

Jadwiga Zaród

BADANIE BEZROBOCIA NA WSI ZA POMOCĄ DYNAMICZNYCH MODELI OPTYMALIZACYJNYCH Z LOSOWYMI OGRANICZENIAM

THE STUDY OF UNEMPLOYMENT IN RURAL AREAS USING DYNAMIC OPTIMIZATION MODELS WITH RANDOM RESTRICTIONS

Katedra Zastosowań Matematyki w Ekonomii, Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie
ul. Klemensa Janickiego 31, 71-270 Szczecin, e-mail: Jadwiga.Zarod@zut.edu.pl

Summary. The farms of Zachodniopomorskie Province possess a large surplus of manpower. The dynamic optimization models with random restrictions served the investigation of the possibilities of implementation of the unused man-hours. Those models regarded four consecutive years: 2003–2006. The solution proceeded in two steps. The first step allowed to determine the surplus or the deficiency of production factors. In the second step were introduced an additional variables regarding the lease of arable grounds. The results contain the exact sizes of particular crops, leased lands and farm income in the four analyzed years in the regions of Zachodniopomorskie Province. The purpose of this article is to show the possibilities how to bring into cultivation an unused resources in agriculture.

Słowa kluczowe: dochód rolniczy, modele dynamiczne, programowanie stochastyczne.
Key words: dynamic model, farm income, stochastic programming.

WSTĘP

W ostatnich latach na obszarach wiejskich pojawił się problem bezrobocia. Dotyczy on całego kraju, ale szczególnie nasilił się w województwach zachodnio-północnej Polski, gdzie dominowało rolnictwo skolektywizowane. Stopa bezrobocia na wsi w województwie zachodniopomorskim wynosi 27,4% (Program Operacyjny Rozwoju Obszarów Wiejskich... 2005). Nie obejmuje ona właścicieli gospodarstw o powierzchni użytków rolnych wynoszącej nieco powyżej 2 ha, którzy nie są traktowani jako bezrobotni, a pracują w niepełnym wymiarze czasu (tzw. bezrobocie ukryte). Znaczna część gruntów po byłych państwowych gospodarstwach rolnych znajduje się w rękach Agencji Nieruchomości Rolnej; istnieje możliwość ich wydzierżawienia.

Celem tej pracy jest wskazanie niewykorzystanych roboczogodzin w gospodarstwach rolnych i możliwości ich wykorzystania poprzez wydzierżawienie dodatkowych gruntów. Zapotrzebowanie na siłę roboczą zależy od powierzchni gospodarstw, struktury produkcji i stopnia jej mechanizacji. W województwie zachodniopomorskim 84% gospodarstw rolnych zajmuje się tylko produkcją roślinną. Jest ona mniej pracochłonna od produkcji zwierzęcej, co umożliwia uzyskanie dodatkowych rezerw siły roboczej. Różnorodność warunków przyrodniczych, a zwłaszcza glebowych (od lekkich piasków do bagiennych mokradeł, od gleb klasy I do nieużytków), powoduje różne zapotrzebowanie na siłę roboczą w różnych rejonach województwa.

Optymalizacyjne modele z losowymi ograniczeniami umożliwiają ustalenie takiej struktury produkcji w różnych warunkach naturalnych, ale przy pełnej realizacji niewykorzystanych zasobów, która umożliwi uzyskanie najwyższego dochodu rolniczego w każdym rejonie.

METODA

Badaniami objęto wszystkie gminy (104) województwa zachodniopomorskiego. Ze względu na różne warunki przyrodnicze (Stuczyński i in. 2000), takie jak: gleba, agroklimat, rzeźba terenu, warunki wodne, ogólny wskaźnik jakości rolniczej przestrzeni produkcyjnej, podzielono gminy metodą analizy dyskryminacyjnej na 10 rejonów przydatności rolniczej (Zaród 2009).

Dla każdego rejonu zbudowano cztery optymalizacyjne modele z losowymi ograniczeniami w latach 2003–2006. Ogólny model (Krawiec 1991) ma postać:

$$Ax \leq (\geq) \mathbf{b} \text{ (warunki ograniczające – bilansowe)} \quad (1)$$

$$x \geq 0 \text{ (warunek brzegowy)} \quad (2)$$

$$Fc = c^T x \rightarrow \max \text{ (funkcja celu)} \quad (3)$$

gdzie:

A – parametry techniczno-ekonomiczne,

x – zmienne decyzyjne,

c – współczynniki funkcji celu,

\mathbf{b} – wektor losowy o znanym rozkładzie prawdopodobieństwa.

Wektor ograniczeń \mathbf{b} jest zmienną losową typu skokowego (jeżeli wektor \mathbf{b} jest zmienną losową ciągłą, należy ją poddać dyskredytacji).

Jeżeli b_i dla $i = 1, 2, \dots, m$ oznacza realizację wektora losowego \mathbf{b} przy ograniczeniach określonych zależnością (1), to rozpatrując i -te ograniczenie, napotkamy na jedną z trzech sytuacji: $a_i x_i = b_i$, $a_i x_i > b_i$ lub $a_i x_i < b_i$. W pierwszym przypadku ograniczenie i -te jest spełnione dokładnie, w drugim zaistniał niedobór zasobów: $a_i x_i = b_i + y_i$, czyli $a_i x_i - y_i = b_i$, a w trzecim – nadmiar zasobów: $a_i x_i = b_i - y_i$, czyli $a_i x_i + y_i = b_i$, gdzie y_i to zmienna i -tego zasobu – niedoboru lub nadmiaru. Nadmiar i niedobór w realizacji ograniczeń obciążony jest kosztami k_i .

Model z losowymi ograniczeniami rozwiązuje się dwuetapowo (Grabowska 1970). W I etapie przyjmuje się, że zmienne losowe w wektorze ograniczeń przyjmują jakieś zdefiniowane wartości (najczęściej na poziomie ich wartości oczekiwanych). Następnie za pomocą klasycznego modelu programowania liniowego (Grabowski 1980, Wąs 2005) wyznacza się rozwiązanie optymalne.

W II etapie dokonuje się obserwacji realizacji wektora losowego \mathbf{b} i ocenia rozbieżności (niedobór lub nadmiar). Rozbieżności te wyznacza wektor: $\mathbf{B}y = \mathbf{b} - Ax^*$, gdzie x^* to zmienne decyzyjne z rozwiązania optymalnego w pierwszym etapie, a \mathbf{B} – macierz jednostkowa stopnia m .

Zadanie tego etapu można zapisać:

$$\mathbf{B}y = \mathbf{b} - Ax^* \quad (4)$$

$$y \geq 0 \quad (5)$$

$$k^T y \rightarrow \min \quad (6)$$

Optymalne rozwiązanie całego zadania otrzymamy, rozwiązując model:

$$Ax + By = \mathbf{b} \quad (7)$$

$$x \geq 0, y \geq 0 \quad (8)$$

$$Fc = c^T x + (\min k^T y) \rightarrow \max \quad (9)$$

gdzie:

\mathbf{y} i \mathbf{b} – wektory losowe.

Wynikiem rozwiązania jest wektor zmiennych decyzyjnych \mathbf{x}^* i oczekiwanych odchyłeń od realizacji \mathbf{y}^* , przy czym koszty odchyłeń od realizacji wektora \mathbf{b} są możliwie najmniejsze.

Dla każdego roku modele (każdy rok to oddzielny model), zbudowane na podstawie założeń (7)–(9), połączone ze sobą warunkami wspólnymi (wiązącymi); powstały czteroletnie dynamiczne modele optymalizacyjne z losowymi ograniczeniami. Warunki wiążące zbudowano na zasadzie równań rekurencyjnych Bellmana (Bellman i Dryfus 1980).

BUDOWA I ROZWIĄZANIA MODELI GOSPODARSTW ROLNYCH Z LOSOWYMI WYRAZAMI WOLNYMI

Na podstawie danych Agencji Restrukturyzacji i Modernizacji Rolnictwa, Głównego Urzędu Statystycznego i Zachodniopomorskiego Oddziału Doradztwa Rolniczego z lat 2003–2006 oszacowano parametry modeli optymalizacyjnych gospodarstw rolnych z województwa zachodniopomorskiego; niektóre informacje zawiera tab. 1.

Tabela 1. Podstawowe dane statystyczne dotyczące rejonów

Rejony	Liczba gospodarstw	Grunty orne	Struktura zasiewów [%]				
			zboża	rzepak	okopowe	pozostałe	ugory
1	10 025	13,60	52,7	9,9	3,6	3,7	30,1
2	6838	11,30	53,2	7,6	2,7	7,5	29,0
3	8091	15,47	56,2	8,1	1,2	9,2	25,3
4	14 729	12,39	60,1	14,7	4,5	0,6	20,1
5	4506	12,80	47,0	10,3	4,9	0,8	37,0
6	3259	12,82	55,6	10,6	3,4	10,2	20,2
7	4794	4,75	25,2	2,4	1,8	3,6	67,0
8	3773	15,06	59,9	18,0	7,1	0,5	14,5
9	4824	8,39	52,5	9,6	1,8	6,1	30,0
10	4306	15,40	57,9	10,2	2,7	8,1	21,1

Dla wszystkich rejonów zbudowano dynamiczne modele z losowymi ograniczeniami. Składały się one z 56 zmiennych decyzyjnych i 71 warunków bilansowych. Warunki wewnętrzne (dla danego roku) dotyczyły powierzchni gruntów ornych, struktury zasiewów, plonów poszczególnych upraw, nawożenia, zapotrzebowania na siłę roboczą i zachowania substancji organicznych w glebie. Warunki wiążące dotyczyły zmianowania roślin, co zapewniło utrzymanie gleb w dobrej kulturze rolnej i przestrzenne zaplanowanie produkcji na

4 kolejne lata. Funkcją celu był dochód rolniczy brutto. Stanowił on różnicę pomiędzy wartością produkcji a kosztami bezpośrednimi (materiał siewny, nawozy, środki ochrony roślin) i pozostałymi (koszty uprawy i zbioru, inne koszty, np. sznurka, folii, także podatki, ubezpieczenia), bez wynagrodzenia za pracę własną. Wartość produkcji i koszty związane z poszczególnymi uprawami obliczono na podstawie opracowań Zachodniopomorskiego Oddziału Doradztwa Rolniczego (Kalkulacje rolnicze 2003–2006). W latach 2004–2005 dochód powiększono o dotacje bezpośrednie i uzupełniające, a w roku 2006 dodatkowo o dopłaty cukrowe.

Rozwiązanie tych modeli przebiegało dwuetapowo. Do obliczeń wykorzystano program komputerowy MATLAB. W pierwszym etapie (metoda programowania liniowego) określono powierzchnię poszczególnych upraw i gruntów odłogowanych, wielkość dochodu rolniczego oraz liczbę niewykorzystanych roboczogodzin. W drugim etapie wprowadzono do modelu nowe zmienne, oznaczające dodatkową powierzchnię ziemi uprawnej. Powierzchnia ta jest zmienną losową, która zależy od istniejących rezerw siły roboczej oraz od opłacalności ewentualnie uprawianych na niej ziemiopłodów. Funkcja celu tych zmiennych jest obciążona dodatkowymi kosztami (opłaty dzierżawne, podatek gruntowy). W tabeli 2 przedstawiono powierzchnię gruntów ornych i dochód rolniczy (łącznie z 4 badanymi latami) uzyskany w wyniku rozwiązań optymalnych.

Tabela 2. Rozwiązania optymalne dla rejonów

Rejony	Rozwiązanie optymalne	
	powierzchnia GO [ha]	dochód rolniczy [zł]
Rejon 1	23,37	93 301,14
Rejon 2	23,30	92 022,29
Rejon 3	23,34	99 943,26
Rejon 4	24,83	103 512,98
Rejon 5	25,30	93 988,86
Rejon 6	25,94	107 099,64
Rejon 7	12,44	37 768,55
Rejon 8	25,03	118 972,25
Rejon 9	18,50	73 743,46
Rejon 10	24,98	100 524,58

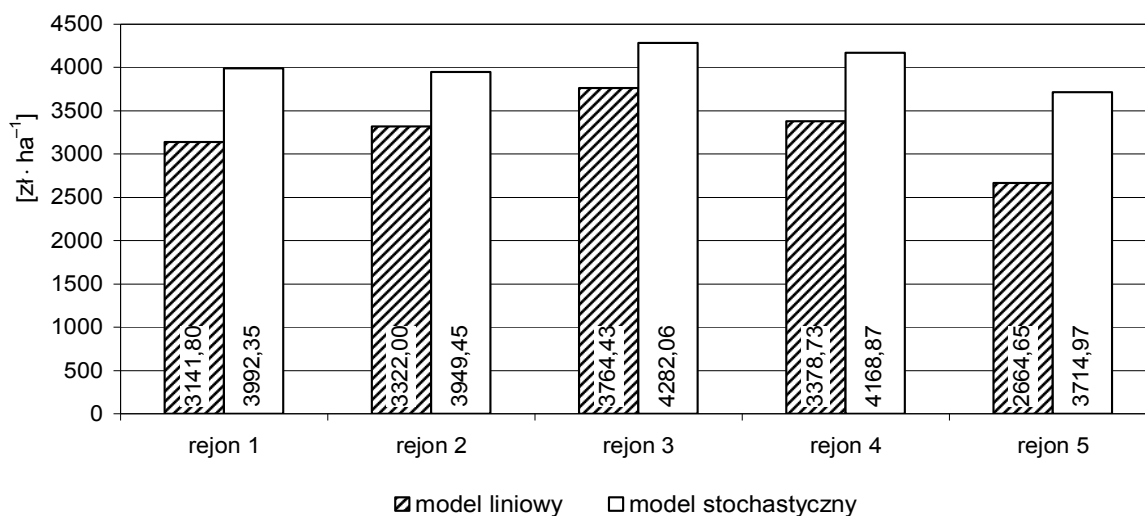
GO – grunty orne.

Źródło: obliczenia własne za pomocą programu MATLAB.

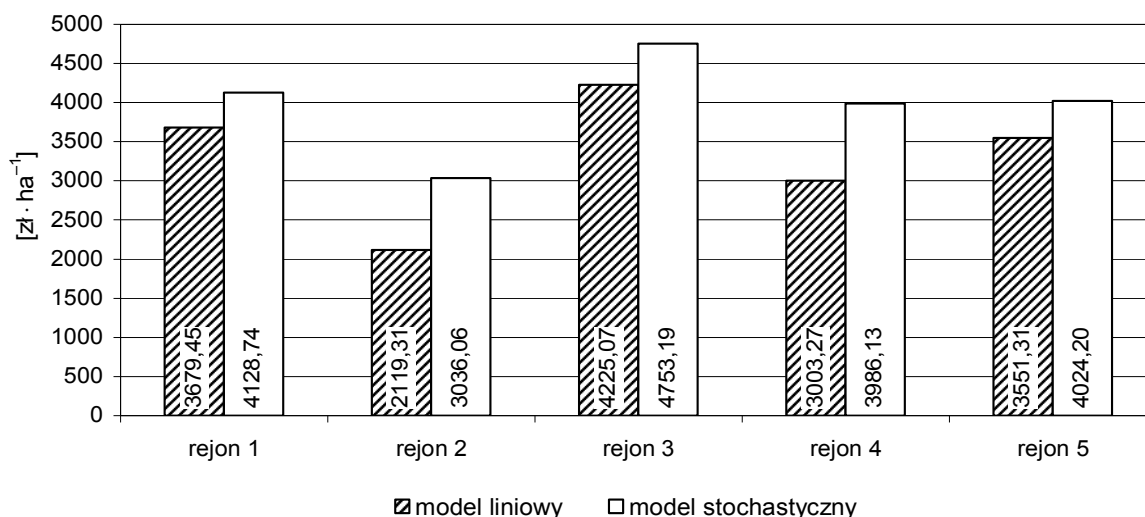
Zagospodarowanie niewykorzystanych roboczogodzin daje możliwość znacznego powiększenia powierzchni gruntów ornych w każdym rejonie. W rozwiązaniach optymalnych modeli rejonów: 4, 5, 6 i 9 areał wzrósł dwukrotnie, a w rejonie 7 – nawet trzykrotnie. Najmniejszy wzrost powierzchni odnotowano w rejonie 3 (o 51%). Natomiast najwyższy dochód rolniczy osiągnięto w rejonie 8, gdzie dominują urodzajne gleby brunatne i czarne ziemie. W rejonie 7 przeważają piaszczyste gleby nadmorskie, a znaczna część gruntów jest odłogowana. Dochód rolniczy w tym rejonie jest najniższy. Dokładniejsza analiza dochodów

rolniczych umożliwia przeliczenie ich na 1 ha gruntów ornych. W celach porównawczych rozwiązano deterministyczne modele optymalizacyjne dla tych samych rejonów; wyniki przedstawiono graficznie na rys. 2, 3.

Najwyższy dochód rolniczy z 1 ha gruntów ornych w 4 analizowanych latach osiągnięto w rejonach 8, 3, 4 i 6, a najniższy – w 7 i 5. W każdym rejonie jednostkowe dochody rolnicze, uzyskane w rozwiązaniach optymalnych modeli z losowymi ograniczeniami, były wyższe od dochodów wynikających z rozwiązań modeli liniowych. Różnice wahają się od 12,2% (w rejonie 6) do 39,4% (w rejonie 5). Jest to spowodowane uprawą na gruntach dzierzawionych roślin o niskich kosztach produkcji albo przynoszących wysokie dochody. Wymusza to funkcja celu, minimalizując koszty nowych zmiennych.



Rys. 2. Jednostkowe dochody w rozwiązaniach optymalnych dla rejonów 1–5



Rys. 3. Jednostkowe dochody w rozwiązaniach optymalnych dla rejonów 6–10

Dokładny plan produkcji rolnej w badanych latach, w wybranych rejonach (8 i 7), przedstawiono w tab. 3 i 4.

Rodzaj uprawy i jej powierzchnia we wszystkich rozwiązaniach optymalnych wynika ze zmianowania roślin i ich następstwa w latach 2003–2006. Zapewnia to utrzymanie gleb

w dobrej kulturze rolnej. Brak niektórych upraw świadczy o ich mniejszej opłacalności i dążeniu do koncentracji produkcji. Spośród zbóż najbardziej opłacalnym gatunkiem jest pszenica, ale jej areal został w modelu ograniczony ze względu na duże wymagania glebowe. Duży zysk przynoszą rośliny okopowe. Buraki również wymagają urodzajnych ziem, a ich wysoki koszt uprawy spowodował, że w dwóch pierwszych latach zostały wyparte przez uprawę ziemniaków. Na gruntach dzierzawionych znaczny areal należy przeznaczyć pod uprawę żyta – rośliny o małych wymaganiach glebowych i niskich kosztach produkcji.

Tabela 3. Czteroletni plan produkcji w rozwiązaniu optymalnym dla rejonu 8

Rok	Pole I	Pole II	Pole III	Pole IV	Dzierżawa
2003	ziemniaki buraki owies (5,19 ha)	pszenica (0,65 ha) jęczmień	rzepak (3,89 ha) pszenżyto	żyto (5,13 ha) inne uprawy (0,15 ha)	zboża (5,46 ha) ziemniaki (3,43 ha)
2004	pszenica (5,19 ha) jęczmień	rzepak (0,65 ha) pszenżyto	żyto (3,74 ha) inne uprawy (0,15 ha)	ziemniaki buraki owies (5,28 ha)	zboża (4,56 ha) ziemniaki (4,13 ha)
2005	rzepak (5,19 ha) pszenżyto	żyto (0,50 ha) inne uprawy (0,15 ha)	ziemniaki buraki owies (3,89 ha)	pszenica (5,28 ha) jęczmień	zboża (6,40 ha) buraki (3,33 ha)
2006	żyto (5,04 ha) inne uprawy (0,15 ha)	ziemniaki buraki owies (0,65 ha)	pszenica (3,89 ha) jęczmień	rzepak (5,28 ha) pszenżyto	zboża (10,07 ha) buraki (2,70 ha)

Źródło: opracowanie własne na podstawie wyników uzyskanych za pomocą programu MATLAB.

Tabela 4. Czteroletni plan produkcji w rozwiązaniu optymalnym dla rejonu 7

Rok	Pole I	Pole II	Pole III	Pole IV	Dzierżawa
2003	ziemniaki (0,14 ha) buraki owies (0,36 ha)	pszenica (0,25 ha) jęczmień (0,04 ha)	rzepak (0,36 ha) pszenżyto	żyto (2,26 ha) inne uprawy (0,19 ha)	zboża (7,24 ha) ziemniaki (1,31 ha)
2004	pszenica (0,25 ha) jęczmień (0,25 ha)	rzepak (0,29 ha) pszenżyto	żyto (0,17 ha) inne uprawy (0,19 ha)	ziemniaki (0,02 ha) buraki owies (2,43 ha)	zboża (7,19 ha) ziemniaki (1,66 ha)
2005	rzepak (0,50 ha) pszenżyto	żyto inne uprawy (0,29 ha)	ziemniaki buraki owies (0,36 ha)	pszenica (0,24 ha) jęczmień (2,21 ha)	zboża (7,50 ha) buraki (1,42 ha)
2006	żyto (0,31 ha) inne uprawy (0,19 ha)	ziemniaki buraki owies (0,29 ha)	pszenica (0,36 ha) jęczmień	rzepak (0,38 ha) pszenżyto (2,07 ha)	zboża (7,79 ha) buraki (1,26 ha)

Źródło: opracowanie własne na podstawie wyników uzyskanych za pomocą programu MATLAB.

W województwie zachodniopomorskim tylko nieliczne gospodarstwa zajmują się hodowlą zwierząt. Rozwiązanie optymalne przykładowego liniowego modelu gospodarstwa rolnego, zajmującego się produkcją zwierzęcą i roślinną (przeznaczoną głównie na pasze), wykazało, że w gospodarstwie tym istnieją małe nadwyżki siły roboczej w okresach szczytowego zapotrzebowania (wiosenne prace pielęgnacyjne, żniwa, wykopki). W modelach z losowymi ograniczeniami nie uwzględniono więc hodowli zwierząt.

WNIOSKI

1. Modele optymalizacyjne z losowymi ograniczeniami wskazują na niewykorzystane czynniki produkcji i możliwości ich realizacji. Nowe zmienne, oznaczające nadmiar lub nie-

dobór czynników produkcji, powodują znaczne zwiększenie wielkości modeli, ale przy odpowiednich programach komputerowych nie jest to problemem.

2. Wydzierżawienie dodatkowej powierzchni gruntów ornych może zmniejszyć bezrobocie (zwłaszcza ukryte) na terenach wiejskich w różnych rejonach województwa zachodniopomorskiego. Zagospodarowanie niewykorzystanych roboczogodzin umożliwi zwiększenie areалу zasiewów w rejonie 3 o 51% i aż trzykrotnie w rejonie 7.

3. Wielkość dochodów rolniczych zależy głównie od warunków przyrodniczych, co potwierdza celowość prowadzenia badań w rejonach.

4. Jednostkowe dochody rolnicze w rozwiązaniach optymalnych modeli z losowymi ograniczeniami są wyższe (o ok. 12–39%) od dochodów wynikających z rozwiązań modeli liniowych.

PIŚMIENNICTWO

Bellman R., Dreyfus S. 1967. Programowanie dynamiczne. Warszawa, PWE.

Grabowska A. 1970. Zastosowanie programowania stochastycznego w rolnictwie. *Prz. Statyst.* 17 (3–4), 286–301.

Grabowski W. 1980. Programowanie matematyczne. Warszawa, PWE.

Kalkulacje rolnicze. 2003–2006. Biul. Zachodniopomor. Ośrod. Dor. Rol. Barzkowice.

Krawiec B. 1991. Metody optymalizacji w rolnictwie. Łódź, PWN.

Program Operacyjny Rozwoju Obszarów Wiejskich na lata 2007–2013. 2005. Warszawa, witryna internetowa Ministerstwa Rolnictwa i Rozwoju Wsi, www.funduszeuropejskie.gov.pl, dostęp dn. 2.09.200 r.

Stuczyński T., Budzyńska K., Gawrysiak L., Zalewski A. 2000. Waloryzacja rolniczej przestrzeni produkcyjnej Polski. *Biul. Inform. IUNG Puławy* 12, 80–82, 353, 364, 395.

Wąs A. 2005. Model optymalizacyjny rolnictwa (na przykładzie gminy Kobylnica). Rozprawa doktorska. Warszawa, SGGW.

Zaród J. 2008. Programowanie liniowo-dynamiczne jako narzędzie analizujące zmiany w funkcjonowaniu gospodarstw rolnych. Łódź, Wydaw. UŁódz., 429–435.

Zaród J. 2009. Wykorzystanie analizy dyskryminacyjnej do podziału województwa zachodniopomorskiego na rejony przydatności rolniczej. *J. Agribus. Rural Develop.* 3 (13), 345–354.

