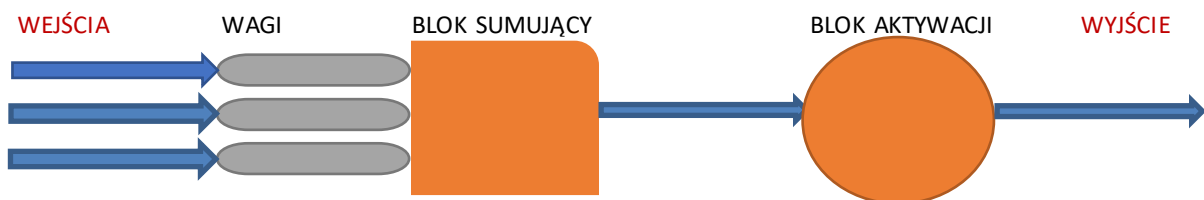


## Sztuczne sieci neuronowe w ocenie zdrowotności zbóż

### 1. Wprowadzenie

Zastosowanie sztucznych sieci neuronowych (SSN) w oprogramowaniu umożliwiło rozwiązanie wielu problemów. Sztuczne sieci neuronowe posiadają zdolność do aproksymacji wartości funkcji wielu zmiennych, w odróżnieniu od interpolacji możliwej przy przetwarzaniu algorytmicznym. Czyni to je niezastąpionymi przy wielu nierozwiązywalnych dotychczas zadaniach a obszar ich zastosowań jest bardzo rozległy, w tym również w rolnictwie. Wzorem do budowy SSN był ludzki mózg. Elementarną jednostką jest neuron. Jego schemat zbudowany w 1943 roku oparty jest na budowie biologicznej komórki nerwowej. Sztuczne sieci neuronowe wykorzystywane są często do rozpoznawania i klasyfikacji wzorców. Sposób działania sieci neuronowej polega na zadawaniu pytań i otrzymywaniu odpowiedzi. Pytaniami są odpowiednio przetworzone dane (np. obraz, dźwięk) podawane na wejściu do sieci. Sieć generuje odpowiedź w postaci danych, które przekłada się na konkretną informację. Poniżej przedstawiono prosty schemat funkcjonowania neuronu (rys.1). Każdy sygnał wejściowy mnożony jest przez odpowiadającą mu wartość liczbową zwaną wagą, która wpływa na jego udział w tworzeniu sygnału wyjściowego. Otrzymane wartości są sumowane a suma jest przetwarzana. Uzyskana wartość jest przekazywana np. do wszystkich neuronów z następnej warstwy.



Rys.1 Schemat funkcjonowania neuronu

Jedną z istotnych zalet SSN jest to, że nie wymaga programowania, gdyż może uczyć się sama. Uczenie się polega na dobieraniu wag połączeń między neuronami w taki sposób, aby po podaniu na wejściu sieci jakichś wartości, uzyskać na wyjściu odpowiedni wynik przy jak najniższym błędzie.

Obszar zastosowań sieci neuronowych jest już obecnie bardzo rozległy, szczególnie tam gdzie wymagane są odpowiedzi nie ilościowe a jakościowe. Np: badania psychiatryczne, diagnostyka układów elektronicznych, prognozy, interpretacja badań biologicznych, pojazdy autonomiczne, bioidentyfikacja. SSN stosowane są już w każdej z gałęzi przemysłu i rolnictwa. Wiele zastosowań które jeszcze kilka lat temu wydawały się hipotetyczne dziś jest w zasięgu ręki. Dotyczy to zwłaszcza medycyny i rolnictwa. Rolnictwo kumuluje bowiem w sobie większość działów naszej gospodarki i jest bardzo dobrym poligonem dla prac badawczych o charakterze innowacyjnym.

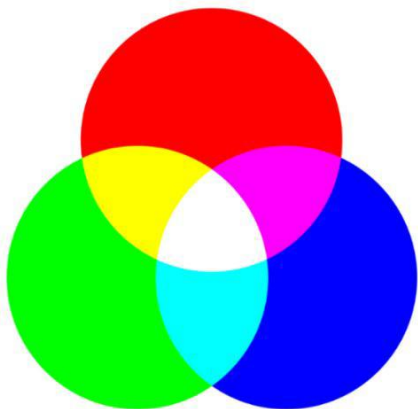
Około 2000 roku na rynku coraz liczniej zaczęły się pojawiać aplikacje technik neuronowych dla rolnictwa. Wykorzystując neuronową technikę rozpoznawania obrazu, maszyny mogą wykonywać pracę bez ingerencji człowieka. Oto kilka przykładów z tego czasu: maszyna do wrywania chwastów, robot do monitoringu stanu pola i plonu, neurorobot do wykrywania oraz usuwania ślimaków, neurorobot czyszczący w budynkach inwentarskich, zastosowanie sztucznych sieci neuronowych do oceny stopnia dojrzałości jabłek (Boniecki i in. 2010, Łuczycka 2016). W latach 2016 - 2019, firma Relayonit, we współpracy z Instytutem Hodowli i Aklimatyzacji Roślin PIB w Radzikowie, prowadziła badania nad zastosowaniem SSN i teledetekcji w diagnostyce zdrowotności plantacji zbóż. Wyniki badań były na tyle pozytywne (Arseniuk i in. 2019, Golka i in. 2020), że utworzono konsorcjum TELEDIS które złożyło do ARiMR wnioski o dofinansowanie dalszych badań w ramach działania 16 „Współpraca” Programu Rozwoju Obszarów Wiejskich. W skład konsorcjum wchodzi następujące podmioty:

1. Centrum Doradztwa Rolniczego ul. Pszczelińska 99, 05-840 Brwinów
2. Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin PIB, Radzików, 05-870 Błonie
3. Relayonit Sp. z o.o. ul. Cietrzewia 23, 02-492 Warszawa
4. Łódzki Ośrodek Doradztwa Rolniczego ul. Nowości 32, 95-011 Bratoszewice
5. Świętokrzyski Ośrodek Doradztwa Rolniczego z siedzibą w Modliszewicach, ul. Piotrkowska 30, 26-200 Końskie
6. Marian Hadrian prowadzący gospodarstwo rolne, Kobierzycko 50/1, 98-285 Wróblew
7. Roman Życiński prowadzący gospodarstwo rolne, Mirogonowice 6, 27-425 Waśniów

## 2. Charakterystyka metod stosowanych w projekcie TELEDIS

Celem realizowanego projektu jest nowa technologia, pozwalająca na wykrywanie chorób zbóż ( np. fuzarioza kłosów, rdza żółta, mączniak, itp.) przy wykorzystaniu SSN i teledetekcji. Podstawą technologii jest cyfrowa analiza obrazów badanych roślin. Uzyskane zdjęcia łanów roślin są podstawą do analizy histogramów długości fal, jak również do wyliczania na ich podstawie wskaźników pozwalających na ocenę zdrowotności upraw (Nieróbca i in. 2009, Pudełko i in. 2008, Alchanatis i in. 2005). W badaniach TELEDIS są wykorzystywane zarówno zdjęcia wykonywane w zakresie bliskiej podczerwieni jak i w zakresie światła widzialnego.

. Celem działania przyjętej metody jest rozpoznawanie zmian zdrowotnych roślin na podstawie wykonanych zdjęć. Najprostszym podejściem jest określenie wskaźników opartych na obecności określonej długości fal w badanych próbkach. Metody identyfikacji roślin mogą również polegać na analizie ilościowej histogramów interpretowanych zdjęć w poszczególnych kanałach R,G,B ( read, green, blue) dla światła widzialnego (Kazmi i in. 2014, Pandelea A. i in.2015).



Rys.2.System RGB

Każdy kolor można przedstawić jako kombinację trzech podstawowych kolorów: czerwony, zielony i niebieski (rys. 2). Tablica jest używana jako dane wejściowe do sieci neuronowych które mają na celu identyfikację obrazów lub ocenę.

Każdy neuron wejściowy reprezentuje informacje o kolorze na obrazie i każdy neuron wyjściowy odpowiada obrazowi. Wszystkie obrazy zostają przeskalowane do tego samego rozmiar (szerokość i wysokość). Rozmiary obrazu określa się na podstawie rozmiaru wektora wejściowego i liczby neuronów.

W projekcie poddane są interpretacji dane ze zdjęć, przedstawione jako wielowymiarowe zbiory punktów opisanych w skali HSL. HSL to jeden z modeli opisowych dla kolorów postrzeganych przez ludzi. Ten model zakłada, że barwy postrzegane przez człowieka dadzą się opisać za pomocą trzech współrzędnych:

**H:** Hue – z ang. odcień, barwa, o wartościach z przedziału: od 0 do 360 stopni.

**S:** Saturation – nasycenie koloru. z przedziału 0...1 albo 0...100%.

**L:** Lightness – średnie światło białe, z przedziału 0...1 albo 0...100%.

Skuteczna analiza danych wymaga zastosowania takiego sposobu klasyfikacji, który będzie jednocześnie wydajny i będzie pozwalał na porównywanie uzyskiwanych wyników z dużym zbiorem danych wzorcowych. Wśród metod klasyfikacji dużych zbiorów danych mamy do dyspozycji wiele nowoczesnych podejść, takich jak k-means, class method, SOM (Self – Organizing Map) czy GNG (Growing Neural Gas). W projekcie zastosowano metodę GNG. ( Gruber – Szydło K. i in.,2014)

### 3.Przebieg prac w projekcie TELEDIS

Opracowywane są dwa jednokierunkowe, samouczące się modele SSN: jedno i dwuwarstwowy. W przypadku sieci jednokierunkowych, uczenie się prowadzone jest na ogół w sposób następujący:

Przygotowuje się zestaw danych wejściowych wraz z odpowiadającymi im wynikami, jakie powinna uzyskać sieć. Wagi sieci inicjalizuje się w sposób przypadkowy. Następnie podaje się kolejno, wiele razy, wszystkie zestawy danych wejściowych i patrzy, na ile odpowiedź sieci różni się od poprawnego wyniku. Oblicza się różnicę i następnie w odpowiedni sposób koryguje się wagi połączeń wewnątrz sieci. (poczynając od połączeń od ostatniej warstwy ukrytej do warstwy wyjściowej, i tak dalej, aż do warstwy wejściowej). [M. Skulska i in., 2003]

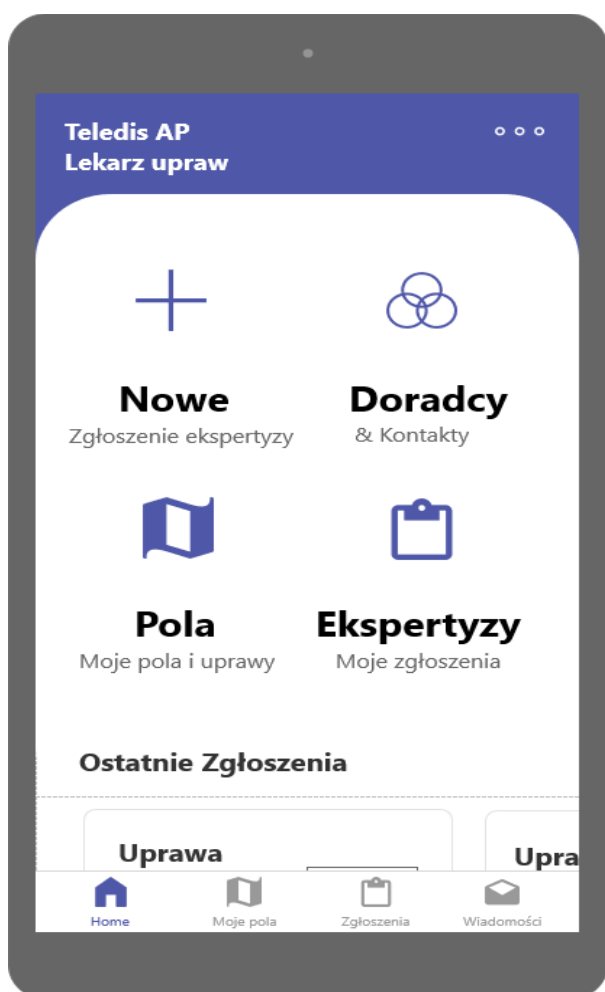
W badaniach założono polećka pszenicy i pszenżyta porażone następującymi chorobami: rdza żółta, rdza brunatna, mączniak prawdziwy, fuzarioza kłosów, septoriozy liści , w stopniu umożliwiającym pozyskanie danych obrazowych o jakości umożliwiającej analizę obrazu i utworzenie bazy wzorców badanych chorób pszenicy i pszenżyta. Badania są prowadzone również na większych plantacjach tych zbóż na terenie województw: świętokrzyskiego i łódzkiego. W wyniku badań opracowane będą następujące produkty:

- Aplikacja dla modułu publicznego

- Aplikacja dla modułu eksperckiego
- Moduł SSN
- Baza wzorców roślin
- Centrum informacyjne chorób zbóż

### Aplikacja dla modułu publicznego

Aplikacja w smartfonie, przeznaczona dla rolników, pozwalająca na wykrywanie na podstawie zdjęć, chorób na plantacjach pszenicy i pszenżyta. Rolnik posiadając na swoim smartfonie tę aplikację, po zrobieniu zdjęcia zboża ma odczytać czy zboże jest zarażone i jaką chorobą. W razie potrzeby, aplikacja ta umożliwi kontaktowanie się i prowadzenie korespondencji z doradcą rolniczym lub ekspertem w zakresie zdrowotności zbóż na swojej plantacji.



Rys.3. Ekran aplikacji publicznej na smartfonie (projekt)

### Aplikacja dla modułu eksperckiego

Aplikacja przeznaczona dla eksperta, mająca nieco szerszy zakres możliwości od poprzedniej

### Moduł SSN

Sztuczna sieć neuronowa zdolna do rozpoznania zdrowotności zboża na podstawie zdjęć.

### Baza wzorców roślin chorych i zdrowych

Zdjęcia wytypowane jako wzorce, mają służyć do badań porównawczych wykorzystujących model sztucznej sieci neuronowej do oceny zdrowotności próbek zbóż pobranych z łanu w postaci zdjęć.

### Centrum informacyjne chorób zbóż

Celem działalności Centrum ma być obsługa informacyjna rolników i jednostek obsługi rolnictwa w obszarze zdrowotności roślin zbożowych na terenie kraju.

## 4. Korzyści wynikające z realizacji projektu

- Ochrona środowiska naturalnego

Opracowywana technologia pozwoli na większą precyzję w stosowaniu ochrony chemicznej przed chorobami, co ograniczy skażenie środowiska przez działalność rolniczą. Decyzje o wykonaniu zabiegów ochrony roślin powinny być podejmowane na podstawie monitoringu występowania organizmów szkodliwych z uwzględnieniem progów ekonomicznej szkodliwości. Ponadto, stosowanie środków ochrony roślin powinno być ograniczone do niezbędnego minimum w szczególności poprzez zredukowanie dawek lub ograniczenie liczby wykonywanych zabiegów. Proponowana metoda szybkiej detekcji chorób roślin (lub ognisk chorobowych na plantacjach o dużej powierzchni), pozwoli na stosowanie punktowych zabiegów oprysku roślin

- Łagodzenie zmian klimatu

Zmiany klimatyczne powodują nasilanie się chorób w produkcji roślinnej. M. in. obserwuje się wzrost stężenia gazów cieplarnianych, w tym ozonu, w atmosferze. Wysokie stężenie tego gazu według Pieta Creemersa (Katolicki Uniwersytet w Leuven, Belgia), nasila podatność roślin na porażanie przez grzyby i bakterie. Powoduje to wzrost zużycia środków ochrony roślin co z

kolei zwiększa energochłonność produkcji roślin uprawnych. W uprawie pszenicy 10% energii zużywa się na produkcję środków ochrony roślin. Realizacja projektu pozwoli na ograniczenie ilości tych środków a zatem również na ograniczenie energii zużywanej w produkcji zbóż [ Holka M. i in.2019]. Rolnictwo zostało wskazane jako jedna z dziedzin w polskich dokumentach strategicznych dotyczących klimatu, jako najbardziej wrażliwa na zmiany klimatyczne

- Bezpośrednio dla użytkowników.

Użytkownicy systemu będą mieli do dyspozycji aplikację dla publicznego modułu oceny zdrowotności zbóż. Aplikacja pozwoli im na rozpoznanie rodzaju choroby. W razie wątpliwości mogą konsultować wynik z doradcą rolniczym lub przesłać zdjęcia z plantacji bezpośrednio do Centrum Zdrowotności Roślin Zbożowych . Tam poprzez biuro zamówień trafia do pracowni analiz . Po opracowaniu odpowiedź przesyłana będzie do użytkownika. Zakres wykonywanych przez Centrum prac, będzie się powiększał w miarę rozwoju bazy danych ,kadry oraz liczby korzystających z Centrum użytkowników.

## 9. Użytkownicy i kanały dostępu

Projekt jest skierowany do następujących użytkowników:

- Rolnicy

Analiza zdjęć chorób zbóż wykonanych własnym aparatem. Kontakt z doradcami , ekspertami i usługodawcami

- Doradcy rolniczy

Bezpośredni kontakt z rolnikami korzystającymi z Teledis, podgląd danych diagnostycznych, kontakt z ekspertami

- Usługodawcy

Dostarczanie rolnikowi profilowanej oferty, umawianie usług z rolnikami

- Eksperci

Weryfikacja klasyfikacji chorób przez oprogramowanie

Kanały dostępu Internet- poprzez dostępne aplikacje, spotkania robocze, telefon

W miarę rozwoju bazy danych z projektu korzystać będą z pewnością jednostki administracji państwowej w tym jednostki obsługi rolnictwa.

## 10. Literatura

Alchanatias V., Ridel L., Hetzroni A., Yaroslavsky L. 2005. Weed detection in multi-spectral images of cotton fields. *Computers and Electronics in Agriculture* 47: 243 — 260

Alexandrina-Elena Pandelea, Mihai Budescua and Gabriela Covatariu, 2015, „Image Processing Using Artificial Neural Networks” *Buletinul Institutului Politehnic Din Iași, Tomul LXI (LXV), Fasc. 4,*

Arseniuk E., Golka W., Golka A., Góral T. 2019. Artificial neural networks and remote sensing in the diagnosis of the health of cereal plantations. . Chapter 25, pages 329-340, opublikowane w książce pt. “Meringu Technologies towards Agriculture, Food and Environment”, Editors” R. K. Behl, Machiavelli Singh, Achim Ibenthal and Wolfgang Merbach with AGROBIOS (INTERNATIONAL) ISBN: 9789381191224.

Golka W., Arseniuk E., Golka A., Góral T. „Sztuczne sieci neuronowe i teledetekcja w ocenie porażenia pszenicy jarej fuzariozą kłosów” *Biuletyn Instytutu Hodowli i Aklimatyzacji Roślin Nr 288 / 2020 : 67–75*

Gruber – Szydło K., Gruber J., Szykaruk M., 2014, „Przetwarzanie wielowymiarowych danych medycznych z zastosowaniem rosnącego gazu neuronowego”, *Zeszyty naukowe politechniki śląskiej, Seria: Organizacja i Zarządzanie z. 63a, Nr kol. 1891*

Kazmi W., Foix S., Alenyà G., Andersen H.J. 2014. Indoor and outdoor depth imaging of leaves with time-of-flight and stereo vision sensors: Analysis and comparison. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing* 88: 128 — 146.

Łuczycza D. 2016. *Rolnictwo XXI wieku – problemy i wyzwania.* ISBN 978–83–945311–0-2: 378



Nieróbca A., Pudełko R., Kozyra J. 2009. Zastosowanie zdalnych metod w analizie zachwaszczenia pól testowych. Progress in Plant Protection/Postępy w Ochronie Roślin, 49: 1622 — 1629.

Pudełko R., Kozyra J., Nieróbca A. 2008. Identification of the intensity of weeds in maize plantations based on aerial photographs. Zemdirbyste-Agriculture, 95: 130 — 134

Skulska M., Skulska M., Makowski Ł. 2003. Zastosowanie sieci neuronowych. Wydawca: Państwowa Wyższa Szkoła Zawodowa w Tarnobrzegu: 8 s.

<sup>1)</sup>Ukazał się w miesięczniku Warmińsko-Mazurskiego Ośrodka Doradztwa Rolniczego, „Bieżące Informacje”, Luty 2022, Nr2(387) ss.11-12

