

METODA OCENY NOWOCZESNOŚCI TECHNICZNO-KONSTRUKCYJNEJ CIĄGNIKÓW ROLNICZYCH WYKORZYSTUJĄCA SZTUCZNE SIECI NEURONOWE CZ. I: ZAŁOŻENIA METODY

Sławomir Francik

Katedra Inżynierii Mechanicznej i Agrofizyki, Uniwersytet Rolniczy w Krakowie

Streszczenie. Celem pracy było opracowanie koncepcji autorskiej metody oceny nowoczesności techniczno-konstrukcyjnej ciągników rolniczych. Przedstawiono założenia przyjęte do sformułowania modelu oceny nowoczesności. Zgodnie z założeniami metoda będzie wykorzystywała do oceny sztuczne sieci neuronowe, oraz będzie uwzględniała zmienność w czasie wzorca nowoczesnego ciągnika.

Słowa kluczowe: nowoczesność, ciągnik rolniczy, sztuczne sieci neuronowe

Wstęp

Pojęcie nowoczesności jest szeroko wykorzystywane w odniesieniu do różnego typu systemów technicznych. Należy przy tym rozróżnić pojęcie nowości i nowoczesności. Maszyna nowa nie musi być równocześnie nowoczesna. Przeprowadzone przez autora badania potwierdziły, że ocena nowoczesności jest ważna i potrzebna [Francik 2002]. Wyniki badań ankietowych przeprowadzonych wśród pracowników ODR wskazują, że istnieje zapotrzebowanie ze strony rolników na ocenę sprzętu rolniczego pod względem nowoczesności.

Nowoczesność jest wynikiem postępującego rozwoju oraz utrwalonych zdobyczy nauki i techniki. Jest ona definiowana na wiele sposobów, w zależności od przedmiotu badań. W odniesieniu do systemów technicznych nowoczesność można zdefiniować jako wysoki stopień spełnienia wymagań wynikających z potrzeb, przy uwzględnieniu najnowszych osiągnięć i doświadczeń w procesach projektowania, konstruowania, produkcji i eksploatacji [Radniecki i in. 1987]. Nowoczesność jest związana i może być, w pewnym zakresie, utożsamiana z pojęciem jakości, co podkreśla Kolman [2002] stwierdzając, że nowoczesna maszyna powinna charakteryzować się wysoką jakością wykonania oraz spełniać wymagania nowoczesności. A zatem można przyjąć, że pojęcie nowoczesności obejmuje trzy składniki [Francik 2003]:

- nowoczesność techniczno-konstrukcyjną (NTK) – poziom techniczny,
- nowoczesność rozumianą jako wysoki poziom jakości wykonania (NJW),
- nowoczesność funkcjonalno – eksploatacyjną – jakość eksploatacyjną (NFE).

Najszerzy zakres obejmuje nowoczesność techniczno-konstrukcyjna, którą można zdefiniować jako, najwyższy poziom parametrów systemu technicznego, w stosunku do innych porównywalnych wyrobów – stopień, w jakim dany system techniczny spełnia wymagania sformułowane przez użytkowników. Inaczej mówiąc dany system techniczny jest nowoczesny pod względem techniczno-konstrukcyjnym, gdy jego wartości parametrów są najlepsze (najwyższe albo najniższe) wśród analogicznych systemów.

Opracowano wiele metod służących do oceny nowoczesności techniczno-konstrukcyjnej, albo mogących być do takiej oceny zaadaptowanych. Dotychczasowe badania autora dotyczące oceny NTK ciągników rolniczych polegały na: zaadaptowaniu metody uśrednionych znamion jakości do oceny nowoczesności ciągników rolniczych [Francik 2003], oraz opracowaniu autorskiej metody oceny nowoczesności, wykorzystującej założenia metod analizy ilościowej i sztuczne sieci neuronowe [Francik 2005b]. Metodę tę zastosowano do oceny ciągników rolniczych. Badania te wykazały, między innymi, że głównym mankamentem stosowanych dotychczas metod oceny nowoczesności jest ich statyczny charakter. Ponieważ postęp nauki i techniki narasta w sposób ciągły, nowoczesność zmienia się w czasie (jest zjawiskiem dynamicznym). Ocena dokonywana jest w określonej chwili i wraz z upływem czasu dezaktualizuje się. To, jak szybko następuje dezaktualizacja, zależy od tempa rozwoju danej dziedziny techniki. Wyniki badań dotyczących tendencji zmian parametrów kołowych ciągników rolniczych potwierdziły, że ich wartości zmieniają się w czasie [Francik 2005a]. Skłoniło to autora do podjęcia próby opracowania metody oceny poziomu nowoczesności, która uwzględniłaby zmienność kryteriów nowoczesności w czasie.

Opracowana została autorska metoda tworzenia modelu, wykorzystującego sztuczne sieci neuronowe (SSN), pozwalającego wyznaczać i prognozować wartości parametrów technicznych charakteryzujących nowoczesne ciągniki rolnicze [Francik 2006a; Francik 2006b]. Opracowane SSN mogą zostać wykorzystane przez projektantów do ustalania założeń projektowych dla ciągników, tak aby były one nowoczesne.

Modele neuronowe mogą również zostać wykorzystane pośrednio do oceny NTK poprzez porównanie wartości parametrów istniejącego ciągnika z wartościami parametrów uzyskanymi z modelu neuronowego dla danego roku. Niestety opracowana metoda nie umożliwia bezpośredniej i łatwej oceny porównawczej istniejących modeli ciągników, pod względem ich nowoczesności techniczno-konstrukcyjnej. Ocena taka byłaby szczególnie przydatna dla rolników, ponieważ pomogłaby im podjąć optymalną decyzję inwestycyjną dotyczącą wyboru modelu ciągnika z bogatej oferty rynkowej.

Cel pracy

Celem pracy było opracowanie koncepcji metody oceny nowoczesności techniczno-konstrukcyjnej różnych modeli ciągników rolniczych, przy czym metoda powinna uwzględniać zmienność w czasie poziomu nowoczesności.

Założenia przyjęte przy opracowaniu metody oceny

Podczas opracowywania metody oceny przyjęto kilka podstawowych założeń:

1. Poziom nowoczesności techniczno-konstrukcyjnej ciągnika rolniczego opisuje wektor cech charakteryzujących dany ciągnik.

Ciągnik rolniczy można scharakteryzować za pomocą parametrów ilościowych, jak i jakościowych. Są to pewne cechy nowoczesności, które wykorzystuje się przy porównywaniu różnych modeli ciągników. Opisują one zarówno ciągnik rolniczy jako całość, jak i jego poszczególne zespoły. Do opisu poziomu nowoczesności techniczno-konstrukcyjnej można wykorzystać dane techniczne, które są podawane przez producenta. Jednak o wiele większy zbiór takich cech stanowią testy ciągników rolniczych, które są przeprowadzane w porównywalnych warunkach przez niezależne zespoły ekspertów. Dlatego też, w niniejszej pracy, jako główne źródło informacji o danym modelu ciągnika wykorzystano wyniki badań testowych.

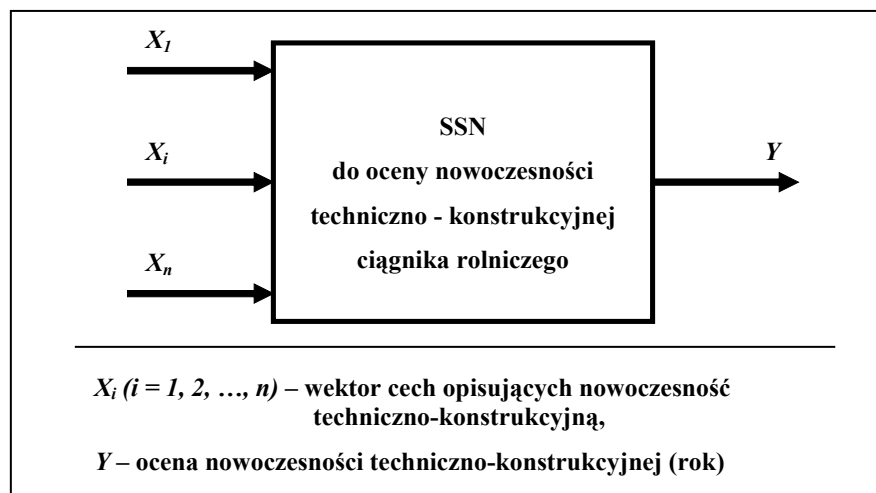
2. Do oceny poziomu NTK będzie wykorzystywany zmienny w czasie wzorzec nowoczesnego ciągnika.

Aby ocenić poziom nowoczesności techniczno-konstrukcyjnej należy utworzyć wzorzec nowoczesnego ciągnika, obowiązujący dla danego roku. Wzorzec ten jest opisany za pomocą wektora cech charakteryzujących ciągnik. Przypisanie wzorca do konkretnego roku opiera się na oryginalnym i nowatorskim założeniu sformułowane przez autora., iż modele ciągników wprowadzane na najbardziej wymagające rynki, przez czołowych producentów, są nowoczesne. Modele te muszą spełniać w najwyższym stopniu wymagania dotyczące nowoczesności techniczno-konstrukcyjnej, aby stać się konkurencyjnymi w danej klasie projektowej. Klasa projektowa została zdefiniowana, jako stopień, w jakim dany typ produktu spełnia wymagania grupy użytkowników [Juran i in 1974]. A zatem nowy model ciągnika rolniczego wprowadzany na rynek, i zastępujący dotychczas produkowany, jest w momencie rozpoczęcia produkcji nowoczesny. Następnie jego poziom nowoczesności zmniejsza się stopniowo, ze względu na pojawianie się bardziej nowoczesnych modeli ciągników konkurencyjnych firm. W chwili, gdy produkowany ciągnik przestaje być konkurencyjny, następuje konieczność zastąpienia go kolejnym modelem. Podczas oceny nowego modelu ciągnika rolniczego wykorzystywany będzie utworzony wcześniej wzorzec oraz wartości wektora cech dla danego modelu. Miarą oceny poziomu nowoczesności techniczno-konstrukcyjnej ocenianego ciągnika będzie obliczony przez SSN rok, w którym powinna się rozpocząć produkcja danego modelu.

3. Metoda oceny będzie wykorzystywać do oceny sztuczne sieci neuronowe.

Przesłanką do przyjęcia takiego założenia były wyniki wcześniejszych badań autora, dotyczących zarówno samej oceny nowoczesności, jak i prognozowania. Zastosowanie modeli neuronowych pozwala zwiększyć dokładność uzyskiwanych prognoz.

Na podstawie przyjętych założeń sformułowano wstępny model, który ma służyć do oceny nowoczesności techniczno-konstrukcyjnej (rys. 1). Wejściem dla modelu neuronowego (traktowanego jako czarna skrzynka) był wektor cech charakteryzujących dany model ciągnika, a wyjściem rok rozpoczęcia produkcji danego modelu, określający moment, w którym ciągnik był nowoczesny pod względem techniczno-konstrukcyjnym.



Rys. 1. Schemat metody oceny nowoczesności techniczno-konstrukcyjnej

Fig. 1. Scheme of the method for technical and constructional modernity assessment

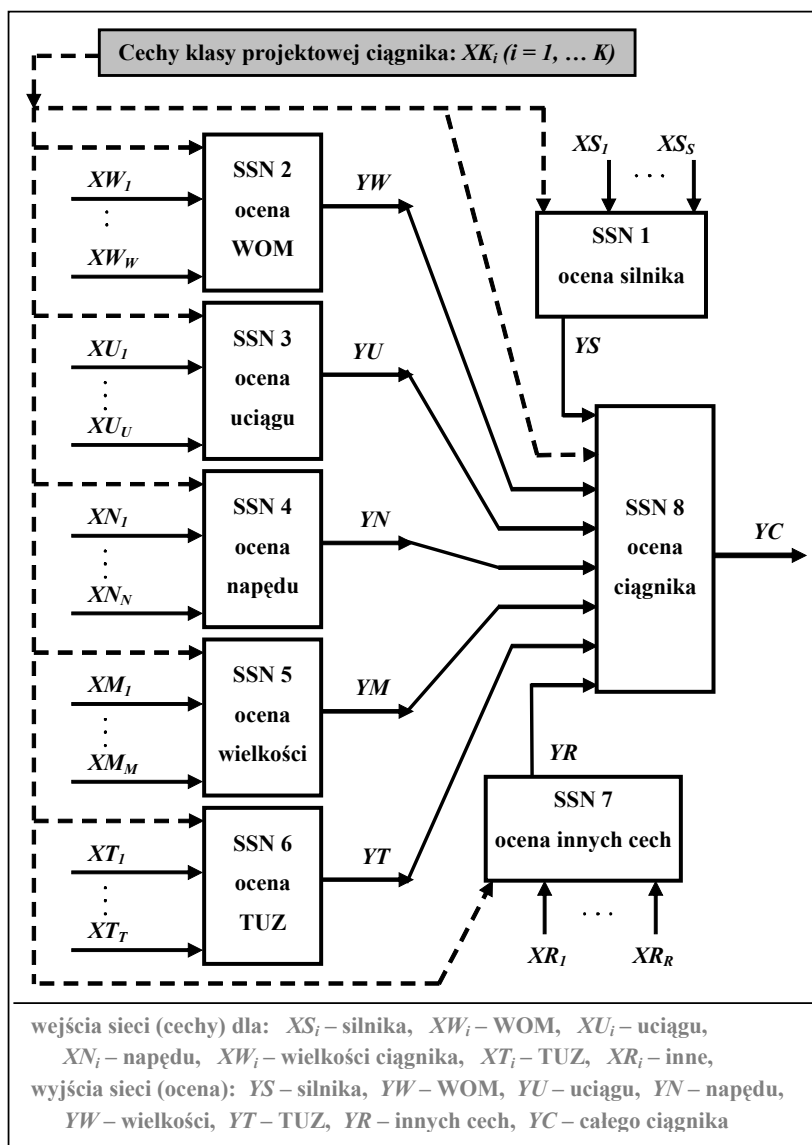
Cechy charakteryzujące ciągnik rolniczy pod względem jego poziomu NTK

Na podstawie przeglądu literatury, informacji technicznych podawanych przez producentów ciągników rolniczych oraz testów sporządzono listę cech opisujących ciągnik rolniczy. W celu możliwie pełnej obiektywizacji oceny starano się wprowadzić do modelu jak najwięcej cech X_i (rys.1.). Zostały one podzielone na kilka grup charakteryzujących:

- silnik (XS_i): wartości cech odpowiadających mocy przy nominalnych obrotach silnika, mocy maksymalnej i momentowi maksymalnemu (moc, moment, obroty silnika, jednostkowe zużycie paliwa, zapas momentu) oraz cechy charakteryzujące wielkość i typ silnika (liczba cylindrów, pojemność skokowa, średnica i skok tłoka, stopień sprężania, turbodoładowanie),
- możliwości współpracy z maszynami napędzanymi przez WOM - wałek odbioru mocy (XW_i): wartości cech odpowiadające nominalnej prędkości obrotowej WOM (moc, moment, nominalne obroty WOM, jednostkowe zużycie paliwa),
- możliwości pracy ciągnika z maszynami przyczepianymi – uciąg (XU_i): wartości cech odpowiadających maksymalnej mocy i maksymalnej sile uciągu (moc i siła uciągu, prędkość jazdy, obroty silnika, poślizg, jednostkowe zużycie paliwa)
- układ przeniesienia napędu (XN_i): liczba biegów (w przód i do tyłu), prędkość nominalna na najniższym i najwyższym biegu (do przodu i do tyłu), rodzaj sprzęgła,
- wielkość ciągnika (XM_i): masa (całkowita i jej rozkład na oś przednią i tylną), rozstaw osi, rozstaw kół (przednich i tylnych),
- TUZ - trójpunktowy układ zawieszenia (XT_i): udźwig podnośnika (siła maksymalna), wydatek pompy podnośnika, moc TUZ,
- inne cechy (XR_i): obecność bądź brak kabiny, poziom hałasu, typ układu kierowniczego i hamulcowego, napęd na tylną oś (2WD) lub na obie osie (FWA).

Model oceny nowoczesności techniczno-konstrukcyjnej ciągnika rolniczego

Ze względu na dużą liczbę cech charakteryzujących ciągnik rolniczy zmodyfikowany został wstępny model oceny nowoczesności techniczno-konstrukcyjnej (rys. 1).



Rys. 2. Model oceny nowoczesności techniczno-konstrukcyjnej ciągnika
 Fig. 2. Model for tractor technical and constructional modernity assessment

Modyfikacja polegała na niezależnej ocenie poszczególnych grup cech – zastosowaniu niezależnych SSN. Następnie te cząstkowe oceny były agregowane w ocenę sumaryczną ciągnika przy użyciu dodatkowej sieci neuronowej. Rozdzielenie oceny na kilka niezależnych modeli neuronowych umożliwiło zastosowanie sieci o bardziej rozbudowanych architekturach. Wynika to z faktu iż, architektura, a co za tym idzie liczba neuronów w poszczególnych warstwach SSN jest uzależniona od liczby przypadków uczących [Masters 1996, Osiński 1996, Trajer 2005]. Im większa liczba takich wzorców uczących, tym architektura sieci neuronowej może być bardziej rozbudowana, bez niebezpieczeństwa wystąpienia zjawiska przeuczenia.

Model oceny nowoczesności poszczególnych grup cech, a dopiero na tej podstawie ocena całego ciągnika (rys. 2.), wymagał ustalenia dodatkowych zmiennych wejściowych (XK_i) dla każdej sieci neuronowej. Wejścia te (cechy) określają przynależność ciągnika do określonej klasy projektowej. Przyjęto, że cechami tymi będą: moc nominalna, podwozie oraz masa całkowita ciągnika. Przy czym jeżeli wśród wejść do danej SSN występowała już jedna z trzech wymienionych cech, to nie była ona powtórnie wprowadzana do sieci.

Podsumowanie

Opracowany koncepcja metody (model przedstawiony na rys. 1) oceny nowoczesności techniczno-konstrukcyjnej ciągników rolniczych uwzględnia zmienność w czasie wzorca nowoczesnego ciągnika, wykorzystując do tego sztuczne sieci neuronowe. A zatem spełnia przyjęte założenia. Miarą poziomu NTK jest różnica między rzeczywistym a wyznaczonym przez SSN rokiem wprowadzenia do produkcji danego modelu. Zastosowanie dla poszczególnych grup cech oddzielnych sieci neuronowych powinno pozwolić na niezależną ocenę tych grup cech charakteryzujących np. silnik albo układ przeniesienia napędu, a po agregacji ocen cząstkowych ocenę całego ciągnika.

Sposób tworzenia poszczególnych sztucznych sieci neuronowych służących do oceny techniczno-konstrukcyjnej oraz wyniki przeprowadzonych badań zostaną przedstawione w drugiej części niniejszego opracowania: Modele neuronowe do oceny nowoczesności ciągników rolniczych.

Bibliografia

- Francik S. 2002. Cechy nowoczesności maszyn rolniczych na podstawie badań ankietowych. Inż. Rolnicza 6 (39). s. 381-388.
- Francik S. 2003. Ocena nowoczesności maszyn rolniczych na przykładzie ciągników rolniczych. Inż. Rolnicza 10(52). s. 7-15.
- Francik S. 2005a. Tendencje zmian wybranych parametrów ciągników rolniczych. Inż. Rolnicza 2005, 6(66). s. 141-147.
- Francik S. 2005b. Próba zastosowania sztucznych sieci neuronowych do oceny nowoczesności maszyn rolniczych. Inż. Rolnicza 2005, 8(68). s. 63-70.
- Francik S. 2006a. Metoda prognozowania wartości parametrów technicznych nowoczesnych maszyn rolniczych. Część I: Metodyka prognozowania parametrów ciągników rolniczych. Inż. Rolnicza Rolnicza 11(86). s. 101-108.

- Francik S.** 2006b. Metoda prognozowania wartości parametrów technicznych nowoczesnych maszyn rolniczych. Część II: Modele neuronowe do wyznaczania parametrów ciągników rolniczych. Inż. Rolnicza 11(86). s. 109-116.
- Juran J.M., Gryna, Jr. F.M.** 1974. Jakość – projektowanie, analiza. WNT, Warszawa.
- Masters T.** 1996. Sieci neuronowe w praktyce. WNT, Warszawa. ISBN 83-204-2061-X
- Osowski S.** 1996. Sieci neuronowe w ujęciu algorytmicznym. WNT, Warszawa. ISBN 83-204-1976-X.
- Trajer J.** 2005. Sztuczne sieci neuronowe w modelowaniu procesów z ograniczonym zbiorem danych w inżynierii rolniczej. Inż. Rolnicza 2(62). s. 55-61.

AN ARTIFICIAL NEURAL NETWORKS-BASED METHOD FOR ASSESSING TECHNICAL AND CONSTRUCTIONAL MODERNITY OF FARM TRACTORS. PART I: METHOD GUIDELINES

Abstract. The purpose of the work was to develop an author's method for assessing technical and constructional modernity of farm tractors. The paper presents theoretical model used to assess modernity. According to the guidelines, the method uses in the assessment artificial neural networks, and takes into account variability in time for a modern tractor model.

Key words: modernity, farm tractor, artificial neural networks

Adres do korespondencji:

Sławomir Francik; e-mail: sfrancik@ur.krakow.pl
Katedra Inżynierii Mechanicznej i Agrofizyki
Uniwersytet Rolniczy w Krakowie
ul. Balicka 120
30-149 Kraków