

AUTOREFERAT

Opis dorobku oraz osiągnięć naukowych

Dr inż. Przemysław Leń

Lublin 2018

Spis treści

1.	Imię i nazwisko	3
2.	Posiadane dyplomy i stopnie naukowe	3
3.	Informacje o dotychczasowym zatrudnieniu w jednostkach naukowych	3
4.	Wskazanie osiągnięcia* wynikającego z art. 16 ust. 2 ustawy z dnia 14 marca 2003 r. o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki (Dz. U. 2016 r. poz. 882 ze zm. w Dz. U. z 2016 r. poz. 1311.).....	4
4.1	Tytuł osiągnięcia naukowego	4
4.2	Omówienie celu naukowego i osiągniętych wyników wraz z omówieniem ich ewentualnego wykorzystania.....	5
4.2.1	Cel i ogólna charakterystyka pracy.....	6
4.2.2	Badanie możliwości wykorzystania metod statystyki wielowymiarowej w przestrzennych analizach porównawczych, w celu wyznaczenia miary syntetycznej umożliwiającej porządkowanie analizowanych obiektów pod względem rozpatrywanego zjawiska.....	9
4.2.3	Opracowanie uniwersalnego algorytmu typowania grup czynników dla potrzeb hierarchizacji prac scalenia i wymiany gruntów	12
4.2.4	Analiza zjawiska szachownicy gruntów na obszarach wiejskich.....	19
4.2.5	Opracowanie metody grupowania obszarów koncentracji zewnętrznej szachownicy gruntów	21
4.2.6	Opracowanie algorytmu optymalizacji oraz wprowadzenie definicji kompleksowego programowania hierarchizacji potrzeb prac scalenia i wymiany gruntów	25
4.2.7	Podsumowanie opisu i synteza osiągnięcia naukowego.....	28
4.2.8	Bibliografia	30
5.	Omówienie pozostałych osiągnięć naukowo-badawczych	34
5.1	Charakterystyka wybranych prac naukowo-badawczych.....	34

Paweł Lew

1. Imię i Nazwisko

PRZEMYSŁAW LEŃ

2. Posiadane dyplomy i stopnie naukowe

- A. Tytuł zawodowy magistra inżyniera w dziedzinie geodezji i kartografii, specjalność – geodezja rolna i wycena nieruchomości uzyskany na Wydziale Inżynierii Środowiska i Geodezji Uniwersytetu Rolniczego im. Hugona Kołłątaja w Krakowie. Praca magisterska pod tytułem: *"Sposób wykorzystania byłego katastru austriackiego do automatyzacji opracowań kartograficznych dla celów katastru nieruchomości na przykładzie powiatu brzozowskiego"*, obroniona 10 lipca 2007 r.

Promotor: prof. dr hab. inż. Karol Noga

Recenzent: dr inż. Adam Sanek

- B. Stopień doktora nauk technicznych w dyscyplinie geodezja i kartografia uzyskany na Wydziale Geodezji Górniczej i Inżynierii Środowiska Akademii Górniczo - Hutniczej w Krakowie.

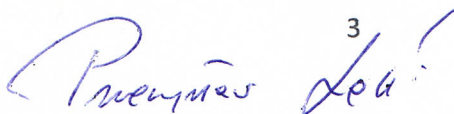
Praca doktorska pod tytułem: *"Sposób określenia pilności potrzeb scalenia i wymiany gruntów"*, obroniona 17 października 2013 r.

Promotor: prof. dr hab. inż. Karol Noga

Recenzenci: dr hab. inż. Edward Preweda, prof. AGH
dr hab. Wojciech Przegon, prof. UR

3. Informacje o dotychczasowym zatrudnieniu w jednostkach naukowych

2007 - 2013	Wyższa Szkoła Inżynieryjno-Ekonomiczna z siedzibą w Rzeszowie Wydział Przedsiębiorczości Katedra Katastru i Geodezyjnego Projektowania Przestrzeni Stanowisko: asystent
2013 - 2016	Wyższa Szkoła Inżynieryjno-Ekonomiczna z siedzibą w Rzeszowie Wydział Przedsiębiorczości Katedra Katastru i Geodezyjnego Projektowania Przestrzeni Stanowisko: adiunkt
od 2016	Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie Wydział Inżynierii Produkcji Katedra Inżynierii Kształtowania Środowiska i Geodezji Stanowisko: asystent

3


DOŚWIADCZENIE ZAWODOWE

III 2006 – VI 2007	Okręgowe Przedsiębiorstwo Geodezyjno-Kartograficzne w Rzeszowie, Oddział Terenowy w Krośnie Stanowisko: geodeta
VI 2010 – VI 2011	Własna działalność gospodarcza, firma GEO-PROJEKT USŁUGI GEODEZYJNO-KARTOGRAFICZNE

4. Wskazanie osiągnięcia* wynikającego z art. 16 ust. 2 ustawy z dnia 14 marca 2003 r. o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki (Dz. U. 2016 r. poz. 882 ze zm. w Dz. U. z 2016 r. poz. 1311.)

4.1 Tytuł osiągnięcia naukowego

Osiągnięciem naukowym wynikającym z art. 16 ust. 2 ustawy z dnia 14 marca 2003 r. o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki jest jednotematyczny cykl publikacji nt. **Metodyka kompleksowej identyfikacji obszarów wiejskich na potrzeby procesu scalenia i wymiany gruntów**. W skład osiągnięcia naukowego wchodzi następujące publikacje:

1. Leń P. 2017. *The Use Of Statistical Methods in Creation of the Urgency Ranking of the Land Consolidation and Land Exchange Works*. "Environmental Engineering" 10th International Conference Vilnius Gediminas Technical University. eISSN 2029-7092/ eISBN 978-609-476-044-0, eISSN 2029-7092/ eISBN 978-609-476-044-0, DOI: <https://doi.org/10.3846/enviro.2017.212>.

15 pkt.

2. Leń P. 2018. *An algorithm for selecting groups of factors for prioritization of land consolidation in rural areas*. Computers and Electronics in Agriculture 144 (2018) p. 216-221. DOI: 10.1016/j.compag.2017.12.014.

35 pkt. (IF: 2.201)

3. Leń P. 2017. *Methodology of Prioritization of Land Consolidation and Land Exchange Interventions*. The World Multidisciplinary Earth Sciences Symposium (WMESS 2017). IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 95 (2017) 032010. DOI: 10.1088/1755-1315/95/3/032010.

15 pkt.

4. Leń P. 2017. *The size of the external patchwork of fields as an indicator of the need for land consolidation and exchange in the villages of the commune of Drzewica*. Journal of Water and Land Development. No. 33 p. 991-06. DOI: 10.1515/jwld-2017-0024.

14 pkt.

5. Leń P. 2017. *Patchwork of Land Ownership as Barrier to Development of Rural Areas*. Geomatics and Environmental Engineering, Volume 11, Number 3, 2017, p. 85-96.

11 pkt.

6. Leń P. 2018. *Metodyka oceny i likwidacji zewnętrznej szachownicy gruntów rolnych na potrzeby zwiększenia efektywności procesu scalenia i wymiany*. Acta Scientiarum Polonorum. Administratio Locorum, 17(1)2018, p. 316-324.

9 pkt.

Razem: 99 pkt. IF: 2,201

4.2 Omówienie celu naukowego i osiągniętych wyników wraz z omówieniem ich ewentualnego wykorzystania

Problematykę likwidacji wadliwej struktury przestrzennej gruntów należy rozpatrywać w trzech aspektach: prawnym, technicznym oraz ekonomicznym. Prace urządzenioworolne reguluje w Polsce jedynie Ustawa z dnia 26 marca 1982 roku o scalaniu i wymianie gruntów. Według powyższego aktu prawnego celem scalenia gruntów jest tworzenie korzystniejszych warunków gospodarowania w rolnictwie i leśnictwie poprzez poprawę struktury obszarowej gospodarstw rolnych, lasów i gruntów leśnych, racjonalne ukształtowanie rozłogów gruntów, dostosowanie granic nieruchomości do systemu urządzeń melioracji wodnych, dróg oraz rzeźby terenu. W obecnym czasie brak jest aktualnych aktów prawnych niższego rzędu w formie rozporządzenia lub wytycznych technicznych (np. w formie Instrukcji technicznej), która byłaby uzupełnieniem i uściśleniem ogólnych przepisów prawnych zawartych w obowiązującej Ustawie [53]. W związku z tym, że nie ma w Polsce szczegółowych wytycznych do przeprowadzenia prac scaleniowych w dostosowaniu do cech charakterystycznych obiektu scaleniowego, koniecznym wydaje się opracowanie algorytmu postępowania umożliwiającego optymalne zakwalifikowanie obszarów do scaleń.

Od strony ekonomicznej przeprowadzenie tego procesu geodezyjno-prawnego ułatwia fakt, że od momentu przystąpienia Polski do Unii Europejskiej (1.05.2004 r.), uruchomiono fundusze unijne, które umożliwiają sfinansowanie prac scaleniowych oraz zagospodarowania

poscaleniowego. W Programie Rozwoju Obszarów Wiejskich (PROW) na lata 2007-2013, scalenia gruntów znalazły w zakresie tematycznym: „Poprawianie i rozwijanie struktury związanej z rozwojem i dostosowaniem rolnictwa i leśnictwa”. Z kolei głównym celem PROW przypadającym na lata 2014-2020 jest rozwój obszarów wiejskich. W ramach tego programu planowane jest udoskonalenie gospodarstw, przebudowa małych gospodarstw rolnych oraz dofinansowania dla rolników posiadających niewielkie gospodarstwa. Budżet przeznaczony na scalenia gruntów ma na celu poprawę obszarową gospodarstw oraz zwiększenie konkurencyjności rolnictwa naszego kraju.

Problem dużej wadliwości struktury przestrzennej gruntów rolnych dotyczy wielu krajów. Przede wszystkim wynika on z trwających często od setek lat przeobrażeń o charakterze społecznym, gospodarczym oraz historycznym. Uwarunkowania te sprawiają, że wiele podobnych problemów związanych z niekorzystną strukturą przestrzenną gruntów jest wspólnych dla niektórych krajów Europy Centralnej [48], [7], [8]. Omawiane zjawisko i jego negatywne konsekwencje są również obecne w innych częściach Europy i świata [30]. W literaturze światowej autorzy zauważają, że do najważniejszych wadliwości struktury przestrzennej zaliczyć należy duże rozdrobnienie gruntów „land fragmentation”. Na przestrzeni ostatnich lat, problem ten analizowali między innymi: [22], [23], [2], [3], [18], [12], [8], [34], [51], [13], [18], [16], [20], [27]. Zjawisko LF wpływa niekorzystnie na dochodowość gospodarstw rolnych oraz utrudnia procesy racjonalnego gospodarowania ziemią. Ponadto przyczynia się ono do dezorganizacji prac rolniczych. Warto zwrócić uwagę, że Van Dijk [8] wyróżnił aż cztery typy rozdrobnienia gruntów, które uzależnił od rodzaju użytkowania, formy władania lub własności, struktury geometrycznej działek (powierzchnia, kształt działki, odległości działek tego samego właściciela od siebie lub od siedliska). Czynnikiem znacznie pogarszającym strukturę przestrzenną gruntów, jest występujący na skutek rozdrobnienia gruntów, brak dostępu działek do dróg dojazdowych. Jeżeli dodatkowo uwzględnimy do tego wadliwą wewnętrzną, jak i zewnętrzną szachownicę gruntów rolnych, wówczas mamy obraz struktury przestrzennej gruntów rolnych na obszarach Polski południowej, południowo-wschodniej, wschodniej oraz centralnej części kraju.

4.2.1 Cel i ogólna charakterystyka pracy

Scalenie gruntów jest jednym z podstawowych zabiegów urządzenioworolnych, wpływającym na kompleksową poprawę organizacji rolniczej przestrzeni produkcyjnej. Ma na celu przekształcenie układu powierzchniowego gruntów rozdrobnionych i rozmieszczonych w szachownicy oraz nadmiernie wydłużonych, w możliwie duże

i regularne działki. O konieczności wykonania scalania gruntów decydują szczegółowe analizy parametrów świadczących o zapotrzebowaniu na tego typu prace.

Kompleksowe scalenia gruntów obecnie traktowane są jako działania ściśle powiązane z wykonaniem zagospodarowania poscaleniowego, w skład którego wchodzi: poprawa istniejącej infrastruktury terenowej, poprzez możliwość budowy i modernizacji dróg dojazdowych do gruntów rolnych oraz melioracji szczegółowych, a także zabiegi przeciwoerozyjne (pasy buforowe, zadrzewienia przydrożne i śródpolne).

Prawidłowo przeprowadzone scalenie gruntów stwarza możliwości właściwej organizacji gospodarstw rolnych, przy jednoczesnym zachowaniu środowiska naturalnego. Zapewnia odpowiednie warunki zrównoważonego i wielofunkcyjnego rozwoju wsi poprzez ograniczenie szkodliwego wpływu intensywnego rolnictwa na środowisko naturalne oraz prowadzi do poprawy warunków życia i pracy ludności na wsi.

Z chwilą wejścia Polski do Unii Europejskiej priorytetami przy realizowaniu prac scalenia i wymiany gruntów jest rozwój ekonomiczny podnoszący atrakcyjność obszarów wiejskich dla ich mieszkańców, jak również wzmocnienie zrównoważonego ekonomicznie rozwoju sektora rolnego z jednoczesnym uwzględnieniem zachowania równowagi środowiska naturalnego o czym piszą Dudzińska, Kocur-Bera [9], [10].

W celu identyfikacji obszarów, na których powinny być wykonywane prace scalenia i wymiany gruntów, koniecznym jest przeprowadzenie szeregu badań oceniających rzeczywisty stan rolniczej przestrzeni produkcyjnej, gdyż różne rejony Polski charakteryzują się odmienną strukturą przestrzenną. Zasób takich informacji daje możliwość wypracowania sposobów oceny wadliwości w strukturze przestrzennej gruntów. Jest to warunek konieczny, wynikający z faktu, iż prawie cały obszar południowej, południowo-wschodniej, wschodniej oraz centralnej Polski odznacza się dużymi wadliwościami w strukturze przestrzennej gruntów. Podjęcie prac przekształcających wadliwe układy gruntowe na całym obszarze nie jest możliwe ze względów technicznych jak i finansowych. Dlatego też prace scalenia i wymiany gruntów powinny być podejmowane na tych obszarach, w których występują najpilniejsze potrzeby. Z tego powodu wynika konieczność oceny stopnia wadliwości struktury przestrzennej gruntów dla określenia zapotrzebowania na prace scalenia i wymiany gruntów, a przede wszystkim ustalenia kolejności ich wykonywania.

Należy jednak podkreślić, że do tej pory nie opracowano uniwersalnej metody hierarchizacji pilności podejmowania prac scalenia i wymiany gruntów uwzględniającej różnorodną strukturę przestrzenną obszarów wiejskich w Polsce.

W związku z tym głównym celem badań przeprowadzonych przez autora było opracowanie uniwersalnego algorytmu hierarchizacji pilności prac scalenia i wymiany gruntów z wykorzystaniem metod statystycznych, jako merytorycznej i metodycznej podstawy tej hierarchizacji. W rezultacie badań uzyskano wyniki, które w dużym stopniu rozwiązują przedstawiony problem badawczy.

Cele szczegółowe przeprowadzonych badań można scharakteryzować następująco:

- badanie możliwości wykorzystania metod statystyki wielowymiarowej w przestrzennych analizach porównawczych, w celu wyznaczenia miary syntetycznej umożliwiającej porządkowanie analizowanych obiektów pod względem rozpatrywanego zjawiska,
- opracowanie uniwersalnego algorytmu typowania grup czynników dla potrzeb hierarchizacji prac scalenia i wymiany gruntów,
- analiza zjawiska szachownicy gruntów na obszarach wiejskich,
- opracowanie metody grupowania obszarów koncentracji zewnętrznej szachownicy gruntów,
- opracowanie algorytmu optymalizacji oraz wprowadzenie definicji kompleksowego programowania hierarchizacji potrzeb prac scalenia i wymiany gruntów.

Najważniejszym **oryginalnym osiągnięciem naukowym zaprezentowanym w pracy według autora, jest opracowanie uniwersalnego algorytmu doboru czynników charakteryzujących strukturę przestrzenną obszarów wiejskich. Wytypowane w oparciu o niego grupy czynników (na trzech poziomach szczegółowości) stanowią podstawę hierarchizacji pilności podejmowania prac scalenia i wymiany gruntów. Wyniki opracowanej metody grupowania obszarów koncentracji zewnętrznej szachownicy gruntów w zestawieniu z opracowanym rankingiem stanowią końcowy efekt kompleksowego programowania prac scalenia i wymiany gruntów.**

Wytypowanie tych obszarów pozwoli na wskazanie wsi, które w ramach prac scalenia i wymiany powinny być scalane jednocześnie. Omawiany proces jest regulowany poprzez Art.2.1. Ustawy o scalaniu i wymianie gruntów, który mówi, że: scaleniem obejmuje się grunty położone w jednej lub kilku wsiach, bądź w ich częściach; grunty te tworzą obszar scalenia. Z praktycznego punktu widzenia wykorzystanie tej możliwości pozwoli na uzyskanie lepszych efektów scaleniowych poprzez poprawę struktury przestrzennej gruntów rolnych i jednocześnie likwidację wadliwej szachownicy gruntów, a tym samym bardziej efektywne wydatkowanie funduszy przeznaczonych na tego typu prace.

Poszczególne prace (od 1 do 6) stanowią wynik realizacji celów szczegółowych.

4.2.2 Badanie możliwości wykorzystania metod statystyki wielowymiarowej w przestrzennych analizach porównawczych, w celu wyznaczenia miary syntetycznej, umożliwiającej porządkowanie analizowanych obiektów pod względem rozpatrywanego zjawiska.

Pierwszym problem, którym autor zajął się w ramach badań nad metodyką kompleksowej identyfikacji obszarów wiejskich na potrzeby procesu scalenia i wymiany gruntów były badania nad doбором odpowiednich metod statystycznych, w celu przeprowadzenia rankingów pilności prac scalenia i wymiany gruntów. Badania przedstawione zostały w dwóch publikacjach „*The use of statistical methods in creation of the urgency ranking of the land consolidation and land exchange works*” [1] oraz „*Methodology of prioritization of land consolidation and land exchange interventions*” [3]. Analiza literatury [15], [1], [26] wykazała, iż w analizach nad pilnością prac scalenia i wymiany gruntów, a zwłaszcza w przestrzennych analizach porównawczych, pomocne jest stosowanie metod statystyki wielowymiarowej, pozwalające na wyznaczenie miary syntetycznej. Miary te zastępują liczny zbiór cech badanego obiektu jedną zmienną zagregowaną, umożliwiającą porządkowanie analizowanych obiektów (wsi) pod względem rozpatrywanego zjawiska; pilności przeprowadzania prac scalenia i wymiany gruntów.

W praktyce istnieje wiele metod tworzenia miar syntetycznych wykorzystujących odpowiednio zmienne diagnostyczne. Dobór tych zmiennych przeprowadza się podobnie jak dobór zmiennych objaśniających, ustalając listę zmiennych charakteryzujących badane zjawisko. Miary syntetyczne umożliwiają porządkowanie obiektów ze względu na poziom wielotematycznego i wielocechowego zjawiska.

Pierwszą z wykorzystanych metod była zaproponowana przez Hellwiga [15] miara rozwoju, która syntetyzuje informacje z ciągu zmiennych diagnostycznych i przyporządkowuje analizowanemu zjawisku agregatową jedną miarę.

W celu określenia syntetycznego miernika pilności przeprowadzania prac scaleniowych skorzystano ze wzoru (1):

$$W_k = \sum_{k=1}^5 (Czn_k w_k) \quad (1)$$

gdzie: Czn_k – to normalizacja cech dla ułatwienia porównywania wartości pomiędzy działami obliczona według formuły (2)

$$Czn_k = (s_j / s_{\max})_k \quad (2)$$

k – numer kolejny analizowanej wsi $k=1, 2, 3, 4, 5$

Wartości s_j – to średnie ważone cech w działach, dla każdej wsi celem określenia pilności prac scaleniowych obliczone zgodnie z formułą (3):

$$s_j = \frac{1}{\sum w_i} \sum c_i w_i \quad (j=1, 2, 3, 4) \quad (3)$$

c_i – wartość cechy w j-tej grupie tematycznej

w_i – odpowiadająca jej waga.

Wagi dla oceny wartości cech między działami dla obliczenia mierników syntetycznych pilności przeprowadzania prac przyjęto kierując się wiedzą ekspercką oraz przeprowadzoną analizą zebranych danych. Wagi dla poszczególnych czynników przyjęto według zasady $\sum w_i = 1$ w obrębie grupy cech.

Wartości mierników syntetycznych znajdują się w przedziale liczbowym [0,1]. Im wartość miernika jest bliższa jedności tym dany obiekt znajduje się bliżej wzorca. Najmniej korzystną wartością miernika jest 0, najbardziej korzystną 1. Utworzona zmienna syntetyczna jest jednocześnie względny miernikiem pilności przeprowadzania prac scaleniowych i wymiany gruntów dla danego obszaru w stosunku do obiektu modelowego (miejscowości wzorcowej).

Drugą wykorzystaną metodą był syntetyczny miernik rozwoju Hellwiga, który umożliwia standaryzację zmiennych diagnostycznych poprzez wyznaczenie metryki euklidesowej, a następnie miary syntetycznej. Utworzona miara syntetyczna jest jednocześnie względny miernikiem pilności przeprowadzania prac scaleniowych i wymiany gruntów dla danego obszaru w stosunku do pewnego obiektu wzorcowego. Kolejność obliczeń odnoszących się do rozpatrywanej metody przedstawiono za pomocą poniższego algorytmu:

- na podstawie macierzy zestandaryzowanych danych wejściowych wyznaczono obiekt wzorcowy o wystandaryzowanych współrzędnych (wystandaryzowanych wartościach zmiennych):

$$\mathbf{O}_0 = [z_{0j}], \quad j=1,2,\dots,m. \quad (4)$$

- współrzędne obiektu wzorcowego wyznaczano na podstawie następującej formuły:

$$z_{0j} = \max_i \{z_{ij}\} \quad \text{– gdy wybrana cecha jest stymulantą}$$

$$z_{0j} = \min_i \{z_{ij}\} \quad \text{– gdy wybrana cecha jest destymulantą} \quad j=1,2,\dots,m. \quad (5)$$

- następnie obliczano dla każdego obiektu jego odległość od obiektu wzorcowego, stosując najczęściej metrykę euklidesową o postaci:

$$d_{i0} = \left[\sum_{j=1}^m (z_{ij} - z_{0j})^2 \right]^{\frac{1}{2}} \quad i=1,2,\dots,m. \quad (6)$$

- miara syntetyczna jest ostatecznie definiowana jako:

$$s_i = 1 - \frac{d_{i0}}{d_0} \quad i=1,2,\dots,m, \quad (7)$$

gdzie:

$$d_0 = \bar{d}_0 + 2S(d_0) \quad (8)$$

przy czym:

$$\bar{d}_0 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n d_{i0} \quad S(d_0) = \left[\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (d_{i0} - \bar{d}_0)^2 \right]^{\frac{1}{2}} \quad (9)$$

Miara s_i przyjmuje zazwyczaj wartości z przedziału $[0; 1]$. Wartości te są tym wyższe, im dany obiekt jest mniej oddalony od wzorca.

Przedstawione dwie metody statystyczne zostały wykorzystane w celu stworzenia rankingów pilności podejmowania prac scalenia gruntów a także ich wyniki zostały porównane z wynikami otrzymanymi przy wykorzystaniu metody unitaryzacji zerowej (MUZ), którą autor zastosował we wcześniejszych badaniach.

Metoda unitaryzacji zerowej pozwala na unormowanie zmiennych diagnostycznych, opisujących badany obiekt. Zmienne te dzielą się na następujące grupy [28]:

- 1) stymulanty – są to zmienne, których wzrost wartości przyczynia się do wzrostu oceny cechy analizowanego obiektu, w takim przypadku zmienne normowane obliczano według wzoru:

$$Z = \frac{(x - x_{\min})}{(x_{\max} - x_{\min})} \quad (10)$$

- 2) destymulanty – są to zmienne, których wzrost wartości przyczynia się do spadku oceny cechy analizowanego obiektu, w takim przypadku zmienne normowane obliczano według wzoru:

$$Z = \frac{(x_{\max} - x)}{(x_{\max} - x_{\min})} \quad (11)$$

gdzie:

z – zmienna znormalizowana,

x – zmienna przed normalizacją,

$x_{\max}$ – wartość maksymalna zmiennej w danym zbiorze,

$x_{\min}$ – wartość minimalna zmiennej w danym zbiorze.

Normalizacja cech diagnostycznych umożliwia otrzymanie łącznej wielokryterialnej oceny każdego obiektu. Łączna ich ocena uzyskiwana jest drogą agregacji. W celu otrzymania miernika syntetycznego wylicza się średnie wartości zbiorów charakteryzujące poszczególne cechy według wzoru [42]:

$$z_i = \frac{1}{p} \sum_{j=1}^p x_{ij} \quad (i = 1, \dots, m) \quad (12)$$

Miary unormowane zawarte są w przedziale [0,1]. Uzyskane wyniki interpretuje się jako wartość przeciętną cech optymalnych każdego obiektu. Zatem pozycja obiektu w tworzonego rankingu jest wyższa, im wyższa jest wartość miernika syntetycznego.

Szczególną rolę w empirycznych badaniach działalności ludzkiej, a zwłaszcza w obszarze badań porównawczych mają metody taksonomiczne, prowadzące do liniowego uporządkowania obiektów według charakterystycznego dla nich wskaźnika syntetycznego, obliczonego na podstawie szeregu wspólnych cech. Metody te są szeroko stosowane w ekonometrii lub w badaniach społeczno-ekonomicznych do tworzenia wszelkiego rodzaju rankingów rozwoju opartych na wieloaspektowych danych dotyczących badanych obiektów. Miary syntetyczne umożliwiają porządkowanie obiektów ze względu na poziom wielotematycznego i wielocelowego zjawiska poprzez syntezę informacji z ciągu zmiennych diagnostycznych i przyporządkowanie analizowanemu zjawisku jednej miary zagregowanej.

4.2.3 Opracowanie uniwersalnego algorytmu typowania grup czynników dla potrzeb hierarchizacji prac scalenia i wymiany gruntów

W drugim artykule pod tytułem „*An algorithm for selecting groups of factors for prioritization of land consolidation in rural areas*”[2], autor zwraca uwagę na fakt, iż znaczny odsetek obszarów wiejskich w Polsce charakteryzuje się wadliwą strukturą przestrzenną gruntów, a środki finansowe na prace związane ze scaleniem i wymianą są ograniczone, zatem koniecznym staje się wytypowanie obszarów, w których prace te powinny być wykonane w pierwszej kolejności. Weryfikacja czynników mających wpływ na pogorszenie struktury przestrzennej wsi jest warunkiem koniecznym (ale nie wystarczającym) na znalezienie mechanizmów obronnych, w celu jej poprawy. Dodatkowym atutem takiego rozwiązania jest możliwość opracowania hierarchizacji potrzeb w zakresie pilności prac scaleniowych możliwym do zastosowania na dowolnym obszarze.

W pierwszym etapie realizacji prac zmierzających do wytypowania czynników wpływających na stan struktury przestrzennej badanych obszarów, koniecznym jest zebranie aktualnych i rzetelnych informacji o obiekcie badań, obejmujących jak najwięcej danych ilościowych, za pomocą których można scharakteryzować badany teren w celu lepszego wykorzystania przestrzeni wiejskiej [32]. W tym miejscu należy zaznaczyć, że obszary wiejskie można scharakteryzować za pomocą wielu zróżnicowanych czynników, dostarczających informacji na temat stopnia wadliwości struktury przestrzennej gruntów. Niektóre z tych czynników można przedstawić za pomocą syntetycznych wskaźników opisujących stopień ich natężenia, co umożliwia częściową redukcję zbioru danych.

Szczegółowe analizy wadliwej struktury przestrzennej wsi, wykonano na podstawie rzeczywistych (terenowych) danych, pochodzących z baz danych EGiB, pełniących w Polsce rolę katastru nieruchomości – pozwoliły na wytypowanie grup czynników opisujących badany obszar. Zebrane czynniki zostały pogrupowane tematycznie i przekazują ważne oraz kompletne informacje na temat badanych obszarów. Zaliczono do nich 56 czynników zestawionych na trzech poziomach szczegółowości danych.

I POZIOM SZCZEGÓŁOWOŚCI DANYCH

Pierwszy poziom szczegółowości danych obejmuje: czynniki ogólne (general), czynniki szczegółowe (private lands), dostęp do dróg (road), wskaźniki produktywności (agricultural productivity). Czynniki generalne przekazują najważniejsze informacje na temat badanych obiektów. Informacje te pozyskano z baz danych katastralnych. Wśród nich wyróżniamy: Gx_1 – powierzchnia ogólna obrębu [ha], Gx_2 – ogólna liczba działek w obrębie, Gx_3 – liczba mieszkańców, Gx_4 – liczba mieszkańców na 1km^2 , Gx_5 – procent liczby działek gruntów gospodarstw indywidualnych, Gx_6 – procent powierzchni gruntów gospodarstw indywidualnych, Gx_7 – średnia powierzchnia działki we wsi [ha].

Dugą, istotną grupę czynników zaliczonych do pierwszego poziomu szczegółowości danych, stanowią czynniki szczegółowe, które stanowią istotne uzupełnienie informacji na temat prywatnych gruntów (private lands). Zaliczono do nich następujące czynniki: PLx_1 – liczba jednostek rejestrowych w obrębie, PLx_2 – liczba jednostek rejestrowych gospodarstw rolnych, PLx_3 – procent jednostek rejestrowych gospodarstw rolnych, PLx_4 – liczba jednostek rejestrowych gruntów niewchodzących w skład gospodarstw rolnych, PLx_5 – procent jednostek rejestrowych gruntów niewchodzących w skład gospodarstw rolnych, PLx_6 – liczba działek jednostki rejestrowej gospodarstw rolnych, PLx_7 – powierzchnia działek gospodarstw rolnych [ha], PLx_8 – procent liczby działek gospodarstw rolnych w stosunku do wszystkich gruntów prywatnych, PLx_9 – procent powierzchni działek w stosunku do wszystkich gruntów prywatnych, PLx_{10} – średnia liczba działek w jednostce rejestrowej, PLx_{11} – średnia powierzchnia jednostki rejestrowej [ha].

Trzecia grupa czynników dotyczy działek bez bezpośredniego dostępu do dróg transportu rolnego (road): Rx_1 – procent liczby działek bez dostępu do drogi oraz Rx_2 – procent powierzchni działek bez dostępu do drogi.

Czwarta grupa czynników dotyczy wskaźnika produktywności (agricultural productivity). Wskaźniki produktywności dla gruntów ornych i użytków zielonych obliczono na podstawie wzoru [31] i oznaczono jako: APx_1 – wskaźnik produktywności gruntów ornych, APx_2 – wskaźnik produktywności użytków zielonych. Wyżej wymienione wskaźniki zostały obliczone na podstawie czynników przekazujących informację na temat powierzchni gruntów ornych i użytków zielonych (łąki, pastwiska) oraz ich klas bonitacyjnych.

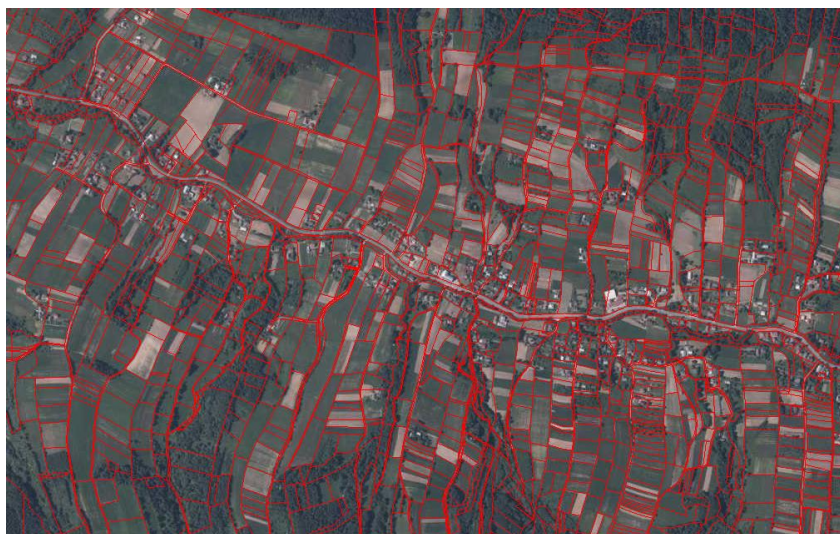
Powyższe czynniki, zestawione w pierwszym poziomie szczegółowości stanowią podstawę przy tworzeniu hierarchizacji potrzeb prac scalenia i wymiany gruntów wybranego obszaru gminy czy powiatu, gdyż uzyskane dane przedstawiają obraz badanych wsi niezależnie od regionu Polski.

II POZIOM SZCZEGÓŁOWOŚCI DANYCH

W tym miejscu autor zauważa, iż czynniki geograficzne, związane z położeniem obiektu badań, odgrywają dużą rolę w zakresie identyfikacji problemów wadliwej struktury przestrzennej gruntów rolnych w Polsce. Uwzględniono je na II stopniu szczegółowości w autorskim algorytmie typowania grup czynników dla potrzeb hierarchizacji prac scalenia gruntów.

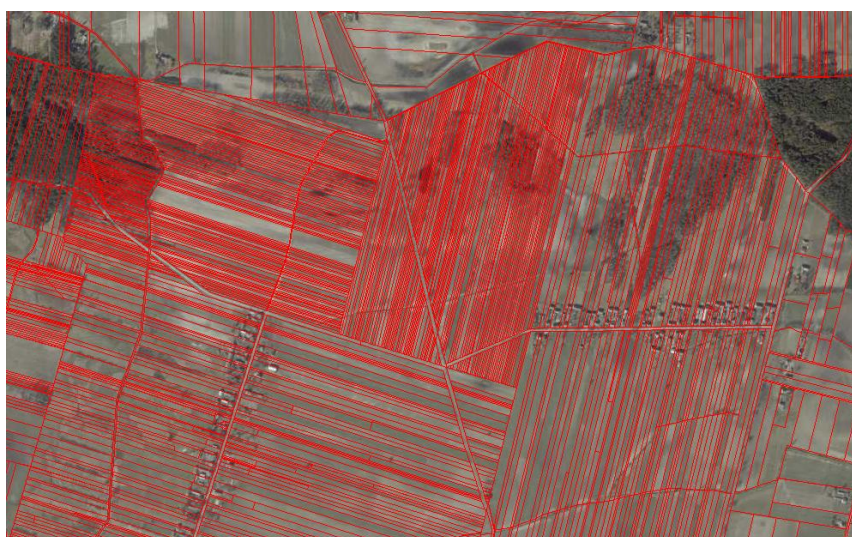
W związku z tym wsie w Polsce południowej, południowo-wschodniej charakteryzują się dużym rozdrobnieniem działek gruntów gospodarstw indywidualnych, co ilustruje rys. 1. Stan rolniczej przestrzeni produkcyjnej w Polsce południowej i południowo-

wschodniej jest konsekwencją procesów historyczno-prawnych, społeczno-gospodarczych i demograficznych badanego obszaru.



Rys. 1 Fragment mapy wsi Gogołów położonej w gminie Frysztak w południowo-wschodniej Polsce

Natomiast w Polsce wschodniej oraz centralnej, oprócz opisanego powyżej rozdrobienia gruntów, przeważa niekorzystna geometria działek. Omawiane obszary, pod względem ukształtowania stanowią w przewadze tereny równinne, na których podział działek odbywał się prostopadłe do drogi, tworząc wstęgowy układ działek. Przykład struktury przestrzennej wsi w Polsce centralnej ilustruje rys. 2.



Rys. 2 Fragment mapy wsi w gminie Paradyż położonej w centralnej Polsce

Na przykładzie zaprezentowanych układów działek ewidencyjnych w różnych częściach Polski (rys. 1 i rys. 2), widać konieczność szczegółowej analizy badanego obszaru

ze względu na rzeźbę terenu, a co za tym idzie układu działek i wynikającej z niej potrzeby określenia odpowiedniego doboru czynników do dalszej analizy.

Dlatego też drugi poziom szczegółowości danych obejmuje (całościowo lub opcjonalnie, w dostosowaniu do obszaru badań) informacje na temat rozdrobnienia gruntów gospodarstw indywidualnych oznaczone jako: (area) Ax_1 – średnia powierzchnia działki [ha]. Ponadto, w celu uszczegółowienia analizy rozdrobnienia zadanego obszaru badań obliczamy syntetyczny wskaźnik rozdrobnienia gruntów według wzoru [40] (land fragmentation) LFx_1 – syntetyczny wskaźnik rozdrobnienia oraz geometrii działek badanych wsi (shape): Sx_1 – średnia wartość wskaźnika geometrii działek, Sx_2 – syntetyczny wskaźnik geometrii działek.

III POZIOM SZCZEGÓŁOWOŚCI

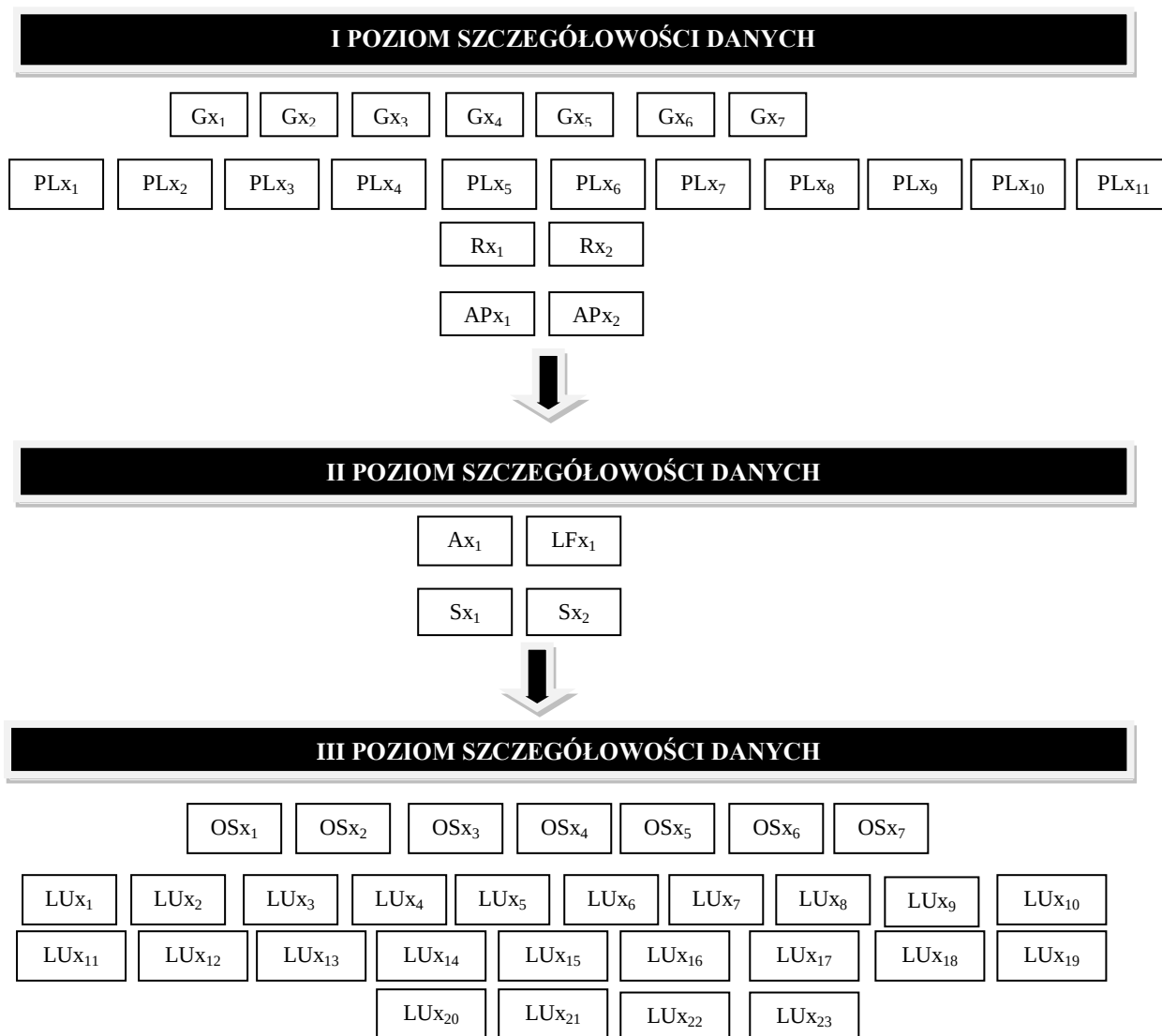
Kolejny poziom szczegółowości danych, w prezentowanym algorytmie typowania czynników dla potrzeb hierarchizacji prac scaleniowych, obejmuje wyłącznie czynniki charakterystyczne dla danego obiektu.

Trzeci poziom szczegółowości czynników charakteryzuje badany obszar pod względem efektywności i możliwości projektowych przy pracach scalenia gruntów. Na tym poziomie przeprowadzano szczegółowe badania dotyczące struktury władania (ownership structure) oraz użytkowania gruntami (land use), charakterystycznej dla badanej wsi. W strukturze władania wyróżnić można następujące czynniki: OSx_1 – procentowy udział gruntów Agencji Własności Rolnej Skarbu Państwa, OSx_2 – procentowy udział gruntów Lasów Państwowych, OSx_3 – procentowy udział gruntów gmin, OSx_4 – procentowy udział gruntów spółdzielni, OSx_5 – procentowy udział gruntów kościołów i związków wyznaniowych, OSx_6 – procentowy udział gruntów wspólnot gruntowych, OSx_7 – procentowy udział gruntów powiatów. Wybór czynników uwzględnia tylko część form władania (grup rejestrowych) wyszczególnionych w rozporządzeniu w sprawie EGiB [52]. Procentowy udział pozostałych form władania w większości przypadków nie występuje na obszarach wiejskich, więc można go pominąć na tym etapie analiz.

Powszechnie wiadomo, że efekty prac scaleniowych uzależnione są od istniejących warunków danego obiektu. Jeżeli obiekt charakteryzuje się dużą liczbą elementów, które nie mogą zostać zmienione, tzw. „niezmienników projektowych” potencjalny efekt prac projektowych jest znacząco mniejszy niż w przypadku obiektów, gdzie nie występują takie ograniczenia. Dlatego też konieczna jest analiza struktury użytkowania, dla której przyjęto oznaczenia według grup użytków gruntowych za obowiązującym rozporządzeniem w sprawie EGiB [53]. W grupie tej wyszczególniono również następujące czynniki: LUX_1 – procentowy udział sadów – S, LUX_2 – procentowy udział gruntów rolnych zabudowanych – Br, LUX_3 –

procentowy udział gruntów zadrzewionych i zakrzewionych na użytkach rolnych – Lzr, LUX₄ – procentowy udział gruntów pod stawami – Wsr, LUX₅ – procentowy udział gruntów pod rowami – W, LUX₆ – procentowy udział nieużytków – N, LUX₇ – procentowy udział lasów – Ls, LUX₈ – procentowy udział gruntów zadrzewionych i zakrzewionych – Lz, LUX₉ – procentowy udział terenów mieszkaniowych – B, LUX₁₀ – procentowy udział terenów przemysłowych – Ba, LUX₁₁ – procentowy udział innych terenów zabudowanych – Bi, LUX₁₂ – procentowy udział zurbanizowanych terenów niezabudowanych lub w trakcie budowy – Bp, LUX₁₃ – procentowy udział terenów rekreacyjno-wypoczynkowych – Bz, LUX₁₄ – procentowy udział użytków kopalnych – K, LUX₁₅ – procentowy udział dróg – dr, LUX₁₆ – procentowy udział terenów kolejowych – Tk, LUX₁₇ – % udział innych terenów komunikacyjnych – Ti, LUX₁₈ – % udział gruntów przeznaczonych pod budowę dróg publicznych lub linii kolejowych – Tp, LUX₁₉ – procentowy udział użytków ekologicznych - E-R, E-L, E-Ps, E-Ls, E-Lz, E-Lzr, E-Wp, E-Ws, E-N, LUX₂₀ – procentowy udział gruntów pod morskimi wodami wewnętrznymi – Wm, LUX₂₁ – procentowy udział gruntów pod wodami powierzchniowymi płynącymi – Wp, LUX₂₂ – procentowy udział gruntów pod wodami powierzchniowymi stojącymi – Ws, LUX₂₃ - procentowy udział terenów różnych – Tr.

Na poniższym schemacie (rys. 3) przedstawiono propozycję uniwersalnego algorytmu typowania grup czynników dla potrzeb hierarchizacji prac scalenia gruntów, obejmującego wszystkie 55 czynników wpływających na poziom wadliwej struktury przestrzennej wsi.



Rys. 3 Uniwersalny algorytm typowania grup czynników dla potrzeb hierarchizacji prac scalenia gruntów

Opracowany uniwersalny algorytm typowania grup czynników może stanowić narzędzie pomocne w hierarchizacji prac scalenia gruntów. Jego zaletą jest możliwość zastosowania w każdym regionie Polski, niezależnie od położenia obiektu scaleniowego.

Pierwszy poziom szczegółowości danych pozwala na zebranie informacji dotyczących obszaru badań opisujących ogólne informacje na temat wybranego obiektu wraz z szczegółowymi informacjami opisującymi stan gospodarstw rolnych. Wybór czynników na drugim poziomie szczegółowości jest ściśle uzależniony od struktury geometrycznej działek ewidencyjnych w gospodarstwach. Trzeci poziom szczegółowości danych daje możliwość doboru czynników, od których uzależnione są możliwości projektowe oraz możliwe do osiągnięcia efekty scaleniowe.

Ze względu na urozmaiconą strukturę przestrzenną gruntów rolnych na obszarze Polski, ich stanu użytkowania, władania czy zagospodarowania, nie można wybrać ścisłej grupy czynników jej opisujących, a w związku z tym nie można poddawać analizie dużym obszarów np. obszaru województwa. Zmienna struktura przestrzenna wymusza, aby obszary do hierarchizacji prac scalenia gruntów ograniczyć do powierzchni gmin czy powiatów, co umożliwi precyzyjny dobór czynników.

4.2.4 Analiza zjawiska szachownicy gruntów na obszarach wiejskich

W kolejnych dwóch publikacjach *„The size of the external patchwork of fields as an indicator of the need for land consolidation and exchange in the villages of the commune of Drzewica”*[4] oraz *„A patchwork of land ownership as a barrier to the development of rural areas”*[5] autor przeprowadził szczegółowe badania dotyczące rozmiarów zewnętrznej szachownicy gruntów na obszarach wiejskich w dwóch gminach centralnej Polski.

W pracach scaleniowych zagadnienie rozproszenia działek określa się mianem szachownicy gruntów. Szachownica gruntów w Polsce, jak i w innych krajach powstała w wyniku długotrwałego procesu historycznego. Na jej powstanie i rozwój złożyły się różne przyczyny – prawne, społeczno-gospodarcze i ekonomiczne występujące w rolnictwie [43], [30], [32], [36].

Pojęcie to wprowadził Koncent-Zieliński [25], który szachownicą gruntów nazywa: *„taki układ ziemi należący do jednej wsi, przy którym prawidłowości pojedynczych właścicieli nie leżą w jednym łącznym kawale przy domu, lecz są rozdrobnione na większą liczbę działek przeważnie wąskich i długich, rozrzuconych na znacznej przestrzeni i poprzegradzanych działkami innych właścicieli”*. W kolejnych latach różni autorze w podobny sposób definiowali badane zagadnienie [44]. Dokładniej badane zjawisko opisał Hopfer, według którego szachownica gruntów ma o wiele szersze znaczenie, gdyż oprócz szachownicy prawnej gruntów występuje szachownica użytków gruntowych, klas bonitacyjnych i upraw [14]. Ze względu na podział administracyjny szachownica gruntów została podzielona na szachownicę wewnętrzną (wewnątrzwioskową) i zewnętrzną (międzywioskową, międzygminną, międzywojewódzką, a nawet międzynarodową) [43]. Autor ten określa gospodarzy posiadających grunty w szachownicy zewnętrznej jako różniczan. Występowanie szachownicy zewnętrznej gruntów szczegółowo zbadał Noga [35].

Według wielu autorów szachownica gruntów jest jednym z istotnych czynników wywierających ujemny wpływ na organizację i poziom produkcji rolniczej. Badający to zjawisko stwierdzili, że wraz ze wzrostem ilości pól i ich odległości od zagrody zmniejsza się

intensywność produkcji rolnej, wzrastają koszty produkcji, a w konsekwencji następuje spadek produkcji i dochodu gospodarstwa [4], [49], [35].

Proces powstawania szachownicy zewnętrznej gruntów ma charakter ciągły, ściśle związany z rozwojem demograficznym ludności oraz wprowadzaniem określonych systemów administracyjnych, społeczno-ekonomicznych i kulturowych. Wytworzona w procesie rozwoju szachownica międzywioskowa powstała na skutek działania następujących głównych czynników [35]:

- utrwalania granic administracyjnych wsi w trakcie sporządzania pierwszych map katastralnych oraz późniejszych zmian,
- podwójnego dziedziczenia gruntów (z linii matki i ojca w zaborze austriackim),
- koligacji małżeńskich,
- obrotu cywilno-prawnego gruntów,
- parcelacji majątków wielkiej własności w okresie międzywojennym,
- osadnictwa na ziemiach odzyskanych,
- emigracji ludności wiejskiej do ośrodków miejsko-przemysłowych po II wojnie światowej,
- nabywanie przez mieszkańców miast gruntów na wsi, najpierw pod budownictwo rekreacyjno-wypoczynkowe, a obecnie pod budynki mieszkalne.

Natomiast szachownica wewnątrzwioskowa wytworzyła się przy dziedziczeniu czy spadkobranii poprzez sprawiedliwy podział gruntów gospodarstw, kupna-sprzedaży w obrębie wsi i koligacji małżeńskich.

Prowadzone wieloletnie badania wykazały, iż problem wadliwej szachownicy gruntów dotyczy zarówno terenów Polski południowo-wschodniej, centralnej i wschodniej. Przeprowadzone badania zostały oparte przy wykorzystaniu tablic typu szachownicowego [36]. Stosowanie tablic w analizach i ocenach szachownicy gruntów pozwala na tworzenie dowolnego stopnia macierzy dla jednej lub kilku wsi czy gminy w zależności od zasięgu terytorialnego występowania gruntów w szachownicy. Uzyskaną macierz porządkowano w ten sposób, aby największe wartości umieścić wzdłuż przekątnej, co pozwoliło na wyodrębnienie obszarów koncentracji szachownicy gruntów. Powyższe prawidłowości można ustalić za pomocą uporządkowanej macierzy, a ponadto określić stopień natężenia i zasięg występowania zjawiska szachownicy zarówno pomiędzy wsiami i podzbiórami wsi, jak i w odniesieniu do całego badanego obszaru. Wykorzystanie podanego sposobu do

ujmowania, bilansowania i analizy szachownicy gruntów pozwoliło w prosty i przejrzysty sposób określić nasilenie zjawiska rozproszenia gruntów gospodarstw rolnych [39].

Obecnie wskazane jest podejmowanie kroków umożliwiających likwidację zarówno szachownicy wewnętrznej, jak i zewnętrznej. Jednym z głównych zabiegów urządzeniowo-rolnych, które umożliwia takie działania, jest proces scalenia i wymiany gruntów. Obszary wiejskie w Polsce potrzebują głębokich zmian strukturalnych, związanych zarówno z produkcją rolną, jak i wielkością gospodarstw, ukształtowaniem ich rozlogów, strukturą demograficzną, przestrzenną i instytucjonalną [45], [46]. Prace scalenia i wymiany gruntów wpływają nie tylko na poprawę warunków życia i pracy rolnika, ale również przyczyniają się do podnoszenia jakości środowiska oraz walorów kulturowych wsi. Prace urządzenioworolne mogą pełnić ważną rolę w ochronie środowiska i krajobrazu, rozwoju wsi i rolnictwa, a także zachowania tradycji i dziedzictwa kulturowego. Zarówno efekty ekonomiczne, jak i środowiskowe prac urządzeniowo-rolnych są niepodważalne [41].

4.2.5 Opracowanie metody grupowania obszarów koncentracji zewnętrznej szachownicy gruntów

W ostatniej, szóstej publikacji pod tytułem „*Metodyka oceny i likwidacji zewnętrznej szachownicy gruntów rolnych dla potrzeb zwiększenia efektywności procesu scalenia i wymiany*” [6], autor zaproponował metodę grupowania obszarów koncentracji zewnętrznej szachownicy gruntów.

W Polsce badania nad rozmiarami szachownicy gruntów i jej skutków zapoczątkował Noga, wprowadzając metodę tablic szachownicowych, którą wykorzystał w wielu opracowaniach [35], [36], [37], [38]. W podejściu Nogi dane początkowe z wartościami liczbowymi jednej wybranej cechy charakteryzującej szachownicę gruntów na badanym obszarze zawarte były w kwadratowej tablicy (macierzy) o rozmiarze odpowiadającym liczbie badanych obiektów. Ze względu na charakter rozpatrywanego problemu wartości zawarte w tablicy odnosiły się bezpośrednio do relacji pomiędzy badanymi obiektami i wyrażały ich wzajemną zależność od siebie pod względem analizowanej cechy. W niniejszych badaniach autor wykorzystał cztery tablice wyrażające odpowiednio; procentowy udział liczby jednostek rejestrowych różniczan zamiejscowych wśród wszystkich jednostek rejestrowych osób fizycznych, procentowy udział liczby działek różniczan zamiejscowych wśród liczby wszystkich działek gruntów prywatnych w obrębie, procentowy udział powierzchni działek różniczan zamiejscowych w powierzchni gruntów gospodarstw indywidualnych, odległości poszczególnych wsi od siebie.

W celu ujęcia w analizie wszystkich czterech cech jednocześnie autor zaproponował zastąpienie tych cech jednym wskaźnikiem odzwierciedlającym stan szachownicy gruntów w poszczególnych obrębach. Tak więc macierze $A = [a_{ij}]$, $B = [b_{ij}]$, $C = [c_{ij}]$ i $D = [d_{ij}]$ zastąpiła jedna macierz wskaźników $W = [w_{ij}]$, dla której:

$$w_{ij} = (a_{ij}) \cdot (b_{ij}) \cdot (c_{ij}) \cdot \frac{1}{d_{ij}} \quad (13)$$

Zauważyć można, że jest to podejście podobne do propozycji Kolmana [24], [21]. Iloczynowa forma wzoru (13) powoduje, że wystarczy, aby jeden z parametrów równy był zero, a wówczas niezależnie od wartości pozostałych, wskaźnik będzie równy zero. W takiej sytuacji nie byłoby żadnej zależności dla danej pary spośród badanych obrębów (czyli wsi). Z kolei ostatnią z uwzględnianych cech uznano jako destymulantę, w związku z czym zastosowano jej odwrotność.

Zgodnie z zasadami tworzenia diagramu Czekanowskiego [5], [6] macierz podobieństwa powinna być symetryczna. Zatem macierz zależności $Z = [z_{ij}]$ przyjmie postać:

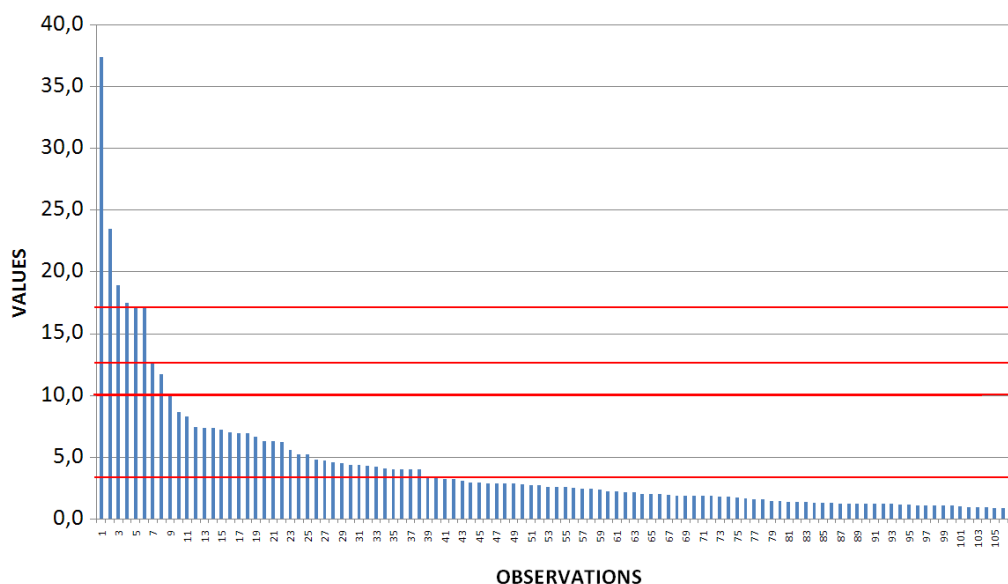
$$Z = W + W^T \quad (14)$$

„Z” jest macierzą symetryczną z wartościami zerowymi na głównej przekątnej. Poszczególne komórki macierzy, leżące poza przekątną główną, odzwierciedlają wzajemną relację danej pary wsi pod względem analizowanych cech. Macierz „Z” jest punktem początkowym dla metody Czekanowskiego. W kolejnym kroku mierniki odległości zawarte w tej macierzy dzieli się na klasy podobieństwa obiektów. W dalszym etapie prac poszczególnym klasom podobieństwa obiektów należy przyporządkować odpowiednie symbole graficzne – w wyniku czego otrzymuje się nieuporządkowany diagram Czekanowskiego. W prezentowanych badaniach na przykładzie gminy Paradyż, obiekty podzielono na 5 klas podobieństwa w taki sposób, że zakres wartości wskaźników z macierzy zależności „Z” dla poszczególnych klas o niższej zależności był o rząd wielkości mniejszy od zakresu dla klasy o wyższej zależności. Puste pola w diagramie, przedstawionym na rys.5, oznaczają brak powiązań pomiędzy obrębami.

Autorska modyfikacja opracowanej metody w stosunku do badań Nogi [36] oraz wcześniejszych analiz Lenia polega na odpowiednim przypisaniu wag poszczególnym cechom. Dla procentowego udziału liczby działek oraz procentowego udziału liczby właścicieli ustalono wartości wag od 1,2,3,4...n. Z kolei dla procentowego udziału powierzchni gruntów różniczan ustalono podwojoną wartość wagi od 2,4,6,8...n, gdyż jak

wykazały badania ta cecha przekazuje najważniejsze z punktu widzenia opracowania grupowania informacji o obiektach.

Wagi te zostały nadane na podstawie wykresu wartości danych. Granice przedziałów ustalano w miejscu dużych skoków wartości, co ilustruje przykład ustalenia przedziałów dla procentowego udziału liczby działek gruntów różniczan zamiejscowych (rys. 4).



Rys.4 Wykres wydzielonych przedziałów procentowego udziału liczby działek

W celu ujęcia w analizie wszystkich czterech cech wraz z odpowiednim wagowaniem zaproponowano wzór:

$$w_{ij} = (a_{ij} \cdot x) \cdot (b_{ij} \cdot y) \cdot (c_{ij} \cdot z) \cdot \frac{1}{d_{ij}} \quad (15)$$

gdzie:

x – waga dla każdego wydzielonego przedziału od 1,2,3,4... n

y – waga dla każdego wydzielonego przedziału od 2,4,6,8,10... n

z – waga dla każdego wydzielonego przedziału od 1,2,3,4... n

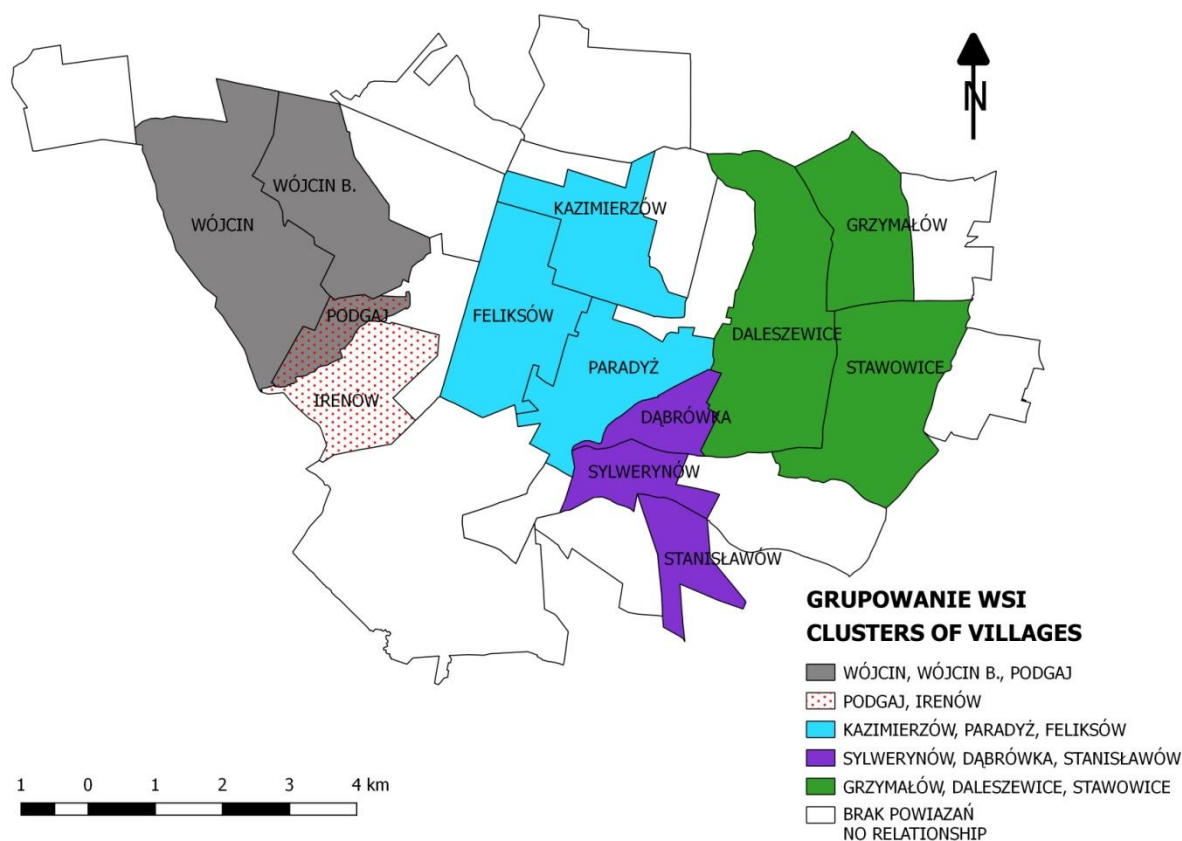
Zgodnie z ideą prekursora metody [35], samo porządkowanie obiektów w skupiska odbywa się poprzez przestawianie wierszy i odpowiadających im kolumn diagramu, tak aby symbole graficzne, reprezentujące możliwe największe zależności, skupiały się wzdłuż głównej przekątnej, a w miarę oddalania się od głównej przekątnej pojawiały się symbole graficzne odpowiadające coraz mniejszym zależnościom. Porządkowanie diagramu w modyfikacji metody Nogi przeprowadzono według algorytmu uwzględniającego funkcję

optymalizacji uporządkowania zaproponowaną przez Sołtysiaka [47]. Efektem końcowym jest graficzny obraz skupień podlegający dalszej wizualnej ocenie [rys. 5].

Wykorzystana metoda, oparta na macierzy zależności i diagramie Czekanowskiego, pozwoliła określić nasilenie zjawiska rozproszenia gruntów gospodarstw indywidualnych we wsiach gminy Paradyż. Analiza uporządkowanego diagramu pozwala stwierdzić, iż w badanej gminie występuje 5 skupisk wsi mocno zależnych od siebie pod względem procentowego udziału liczby jednostek rejestrowych, działek ewidencyjnych oraz ich powierzchni, jak również oddalenia pomiędzy poszczególnymi wsiami [rys. 5, rys. 6].

	Honoratów	Daleszewice	Stawowice	Grzymałów	Wielka Wola	Joaniów	Dorobna Wola	Alfonsów	Stawowiczki	Mariampol	Feliksów	Paradyż	Kazimierzów	Dąbrówka	Sylwerynów	Stanisławów	Bogusław	Solec	Wójcin B.	Wójcin	Podgaj	Irenów	Adamów	Krasik	Popławy-Kolonia	Przyłek
Honoratów	◆																									
Daleszewice	◆	◆	◆	◆	◆							◆														
Stawowice	◆	◆	◆	◆			◆		◆			◆														
Grzymałów	◆	◆	◆	◆	◆				◆																	
Wielka Wola	◆			◆	◆			◆				◆	◆													
Joaniów						◆						◆			◆											
Dorobna Wola		◆					◆																			
Alfonsów					◆			◆			◆	◆	◆													
Stawowiczki		◆	◆						◆			◆														
Mariampol										◆	◆	◆					◆									
Feliksów								◆		◆	◆	◆	◆	◆			◆					◆				
Paradyż	◆	◆	◆	◆	◆			◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆							◆	◆		
Kazimierzów					◆			◆			◆	◆	◆													◆
Dąbrówka											◆	◆	◆	◆	◆	◆		◆								
Sylwerynów						◆					◆	◆	◆	◆	◆	◆							◆			◆
Stanisławów											◆	◆	◆	◆	◆	◆		◆					◆			
Bogusław										◆	◆						◆		◆	◆		◆		◆		
Solec														◆		◆	◆	◆	◆	◆	◆					
Wójcin B.																	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆			
Wójcin																	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆			
Podgaj																		◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆		
Irenów											◆										◆	◆	◆	◆		◆
Adamów												◆			◆	◆							◆	◆		◆
Krasik												◆					◆				◆	◆		◆		
Popławy-Kolonia													◆												◆	
Przyłek															◆							◆	◆			◆

Rys. 5. Macierz szachownicy gruntów we wsiach gminy Paradyż



Rys. 6 Przestrzenny obraz grupowania wsi w gminie Paradyż

Zauważyć można, że na badanym terenie 5 skupisk wsi silnie na siebie oddziałują. W skład 4 skupisk wchodzi po 3 wsie. Pierwsze skupisko – oznaczone kolorem zielonym: Daleszewice, Stawowice, Grzymałów, drugie skupisko (oznaczone kolorem niebieskim) to wsie: Feliksów, Paradyż, Kazimierzów, trzecia grupa (oznaczone kolorem fioletowym) to: Dąbrówka, Sylwerynów, Stanisławów, kolejna zaś grupa wsi (oznaczone kolorem szarym) to: Wójcin B., Wójcin oraz Podgaj. Piąte skupisko stanowią 2 wsie silnie na siebie oddziałujące: Podgaj oraz Irenów (oznaczone kolorem czerwonym). Na uwagę zasługuje fakt, iż wyodrębnione skupiska wsi leżą w bezpośrednim sąsiedztwie, co daje możliwość efektywniejszego programowania prac scalenia i wymiany gruntów. Przestrzenny obraz położenia wsi ilustruje rys. 6.

4.2.6 Opracowanie algorytmu optymalizacji oraz wprowadzenie definicji kompleksowego programowania hierarchizacji potrzeb prac scalenia i wymiany gruntów

W publikacji „Metodyka oceny i likwidacji zewnętrznej szachownicy gruntów rolnych dla potrzeb zwiększenia efektywności procesu scalenia i wymiany” [6] na potrzeby usystematyzowania zagadnień związanych z likwidacją wadliwej struktury przestrzennej

i szachownicy gruntów **autor proponuje definicję** kompleksowego programowania hierarchizacji potrzeb prac scalenia i wymiany gruntów.

Jest to zespół czynności geodezyjno-prawnych zmierzających do optymalnego i ekonomicznie uzasadnionego wytypowania obszarów, przy uwzględnieniu struktury przestrzennej i własnościowej działek ewidencyjnych, w oparciu o dane katastralne w celu uzyskania zadowalających efektów prac scaleniowych, mających na celu poprawę warunków funkcjonowania istniejących gospodarstw rolnych oraz jakości życia mieszkańców na obszarach wiejskich.

W celu kompleksowego programowania prac scalenia i wymiany gruntów otrzymane wyniki grupowania wsi zostały przyrównane ze stworzonymi przez autora dwoma niezależnymi rankingami, które pozwoliły na określenie hierarchizacji prac scalenia gruntów. Do opracowania rankingów wykorzystano autorski, uniwersalny algorytm typowania grup czynników, którego zaletą jest to, iż można go stosować niezależnie od położenia geograficznego obiektu scaleniowego w Polsce. Wyniki tych badań pozwoliły na wskazanie obszarów, gdzie wadliwa struktura przestrzenna jest najbardziej niekorzystna. Uzupełnienie opracowanych rankingów o informację dotyczącą rozproszenia gruntów w badanej gminie pozwoli na wskazanie wsi, w których scalenia gruntów powinny być przeprowadzone jednocześnie. Umożliwi to na osiągnięcie jeszcze lepszych efektów scaleniowych poprzez likwidację wadliwej szachownicy gruntów. W tabeli 1 przedstawiono ranking pilności prac scaleniowych, w którym dodatkowo zaznaczono grupy wsi odczytane z rys. 5.

Tabela 1. Ranking metodą Hellwiga i metodą unitaryzacji zerowej

Pozycja w rankingu	Syntetyczna miara Hellwiga	Metoda unitaryzacji zerowej	Pozycja w rankingu	Syntetyczna miara Hellwiga	Metoda unitaryzacji zerowej
1	Przyłęk	Przyłęk	14	Krasik	Mariampol
2	Wójcin	Wójcin	15	Mariampol	Sylwernów
3	Grzymałów	Kazimierzów	16	Bogusław	Stanisławów
4	Kazimierzów	Grzymałów	17	Kolonia Popławy	Paradyż
5	Daleszewice	Alfonsów	18	Honoratów	Feliksów
6	Paradyż	Daleszewice	19	Sylwernów	Irenów
7	Stawowice	Wójcin B	20	Dąbrówka	Bogusław
8	Wójcin B	Stawowice	21	Stawowiczki	Stawowiczki
9	Solec	Kolonia Popławy	22	Podgaj	Dąbrówka
10	Alfonsów	Solec	23	Wielka Wola	Wielka Wola
11	Dorobna Wola	Krasik	24	Joaniów	Adamów
12	Feliksów	Honoratów	25	Stanisławów	Podgaj
13	Irenów	Dorobna Wola	26	Adamów	Joaniów

Przeprowadzona analiza wykazała, iż grupy wsi Wójcin, Wójcin B., oraz Grzymałów, Daleszewice, Stawowice oraz Kazimierzów, Paradyż uzyskują wysokie pozycje w rankingu prac scaleniowych. W związku z tym nasuwa się konkluzja, że to właśnie te obręby powinny zostać poddane scaleniu w pierwszej kolejności, najlepiej we wspólnej procedurze scaleniowej, co pozwoli na osiągnięcie lepszych efektów scalenia gruntów.

Opracowana przez autora, zmodyfikowana metoda, oparta na macierzy zależności i diagramie Czekanowskiego pozwoliła na grupowanie tych wsi, które najmocniej wzajemnie oddziałują na siebie pod względem zasięgu gruntów różniczan zamiejscowych. Otrzymane wyniki w postaci wydzielonych obszarów silnie od siebie zależnych, przyrównane z przeprowadzonymi rankingami prac scalenia gruntów pozwalają na wytypowanie grup wsi, w których prace te powinny być wykonane w pierwszej kolejności. Bezpośrednie sąsiedztwo wytypowanych grup wsi, daje realne szanse na podjęcie próby

przeprowadzenia prac scalenia i wymiany gruntów w wydzielonych grupach wsi.

Otrzymane w ten sposób wyniki **stanowią istotne uzupełnienie rankingów pierwszeństwa prac scaleniowych o informację dotyczącą rozproszenia gruntów badanego obszaru**. Metodyka ta jest w pełni możliwa do zastosowania w praktyce w Polsce. Gwarancją jej wiarygodności jest wykorzystanie informacji pochodzących z baz danych katastru nieruchomości, służących do pozyskania pełnego obrazu struktury przestrzennej oraz własnościowej analizowanych obszarów.

Wyniki badań potwierdziły, iż wsie o najbardziej niekorzystnej strukturze przestrzennej dodatkowo charakteryzują się wadliwą szachownicą gruntów. Wytypowanie tych obszarów pozwoli na wskazanie wsi, które w ramach prac scalenia i wymiany gruntów powinny być scalane jednocześnie w myśl cytowanego wcześniej Art.2.1. Ustawy o scalaniu i wymianie gruntów. Pozwoli to uzyskać lepsze efekty scaleniowe poprzez likwidację rozdrobnienia i rozproszenia gruntów rolnych i tym samym bardziej efektywne wydatkowanie funduszy przeznaczonych na scalenia gruntów.

4.2.7 Podsumowanie opisu i synteza osiągnięcia naukowego

Wynikiem przeprowadzonych przez autora badań, ujętych w zaprezentowanej jednotematycznej grupie 6 publikacji, jest opracowanie metodyki kompleksowej identyfikacji obszarów wiejskich na potrzeby procesu scalenia i wymiany gruntów. Zaletą autorskiego opracowania jest fakt, iż z bazy danych na trzech poziomach szczegółowości na temat struktury przestrzennej gruntów rolnych otrzymujemy na podstawie opracowanego uniwersalnego algorytmu typowania czynników. Zasób tych informacji zostaje wykorzystany w dalszym etapie do stworzenia rankingu potrzeb prac scalenia gruntów. Metoda rankingów uzupełniona o obszary silnie oddziałujące na siebie ze względu na wadliwą zewnętrzną szachownicą gruntów pozwalają w skuteczny i wiarygodny sposób wydzielić grupy wsi, w których prace scalenia i wymiany gruntów powinny być wykonywane jednocześnie. Z ekonomicznego i społecznego punktu widzenia zastosowanie autorskich rozwiązań w praktyce pozwoli na uzyskanie lepszych efektów scaleniowych poprzez likwidację wadliwej struktury przestrzennej gruntów rolnych, jak również likwidację zewnętrznej szachownicy gruntów.

Do najistotniejszych cząstkowych osiągnięć badawczych i naukowych, wchodzących w zakres prezentowanego przez autora osiągnięcia naukowego pt. **„Metodyka kompleksowej identyfikacji obszarów wiejskich na potrzeby procesu scalenia i wymiany gruntów”**, należy zaliczyć:

1. Wskazanie możliwości wykorzystania wybranych (i przetestowanych na rzeczywistych danych) metod statystyki wielowymiarowej w przestrzennych analizach porównawczych, w celu wyznaczenia miary syntetycznej, umożliwiającej porządkowanie analizowanych obiektów do prac scaleniowych.
2. Opracowanie uniwersalnego algorytmu typowania grup czynników dla potrzeb hierarchizacji prac scalenia i wymiany gruntów.
3. Wskazanie cech charakterystycznych oraz przyczyn powstawania szachownicy gruntów na obszarach wiejskich.
4. Opracowanie metody grupowania obszarów koncentracji zewnętrznej szachownicy gruntów.
5. Wprowadzenie definicji kompleksowego programowania hierarchizacji potrzeb prac scalenia i wymiany gruntów.
6. Opracowanie metodyki kompleksowej identyfikacji obszarów wiejskich na potrzeby procesu scalenia i wymiany gruntów.

Przebudowa struktury przestrzennej obszarów wiejskich jest niezbędna do trwałego i zrównoważonego rozwoju tych terenów. Narzędzie porządkujące przestrzeń, jakim jest scalenie gruntów, prowadzi do pożądanych zmian strukturalnych, ale musi być prowadzone systematycznie i stać się trwałym elementem długookresowej polityki samorządów województw w zakresie urządzania obszarów wiejskich. Prace scaleniowo-wymienne powinny być prowadzone kompleksowo, w połączeniu z zagospodarowaniem poscaleniowym. Mogą w pełni służyć wówczas wielofunkcyjnemu rozwojowi obszarów wiejskich.

W celu identyfikacji obszarów o największej pilności prac scalenia i wymiany gruntów koniecznym było przeprowadzenie szczegółowych badań, pozwalających na dobór odpowiednich czynników, umożliwiających skuteczne rozpoznanie obszarów o największych wadach struktury przestrzennej w obrębie danej wsi lub grup wsi. Zdaniem autora, opracowane w ten sposób rankingi, uzupełnione szczegółową analizą zewnętrznej szachownicy gruntów mogą stać się gwarantem uzyskania lepszych efektów prac scaleniowych. Pozwalają one bowiem na wydzielenie obszarów (składających się z kilku wsi), gdzie występują duże zależności pod względem stosunków własnościowych. Działanie to umożliwi kompleksowe programowanie hierarchizacji potrzeb prac scalenia i wymiany gruntów.

W swych badaniach autor wskazuje możliwości wprowadzenia swoich koncepcji w praktyce, rozważając ich pozytywne skutki finansowe dla gmin czy powiatów oraz

poprawy jakości życia i warunków pracy rolników, będących właścicielami scalanych gruntów.

4.2.8 Bibliografia

1. Bartosiewicz S. (1976). *Propozycja metody tworzenia zmiennych syntetycznych*. Prace Akademii Ekonomicznej we Wrocławiu, Wrocław, nr 84.
2. Bentley J.W. (1987). *Economic and ecological approaches to land fragmentation: in defense of a much-maligned phenomenon*. Annual Review of Anthropology 16, pp. 31-67.
3. Blaikie P., Sadeque A. (2000). *Policy in the high Himalayas: Environment and development in the Himalayan region*. Kathmandu: ICIMOD.
4. Blohm G. (1962). *Ogólna ekonomika i organizacja gospodarstwa rolniczego*. Warszawa.
5. Czekanowski J. (1909). *Zur Differentialdiagnose der Neandertalgruppe*. Korrespondenz-Blatt der Deutschen Gesellschaft für Anthropologie, 40.
6. Czekanowski J. (1913). *Zarys metod statystycznych w zastosowaniach do antropologii*. Prace Towarzystwa Naukowego Warszawskiego, nr 5.
7. Van Dijk T. (2003). *Scenarios of Central European land fragmentation*. Land Use Policy 20 (2003), pp. 149-158.
8. Van Dijk T. (2004). *Land consolidation as Central Europe's Panacea reassessed*. In: Proceedings of Symposium on Modern Land Consolidation, September 10-11, Volvic (Clermont-Ferrand), France. Available from URL: http://www.fig.net/commission7/france_2004/papers_symp/ts_01_vandijk.pdf.
9. Dudzińska M., Kocur-Bera K. (2014). *Land consolidation as the driving force behind ecological and economic development of rural areas*. Conference: 9th International Conference on Environmental Engineering (ICEE) Location: Vilnius, LITHUANIA Date: MAY 22-23, 2014.
10. Dudzińska M., Kocur-Bera K. (2015). *Community Education and Integrated Organization of Rural Areas based on Land Consolidation Processes in Poland*. Conference: 8th International Scientific Conference on Rural Environment, Education and Personality Location: Jelgava, LATVIA Date: MAY 15-16, 2015 Rural Environment, Education, Personality (REEP), Vol 8 Book Series: Rural Environment Education Personality Issue: 8, pp. 34-41.
11. Gulink H., Wagendorp T. (2002). *References for fragmentation analysis of the rural matrix in cultural landscapes*. Landscape and Urban Planning, 58 (2002), pp. 137-146.

12. Hartvigsen M. (2006). *Land Consolidation in Central and Eastern European Countries. Shaping the Change*. XXIII FIG Congress Munich, Germany, October 8-13.
13. Hartvigsen M. (2015). *Land Reform and Land Consolidation in Central and Eastern Europe after 1989: Experiences and Perspectives*. Aalborg Universitetsforlag. (Ph.d.-serien for Det Teknisk-Naturvidenskabelige Fakultet, Aalborg Universitet).
14. Hopfer A. (1978). *Niektóre problemy oceny szachowniczy gruntów rolnych*. Problemy zarządzania obszarów wiejskich w północnych rejonach Polski. SGP NOT Olsztyn.
15. Hellwig Z. (1968). *Zastosowanie metody taksonomicznej do typologicznego podziału kraju ze względu na poziom rozwoju oraz zasoby i strukturę wykwalifikowanych kadr*. Przegląd statystyczny, 15.4.1968.
16. Hudecová L., Geisse R., Vardžáková M. Turan P. (2016). *Calculation of land fragmentation*. Kartografické listy / Cartographic letters, 24 (1), pp. 12-22.
17. Hung P.V., Murata T., (2001). *Impacts of reform policies on the agricultural sector in Vietnam*. Journal of Faculty of Agriculture, Kyushu University, 46, pp. 165-183.
18. van Hung P. V., MacAulay G.T., Marsh S.P. (2007). *The economics of land fragmentation in the north of Vietnam*. Australian Journal of Agricultural & Resource Economics, 51(2), pp. 195-211.
19. Hung P.V., Murata T. (2001). *Impacts of reform policies on the agricultural sector in Vietnam*. Journal of Faculty of Agriculture, Kyushu University, 46, pp. 165-183.
20. Janus J., Mika M., Leń P., Siejka M., Taszakowski J. (2016). *A new approach to calculate the land fragmentation indicators taking into account the adjacent plots*. Survey Review, DOI: 10.1080/00396265.2016.1210362.
21. Juran J.M., Gryna F.M. (1974). *Jakość – projektowanie i analiza*. WNT, Warszawa.
22. Karouzis G. (1977). *Land ownership in Cyprus: Past and present*. Nicosia: Strabo.
23. King R., Burton S. (1982). *Land fragmentation: Notes on a fundamental rural spatial problem*. Progress in Human Geography, 6(4), pp. 475-494.
24. Kolman R. (1973). *Ilościowe określanie jakości*. PWE, Warszawa.
25. Koncent-Zieliński W. (1907). *Jak usuwać szachownicę i przeprowadzać i przeprowadzać kolonizację gruntów*. Warszawa.
26. Krakowiak-Bal A. (2005). *Wykorzystanie wybranych miar syntetycznych do budowy miary rozwoju infrastruktury technicznej*. Infrastruktura i Ekologia Terenów Wiejskich, PAN, 3, str. 71-82.
27. Kwinta A., Gniadek J. (2017). *The description of parcel geometry and its application in terms of land consolidation planning*. Computers and Electronics in Agriculture, 136, pp.

- 117-124.
28. Kukuła K. (2000). *Metoda unitaryzacji zerowanej*. PWE, Warszawa 2000.
 29. Latruffe L., Piet L. (2013). *Does land fragmentation affect farm performance? A case study from Brittany, France*. Working Paper SMART – LERECO N°13–04.
 30. Lebeu R. (1972). *Les grands types de structures agraires dans le monde*. Massonet Editeurs, Paryż, 1972.
 31. Leń P. (2010). *Podział przestrzeni rolniczej powiatu brzozowskiego pod względem wartości produkcyjnej gruntów ornych oraz użytków zielonych*. Infrastruktura i Ekologia Terenów Wiejskich. Nr 2010/ 12, str. 37-44.
 32. Machowski E. (1980). *Czynniki wpływające na poziom i kierunki produkcji rolniczej w rejonach górskich i podgórskich*. ZN AR Kraków, Rozprawy nr 78.
 33. Madsen L. M., Adriansen H. K. (2004). *Understanding the use of rural space: the need for multi-methods*. Journal of Rural Studies 20 (2004), pp. 485-497.
 34. Niroula G. S., Thapa G. B. (2005). *Impacts and causes of land fragmentation, and lesson learned from land consolidation in South Asia*. Land Use Policy, 22(4), pp. 358-372.
 35. Noga K. (1977). *Analiza międzywioskowej szachownicy gruntów na przykładzie wsi położonych w górnym dorzeczu Soły*. ZN AR w Krakowie nr 133, Sesja Naukowa 7.
 36. Noga K. (1985). *Problematyka likwidacji międzywioskowej szachownicy gruntów. W: Nowe tendencje scalania gruntów indywidualnych w terenach wyżynnych, górzystych i górskich*. T. I. Puławy. IUNG, str. 143-166.
 37. Noga K. (1990). *Metodyka programowania prac scaleniowych i technologia ich wykonywania w terenach górskich (Na przykładzie beskidzkiej zlewni Soły)*. Rozprawa habilitacyjna nr 143, Zeszyty Naukowe AR, Kraków.
 38. Noga K. (1992). *Metoda analizy, oceny i likwidacji wadliwej szachownicy gruntów gospodarstw indywidualnych*. Biul. Reg. ZDR AR w Krakowie, 304, str. 110-114.
 39. Noga K. (2001). *Metodyka programowania i realizacji prac scalenia i wymiany gruntów w ujęciu kompleksowym*. Szkoła wiedzy o terenie. Kraków. AR, 2001, str. 88.
 40. Noga K., Leń P. (2010). *Analiza rozdrobnienia gruntów indywidualnych we wsiach powiatu Brzozów*. Infrastruktura i Ekologia Terenów Wiejskich. Nr 2010/ 03, str. 55-64
 41. Noga K., Król Ż. (2016). *The Patchwork of Land as a Problem Restricting the Development of Rural Areas*. Barometr regionalny. Tom 14 nr 3, str. 155-163.
 42. Pluta W. (1986). *Wielowymiarowa analiza porównawcza w modelowaniu ekonometrycznym*. WPN, Warszawa.

43. Rabczuk I. (1968). *Problem różniczan w pow. proszowickim, woj. krakowskie*. [W:] Aktualne zagadnienia geodezji urządzeniowej. SGP, Warszawa .
44. Radwan J. (1938). *Zagadnienia scalania gospodarstw w Polsce*. Roln. Zesz. Spec. Nr. 201, Warszawa.
45. Sobolewska-Mikulska K. (2009). *Metodyka rozwoju obszarów wiejskich z uwzględnieniem wybranych procedur geodezyjnych w aspekcie integracji z Unią Europejską*. Prace Naukowe Politechniki Warszawskiej, Geodezja, z. 44.
46. Sobolewska-Mikulska K., Wójcik J. (2012). *Aspekty środowiskowe i krajobrazowe rolnictwa w opracowaniu założeń do projektu scalania gruntów*. Acta Scientiarum Polonorum. Geodesia et Descriptio Terrarum, 2012, 11 (4), str. 27-38.
47. Sołtysiak A., Jaskulski P. (1999). *Czekanowski's Diagram. A Method of Multidimensional Clustering* [in:] "New Techniques for Old Times. CAA 98. Computer Applications and Quantitative Methods in Archaeology. Proceedings of the 26th Conference, Barcelona, March 1998", ed. J.A. Barceló - I. Briz - A. Vila, "BAR International Series" 757, Oxford, pp. 175-184.
48. Sonnenberg J. (2002). *Fundamentals of Land Consolidation as an Instrument to Abolish Fragmentation of Agricultural Holdings*. Paper, FIG XXII International Congress. Washington, D.C. 19.-26.4.2002, 12.
49. Stelmach M. i in. (1975). *Wpływ oddalenia pól od zabudowy na produkcję i dochody gospodarstw indywidualnych*. Nowe tendencje w teorii i praktyce urządzania terenów wiejskich – Sympozjum naukowe, Wrocław.
50. Tan S., Heerink N., Qu F. (2006). *Land fragmentation and its driving forces in China*. Land Use Policy, 23(3), pp. 272-285.
51. Vitikainen A. (2004). *An Overview of Land Consolidation in Europe*. Nordic Journal of Surveying and Real Estate Research. VOL 1, 2004, pp. 25-43.
52. Rozporządzenie Ministra Administracji i Cyfryzacji z dnia 29 listopada 2013 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie ewidencji gruntów i budynków.
53. Ustawa z dnia 26 marca 1982 roku o scalaniu i wymianie gruntów [Dz. U. z 2003r. Nr 178 poz. 1749 z późn. zm.].

5. Omówienie pozostałych osiągnięć naukowo-badawczych

5.1 Charakterystyka wybranych prac naukowo-badawczych

Badania prowadzone przed uzyskaniem stopnia naukowego doktora nauk technicznych dotyczyły głównie analizy struktury przestrzennej obszarów wiejskich w południowo-wschodniej Polsce, a w szczególności: struktury władania, użytkowania, rozdrobnienia oraz rozproszenia gruntów gospodarstw indywidualnych (szachownica gruntów). Podjęto pierwsze próby hierarchizacji prac scalenia i wymiany gruntów.

Publikacje naukowe w czasopismach nieposiadających współczynnika impact factor (IF):

- **Leń P.** *Rozmiary gruntów różniczan i możliwości ich likwidacji (na przykładzie wsi w powiecie Brzozów, województwo podkarpackie. Rozwój obszarów wiejskich – stan obecny i perspektywy*, 2009, Puławy, str. 64-73.
- **Leń P.** *Kierunki zmian w strukturze użytków gruntowych w latach 1872-2008 w powiecie Brzozów*. Infrastruktura i Ekologia Terenów Wiejskich Nr 2009/04, PAN Kraków, str.167-176.
- **Leń P.** *Analiza rozdrobnienia gruntów na przykładzie powiatu Brzozów*. Infrastruktura i Ekologia Terenów Wiejskich Nr 2010/01, PAN Kraków, str. 65-74.
- **Leń P., Noga K.** *Analiza rozdrobnienia gruntów na przykładzie powiatu Brzozów*. Infrastruktura i Ekologia Terenów Wiejskich Nr 2010/03, PAN Kraków, str. 55-64.
- **Leń P.** *Podział przestrzeni rolniczej powiatu brzozowskiego pod względem wartości produkcyjnej gruntów ornych oraz użytków zielonych*. Infrastruktura i Ekologia Terenów Wiejskich Nr 2010/12, PAN Kraków, str. 37-44.
- **Leń P.** *Określenie pilności potrzeb prac scalenia i wymiany gruntów we wsiach powiatu Brzozów*. Infrastruktura i Ekologia Terenów Wiejskich. Nr 2011/ 03, str. 7-16.
- **Leń P.** *Prawidłowości w rozmiarze występowania gruntów różniczan zamiejscowych na przykładzie wsi w powiecie Brzozów*. Infrastruktura i Ekologia Terenów Wiejskich Nr 2012/01, PAN Kraków, str. 137-145.

Prowadzone przeze mnie prace naukowo-badawcze po uzyskaniu stopnia naukowego doktora nauk technicznych były kontynuacją prowadzonych badań, a ich realizacja przebiegała dwutorowo. Pierwszy kierunek badań dotyczył analizy struktury przestrzennej

obszarów wiejskich w Polsce południowo-wschodniej poprzez analizy struktury władania, użytkowania, rozdrobnienia oraz działek bez dostępu do dróg z wykorzystaniem narzędzi GIS. Badania te były przeprowadzone w zespołach eksperckich składających się z pracowników naukowych znanych jednostek badawczych w Polsce oraz zagranicą. Część badań była wykonana wspólnie z pracownikami naukowymi Katedry Katastru i Gospodarki Ziemią, Lwowskiego Narodowego Uniwersytetu Rolniczego w Dublanach.

Publikacje naukowe w czasopismach posiadających współczynnik impact factor (IF):

Janus J., Mika M., **Leń P.**, Siejka M., Taszakowski J. *A new approach to calculate the land fragmentation indicators taking into account the adjacent plots*. 2016 Survey Review Ltd Received 6 April 2016; accepted 4 July 2016, published online 27 Jul 2016. DOI 10.1080/00396265.2016.1210362.

Rozdział w monografii:

Leń P., Balawejder M., Wójcik J. *Rozdrobnienie i rozproszenie gruntów w powiecie Brzozów determinowane rozwojem demograficznym ludności*, rozdział monografii pt. *Bariera i stymulanty rozwoju obszarów wiejskich*. 2014. Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie.

Publikacje naukowe w czasopismach nieposiadających współczynnika impact factor (IF):

- **Leń P.**, Dzhyadosh D., Kovalyshyn O. *Vykorystannya prohramy Quantum GIS pid chas analizu prostorovoyi struktury sela Ol'Shanytsya* [Ле́нь П., Дзядош Д., Ковалишин О.: Використання програми Quantum GIS під час аналізу просторової структури села Ольшаниця]. Seriya: Ekonomika APK, no. 22 (2), 2015, str. 151-158.
- **Leń P.**, Bal A., Kovalyshyn A., Kryshenyk N. *Analiza struktury przestrzennej wsi Wólka Sokołowska w powiecie rzeszowskim, woj. Podkarpackie*. Вісник, Волинського Інституту Економіки Та Менеджменту №13, 2015, str. 13-20. ISSN 2224-8609.
- **Leń P.**, Winiarska N. *The analysis of the network of roads servicing fields as illustrated by the village of Piątkowa*. Geomatics and Environmental Engineering 10/1, 2016, str. 59-68.
- **Leń P.**, Mika M. *Analysis of the flawed spatial structure of land in selected villages of the south-eastern Poland*, GLL UR Kraków 2016 no 2, str. 107-119.

- **Leń P.**, Biały B., Stupen R. *Use of Quantum GIS to assess the spatial structure of rural areas on the example of the Kelyanivka village*. 2016, *Balanced Nature Using* 6 (2), str. 10-15. ISSN 2310-4678.

Otrzymane wyniki potwierdziły wcześniejsze badania i wykazały duże wadliwości w strukturze przestrzennej wsi, a w szczególności duże rozdrobnienie gruntów gospodarstw indywidualnych, wadliwy układ dróg transportu rolnego, niekorzystną geometrię działek. Jak wykazały badania, fakt ten wynika przede wszystkim z rzeźby terenu, która determinowała podziały gruntowe (obszar badań obejmował tereny podgórskie, górskie).

W celu opracowania uniwersalnego algorytmu hierarchizacji prac scalenia gruntów koniecznym było przeprowadzenia badań na obszarze centralnej Polski w celu oceny struktury przestrzennej. Po podjęciu współpracy ze Starostwem Powiatowym w Opocznie, przeprowadzono szczegółowe badania, w wyniku których powstały:

Publikacje naukowe w czasopismach nieposiadających współczynnika impact factor (IF):

Wójcik G., **Leń P.** *Spatial development divisions of land over the centuries in the villages of the district Opoczno*. *Geomatics and Environmental Engineering* 9/3, 2015, str. 95-107.

Leń P. Głowienka E. *Zastosowanie metod gis w analizie struktury przestrzennej obszarów wiejskich gminy Sławno w powiecie opoczyńskim*. *Czas. Inż. Łąd. Śr. Archit. (Druk)* 2016 t. XXXIII, z. 63 (3/16), str. 227-238.

Głowienka E., **Leń P.** *Spatial analysis of areas without access to a public road in the villages of the commune Sławno using GIS tools*. XXth International Scientific Conference ENVIRO 2015, University Of Agriculture In Nitra Horticulture And Landscape Engineering Faculty, University of Agriculture in Krakow Faculty of Environmental Engineering and Land Surveying 18-20 November 2015, Račkova Dolina.

Ponadto, przeprowadzone badania wykazały, iż wsie w Polsce centralnej charakteryzują się bardzo niekorzystną geometrią działek (działki nadmiernie wydłużone), teren te charakteryzuje się niską klasą bonitacyjną gruntów oraz niedostateczną siecią dróg transportu rolnego.

Posiadany zasób informacji pozwolił na zestawienie czynników opisujących strukturę przestrzenną w badanych wsiach, co umożliwiło przeprowadzenie testów tworzenia rankingów hierarchizacji pilności potrzeb prac scalenia gruntów.

Monografia:

Dudzińska M., Jasińska E., Kocur-Bera K., **Leń P.**, Preweda, E., Sajnog N., Sobolewska-Mikulska K., Steinsholt H., Walacik M., Wójcik J. *Directions for land management in rural areas*. "GIS ODYSSEY", Croatia 2014, Crikvenica, Rijeka & Krk.

Publikacje w materiałach indeksowanych na Web of Science:

Mika M., Janus J., Taszakowski J., **Leń P.**, 2016. *The role of cadastral databases in planning land consolidation Works*. *Geographic Informations Systems Conference and Exhibition „GIS ODYSSEY 2016”*, Conference Proceedings 5 th to 9 th September, 2016 Perugia, Italy, ISBN 978-953-6129-55-3 Nacionalna knjižnica, Zagreb, Croatia.

Leń P., Oleniacz G., Skrzypczak I., Mika M., 2016. *The Hellwig's and zero unitarisation methods in creating a ranking of the urgency of land consolidation and land exchange work*. International Multidisciplinary Scientific GeoConference SGEM 2016, www.sgem.org, SGEM2016 Conference Proceedings, ISBN 978-619-7105-59-9 / ISSN 1314-2704, June 28 - July 6, 2016, Book2 Vol. 2, str. 617-624. DOI: 10.5593/SGEM2016/B22/S09.080.

Leń P., Skrzypczak I., Oleniacz G., Mika M. 2017. *The use of statistical methods for the evaluation of land adjustment proposals and elimination of the patchwork pattern of land ownership*. "Environmental Engineering" 10th International Conference Vilnius Gediminas Technical University. eISSN 2029-7092 / eISBN 978-609-476-044-0, DOI: <https://doi.org/10.3846/enviro.2017.214>.

Leń P., Oleniacz G., Skrzypczak I., Mika M. *Methodology for assessing the size and liquidation of the outer patchwork of land*. World Multidisciplinary Earth Sciences Symposium (WMESS 2017). IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 95 (2017) 032020. DOI :10.1088/1755-1315/95/3/032020.

Prowadzone badania pozwoliły na dobór optymalnych metod statystycznych, które w zostały zaimplementowane na dalszym etapie prowadzonych badań.

Drugi, równie istotny nurt badań, dotyczył oceny rozmiarów i możliwości likwidacji zewnętrznej szachownicy gruntów gospodarstw indywidualnych. Prowadzone badania były

kontynuacją wcześniejszych badań i zostały przeprowadzone na różnych obiektach w Polsce południowo-wschodniej, celem weryfikacji zaistniałego zjawiska. Część badań była wykonana w ramach współpracy z pracownikami naukowymi Katedry Katastru i Gospodarki Ziemią, Lwowskiego Narodowego Uniwersytetu Rolniczego w Dublanach. Publikacje naukowe w czasopismach nieposiadających współczynnika impact factor (IF):

Leń P., Matysek I., Kovalyshyn A. *Dimensions of plots belonging to out-of-village owners in the village of Będziemyśl, commune of Sędziszów Małopolski*, Geomatics and Environmental Engineering 9/2, 2015, pp. 63-70.

Leń P., Dziadosz D., Kovalyshyn A. *Rozmiary gruntów różniczan i możliwości ich likwidacji na przykładzie wsi Olszanica w powiecie leskim, województwo podkarpackie*. Теорія і практика розвитку агропромислового комплексу та сільських територій Матеріали XVI міжнародного науково-практичного форуму 23-25 вересня 2015, s.194-203. ISBN 978-966-2384-17-5.

Leń P., Mika M., Wójcik-Leń J. *Estimation of the size of the external land patchwork based on test areas in Podkarpackie Voivodship in Poland*, GLL UR Kraków 2016 no 1, str. 65-74.

Leń P. *The size of an external patchwork of fields as an indicator of urgency for land consolidation and exchange on the example of the commune of Lesko*. Journal of Water and Land Development. No. 33 str. 107– 114. DOI: 10.1515/jwld-2017-0025.

Leń P. *Wpływ oddziaływania miast na rozmiary występowania gruntów różniczan zamiejscowych na przykładzie wsi gminy Lesko*. Inżynieria Ekologiczna, Vol. 18, Iss. 4, Aug. 2017, str. 190-198.

Przeprowadzone badania wykazały, iż problem wadliwej szachownicy gruntów dotyczy obszarów położonych na terenie całej Polski południowo-wschodniej.

W celu oceny zjawiska rozmiarów szachownicy gruntów w Polsce centralnej przeprowadzone szczegółowe badania, w wyniku których powstały publikacje:

Publikacje w materiałach indeksowanych na Web of Science:

Leń P. *The ranking destination areas for land consolidation works, due to the size checkerboard land on the example of Białaczów*. “Environmental Engineering” 10th International Conference Vilnius Gediminas Technical University. eISSN 2029-7092 / eISBN 978-609-476-044-0, DOI: <https://doi.org/10.3846/enviro.2017.212>.

Publikacje naukowe w czasopismach nieposiadających współczynnika impact factor (IF):

Leń P., Mika M. *The impact of socio-economic factors on the size of the external plot patchwork on the example of Brzustowiec village, in the Łódzkie Voivodship*. Geomatics and Environmental Engineering 10/2 (2016), str. 43-51.

Leń P., Mika M. *Ranking przeznaczenia obszarów do prac scaleniowych, ze względu na rozmiary szachownicy gruntów, na przykładzie gminy Sławno*, Infrastruktura i Ekologia Terenów Wiejskich. Nr II/I/ 2016 str.287-298.

Mika M., **Leń P.** *Rozmiary gruntów różniczan i możliwości ich likwidacji na przykładzie wsi gminy Sławno, powiat opoczyński, województwo łódzkie*. Infrastruktura i Ekologia Terenów Wiejskich. 2017, Nr 2017/ I (1), str. 171-182.

Leń P., Noga K. *Prioritization of Land Consolidation Interventions in the Villages of Central Poland*. Journal of Ecological Engineering, Volume 19, Issue 2, March 2018, str. 248–256.

Jak wynikało z przeprowadzonych badań wsie Polski centralnej charakteryzują się bardzo dużą wadliwą szachownicą gruntów. Na uwagę zasługuje fakt, iż wsie w tym rejonie Polski charakteryzują się niedużą powierzchnią ewidencyjną w porównaniu z wsiami w Polsce południowo-wschodniej. Dlatego też zasadnym jest grupowanie wsi mocno od siebie zależnych (zewnętrzna szachownica gruntów) w celu przeprowadzenia prac scalenia i wymiany gruntów, gdyż tylko takie działanie ma realne szanse na poprawę prowadzenia gospodarki rolnej.

Podobnie jak w Polsce centralnej, tereny Polski wschodniej również charakteryzują się dużą wadliwą szachownicą gruntów:

Publikacje naukowe w czasopismach nieposiadających współczynnika impact factor (IF):

Król Ż., **Leń P.** *Szachownica gruntów indywidualnych wyznacznikiem pilności wykonania prac scalenia i wymiany gruntów*. Infrastruktura i Ekologia Terenów Wiejskich. Nr II/I/ 2016 str.311-322.

W badaniach podjęto również tematykę określenia wpływu inwestycji liniowych na strukturę przestrzenną obszarów wiejskich. Problem ten przedstawiono między innymi w:

Monografia:

Balawejder M., Busko M., Cellmer R., Juchniewicz- Piotrowska K., **Leń P.**, Mika M., Szczepankowska K., Wójciak E., Wójcik-Leń J., Żróbek S. *Aktualne*

problemy gospodarki nieruchomościami na tle przemian organizacyjno-prawnych. Rzeszów, Wyższa Szkoła Inżynieryjno-Ekonomiczna.

Publikacje naukowe w czasopismach nieposiadających współczynnika impact factor (IF):

Balawejder M., **Leń P.** *The Realization of Complex Work of Consolidation and Exchange of Land in the Villages Divided by a Highway.* Geomatics and Environmental Engineering 10/3, 2016, str. 27-37.

Jakimiak M., **Leń P.** *Analiza wpływu nowych inwestycji drogowych na tworzenie obszarów wyłączonych z produkcji rolnej.* Geomatics, Landmanagement and Landscape No. 2 • 2017, str. 83-90.

Kolejne badania dotyczyły różnych aspektów szeroko pojętej tematyki prac scalenia gruntów. W wyniku tych analiz powstały publikacje:

Publikacje w materiałach indeksowanych na Web of Science:

Taszkowski J., Mika M., Siejka M., Janus J., **Leń P.** *Możliwości poprawy stosunków wodnych w pracach urządzeniowo rolnych* Acta Stientiarum Polonorum Formatio Circumiectus, 15(4) 2016 str. 115-128.

Publikacje naukowe w czasopismach nieposiadających współczynnika impact factor (IF):

Wójcik J., Balawejder M., **Leń P.** *Grunty marginalne, propozycje ich zagospodarowania w pracach scaleniowych w powiecie brzozowskim.* Infrastruktura i ekologia terenów wiejskich, PAN oddział Kraków, 2014, II/2.2014, str. 399-411.

Mika M., **Leń P.** *Analysis of the postwar works of land consolidation in the villages of the Leżajsk District in chronological order, and cadastre building in Poland,* Infrastruktura i Ekologia Terenów Wiejskich, Nr IV/2/2016, str.1423-1438.

Król Ż., **Leń P.** *Analysis of economic and environmental effects of land consolidation on the example of the village Hucisko.* Journal of Ecological Engineering, 2016, 17 (5), str. 232-239.

W analizach z zakresu konieczności przeprowadzenia prac scaleniowych istotnym jest znajomość techniczno-prawnych aspektów katastru nieruchomości. W związku z tym, w pracach zespołowych, zrealizowano szereg badań wskazujących na konieczność doprecyzowania w przepisach procedur modernizacyjnych. Publikacje z tej grupy

tematycznej były realizowane na przykładach rzeczywistych danych pochodzących z zasobów EGiB wybranych jednostek ewidencyjnych w Polsce. Zaliczyć do nich należy:

Monografia:

Mika. M., Kwartnik-Pruc A., **Leń P.**, Bielska A., Oleniacz G., Dawid L., Deska K., Trembecka A. *Wybrane zagadnienia z zakresu kształtowania katastru nieruchomości w Polsce. Współczesne problemy i trendy.* 2015, Wyd. Uniwersytetu Rolniczego w Krakowie.

Publikacje naukowe w czasopismach posiadających współczynnik impact factor (IF):

Siejka M., Mika M, Salata T., **Leń P.** *Algorithm of Land Cover Spatial Data processing for the Local Flood Risk mapping*, Survey Review. DOI 10.1080/00396265.2017.1287620

Mika M., Siejka M., **Leń P.**, Król Ż. *The Concept of Using the Water Cadastre Databases Components for the Construction of Multidimensional Cadastre in Poland*, Survey Review DOI 10.1080/00396265.2016.1263180

Publikacje w materiałach indeksowanych na Web of Science:

Mika M., **Leń P.** *Analysis of the faulty spatial structure of land in the context of assessing the quality of cadastral data in Poland.* 16th International Multidisciplinary Scientific GeoConference SGEM 2016, www.sgem.org, SGEM2016 Conference Proceedings, ISBN 978-619-7105-59-9 / ISSN 1314-2704, June 28 - July 6, 2016, Book2 Vol. 2, str. 91-100. DOI: 10.5593/SGEM2016/B22/S09.013

Mika M., Siejka M., **Leń P.** *Analysis of the influence of properties management in the region on the transaction prices level of unbuilt land properties – case study.* 10th International Conference Vilnius Gediminas Technical University. eISSN 2029-7092 / eISBN 978-609-476-044-0, DOI: <https://doi.org/10.3846/enviro.2017.219>

Publikacje naukowe w czasopismach nieposiadających współczynnik impact factor (IF):

Mika M., Siejka M., **Leń P.** *Dynamika linii brzegowej rzeki górskiej w aspekcie aktualizacji mapy ewidencyjnej – studium przypadku*”, Infrastruktura i Ekologia Terenów Wiejskich. Nr II/I/ 2016 str.247-260.

Taszakowski J., Janus J., Mika M., **Leń P.** *Katastralne scalenia gruntów w procesie modernizacji katastru nieruchomości w Polsce.* Infrastruktura i Ekologia Terenów Wiejskich. Nr II/I/ 2016 str.375-394.

Siejka M., Ślusarski M., Mika M., **Leń P.** *Modernizacja ewidencji gruntów i budynków w świetle obowiązujących przepisów prawnych.* Infrastruktura i Ekologia Terenów Wiejskich. Nr II/I/ 2016 str.363-373.

Mika M., **Leń P.** *Inwentaryzacja baz danych w zakresie rejestracji użytków ekologicznych na terenie Miasta Krakowa.* Inżynieria Ekologiczna 2016, vol. 50: 121-131.

Mika M., Janus J., Taszakowski J., **Leń P.** *Rola kompleksowych prac scalenia i wymiany gruntów w procesie modernizacji katastru nieruchomości w Polsce.* Infrastruktura i Ekologia Terenów Wiejskich. 2017, Nr 2017/ I (2), str. 243-255

Problematyka poruszana w tej grupie publikacji, dotyczy przede wszystkim analiz oraz skutków przeprowadzania modernizacji gruntów i budynków w kierunku utworzenia sprawnie funkcjonującego katastru nieruchomości. Prowadzone badania wykazały, iż istnieje wiele wadliwości pod względem zarówno technicznym jak i prawnym. Wykonane analizy na testowanych obiektach pokazały wiele niezgodności stanu faktycznego ze stanem prawnym, które muszą być usunięte w sprawnie funkcjonującym katastrze nieruchomości.

W dorobku naukowym autora nie sposób pominąć kilku pozycji wskazujących na znajomość prawnych, technicznych, a przede wszystkim praktycznych zastosowań technik geodezyjnych w pracach geodezyjnych o różnych stopniach dokładności. Efektem niniejszych analiz było opracowanie w zespołach eksperckich następujących pozycji:

Monografia:

Ćwiąkała P., Gabryszuk J., Krawczyk K., Krzyżek R., **Leń P.**, Oleniacz G., Puniach E., Siejka Z., Wójcik-Leń J. 2015. *Technologia GNSS i jej zastosowanie w pomiarach realizacyjnych i kontrolnych.* 2015, Rzeszów, Wyższa Szkoła Inżynierijno-Ekonomiczna.

Publikacje w materiałach indeksowanych w bazie Web of Science:

Oleniacz G., Skrzypczak I., **Leń P.**, Mika M. *Measurements of displacements and deformations and reliability analysis of base transceiver station (BTS) made of steel*. 10th International Conference Vilnius Gediminas Technical University. eISSN 2029-7092 / eISBN 978-609-476-044-0, DOI: <https://doi.org/10.3846/enviro.2017.242>.

Publikacje naukowe w czasopismach nieposiadających współczynnika impact factor (IF):

Mika M., **Leń P.** *The Research of Dependency between the Measurement Error of their Areas Using a Handheld GPS Receiver*, Geomatics and Environmental Engineering 10/4 (2016), str. 71-80.

A handwritten signature in blue ink, reading "Przemysław Leń". The signature is fluid and cursive, with a large initial 'P'.