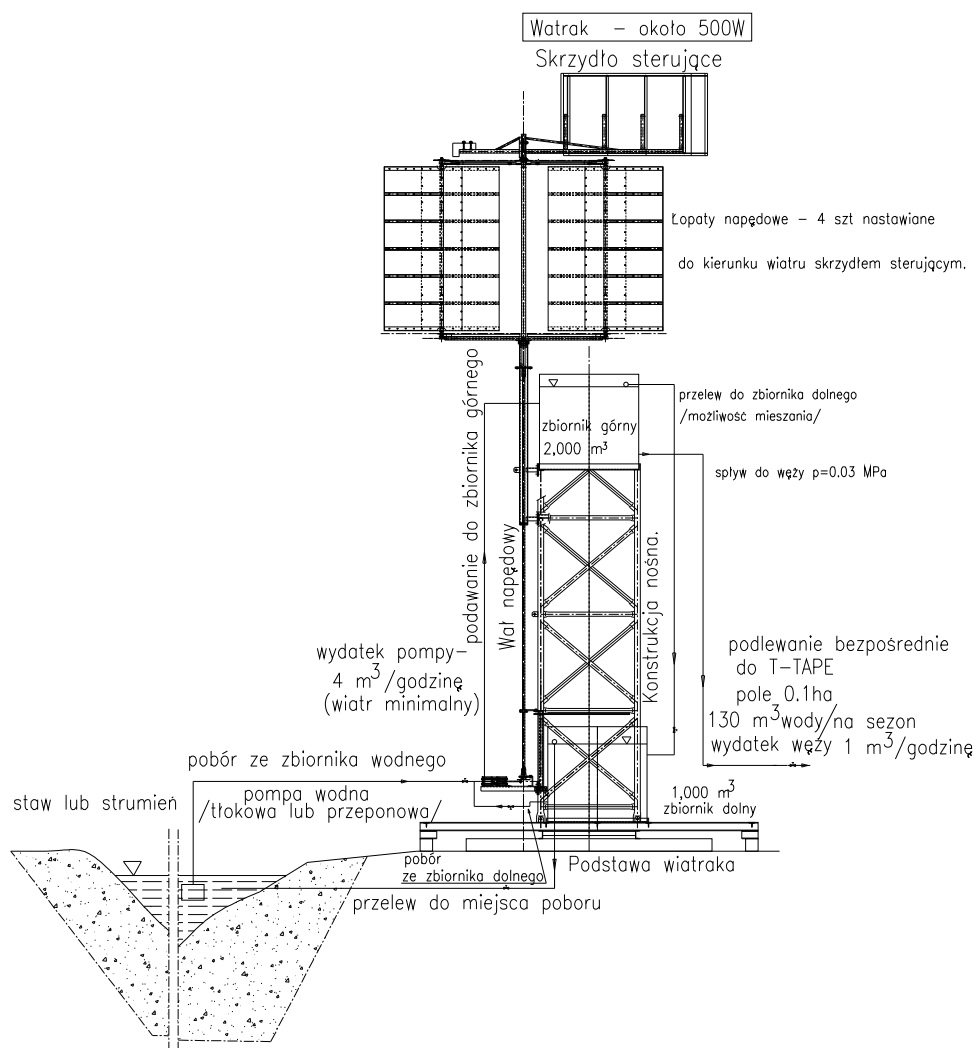
Górne zakończenie wału napędowego powyżej konstrukcji nośnej stanowi centralna oś unosząca zespół napędowy. Składa się on z czterech dolnych poziomych i czterech górnych ramion przytwierdzonych osiowo-symetrycznie do osi centralnej. W szczycie znajduje się łożyskowane skrzydło sterujące, które ustawia łopaty napędowe w najbardziej optymalną pozycję w stosunku do kierunku wiatru. Pomiędzy ramionami górnymi i dolnymi są łożyskowane cztery osie boczne z przytwierdzonymi łopatami napędowymi w kształcie ramy prostokątnej wypełnionej uźebrowanymi blachami. Ramy te są symetrycznie i obrotowo zamocowane do osi bocznych oraz sprzężone wzajemnie jedną przekładnią łańcuchową oraz drugą ze skrzydłem sterującym.

Na wale napędowym zamontowany jest hamulec, którego zwolnienie powoduje, że wszystkie elementy napędowe uzyskują możliwość poruszania się, a skrzydło sterujące ustawia się równoległe do kierunku wiatru. Połączenie skrzydła z łopatami napędowymi jest tak skonstruowane, że po jednej stronie (lewej lub prawej, zależnie od ustawienia wstępnego względem płaszczyzny, jaką stanowi powierzchnia skrzydła) jedna łopata napędowa jest prostopadła a po drugiej, przeciwnie jest równoległa do kierunku wiatru. Dwie pozostałe łopaty są ustawione pod kątem 45 stopni, przechodzą przez płaszczyznę osi głównej i skrzydła sterującego i w omawianym położeniu ich ramię działania jest równe zero, nie mając wpływu na ruch wału napędowego. Łopata prostopadła do kierunku wiatru (w tym omawianym momencie) ma największy promień względem osi głównej i powierzchnię całkowitą wystawioną na działanie wiatru, przez co uzyskuje się pełny moment napędowy na oś główną. W tym czasie łopata przeciwnie ma całkowicie zastoniętą powierzchnię względem wiatru i stwarza bardzo mały moment oporowy poruszając się pod wiatr. Po obrocie całego układu napędowego względem osi głównej o mały kąt (np. 45 stopni) omawiana łopata najbardziej aktywna stopniowo zmniejsza swe ramię działania i zmniejsza się powierzchnia czynna. Jednocześnie następna łopata zwiększa wielkość promienia i powierzchni, co sprawia, że w przybliżeniu moment napędowy utrzymuje się przez cały czas na tym stałym poziomie.

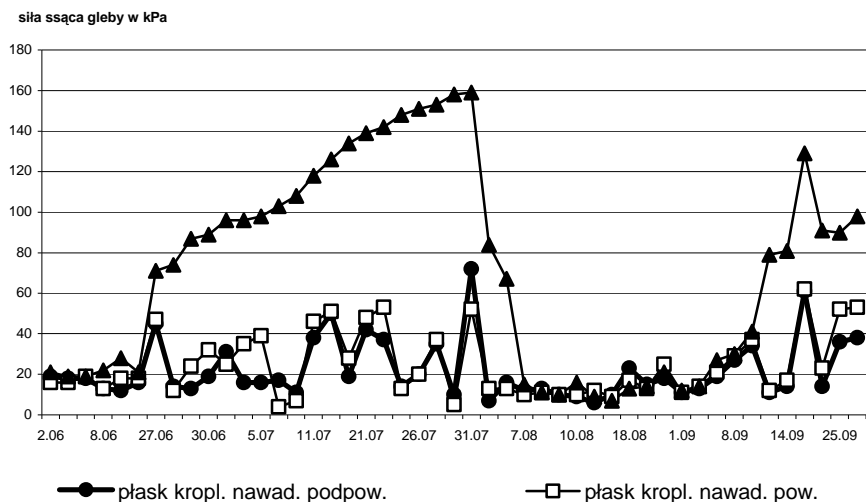
Obracający się wał napędowy korbą napędza pompę, która pobiera wodę z rzeki lub innego zbiornika, umieszczonego przy poziomie gruntu i podaje do zbiornika górnego. Wysokość lustra wody w tym zbiorniku względem gruntu sprawia, że uzyskiwane ciśnienie wody w instalacji nawodnieniowej wynosi około 0,04 Mpa, co jest wystarczające do podlewania kropłkowego.



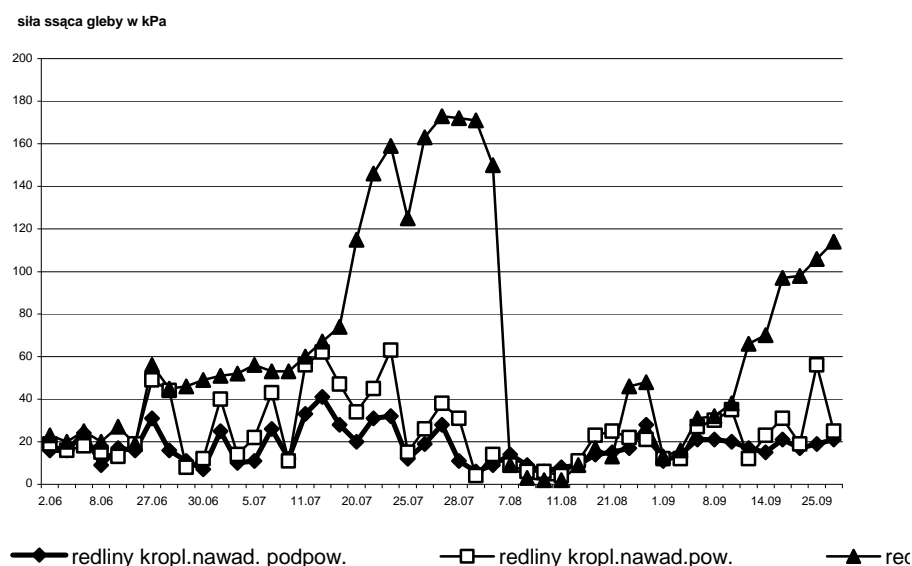
Rys. 2. Schemat działania maszyny do wyciągania linii kroplujących
 Fig. 2. Flow chart of machine for getting out of drip irrigation lines



Rys. 3 Schemat siłowni wiatrowej przeznaczonej do nawadniania kroplowego warzyw
 Fig. 3. Flow chart of windmill station appropriated to drip irrigation of vegetable crops



Rys. 4. Wpływ nawadniania kropłowego na zmianę siły ssącej gleby w uprawie marchwi na płaskim gruncie (2006)
 Fig. 4. The influence of drip irrigation on the value of soil suction during carrot cultivation on flat field (2006)



Rys. 5. Wpływ nawadniania kropłowego na zmianę siły ssącej gleby w uprawie marchwi na redlinach (2006)
 Fig. 5. The influence of drip irrigation on the value of soil suction during carrot cultivation on the ridges (2006)

Tab. 1. Opady atmosferyczne w Skierniewicach w okresie uprawy marchwi, pietruszki i cykorii
 Table 1. The value of precipitations during cultivation of carrot, parsley and chicory in Skierniewice

Rok	Opady atmosferyczne (mm)							
	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	IV - X
norma	40	48	60	92	79	43	35	397
2004	73,9	37,1	36,9	38,3	26,3	23,6	28,7	264,8
2005	22,3	71,9	35,4	96,0	38,3	16,5	3,4	283,8
2006	45,9	44,0	35,5	16,7	141,4	22,9	18,8	325,2
średnio z 3 lat	47,4	51,0	35,9	50,3	68,7	21,0	17,0	291,3

Tab. 2. Sumaryczne sezonowe dawki wody w uprawie marchwi, pietruszki i cykorii (mm)
 Table 2. Total season watering rates for carrot, parsley and chicory production (mm)

Wyszczególnienie	2004	2005	2006
kropłowe nawadnianie powierzchniowe	-	242	118
kropłowe nawadnianie podpowierzchniowe	229	218	106

Nadmiar wody jest odprowadzany do zbiornika dolnego poprzez zawór przelewowy, skąd ponownie zasysany jest przez pompę. Pozwala to na dokładne mieszanie wody, co jest ważne w przypadku wykorzystania tych urządzeń do prowadzenia fertygacji.

Badania przeprowadzone w polowej uprawie warzyw korzeniowych wykazały, że zarówno kropłowe nawadnianie powierzchniowe jak i nawadnianie wglębne stwarzało doskonałe warunki wilgotnościowe dla uprawy marchwi. W uprawie na płask krzywa uwilgotnienia gleby (wyrażona siłą ssącą gleby) przy kropłowym nawadnianiu powierzchniowym w zasadzie pokrywała się z przebiegiem uwilgotnienia przy nawadnianiu powierzchniowym (rys. 4). Przy uprawie na redlinach wilgotność gleby szybciej spadała przy kropłowym nawadnianiu powierzchniowym (rys. 5). Sezonowe dawki wody stosowanej do nawadniania wahały się w poszczególnych latach badań w szerokim zakresie w zależności od wysokości rozkładu opadów atmosferycznych (tab. 1 i 2). Niższe zużycie wody, przeciętnie o 10%, zanotowano przy wglębnym nawadnianiu kropłowym zarówno w uprawie na płask jak i na redlinach. Najniższe sumaryczne dawki wody zastosowano w 2006 r. W roku tym w sierpniu wystąpiły opady atmosferyczne dwukrotnie wyższe niż wynosi średnia z wielolecia. Według Kaniszewskiego [2] największe potrzeby wodne warzyw korzeniowych występują w fazie intensywnego przyrostu korzeni, co ma miejsce w sierpniu i we wrześniu.

Wnioski

Uzyskane wyniki i obserwacje maszyn do układania i wyciągania emiterów liniowych wykorzystywanych do kropłowego nawadniania warzyw korzeniowych potwierdzają ich przydatność dla tej technologii. Nawet zmiana typu stosowanych emiterów nie pociągała za sobą koniecz-

ności wprowadzania istotnych zmian konstrukcyjnych. Wprowadzane obecnie nowe typy linii kropłujących są bardziej trwałe od wcześniej testowanych, co potwierdza celowość zastosowania maszyny do ich wyciągania z gleby w celu ponownego użytkowania. Zastosowanie siłowni wiatrowej stwarza możliwość wprowadzania nawadniania kropłowego wszędzie tam, gdzie nie ma możliwości podłączenia się do sieci wodociągowej i prądu elektrycznego.

Zależnie od wymagań uprawianej rośliny, technologii uprawy i warunków glebowo klimatycznych emiterzy liniowe do nawadniania można umieszczać na powierzchni lub pod powierzchnią gleby. Umieszczenie linii kropłujących w glebie zmniejszało zużycie wody przeciętnie o 10% w stosunku do nawadniania powierzchniowego.

Literatura

- [1] Dudek J., Babik J.. Urządzenie do mechanicznego umieszczania węży nawadniających w glebie, w uprawie warzyw korzeniowych na redlinach. *Problemy Inżynierii Rolniczej*. 1 (51), 2006, 127-134
- [2] Kaniszewski S.: Nawadnianie roślin. Praca zbiorowa pod redakcją Stanisława Karczmarczyka i Lecha Nowaka. PWRiL 2006, 295–332
- [3] Ravishankar G., Hebbara M., Manjunatha M.V., Rajkumar G.R.: Effect of drip and surface irrigation on yield and water-production efficiency of brinjal (*Solanum melongena*) in saline Vertisols. *Indian Journal of Agric. Sciences*. 11 (74), 2004, 583-587.
- [4] Shortt R. 2006. Drip irrigation versus traveling gun-water efficiency. Ontario. Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs.
<http://www.omafra.gov.on.ca/english/crops/hort/news/tenderfr/tf1003a6.htm>