

**BADANIE MOŻLIWOŚCI AUTOMATYCZNEGO WYKRYWANIA SPEŁNIENIA  
WYBRANYCH WARUNKÓW PROCESU KONTROLI PROWADZONEGO  
W RAMACH ZASADY WZAJEMNEJ ZGODNOŚCI WPR (CROSS-COMPLIANCE)**

**FEASIBILITY STUDY OF AUTOMATED METODOLOGY  
FOR CROSS-COMPLIANCE REQUIREMENTS CONTROL**

**Anna Fijałkowska**

Instytut Fotogrametrii i Kartografii, Politechnika Warszawska

**SŁOWA KLUCZOWE:** filtracja zdjęć satelitarnych, wykrywanie krawędzi, Wspólna Polityka Rolna (WPR), GAECs, Cross-Compliance

**STRESZCZENIE:** Najpóźniej do 2009 roku Polska musi dostosować się do reformy Wspólnej Polityki Rolnej (WPR) UE, według której już od roku 2005 lub 2006 funkcjonuje część państw członkowskich. Reforma ta jest ukierunkowana na zrównoważone gospodarowanie zasobami naturalnymi. Zaproponowano wiele wytycznych, którymi mają (lub mogą, gdyż uczestnictwo w części programów jest dobrowolne) się kierować pracownicy sektora rolnego, a możliwość dopłat wiąże się z koniecznością przestrzegania określonych zasad i wymogów, czasem bardzo restrykcyjnych, a co z a tym idzie - potrzebą kontroli ich przestrzegania. Wymogi te są zdefiniowane w sposób bardzo ogólny na poziomie unijnym. Wynika to z założenia, że poszczególne państwa członkowskie definiują szczegółowe wymogi w zależności od ich uwarunkowań. Każdego roku zestaw wymagań może ulegać modyfikacji, w zależności od potrzeb danego kraju.

W Polsce nadal całość kontroli odbywa się w terenie podczas tzw. wizytacji terenowej (*RFV*). Sprawdzane są min. rodzaj uprawy i jej stan, powierzchnia; kontroluje się stosowanie nawozów sztucznych, wypalania łąk i ściernisk, czy działania, które powinny być podejmowane w celu przeciwdziałania erozji gleby, zachowania materii organicznej itp. Przedmiot kontroli zależy od zobowiązań podjętych wcześniej przez producentów rolnych.

W wielu krajach UE znaczny jest udział metod teledetekcyjnych i technologii GIS w procesie kontroli ustalonych w danym roku wymogów WPR, udaje się ograniczyć zasięg kontroli na miejscu (kosztownej i czasochłonnej) i wykonywać ją kameralnie, z wykorzystaniem obrazów satelitarnych, zdjęć lotniczych i technologii GIS. Poszukuje się nowych rozwiązań, które pozwoliłyby na stworzenie metodologii wyznaczania, na podstawie danych obrazowych, już zdefiniowanych i kontrolowanych w terenie standardów / wskaźników, definiowanych na podstawie wspólnych (dla całej UE) lub szczegółowych (na poziomie poszczególnych państw członkowskich) wytycznych.

Artykuł przedstawia próbę automatyzacji jednego z wymaganych obecnie warunków wpisanych w zagadnienie 1 „Erozja gleby” i temat „Utrzymanie minimalnego poziomu zagospodarowania”, a dokładnie problemu dotyczącego zakazu orki i utrzymania rzędów roślinności w poprzek warstw na terenach o znacznym spadku.

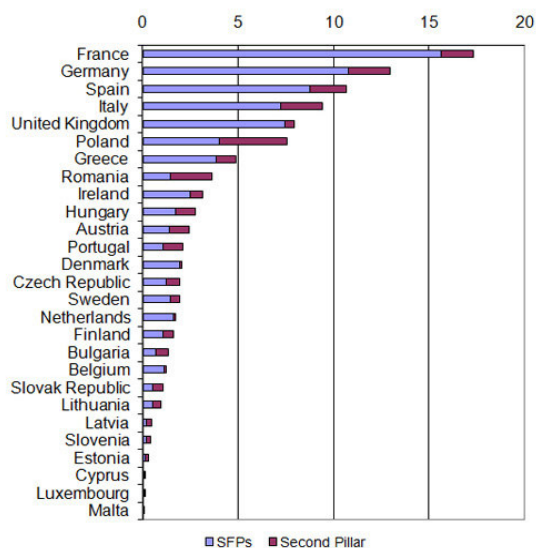
## 1. WSPÓLNA POLITYKA ROLNA (WPR)

W 2007 roku do powiatowych oddziałów ARiMR wpłynęło ponad 1 450 tys. wniosków o dopłaty bezpośrednie. Choć liczba wniosków spadła w porównaniu z rokiem ubiegłym, nadal jest znaczna i stanowi ok. 25% wszystkich wniosków złożonych w Unii Europejskiej. W budżecie Unii Europejskiej na lata 2007-2013 przeznaczone jest dla Polski ponad 17% funduszy (Rys.1). Polityka dotycząca unijnego rolnictwa ulega ciągłym przemianom, obecnie weszliśmy w okres programowania na lata 2007-2013, jednocześnie planowane są dalsze reformy Wspólnej Polityki Rolnej (WPR, CAP) i tworzone jej założenia, które będą obowiązywały po roku 2013. Niezależnie od kształtu przyszłej polityki rolnej, każde wydatkowanie będzie najprawdopodobniej w dalszym ciągu związane z potrzebą kontroli spełnienia pewnych warunków, wypełnienia zobowiązań podjętych przez rolników. Początkowo kontrole te dotyczyły jedynie faktu uprawiania / nieuprawiania zadeklarowanej do płatności działki rolnej i powierzchni uprawy. Nowe państwa członkowskie UE (w tym Polska) zostały objęte już zmodyfikowanym systemem dopłat, w którym płatność zależna jest od rodzaju uprawy (a dokładnie od „kategorii” upraw) i powierzchni, a nie od intensywności produkcji (początkowe nastawienie WPR), które doprowadziło do zubożenia środowiska naturalnego, zaniku bioróżnorodności, nasilenia procesów erozji gleby, zanieczyszczenia wód i gleb oraz innych niekorzystnych zmian w środowisku. Dlatego włączone do Unii Europejskiej w 2004 państwa zostały objęte nową, przejściową formą WPR, która swój ostateczny kształt ma przybrać w roku 2009. Nowy kształt polityki rolnej wyraża się między innymi w trosce o środowisko naturalne i rozwój obszarów wiejskich, a więc środki finansowe przeznaczone są głównie na odwrócenie niekorzystnych zmian w środowisku spowodowanych zbyt dużą intensyfikacją produkcji oraz na polepszenie warunków gospodarowania. Stąd wynika wielokierunkowość proponowanych rolnikom programów dotyczących min. płatności związanych z Obszarami o Niekorzystnych Warunkach Gospodarowania (ONW, LFA), płatności rolno-środowiskowych (AEMs) i leśno-środowiskowych, płatności w ramach obszarów NATURA 2000 i Ramowej Dyrektywy Wodnej oraz płatności związanych z dobrostanem zwierząt i zalesianiem gruntów ornych (Berling, 2006).

Ze względu na znaczne zainteresowanie polskich rolników dopłatami, instytucje odpowiedzialne za ich rozdysponowanie (a więc i za proces kontroli określonego przez Parlament Europejski odsetka gospodarstw) stanęły przed koniecznością skontrolowania ogromnej, w porównaniu z większością państw członkowskich, liczby gospodarstw. Z wielu względów, między innymi związanych z rozdrobnieniem struktury gospodarstw na znacznym obszarze Polski (średnia powierzchnia działki rolnej w 2005 r. wyniosła w Polsce 0,9 ha), warunkami klimatycznymi (stosunkowo niewielka ilość dni bezchmurnych), rozdzielczością zdjęć satelitarnych (w porównaniu z wielkością działek rolnych), nie zdecydowano się w Polsce na zastosowanie kontroli teledetekcyjnej. Wszystkie kontrole odbywają się tzw. metodą szybkiej wizytacji terenowej (RFV), a w terenie wykorzystywany jest jedynie wydruk ortofotomapy (kompozycji barwnej w barwach naturalnych), najczęściej ze zdjęć satelitarnych QuickBird lub IKONOS.

Dlatego artykuł ten ma na celu pokazanie, że pomimo napotykanego ograniczeń, istnieje możliwość wykorzystania teledetekcji i technologii SIP do automatyzacji kameralnej kontroli prowadzonej w ramach zasady wzajemnej zgodności (*Cross Compliance*) WPR na przykładzie jednego z warunków dotyczących zapobiegania erozji

(na obszarach o znacznym spadku, zarówno kierunek zabiegów agrotechnicznych (orki), jak i kierunek roślinności (rzędów roślinności) powinien być prostopadły do kierunku spadku).



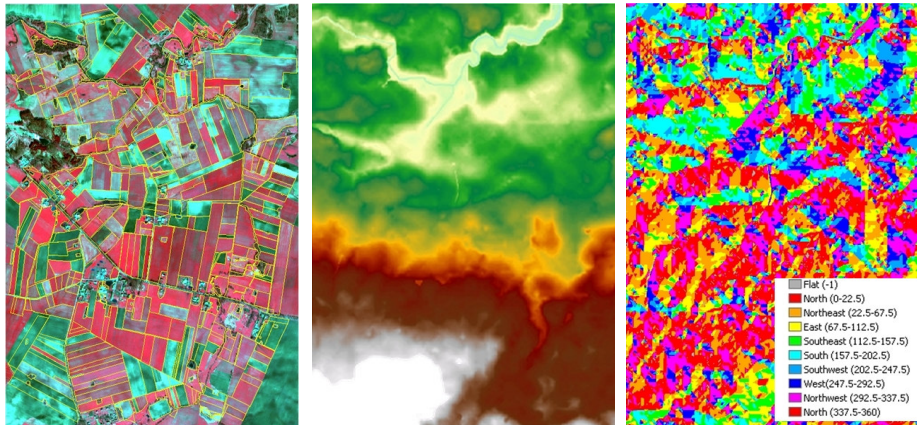
Rys. 1. Rozkład finansowania polityki rolnej na lata 2007-2013 dla 27 krajów UE (The implementation ..., 2007).

## 2. CHARAKTERYSTYKA POLA TESTOWEGO I WYKORZYSTANYCH DANYCH

Do projektu wykorzystano zdjęcia satelitarne QuickBird wykonane 20 kwietnia 2004r., zarówno zakresy wielospektralne (Blue, Green, Red, NearInfraRed) jak i panchromatyczny (P), DTM ze zdjęć lotniczych i granice działek rolnych dla wybranego fragmentu sceny satelitarnej, położonego na południowy wschód od miejscowości Bartoszyce (woj. warmińsko-mazurskie).

Na podstawie danych COBORU (Centralny Ośrodek Badania Odmian Roślin Uprawnych) ze stacji doświadczalnych w Rychlikach i Wrocikowie (woj. warmińsko-mazurskie) ustalono typowy stopień rozwoju roślinności na gruntach ornych: zboża ozime (pszenżyto, żyto, pszenica, jęczmień i rzepak) są albo tuż przed albo w trakcie strzelania w źdźbło, zboża jare (gł. jęczmień) są na etapie wschodów, sadi się ziemniaki. Zinterpretowano stan poszczególnych, możliwych do wyróżnienia na zdjęciu satelitarnym upraw: zboża ozime mają różną strukturę w zależności od stopnia rozwoju roślinności – od pasmowej, charakterystycznej dla zbóż, do gładkiej, przy większym pokryciu gleby roślinnością, rzepak i rzepik są charakterystyczne i łatwo rozpoznawalne, łąki i pastwiska stanowią grupę dość silnie zróżnicowaną ze względu na różny stan roślinności (sucha / świeża i zielona), wilgotności, stopień zadrzewienia lub zakrzewienia, zazwyczaj

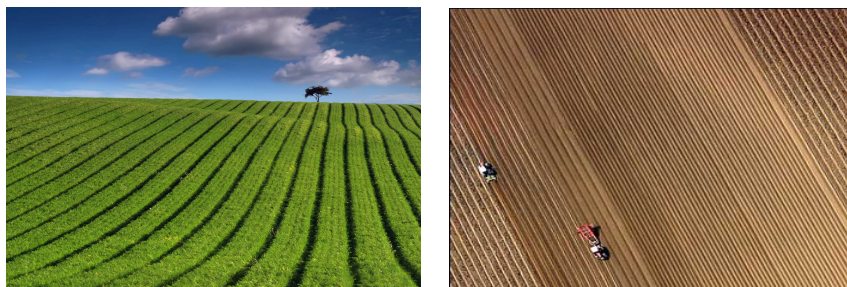
charakteryzują się inną od zbóż, nieregularną strukturą („plamistą”), w niektórych przypadkach jednak są gładkie, jednorodne, zbliżone do zbóż ozimych. Sady są również dość łatwe do rozróżnienia, problemy występują w przypadku starszych sadów, które mogą pełnić funkcję pastwisk i w tym wypadku są / mogą być różnie deklarowane przez właścicieli. Pozostałe uprawy, nawet jeśli już są zasiane / zasadzone nie są widoczne na zdjęciu. Wiele roślin jest dopiero na etapie wschodów i nawet w czasie szybkiej kontroli terenowej (RFV) właściwa ich interpretacja jest trudna bądź niemożliwa (Chmiel et al., 2006). Ostatecznie wszystkie przetworzenia wykonywane były na zdjęciu satelitarnym o podwyższonej rozdzielczości – połączeniu zakresów wielospiektralnych z panchromatycznym metodą Principal Component (pakiet ERDAS Imagine 9.1). Wykorzystane do projektu dane przedstawia Rys. 2.



Rys. 2. Dane wykorzystane do projektu: zdjęcie satelitarne QuickBird z 20.04.2004.r. wraz z warstwą działek rolnych (z lewej), DTM (w środku) i mapa spadków (z prawej).

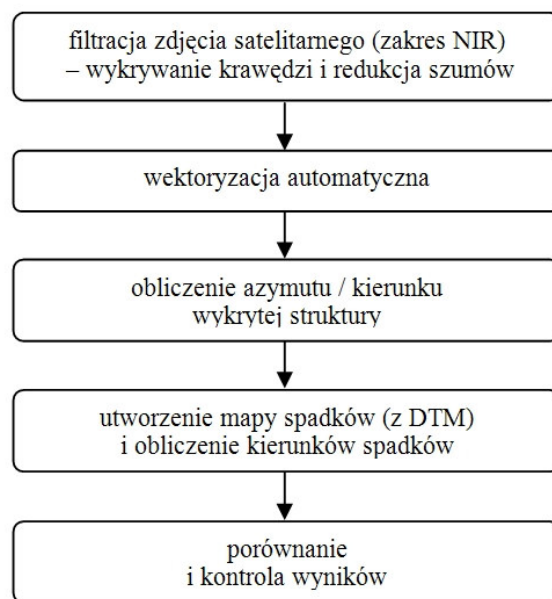
### 3. PROPONOWANA METODOLOGIA

Zaproponowana metodologia wynika z założenia, że zarówno zaorana odkryta gleba, jak i rzędy roślinności, na zdjęciu satelitarnym są przedstawione w charakterystyczny sposób. Są to widoczne linie, zbliżone do równoległych. Zaorana gleba ma charakterystyczną strukturę, różnice wilgotności i zacienienia powodują widoczność powstałych „linii”. Dla działek rolnych, na których roślinność nie jest jeszcze całkowicie rozwinięta, struktura liniowa powstanie dzięki naprzemiennym pasom wschodzącej roślinności i odkrytej gleby.



Rys. 3. Przykład widocznej struktury liniowej dla roślinności (z lewej) i zaoranej gleby (z prawej).

Dla niektórych upraw, struktura ta widoczna jest nawet dla w pełni wykształconych roślin (np. chmiel, kukurydza) podobnie dla upraw wieloletnich (porzeczki, maliny, agrest) czy sadów i winnic (Rys. 3). Metodologię zaproponowanego podejścia przedstawia Rys. 4 .



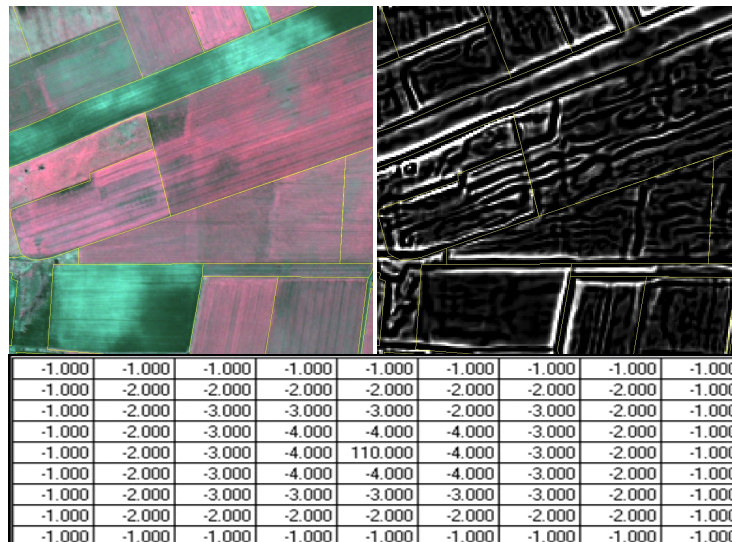
Rys. 4. Schemat zaproponowanej metodologii.

### 3.1. Filtracja zdjęcia satelitarnego

Przetestowano kilka dostępnych metod filtracji, mających na celu wydobycie krawędzi przetwarzanego obrazu (miedzy innymi: Sobel, Prewitt, Edge Enhance, Edge Detect, Laplacian Edge Detection, Robinson 3level, Multilevel, Prewitt Gradient, Kirsch, Weighted Line, Unweighted Line i inne dla wielkości maski 3x3, 5x5 i 7x7 pikseli, dostępne w pakiecie ERDAS Imagine 9.1). Dla pięciu ostatnich metod wykonano testy dla wszystkich ośmiu kierunków (n, ne, e, se, s, sw, w, nw) ( ERDAS Imagine ..., 2006). Z porównania uzyskanych rezultatów wynika, że najlepszy z nich uzyskano dla filtracji metodą Robinson 3-level, po złożeniu wyników wszystkich ośmiu filtrów kierunkowych według formuły (1) (Fijałkowska, 2006):

$$(1) \sqrt{n^2 + ne^2 + e^2 + se^2 + s^2 + sw^2 + w^2 + nw^2}$$

Wykryte w ten sposób „linie” są najwyraźniejsze, jednocześnie zauważa się znaczną redukcję szumów i zakłóceń. Są one jednak na tyle istotne, że zdecydowano się na zastosowanie dodatkowej filtracji uśredniającej. Ostateczny wynik filtracji (dla zakresu spektralnego bliskiej podczerwieni - NIR) dla wybranego fragmentu zdjęcia oraz zastosowany filtr uśredniający przedstawia Rys. 5.



Rys. 5. Wyniki filtracji dla fragmentu zdjęcia QuickBird (zakres NIR) (na górze) i zaproponowany przez autora projektu filtr uśredniający (na dole).

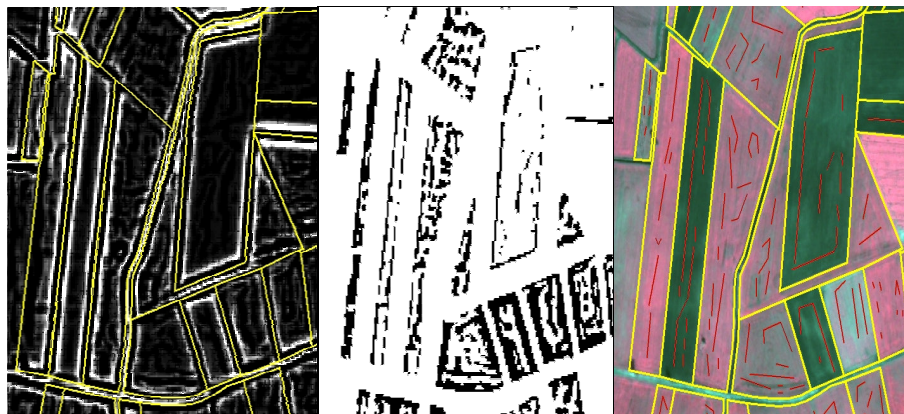


### 3.2. Wektoryzacja automatyczna

Drugim etapem przetworzeń jest przygotowanie uzyskanego po filtracji obrazu do automatycznej wektoryzacji. W związku z tym, że dostępny algorytm (ArcGIS - ArcScan) bazuje na wartościach 0 (tło) i 1 (obiekt), należało wykonać reklasyfikację otrzymanego po filtracji obrazu. Zawsze o wartości granicznej może zdecydować obserwator, ale dążąc do większej automatyzacji procesu, poszukiwano bardziej obiektywnego parametru (niż interpretacja wizualna), wskazującego dla jakich wartości radiometrycznych pikseli mamy do czynienia jeszcze z obiektem, a dla jakich wartości – już z tłem). Zdecydowano, że reklasyfikacja będzie bazować na wartości odchylenia standardowego dla obrazu po filtracji ( $\sigma_f$ ) gdzie wartości dla nowego obrazu określa się w sposób następujący (2):

- (2) tło: „0” dla pikseli z przedziału  $\langle \min, \sigma_f \rangle$ ,  
obiekt: „1” dla pikseli z przedziału  $\langle \sigma_f, \max \rangle$ .

Ponadto ze względu na „efekt brzegowy” występujący na granicy działek rolnych (w związku ze zmianą kierunku zabiegów agrotechnicznych - zawracanie, gorszym stanem roślinności – zbyt sucha lub zbyt wilgotna gleba) zdecydowano o wyłączeniu z wektoryzacji fragmentu działki rolnej leżącej w określonej strefie buforowej wzdłuż granic działki. Wielkość strefy buforowej uzależniona została od kształtu działki (wzięto pod uwagę stosunek pola powierzchni działki do jej obwodu) by uniknąć zbyt szerokiej strefy dla działek wąskich, o wydłużonym kształcie. Przygotowany do automatycznej wektoryzacji obraz i sam jej wynik przedstawia Rys. 6.



Rys. 6. Reklasyfikacja obrazu po filtracji (z lewej i w środku) oraz wynik wektoryzacji automatycznej (z prawej) dla wybranego fragmentu zdjęcia satelitarnego QuickBird.

### 3.3. Obliczenie azymutu wykrytej struktury

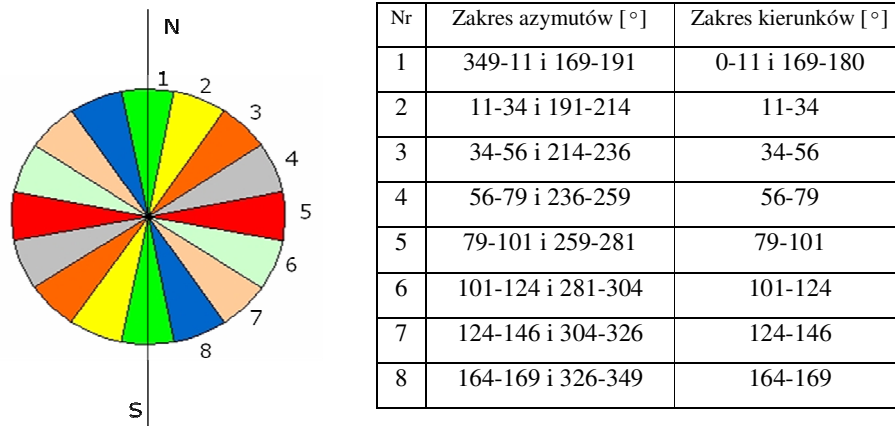
Kolejnym krokiem jest obliczenie azymutu wykrytych linii, w nawiązaniu do azymutu nachylenia stoków, które można uzyskać na podstawie DTM (*aspect*). Stwierdzono jednak, że tak naprawdę wartości szukaną zarówno dla wektoryzowanych linii, jak i dla spadków nie będzie azymut (wartości od 0° do 360°), tylko kierunek linii (wartości od 0° do 180°), zakładając, że (3):

$$(3) \begin{cases} \text{dla } a \in < 0, 180 > k = a \\ \text{dla } a \in (180, 360 > k = a - 180 \end{cases}$$

Zgodnie z tym założeniem obliczono wartości kierunku dla wszystkich linii, będących wynikiem wektoryzacji automatycznej. Ponadto utworzono również mapę spadków (*slope*) i wystawy słonecznej (*aspect*) na podstawie DTM.

### 3.4. Porównanie i kontrola wyników

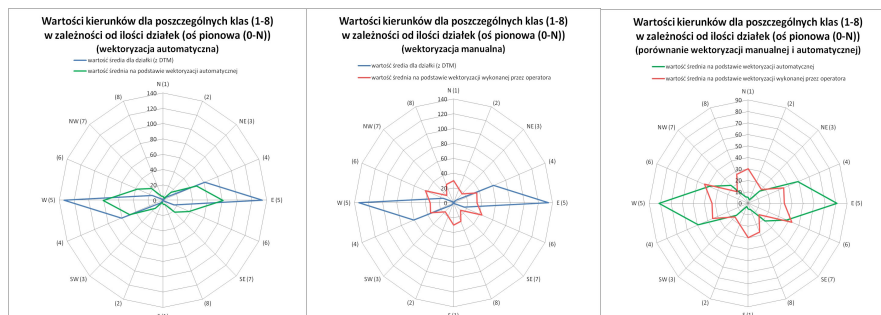
Ostatnim etapem było porównanie wartości kierunków spadków otrzymanych z DTM (traktowanych jako prawda terenowa) i wartości kierunków linii otrzymanych z automatycznej wektoryzacji. Postanowiono podzielić wszystkie możliwe kierunki na 8 klas, który to podział obrazuje Rys. 7.



Rys. 7. Podział kierunków (rysunek i tabela) i azymutów (tabela) na 8 klas

Ponadto dla kontroli wyników uzyskanych z wektoryzacji automatycznej, wykonano ręczną wektoryzację możliwych do zidentyfikowania na kompozycji standardowej „linii”, świadczących o występowaniu w obrębie danej działki rolnej poszukiwanej struktury liniowej. Wyniki porównania wektoryzacji automatycznej z DTM i wektoryzacji ręcznej z DTM, a także wektoryzacji ręcznej z automatyczną przedstawia Rys. 8.



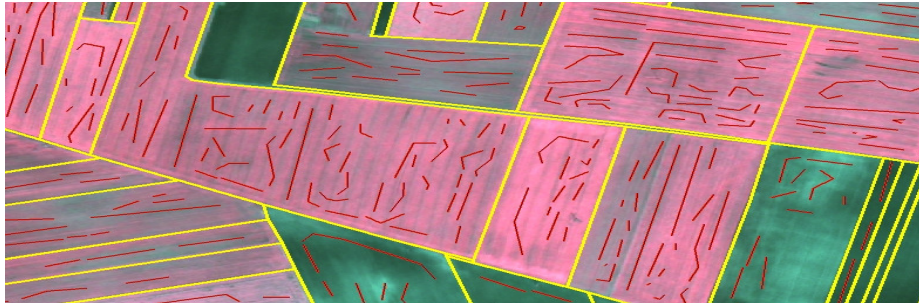


Rys. 8. Porównanie wyników dla wektoryzacji automatycznej i DTM (z lewej), wektoryzacji ręcznej i DTM (w środku) oraz wektoryzacji ręcznej z automatyczną (z prawej) dla 8 klas kierunków

#### 4. PODSUMOWANIE I WNIOSKI

Zaproponowana metodologia pokazuje, że zastosowanie teledetekcji i technologii GIS może mieć duże znaczenie w procesie kontroli prowadzonych w ramach Wspólnej Polityki Rolnej. W przedstawionym eksperymencie skontrolowano 342 działki rolne. Przyjęto założenie, że jeżeli dla danej działki rolnej otrzymany wynik dla wektoryzacji automatycznej i na podstawie DTM mieścił się w tej samej klasie lub znajdował się w klasach sąsiednich, działka ta spełnia nałożone wymagania i na terenie tym nie występuje zagrożenie erozją. Wynik taki uzyskano dla ok. 75% działek na obszarze testowym. Jeżeli różnica wynosi dwie klasy, działka w znacznym stopniu nie spełnia nałożonych wymagań i na jej obszarze istnieje ryzyko zagrożenia erozją. Natomiast jeżeli różnica wyniosła powyżej dwóch klas, działka nie spełnia nałożonych wymagań i na jej obszarze istnieje bardzo duże ryzyko zagrożenia erozją. Wynik taki uzyskano na ok. 10% działek na obszarze testowym.

Wiarygodność otrzymanych wyników zależy od kilku czynników. Przede wszystkim duży wpływ na jakość wyników ma data wykonania zdjęcia. Trudno jednak jest mówić o dacie optymalnej, gdyż w zależności od rodzaju uprawy, najlepsze wyniki mogą być osiągnięte dla wczesnej wiosny (np. zboża ozime), późnej wiosny (np. zboża jare) lub nawet wczesnego lata (np. kukurydza), jednakże 20 kwietnia wydaje się być datą zbyt wczesną. Nie zawsze też wyniki wektoryzacji automatycznej są zadawalające Rys. 9. W niektórych przypadkach (zwłaszcza dla gleb bez roślinności) wektoryzowane są błędne linie, które znacznie wpływają na uśrednione wyniki, odnoszone do całej działki rolnej. Dlatego też być może dobrze byłoby przypisać działce wartość najczęściej powtarzającą się lub otrzymanym wynikom nadać wagi w zależności od długości zwektoryzowanych linii. Nie zawsze też udaje się właściwie zdefiniować i wyeliminować te obszary działki, dla których zauważa się tzw. opisany już wcześniej „efekt brzegowy”.



Rys. 9. Przykłady ograniczeń wektoryzacji automatycznej

Badania nad przedstawionym w artykule zagadnieniem będą nadal kontynuowane. Podjęte zostaną testy na innych polach testowych i dla zdjęć satelitarnych wykonanych w późniejszych datach (w późniejszych fazach okresu wegetacyjnego). W przyszłości jednym z zastosowań tego typu przetworzeń powinny być ośrodki doradztwa rolniczego, by w pierwszej kolejności pomóc producentom rolnym dostosować sposób gospodarowania do wymagań Wspólnej Polityki Rolnej.

## 5. LITERATURA

Berling A., *GAECs implementation in the Member States: State of play and outlook*, 3rd Workshop on GAECs: management, control and impact assessment: 26-28 June 2006, JRC Ispra, Italy,

Chmiel J., Lady-Drużycka K., Osińska-Skotak K., Pluto-Kossakowska J., Fijałkowska A., Kupidura P., Zieliński R., 2006, *Opracowanie elementów wektorowych bazy danych topograficznych oraz metod i technologii dyskretnej wielospektralnej analizy zmian powierzchniowych w oparciu o wysokorozdzielcze obrazy satelitarne – zadanie 1: Zbadanie możliwości dyskretnej rozpoznania zmian powierzchniowych, w oparciu o wysokorozdzielcze wielospektralne obrazy satelitarne*, raport końcowy z realizacji projektu celowego nr 6 T12 2003 C/6101,

ERDAS IMAGINE 9.1 Field Guide, 2006,

ERDAS IMAGINE 9.1 Tour Guide, 2006,

Fijałkowska A., Testowanie możliwości wyznaczenia wskaźników rolno-środowiskowych (AEMs) z wykorzystaniem teledetekcji i technologii GIS, sprawozdanie z realizacji pracy własnej w ramach grantu dziekańskiego za rok 2006, Politechnika Warszawska, Warszawa, 2006,

The implementation of the CAP and visions of its future role across 27 EU Member States. 2007: <http://www.rlg.nl>

## **FEASIBILITY STUDY OF AUTOMATED METODOLOGY FOR CROSS-COMPLIANCE REQUIREMENTS CONTROL**

**KEY WORDS:** remote sensing filters, edge detection, Common Agricultural Policy (CAP), GAECs, Cross-Compliance

**SUMMARY:** By the end of 2009, Poland has to comply with the Common Agricultural Policy (CAP) reform which has already been followed by some of UE countries, since 2005 or 2006. The objective of this reform is to achieve sustainable management of natural resources. Many rules were proposed to farmers who have to obey them (voluntarily sometimes, as some of them are not obligatory). Subsidies are granted on condition that certain, sometimes very strict, regulations and guidelines are met. The system of subsidies is therefore closely linked with the system of supervision.

The rules and guidelines mentioned above, have quite general definition on the UE level, due to the occurrence of significant differences between the agricultural policies of individual EU members. The set of specific rules could change from one year to another, depending on the needs of the Member States.

In Poland, only rapid field visit (RFV) is used to control direct payments. The crop type, its quality and area, use of fertilizers, ban on meadows and stubbles burning, soil protection against erosion and maintenance of organic matter levels are controlled. The aim of control process is closely related to commitments undertaken by farmers.

However, there is a significant use of remote sensing and GIS technology to CAP control process in many UE members, and it allows to reduce the scope of RFV (time-consuming and expensive), and to accomplish the control using satellite and aerial images and GIS. A new methodology is studied which rely on satellite/aerial images processing to control the issues already defined and controlled on the spot.

The present paper provides a feasibility study of automated control methodology for one of cross-compliance requirements: issue 1 - "Soil erosion", the standard "Minimum level of maintenance" concerning the avoidance of ploughing (and crop rows preservation) in the same direction than slope in erosion sensitive areas.

mgr inż. Anna Fijałkowska  
e-mail: A.Fijałkowska@gik.pw.edu.pl  
telefon: (022) 234 73 58  
fax: (022) 234 53 89