

*Jacek Źarski, Stanisław Dudek, Renata Kuśmierk-Tomaszewska*

## **POTRZEBY I EFEKTY NAWADNIANIA ZIEMNIAKA NA OBSZARACH SZCZEGÓLNIIE DEFICYTOWYCH W WODĘ**

---

### ***NEEDS AND IRRIGATION EFFECTS ON POTATO IN AREAS OF PARTICULAR DEFICITS IN THE WATER***

#### **Streszczenie**

Celem pracy było określenie liczbowe potrzeb nawadniania ziemniaka średnio wczesnego, zobrazowanie ich bardzo dużej zmienności czasowej oraz powiązanie tych potrzeb z prognozowanymi przyrostami plonu bulw pod wpływem zastosowania zabiegu. W opracowaniu zastosowano nową metodę badawczą, bazującą na wynikach wieloletnich ścisłych eksperymentów polowych, prowadzonych w różnych ośrodkach na obszarach szczególnie deficytowych w wodę dla rolnictwa. Obszary te obejmują gleby lekkie i bardzo lekkie położone w nizinnej, centralnej części Polski, w strefie opadów ograniczonych izohietą 350 mm w półroczu letnim (IV-IX). Potrzeby nawadniania obliczono dla 4 miejscowości (Szczecin, Bydgoszcz, Poznań, Warszawa), położonych na terenach szczególnie deficytowych w wodę, wykorzystując dane opadowe IMGW i własne z lat 1971-2005.

Stwierdzono, że potrzeba zastosowania nawadniania ziemniaka jako podstawowego czynnika plonotwórczego na glebach bardzo lekkich o przepuszczalnym podłożu, występuje na obszarach szczególnie deficytowych w wodę w 80-86% lat, zależnie od miejscowości. W 20-40% lat są to duże potrzeby, a ich pokrycie przynosi wzrost plonów o co najmniej 17 t ha<sup>-1</sup>. Z kolei na glebach lekkich o podłożu zwięzłym potrzeba zastosowania nawadniania ziemniaka jako uzupełniającego (interwencyjnego) zabiegu występuje na obszarach szczególnie deficytowych w wodę w 71-89% lat, zależnie od miejscowości. W 8-20% lat są to duże potrzeby, a ich pokrycie przynosi wzrost plonów o co najmniej 18 t ha<sup>-1</sup>. Wykazano także, że charakteryzujące się bardzo dużą zmiennością czasową potrzeby nawadniania ziemniaka w miejscowościach położonych na obszarach szczególnie deficytowych w wodę nie wykazały w okresie 1971-2005 istotnych trendów zmian.

**Słowa kluczowe:** nawadnianie, ziemniak, opady optymalne, obszary deficytowe w wodę

### Summary

*The aim of this study was to determine the average early potato numerical irrigation needs, displaying their large variability in time and linking those needs with the projected increases in tubers yield under the influence of the applied procedure. In the study a new research method was used, based on the results of many years of strict field experiments conducted at various research centers in the areas of particular shortage of water used for agriculture. These areas include light and very light soils located in the central part of Polish lowland, in the rainfall area during the growing season (IV-IX) limited with the isopluvial line 350 mm. The needs of irrigation were calculated for four places (Szczecin, Bydgoszcz, Poznań, Warszawa) located within the areas of particular water deficit. Precipitation data from the years 1971-2005 derived from measurements of our own and Institute of Meteorology and Water Management were used in the calculations.*

*It was found that the need for irrigation of the potato as a basic yield-forming factor, on very light soil with a drained subsoil, occurs in areas of water deficits in the 80-86% of the years, depending on the locality. In the 20-40 % of the years the needs are high and their cover brings the yield increase by at least 17.0 t·ha<sup>-1</sup>. On light soils with a dense subsoil the need for irrigation of potatoes as a supplemental (emergency) action occurs in areas of particular shortage of water in the 71-89% of the years, depending on the locality. In the 8-20% of the years the needs are high and their cover brings the yield increase by at least 18.0 t·ha<sup>-1</sup>. It was also shown that the irrigation needs of potato, which change over years in places located within areas particularly water shortage, did not indicate significant trends in the period 1971-2005.*

**Key words:** irrigation, potato, optimum rainfall, scarcity water area

### WSTĘP

W Polsce, w odróżnieniu do krajów położonych w cieplejszych strefach klimatycznych, nawadnianie roślin ma charakter interwencyjny. Jego celem jest uzupełnianie okresowych niedoborów opadów atmosferycznych w stosunku do wymagań wodnych roślin uprawnych [Pierzgalski, Karczmarczyk 2006; Borówczak 2009]. W ujęciu średnim wieloletnim niedobory te wynikają ze zbyt małej ilości opadów w porównaniu z zapotrzebowaniem roślin, wyrażanym za pomocą wskaźników ewapotranspiracji lub opadów optymalnych. Dotyczy to zwłaszcza nizinnej części kraju, określanej jako obszar szczególnie deficytowy w wodę dla rolnictwa [Żarski, Dudek 2003; Kalbarczyk, Kalbarczyk 2009]. W konkretnych sezonach wegetacji lub ich częściach, niedobory te są z kolei skutkiem okresowych braków opadów, określanych mianem posuch lub susz. Susze rolnicze w warunkach klimatycznych Polski należą do zjawisk nieregularnych, lecz częstych. Ich występowanie wynika z bardzo dużej zmienności czasowej klimatu Polski, przejawiającej się nieregularnością ilości i rozkładu opadów atmosferycznych w tych samym okresach kalendarzowych kolejnych lat [Łabędzki 2009; Rzekanowski i in. 2010].

Mimo aktualnego regresu i ograniczeń wynikających z niekorzystnych uwarunkowań ekonomicznych i wielkości źródeł wody, nawadnianie roślin w Polsce, jako jeden z elementów gospodarowania wodą w rolnictwie, wydaje się rozwiązaniem przyszłościowym. Do czynników przyspieszających rozwój nawodnień, obok podnoszenia wydajności produkcji roślinnej i zapewnienia stabilnych plonów o dobrej jakości, zaliczyć można potrzebę wzrostu nowoczesności i konkurencyjności rolnictwa oraz przewidywane zmiany klimatyczne [Żarski i in. 2001; Borówczak 2009; Łabędzki 2009; Rzekanowski i in. 2010].

Celem pracy było określenie liczbowe potrzeb nawadniania ziemniaka średnio wczesnego na terenach szczególnie deficytowych w wodę, zobrazowanie ich bardzo dużej zmienności czasowej oraz powiązanie tych potrzeb z prognozowanymi przyrostami bulw pod wpływem zastosowania zabiegu. Ziemniak należy do roślin polowych najbardziej zalecanych na pola nawadniane ze względu na duże przyrosty plonów, poprawę ich jakości [Żarski i in. 2004; Nowak 2006; Trawczyński 2009; Rolbiecki i in. 2009] oraz opłacalność ekonomiczną deszczowania [Jankowiak, Rzekanowski 2006]. Efekty nawadniania ziemniaka w konkretnych sezonach wegetacji zależą przede wszystkim od ilości opadów atmosferycznych w okresach krytycznych pod względem potrzeb wodnych. W ujęciu średnim wieloletnim są tym większe im gleba zawiera mniej części spławialnych, posiadając tym samym mniejszą możliwość retencjonowania wody [Żarski, Dudek 2003; Rzekanowski i in. 2010].

## MATERIAŁ I METODY

W opracowaniu zastosowano nową, bezpośrednią metodę badawczą, bazującą na wynikach wieloletnich ścisłych eksperymentów polowych, prowadzonych w różnych ośrodkach na obszarach szczególnie deficytowych w wodę dla rolnictwa. Obszary te obejmują gleby lekkie i bardzo lekkie położone w nizinnej, centralnej części Polski, w strefie opadów ograniczonych izohietą 350 mm w półroczu letnim (IV-IX).

Jako wskaźnik potrzeb wodnych przyjęto takie ilości opadów w okresach wzmożonego zapotrzebowania na wodę ziemniaka, przy których nie występuje już przyrost plonu pod wpływem nawadniania, wykorzystując ogólną formułę opracowaną przez Grabarczyka [1987]:

$$Q = [P_{OPT} - P_{RZ}]k$$

- Q – spodziewany przyrost plonu bulw pod wpływem nawadniania w  $t\text{ha}^{-1}$ ,  
 k – przyrost plonu na 1 mm deficytu opadów atmosferycznych w  $t\text{ha}^{-1}$ ,  
 P – suma opadów atmosferycznych optymalnych ( $P_{OPT}$ ) i rzeczywistych ( $P_{RZ}$ ) w okresie wzmożonego zapotrzebowania ziemniaka na wodę w mm.

Opady optymalne wyznaczono na podstawie własnych i krajowych doświadczeń z nawadnianiem ziemniaka na dwóch rodzajach gleb: bardzo lekkich na podłożu przepuszczalnym [Żarski i in. 1997; Żarski i in. 2004] oraz lekkich na podłożu zwięzłym o przewadze IV klasy bonitacyjnej [Grabarczyk 1987].

Niedobory opadów w okresach krytycznych pod względem zapotrzebowania ziemniaka na wodę obliczono jako różnice między opadem optymalnym oraz opadem rzeczywistym w poszczególnych sezonach wegetacji. Wykorzystano jednorodne, nieprzerwane ciągi opadów w latach 1971-2005 z 3 stacji IMGW (Szczecin, Poznań, Warszawa) oraz własnego posterunku pomiarowego (Bydgoszcz), położonych w obszarze szczególnie deficytowym w wodę. Wyznaczono również trendy zmian tych niedoborów wraz z upływem lat, wykorzystując metodę regresji liniowej.

Na podstawie wyników obliczeń, dokonano klasyfikacji oszacowanych potrzeb nawadniania ziemniaka, według kryterium uwzględniającego liczbę niezbędnych do zastosowania jednorazowych dawek wody i wielkość prognozowanych efektów produkcyjnych nawadniania, wyrażonych przyrostem plonu bulw pod wpływem zastosowania tego zabiegu.

## OMÓWIENIE WYNIKÓW BADAŃ

Według równań regresji, wyprowadzonych na podstawie wyników eksperymentów polowych, wykazano, że okres wzmożonego zapotrzebowania na wodę ziemniaka średnio wczesnego obejmuje miesiące czerwiec i lipiec w warunkach uprawy na glebie bardzo lekkiej oraz lipiec i sierpień na glebie lekkiej. Opady optymalne, przy których nie stwierdzono zwyczaj plonów bulw pod wpływem deszczowania, wynosiły w warunkach gleby bardzo lekkiej na podłożu przepuszczalnym 205 mm, a na glebie lekkiej na podłożu zwięzłym 190 mm. Równania regresji przedstawiały się następująco:

gleba bardzo lekka	$Q = [205 - P_{VI-VII}] \cdot 0,17$	$t \text{ ha}^{-1}$
gleba lekka	$Q = [190 - P_{VII-VIII}] \cdot 0,15$	$t \text{ ha}^{-1}$

W okresie 1971-2005 przeciętne niedobory opadów atmosferycznych w okresie wzmożonego zapotrzebowania ziemniaka na wodę wynosiły od 55 do 81 mm, w zależności od rejonu i rodzaju gleby (tab.1). Największe średnie niedobory charakteryzowały rejon Szczecina, a najmniejsze rejon Warszawy. Na glebach bardzo lekkich, w porównaniu z lekkimi, były one większe przeciętnie o 7-11 mm. Niedobory opadów w uprawie ziemniaka występowały w 29-34 latach, zależnie od rejonu, na 35 analizowanych. W bardzo suchych latach najczęściej przekraczały 150 mm, maksymalnie wynosząc nawet 186 mm (gleba bardzo lekka, rejon Szczecina). Nadmiary opadów występowały sporadycznie, zaledwie w kilku okresach wegetacji. Maksymalną ich wielkość stwierdzono

w rejonie Bydgoszczy w 1980 r., w którym w czerwcu i lipcu zanotowano aż 416 mm opadów atmosferycznych.

Niedobory opadów atmosferycznych ziemniaka nie wykazały w badanym 35-leciu istotnych trendów zmian wraz z upływem czasu. W odniesieniu do gleb lekkich, w rejonie Szczecina, Poznania i Bydgoszczy, zaznaczyła się tendencja malejąca. Niezależnie od zarysowanych tendencji, niedobory te cechowały się w każdym rejonie bardzo dużą zmiennością czasową (rys. 1).

**Tabela 1.** Niedobory i nadmiary opadów atmosferycznych w okresie wzmożonego zapotrzebowania ziemniaka na wodę w zależności od rejonu i rodzaju gleby w latach 1971-2005

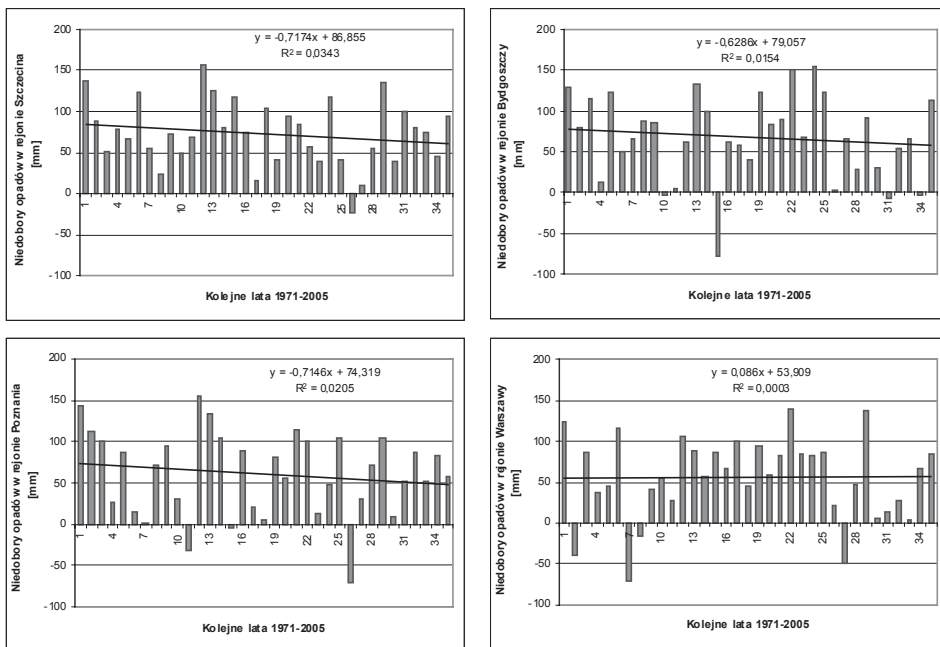
**Table 1.** Shortages and surplus rainfall during the potato increased demand for water, depending on region and type of soil in the years 1971-2005

Rejon	Przeciętne niedobory	Maksymalne niedobory	Maksymalne nadmiary	Liczba lat z niedoborami	Liczba lat z nadmiarami
Gleba bardzo lekka					
Szczecin	81	186	+21	33	2
Poznań	72	176	+67	29	6
Bydgoszcz	78	170	+211	32	3
Warszawa	62	154	+72	31	4
Gleba lekka					
Szczecin	74	158	+23	34	1
Poznań	61	156	+71	32	3
Bydgoszcz	68	156	+79	31	4
Warszawa	55	139	+71	31	4

Niedobory opadowe, przekraczające w okresie wzmożonego zapotrzebowania ziemniaka na wodę odpowiednio 25 mm na glebie bardzo lekkiej i 30 mm na glebie lekkiej o zwięzłym podłożu, zdefiniowano jako potrzeby nawadniania. Klasyfikację tych potrzeb, uwzględniającą rodzaj gleby i rejonu czterech miejscowości położonych na terenach szczególnie deficytowych w wodę, przedstawiono w tabelach 2 i 3.

Na glebach bardzo lekkich o przepuszczalnym podłożu, na których nawadnianie spełnia rolę podstawowego czynnika plonotwórczego, potrzeby nawadniania ziemniaka występują w 80-86% lat, zależnie od rejonu (tab. 2). W 20-40% lat są to bardzo duże potrzeby, wymagające zastosowania co najmniej 100 mm wody, w czterech dawkach. Występują one najczęściej (przeciętnie co 2,5 roku) w rejonie Bydgoszczy, a najrzadziej (średnio co 5 lat) w rejonie Warszawy. Efekty nawadniania ziemniaka w latach o dużych potrzebach stosowania tego zabiegu były bardzo wysokie, wynosząc co najmniej 17,0 t bulw z 1 ha. W skrajnie suchych okresach krytycznych pod względem potrzeb wodnych, obejmujących miesiące czerwiec oraz lipiec, przyrosty plonów pod wpływem zastosowania nawodnień przekraczały nawet 25,0 t ha<sup>-1</sup> [Żarski i in. 2004].

Na glebach lekkich o podłożu związłym, w warunkach których nawadnianie spełnia typową rolę zabiegu interwencyjnego, uzupełniającego deficyty opadów, potrzeby nawadniania ziemniaka występują w 71-89% lat, zależnie od rejonu (tab.3). W 8-20% lat są to potrzeby duże, wymagające zastosowania co najmniej 4 dawek nawodnieniowych w wysokości 30 mm każda. Przeciętnie raz na pięć lat takie potrzeby są notowane w rejonie Bydgoszczy, raz na siedem lat w rejonie Szczecina, raz na 12 lat w okolicach Poznania oraz Warszawy. W latach wystąpienia dużych deficytów opadów atmosferycznych w okresach największej wrażliwości ziemniaka na suszę, obejmujących miesiące lipiec oraz sierpień, można spodziewać się przyrostów plonów bulw pod wpływem nawadniania przekraczających  $18 \text{ t ha}^{-1}$ .



**Rysunek 1.** Niedobory opadów w okresie wzmożonego zapotrzebowania ziemniaka na wodę na glebach lekkich

**Figure 1.** Shortages of rainfall during the potato increased water demand on light soils

W świetle przedstawionych potrzeb i związanych z nimi efektów nawadniania na terenach szczególnie deficytowych w wodę, można stwierdzić, że zabieg ten ma istotne znaczenie dla krajowych producentów ziemniaka. Prowadzi on do wzrostu i stabilizacji plonu bulw. Odrębnym zagadnieniem, nie mniej ważnym, jest także technika nawadniania. W świetle najnowszych badań [Mazurczyk i in. 2009; Rolbiecki i in. 2009; Trawczyński 2009], obiecujące wyniki

przynosi stosowanie nawadniania kropłowego. Zapewnia ono precyzję aplikacji i największe oszczędności wody, umożliwiając także fertygację, polegającą na precyzyjnym nawożeniu roślin podczas nawadniania.

**Tabela 2.** Klasyfikacja potrzeb nawadniania ziemniaka na glebach bardzo lekkich  
**Table 2.** Classification of potato irrigation needs for very light soils

Klasyfikacja	Liczba jednorazowych dawek wody (25mm)	Przewidywany przyrost plonu bulw $t\ ha^{-1}$	Częstotliwość występowania (% lat)			
			Szczecin	Poznań	Bydgoszcz	Warszawa
Brak	-	< 4,2	17	17	14	20
Małe	1-2	4,2-8,5	6	14	12	20
Średnie	3-4	8,6-17,0	40	37	34	40
Duże	>4	>17,0	37	32	40	20

**Tabela 3.** Klasyfikacja potrzeb nawadniania ziemniaka na glebach lekkich  
**Table 3.** Classification of potato irrigation needs for light soils

Klasyfikacja	Liczba jednorazowych dawek wody (30mm)	Przewidywany przyrost plonu bulw $t\ ha^{-1}$	Częstotliwość występowania (% lat)			
			Szczecin	Poznań	Bydgoszcz	Warszawa
Brak	-	< 4,5	11	29	23	29
Małe	1-2	4,5-9,0	29	20	14	23
Średnie	3-4	9,1-18,0	46	43	43	40
Duże	>4	>18,0	14	8	20	8

## WNIOSKI

1. Potrzeba zastosowania nawadniania ziemniaka jako podstawowego czynnika plonotwórczego na glebach bardzo lekkich o przepuszczalnym podłożu, występuje na obszarach szczególnie deficytowych w wodę w 80-86% lat, zależnie od miejscowości. W 20-40% lat są to duże potrzeby, a ich pokrycie przynosi istotny wzrost plonów (o co najmniej  $17\ t\ ha^{-1}$ ).

2. Potrzeba zastosowania nawadniania ziemniaka jako uzupełniającego (interwencyjnego) zabiegu na glebach lekkich o podłożu zwięzłym, występuje na obszarach szczególnie deficytowych w wodę w 71-89% lat, zależnie od miejscowości. W 8-20% lat są to duże potrzeby, a ich pokrycie przynosi istotny wzrost plonów (o co najmniej  $18\ t\ ha^{-1}$ ).

3. Charakteryzujące się bardzo dużą zmiennością czasową potrzeby nawadniania ziemniaka w miejscowościach położonych na obszarach szczególnie deficytowych w wodę nie wykazały w okresie 1971-2005 istotnych trendów zmian.



## BIBLIOGRAFIA

- Borówczak F. *Nawadnianie roślin uprawnych*. Materiały konferencyjne Złoty Kłós. Europejski Fundusz Rolny na rzecz Rozwoju Obszarów Wiejskich, 2009, s. 1-8.
- Grabarczyk S. *Efekty, potrzeby i możliwości nawodnień deszczownianych w różnych regionach kraju*. Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych, 314, 1987, s. 49-64.
- Jankowiak J., Rzekanowski C. *Ekonomiczne efekty nawadniania*. W: Nawadnianie roślin pod red. S. Karczmarczyka i L. Nowaka. Wydaw. PWRiL Poznań, 2006, s. 461-479.
- Kalbarczyk R., Kalbarczyk E. *Potrzeby i niedobory opadów atmosferycznych w uprawie ziemniaka średnio późnego i późnego w Polsce*. Infrastruktura i Ekologia Terenów Wiejskich, Nr 3/2009, s. 129-140.
- Łabędzki L. *Przewidywane zmiany klimatyczne a rozwój nawodnień w Polsce*. Infrastruktura i Ekologia Terenów Wiejskich, Nr 3/2009, s. 7-18.
- Mazurczyk W., Wierzbicka A., Wroniak J. *Wpływ optymalizacji nawadniania i nawożenia azotem na wybrane parametry wzrostu roślin oraz plon wczesnej odmiany ziemniaka*. Infrastruktura i Ekologia Terenów Wiejskich, Nr 3/2009, s. 91-100.
- Nowak L. *Nawadnianie roślin okopowych*. W: Nawadnianie roślin pod red. S. Karczmarczyka i L. Nowaka. Wydaw. PWRiL Poznań, 2006, s. 367-381.
- Pierzgalski E., Karczmarczyk S. *Rozwój nawodnień na świecie i w Polsce*. W: Nawadnianie roślin pod red. S. Karczmarczyka i L. Nowaka. Wydaw. PWRiL Poznań, 2006, s. 15-25.
- Rolbiecki St., Rzekanowski C., Rolbiecki R. *Ocena potrzeb i efektów nawadniania ziemniaka średnio wczesnego w okolicy Bydgoszczy w latach 2005-2007*. Acta Agrophysica, Nr 13(2), 2009, s. 463-472.
- Rzekanowski C., Żarski J., Rolbiecki S. *Potrzeby, efekty i perspektywy nawadniania roślin na obszarach szczególnie deficytowych w wodę*. Postępy Nauk Rolniczych, 2010, (w druku).
- Trawczyński C. *Wpływ nawadniania kropłowego i fertygacji na plon i wybrane elementy jakości bulw ziemniaka*. Infrastruktura i Ekologia Terenów Wiejskich, Nr 3/2009, s. 55-67.
- Żarski J., Dudek S., Peszek J. *Warunki opadowe produkcji ziemniaka średniowczesnego na glebie bardzo lekkiej*. Pamiętnik Puławski, Z.110, 1997, s. 129-135.
- Żarski J., Dudek S., Kuśmierek R., Grzelak B. *Rola deszczowania w łagodzeniu skutków występowania posuch atmosferycznych*. Inżynieria Rolnicza, Nr 13(33), 2001, s. 541-547.
- Żarski J., Dudek S. *Rola deszczowania w kształtowaniu plonów wybranych upraw polowych*. Pamiętnik Puławski, Z. 132, 2003, s. 443-449.
- Żarski J., Rolbiecki S., Dudek S., Rolbiecki R., Rzekanowski C. *Potrzeby i efekty nawadniania roślin w rejonie Bydgoszczy*. W: Bilanse wodne ekosystemów rolniczych pod red. M. Rojka, 2004, s. 187-203.

Prof. dr hab. inż. Jacek Żarski

Dr inż. Stanisław Dudek

Dr inż. Renata Kuśmierek-Tomaszewska

Katedra Melioracji i Agrometeorologii

Uniwersytet Technologiczno-Przyrodniczy w Bydgoszczy

85-029 Bydgoszcz, ul. Bernardyńska 6

tel. 52 3749537, e-mail: zarski@utp.edu.pl

Recenzent: Prof. dr hab. Kazimierz Chmura