

## NEW MACHINE FOR WEED CONTROL ON VEGETABLE CROPS CULTIVATION ON THE RIDGES

### Summary

*For several years the Research Institute of Vegetable Crops worked on development of new technology of vegetable crops cultivation on the ridges. As results of this activity designed were some machines for ridge formation and seed sowing, mechanical equipment for installation of subsurface drip irrigation and for weed control.*

*The weeder is equipped with regular winged blades to weed control between ridges and with active set of rotors to kill the weeds on the sides. The weeder has special hillers allowed to recreate original shape of the ridges at the same time.*

*Field tests carried out at different soil and moisture conditions proved successful weed control and proper ridge shape recreation. The best weeder operation was on medium moist soil.*

## NOWA MASZYNA DO ZWALCZANIA CHWASTÓW W UPRAWACH WARZYW NA REDLINACH

### Streszczenie

*Prace nad rozwojem technologii uprawy warzyw korzeniowych na redlinach są prowadzone w Instytucie Warzywnictwa już od wielu lat. Ich efektem jest skonstruowanie maszyn pozwalających zmechanizować formowanie redlin, siew, układanie węży nawadniających oraz zwalczanie chwastów.*

*Maszyna do odchwaszczania wyposażona jest w tradycyjne opielacze „gęsiostopki niesymetryczne” do zwalczania chwastów u podstawy redlin oraz w aktywne zespoły wirników do usuwania chwastów z powierzchni bocznych redlin. Maszyna jest też wyposażona w specjalne obsypniki pozwalające na jednoczesne odtworzenie pierwotnego kształtu redlin.*

*Próby przeprowadzone w różnych warunkach glebowych i wilgotnościowych wykazały skuteczne niszczenie chwastów i dobre odtwarzanie kształtu redliny. Najskuteczniejsze działanie agregatu stwierdzono na glebie średnio wilgotnej.*

### Wprowadzenie

Prowadzone od wielu lat badania w kraju wykazały, że warzywa korzeniowe z uprawy na redlinach charakteryzują się lepszą jakością niż z uprawy na płaskim gruncie [Babik 2000]. Specjalnie dla tej technologii skonstruowano agregat do formowania redlin i jednoczesnego wysiewu nasion [Babik, Dudek 2003]. W kraju produkowanych jest obecnie wiele maszyn wzorowanych na tej konstrukcji. Nie do końca rozwiązany problemem jest zwalczanie chwastów na redlinach. Stopień zachwaszczenia na całej plantacji nie jest jednakowy. Więcej chwastów spotyka się u podstawy redlin, gdzie wilgotność gleby jest największa. Uprawa na redlinach stwarza duże możliwości mechanicznego zwalczania chwastów, gdyż mniejsze jest ryzyko zasypywania roślin w fazie młodocianej. Sukces nie chemicznego zwalczania chwastów zależy od prawidłowego doboru odpowiednich urządzeń, właściwych warunków pracy i zwracania uwagi na wszelkie istotne szczegóły [Parish 1990]. Program mechanicznego zwalczania chwastów musi uwzględniać zapobieganie, jak najwcześniejsze ograniczanie zachwaszczenia oraz dobór odpowiednich maszyn do pracy w rzędach i międzyrzędziach roślin [Bleeker 2005]. Prace nad skonstruowaniem maszyny dostosowanej do zwalczania chwastów w uprawach warzyw prowadzonych na redlinach zostały również zapoczątkowane w naszym kraju [Babik, Dudek 2000].

### Cel pracy

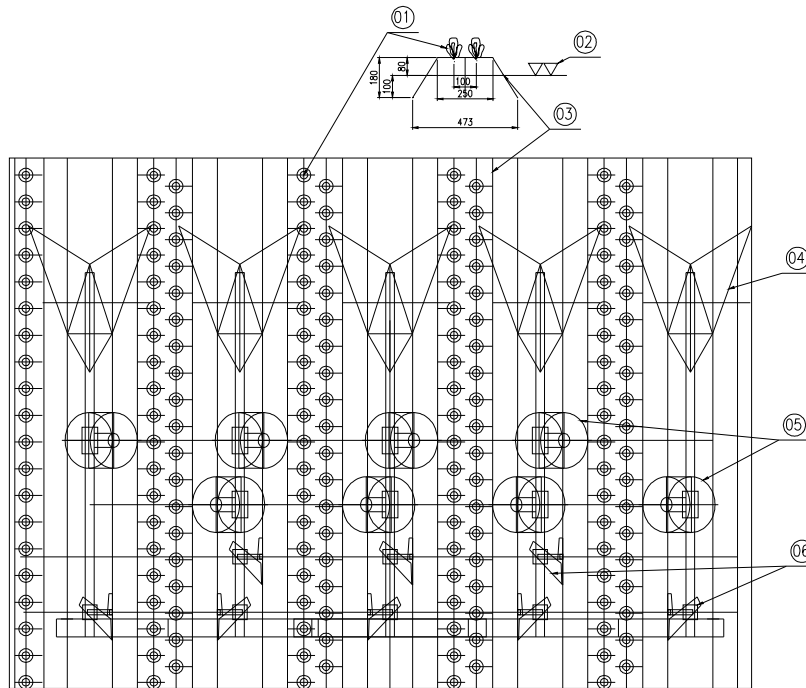
Celem realizowanych badań było zaprojektowanie i wykonanie prototypu uniwersalnej maszyny do zwalczania chwastów w uprawie warzyw na redlinach i na płaskim

gruncie. Dostępne na rynku krajowym chwastowniki mogły być stosowane do zwalczania chwastów rosnących u podstawy redlin. Stosowanie innych narzędzi do niszczenia chwastów na bokach redlin groziło ich uszkodzeniem. Tradycyjne maszyny mogły być stosowane, gdy rosnące rośliny były niskie. Założono, że nowa maszyna powinna umożliwić mechaniczne odchwaszczenie w bezpośrednim sąsiedztwie roślin i dzięki temu ograniczyć lub wyeliminować odchwaszczenie chemiczne i jednocześnie odtwarzać pierwotny kształt redlin. Ze względu na dwurzędowy wysiew nasion na redlinie co 10 cm i bardzo dobre wypełnienie, przestrzeni nad redliną w późniejszym okresie wzrostu, przez liście uprawianych roślin warzywnych (cykoria, marchew, pietruszka, pasternak) założono, że odchwaszczenie będzie ograniczone do płaszczyzn bocznych i powierzchni płaskiej między redlinami.

### Opis konstrukcji maszyny

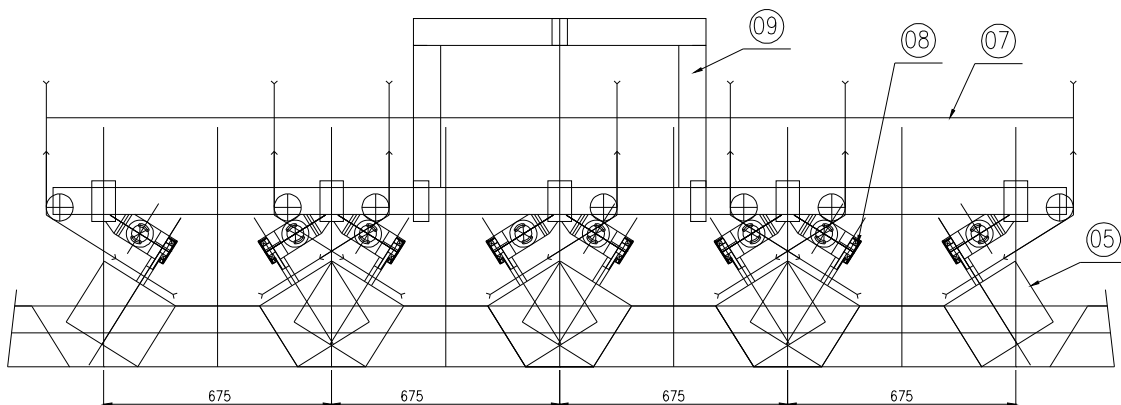
Zgodnie z przedstawionymi założeniami opracowano wstępny projekt konstrukcji maszyny oraz przygotowano dokumentację techniczną i wykonano pierwszą wersję maszyny. Pierwsze próby prototypu miały za cel sprawdzenie działania poszczególnych elementów maszyny i możliwości ich regulacji w warunkach polowych.

Prototyp agregatu został wykonany do odchwaszczania czterech redlin (rys. 1-9). Na rys. 1, 2 i 3 pokazano ustawienie podzespołów agregatu względem redlin. Wszystkie elementy są mocowane do wspólnej ramy (poz. 09 na rys. 2 i 3). Ustawienie ramy (poz. 09) względem ciągnika (poz. 11) i wału napędowego (poz. 10) pokazuje rys. 3.



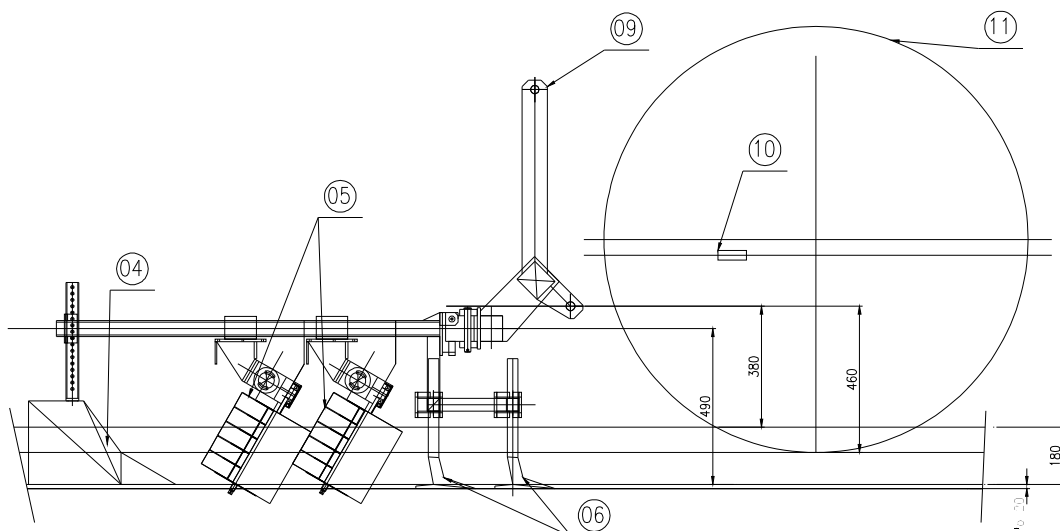
Rys. 1. Prototyp agregatu do zwalczania chwastów w uprawach warzyw na redlinach - ustawienie podzespołów agregatu względem redlin

Fig. 1. Prototype of the machine for weed control in vegetable cultivation on the ridges – position of main machine parts towards to the ridges



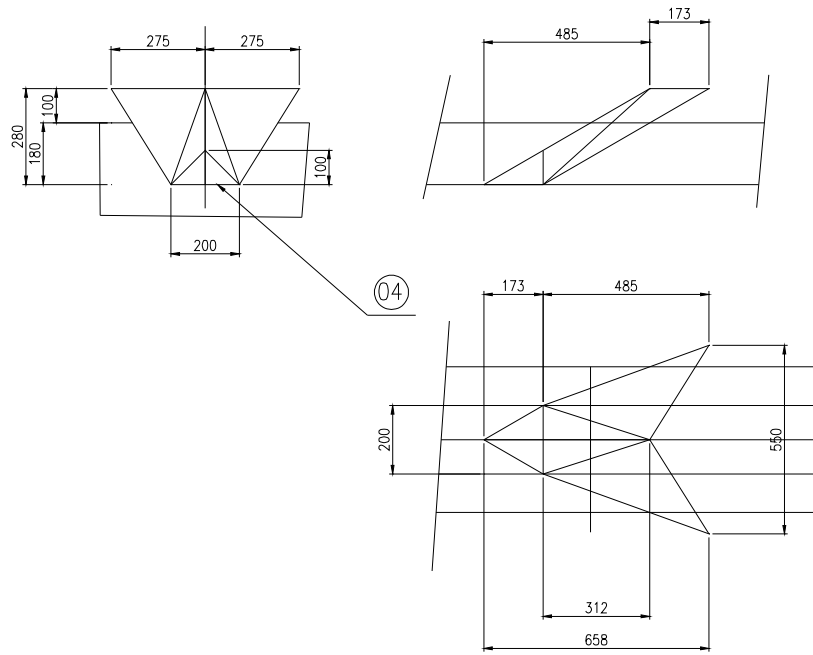
Rys. 2. Mocowanie wszystkich elementów do wspólnej ramy (poz. 09)

Fig. 2. Mounting of all parts on one common frame

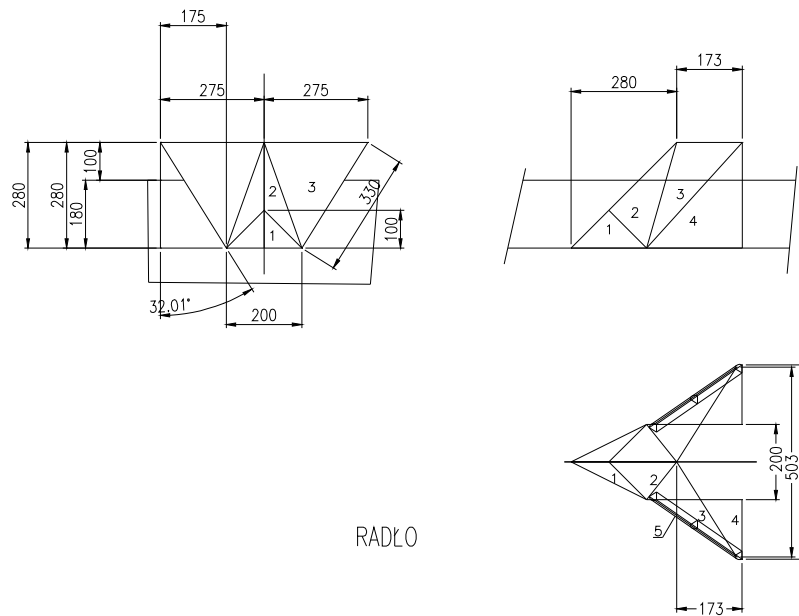


Rys. 3. Ustawienie ramy (poz. 09) względem ciągnika (poz. 11) i wału napędowego (poz. 10)

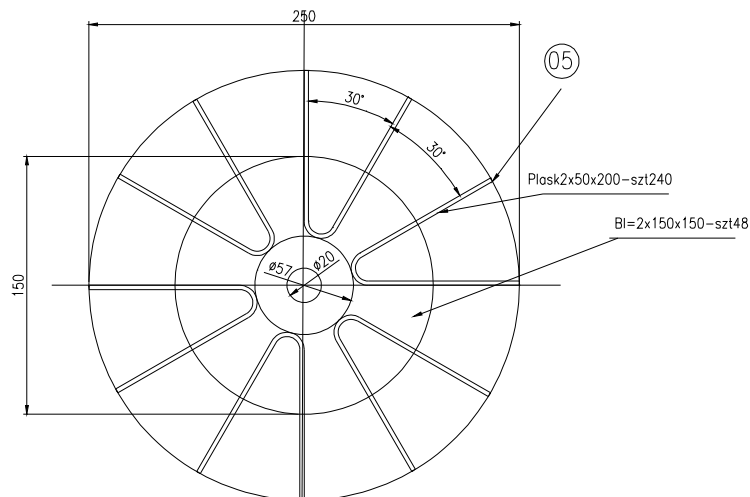
Fig. 3. Frame positioning (09) towards the tractor (11) and the drive shaft (10)



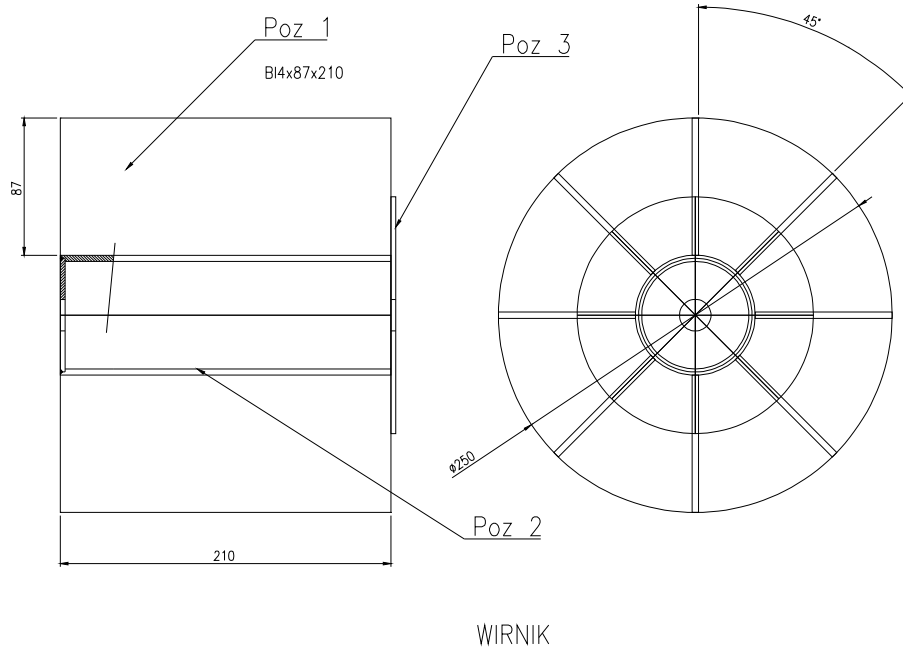
Rys. 4. Obsypnik  
Fig. 4. Hiller



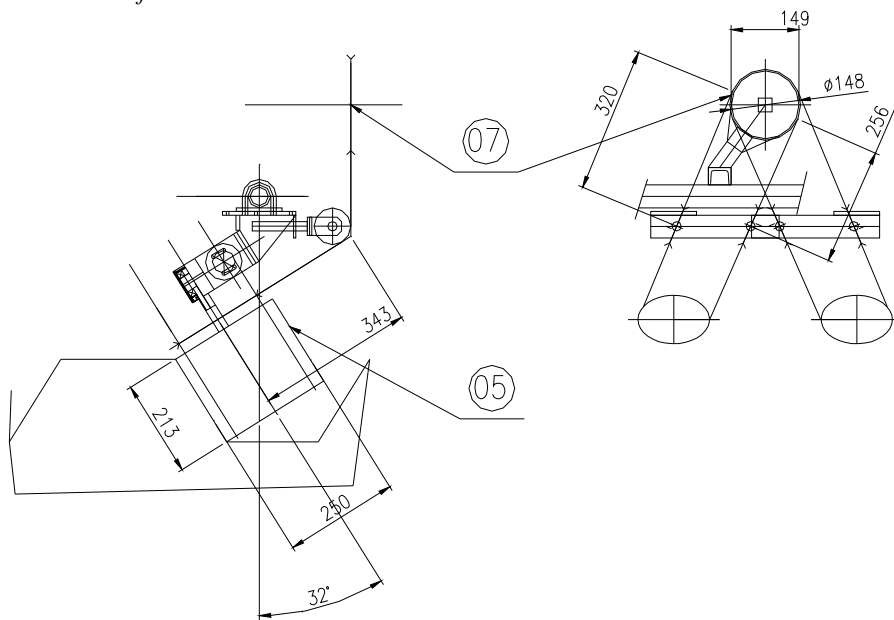
Rys. 5. Nowa wersja obsypnika  
Fig. 5. New construction of the hiller



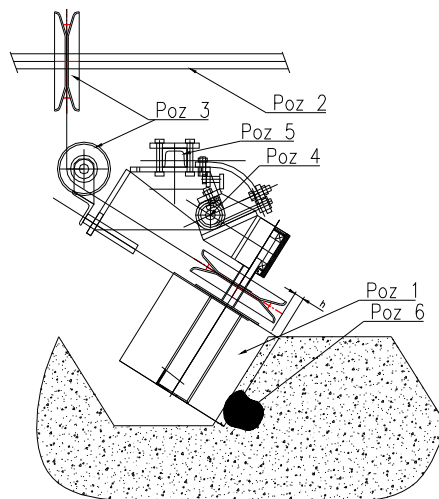
Rys. 6. Elementy robocze wirnika  
Fig. 6. Working parts of the rotor



Rys. 7. Ulepszona konstrukcja wirnika  
 Fig. 7. Improved construction of the rotor



Rys. 8. Napęd wirników  
 Fig. 8. Rotor drive



Rys. 9. Zawieszenie zabezpieczające wirnik  
 Fig. 9. Safety suspension of the rotor

Chwastownik został dostosowany do redlin wykonanych specjalnym agregatem uprawowo siewnym. Kształt redlin pokazano na rys. 1, poz. 03 względem poziomu gruntu (poz. 02). Położenie rzędów i sposób wysiewu nasion przedstawia poz. 01, rys. 1.

Do niszczenia chwastów na płaszczyźnie poziomej gleby między redlinami wykonano zespół opielaczy (poz. 06 rys. 1 i 3) składający się z powszechnie wykorzystywanych elementów do pielienia, typ „gęsiostopka niesymetryczna”. Mocowanie ich do ramy daje możliwość pełnej regulacji ustawienia względem obrabianej powierzchni. Ocenę pracy gęsiostopki prowadzono przy różnych głębokościach pielienia i kątach ustawienia, dla zróżnicowanej wilgotności i zwięzłości gleby. Przy odpowiedniej regulacji ustawienia, uwzględniającej aktualną wilgotność i zwięzłość gleby, stwierdzono skuteczne niszczenie chwastów.

Usuwanie chwastów z bocznych powierzchni redlin realizowano zespołem wirników, który pokazuje poz. 05 rys. 1, 2 i 3. Każdy wirnik składa się z szeregu elementów wykonawczych przedstawionych na rys. 3, 6 (poz. 05). Wirnik został ustawiony względem bocznej powierzchni redliny tak, aby mógł zagłębiać się do 2 cm. Przy wszystkich próbach wirników dokonywano zmian kątów ustawienia i głębokości względem dna redliny. Napęd wirników odbywał się przez przetoczenie się wirnika po redlinie.

Pierwsze próby zwalczania chwastów przeprowadzono na plantacjach marchwi i pietruszki, gdy chwasty osiągnęły średnią wysokość od 1 do 5 cm. Zastosowanie optymalnej prędkości jazdy  $V_2=0,5$  [m/s] dla właściwej pracy opielaczy (poz. 06) i obsypników (poz. 04 rys. 1) nie zapewniało dokładnego niszczenia chwastów na powierzchniach bocznych redlin.

Po wprowadzeniu zmian do projektu wstępnego, dotyczących konstrukcji ramy nośnej i mocowania wirników, opracowano i wykonano napęd dla zespołu wirników wg następującej kinematyki:

$$V=2*\pi*n_0*r/(60*i_1*i_0)=2*3.14*400*0.125/(60*1*2.14)=2.43 \text{ [m/s]}$$

gdzie:

$V_2 = 0,5$  [m/s] – prędkość jazdy maszyny

$n_0 = 400$  obr./min. – prędkość obrotowa wałka napędowego ciągnika

$i = 2,14$  – przełożenie przekładni kątowej

$i_0 = 1$  – przełożenie przekładni łańcuchowej

$r = 0,125$  [m] – promień wirnika

$V = 2,43$  [m/s] - prędkość obwodowa wirnika

$\Delta V = V - V_2; = 2,43 - 0,5 = 1,93$  [m/s]

$\Delta V \approx 2$  [m/s] – prędkość elementów tnących wirnika względem obrabianej powierzchni, skierowana przeciwnie do kierunku jazdy maszyny.

Schemat napędu wirników przedstawiono na rys. 8, poz. 07. Próby maszyny z napędzanymi wirnikami wykazały dobre usuwanie chwastów z bocznych powierzchni redliny, przy zagłębieniu ostrzy wirników na około 1 cm w powierzchnię redliny. Kąt ustawienia wirników względem dna redliny nie wpływał na skuteczność niszczenia chwastów, więc pozostawiono usytuowanie wirników w płaszczyźnie prostopadłej do osi redliny, pod odpowiednim kątem względem powierzchni roboczej i z możliwością regulacji w przypadku zmiany kształtu redliny.

Negatywnym zjawiskiem było odrzucanie gleby razem z usuwanymi chwastami. Podczas wykonywania odchwaszczania wymagane jest bowiem odtworzenie kształtu redliny, polegające na przemieszczeniu gleby z dna na powierzchnię boczną i częściowo na grzbiet redliny. W tym celu zastosowano obsypniki (poz. 04, rys. 1, 3 i 4), o kształcie zbliżonym do radła i właściwie dostosowane do wymiarów redliny. Po dokonaniu zmian konstrukcyjnych odchwaszczanie było skuteczne na glebie wilgotnej i strukturalnej. Wynik zabiegu był negatywny, gdy na dnie redliny pozostawały mało wilgotne, duże bryły gleby. Gleba ta przemieszczana w stanie zbrylonym na grzbiet redliny uszkadzała rośliny. Następną wadą obsypników tego typu było niedostateczne zagęszczenie gleby, przemieszczanej do góry na bocznych ścianach redlin.

Określenie niedociągnięć maszyny pozwoliło na wprowadzenie zmian konstrukcyjnych. Opracowano założenia dla nowej konstrukcji obsypników i wykonano dwie wersje prototypowe, które do dalszych prób zostały razem zamontowane na ramie agregatu. Praca obu typów obsypników była testowana na różnych rodzajach gleb, w warunkach zróżnicowanego uwilgotnienia. Po przeprowadzeniu wstępnych prób wybrana została korzystniejsza konstrukcja obsypnika (rys. 5). Elementy pokazane w poz. 1, 2, 3 są podstawowymi płaszczyznami przemieszczającymi glebę z dna redliny, a detale pokazane na rys. 4 i 5 spełniają rolę sanek kształtujących boki redliny. Tak wyposażony agregat był testowany przez cały okres wegetacji w uprawie cykorii, marchwi i pietruszki. Próby przeprowadzone w różnych warunkach glebowych i wilgotnościowych wykazały skuteczne niszczenie chwastów i dobre odtwarzanie kształtu redliny. Najskuteczniejsze działanie agregatu stwierdzono na glebie średnio wilgotnej.

Na glebie gliniastej, mało wilgotnej, elementy mocujące wirniki i same wirniki nie były dostatecznie sztywne. Do wiosennych prób opracowano nową wersję wirnika przedstawionego na rys. 7. Zrezygnowano z segmentowego układu dwunastu śmigieł, które wykonano z ośmiu blach (poz. 1) mocowanych na rurze (poz. 2) i usztywnionych tarczą (poz. 3). Zmiany te uzupełniono zastosowaniem większych łożysk i wałka nośnego. Efektem tych zmian było poprawienie sztywności całej konstrukcji maszyny, ale pojawiło się nowe niekorzystne zjawisko w postaci drgań powodowanych przez kamienie ukryte pod powierzchnią gruntu, na bokach redlin. Kamienie utrudniają pracę maszyny jeśli znajdują się w zasięgu pracy wirników (poz. 1 i 6 na rys. 9). Niedogodność ta została wyeliminowana przez wykonanie sprężystego zawieszenia wirników na ramie.

Budowa tego mechanizmu przedstawiona jest na rys. 9. Napęd z wałka (poz. 2) przekazywany jest do wirnika (poz. 1) poprzez koła (poz. 3). Wirnik jest zawieszony na belce ramy (poz. 4) poprzez zespół sprężynujący (poz. 5). Jeśli w czasie pracy wirnik napotka mały kamień, to zostanie on przesunięty. Natomiast, jeśli jest to kamień duży, to następuje ugięcie wirnika na sprężystym zawieszeniu. Po ugięciu wirnika napięcie paska napędowego zmniejsza się i wirnik przetacza się po kamieniu, bez napędu, co chroni cały układ kinematyczny przed uszkodzeniem.

## Ocena pracy maszyny

W trakcie polowych prób maszyny dokonywano oceny skuteczności zwalczania chwastów. Ze względu na niejed-

nakowe zachwaszczenie na redlinach pomiary były wykonywane osobno na dwu bokach redlin (po stronie wschodniej i zachodniej) i u ich podstawy. Do pomiaru wykorzystano ramkę o wymiarach 200 x 500 mm, czyli o powierzchni 0.1 m<sup>2</sup>. Pomiary przeprowadzono losowo, w 5 powtórzeniach. Uzyskane wyniki przedstawione są w tab. 1.

Tab. 1. Skuteczność mechanicznego zwalczania chwastów na redlinach (2002 r.)

Table 1. Efficacy of mechanical weed control on the ridges (2002)

Położenie na redlinie	Ilość chwastów przed zabiegiem sztuk/m <sup>2</sup>	Ilość chwastów po zabiegu sztuk /m <sup>2</sup>	Stopień zniszczenia [%]
strona wschodnia	100.6	5.3	94.7
dno redliny	170.0	3.3	98.1
strona zachodnia	104.0	4.7	95.5
Średnio	124.9	4.4	96.1

Analiza zachwaszczenia wykazała dużą skuteczność mechanicznego zwalczania chwastów na redlinach przez prototyp chwastownika. Zniszczenie chwastów o wysokości od 0 do 15 cm było prawie całkowite. Chwasty duże (o wysokości około 20cm), o silnie rozwiniętym systemie korzeniowym, które z powodu niesprzyjającej pogody nie mogły być wcześniej zniszczone mechanicznie, były łatwo usuwane ręcznie.

Dobra skuteczność mechanicznego zwalczania chwastów przy użyciu chwastownika została potwierdzona w roku następnym. W ciągu sezonu trzeba było przeprowa-

dzać ten zabieg trzykrotnie. W przypadku licznych wschodów chwastów po deszczu i w warunkach wysokiej temperatury kolejne zabiegi następowały po sobie w odstępie jednego tygodnia, a w okresie braku intensywnych opadów okres ten wydłużał się do trzech tygodni. Po zwarciu się roślin i pełnym zakryciu międzyrzędzi wzrost chwastów był zahamowany i nie było potrzeby przeprowadzania dalszych zabiegów. Pojedyncze duże chwasty były usuwane ręcznie.

## Literatura

- [1] Babik, J. 2000. Wpływ nowego sposobu formowania redlin na plon i jakość korzeni cykorii sałatowej (*Cichorium intybus* L. Var. *Foliosum* Hegi). Influence of Cultivation Method, Irrigation and Plant Density on the Yield and Quality of Chicory Witloof Roots (*Cichorium intybus* L. var. *foliosum* Hegi). *Annales Universitatis Mariae Curie-Skłodowska. Sectio EEE. Horticultura. Vol. VIII, Supplementum. Lublin 2000: 211-217. In Skierniewice, Poland 26-27 June 2003: 25*
- [2] Babik J., Dudek J., 2000. New, complex machine for ridge forming, and simultaneous sowing vegetable crops. *Vegetable Crops Research Bulletin* 53: 103-110
- [3] Babik J., Dudek J. 2003. New design of machine for weed control on the ridges. Abstracts. EWRS Working Group "Weed Management Systems in Vegetable Crops" Workshop Report of Skierniewice meeting: 25. <http://www.agr.unipg.it/ewrsveg/>
- [4] Bleeker P. 2005. Zwalczanie chwastów w uprawach ekologicznych. *Weed control in organic farming. Nowości Warzywnicze* 41: 165-184
- [5] Parish S. 1990. A review of non-chemical weed control techniques. *Biological Agriculture and Horticulture*, vol. 7: 117-137.