



ARTUR POPKO¹, KONRAD GAUDA²

Sztuczna sieć neuronowa jako innowacyjne narzędzie wspomagania doboru powłok ochronno-dekoracyjnych

Artificial Neural Network as Innovation Tool in Supporting the Selection of Protective and Decorative Coatings

¹ Doktor habilitowany inżynier, profesor WSEI, Wyższa Szkoła Ekonomii i Innowacji w Lublinie, Wydział Transportu i Informatyki, Polska

² Doktor, Wyższa Szkoła Ekonomii i Innowacji w Lublinie, Wydział Transportu i Informatyki, Polska

Streszczenie

W artykule poruszona jest problematyka związana z możliwością wykorzystania sztucznych sieci neuronowych (SSN) w procesie doboru powłok ochronno-dekoracyjnych. Zebrano i ustalono wejściowe i wyjściowe parametry zadania. Opracowano wstępną postać struktury sztucznej sieci neuronowej, wymaganej do wspomaganie procesu.

Słowa kluczowe: sztuczne sieci neuronowe, powłoki organiczne, ochrona antykorozyjna

Abstract

The article deals with issues related to the possibility of using artificial neural networks (ANNs) in the process of selection of protective and decorative coatings. The input and output parameters of the task were collected and established. The initial form of the artificial neural network structure required to support the process was also developed.

Keywords: artificial neural networks, organic coatings, corrosion protection

Wstęp

Problematyka optymalnego doboru rodzaju powłok ochronno-dekoracyjnych jest jednym z kluczowych zagadnień kształcenia studentów kierunku mechanika i budowa maszyn w przedmiotach: inżynieria materiałowa oraz komputerowe wspomaganie wytwarzania. Istotnym zadaniem w realizacji tego procesu jest nabycie umiejętności identyfikowania i prawidłowego zestawiania powiązań pomiędzy czynnikami, które determinują dobór rodzaju powłoki. Wszechstronną i skrupulatną analizę wszystkich niezbędnych danych może wspomóc system

informatyczny bazujący na sztucznej sieci neuronowej. Dzięki takiemu narzędziu programowanie procesu doboru systemu powłokowego może być o wiele szybsze i dokładniejsze. Ponadto sztuczne sieci neuronowe w przeciwieństwie do programów realizujących algorytmiczne przetwarzanie informacji posiadają zdolność generalizacji, uogólniania wiedzy dla nowych danych, nieznanych wcześniej lub dla niepełnych danych wejściowych (Tadeusiewicz, 1993), co może mieć istotne znaczenie dla systemu użytkowanego w warunkach przemysłowych.

Zasady doboru powłok ochronno-dekoracyjnych

Głównym zadaniem powłok organicznych jest zapewnienie ochrony antykorozyjnej zabezpieczanej konstrukcji lub maszyny poprzez odizolowanie chronionego podłoża od oddziaływania czynników agresywnych. Zadanie to może być spełnione tylko wtedy, gdy powłoka charakteryzuje się odpowiednimi właściwościami fizykochemicznymi, mechanicznymi i ochronnymi. Nie mniej ważne są także np. w przemyśle motoryzacyjnym czy budowlanym właściwości dekoracyjne, takie jak: połysk, barwa itp. (Gauda, 2011, s. 38).

Pierwszym etapem przy doborze zestawów lakierniczych powinna być analiza wymagań eksploatacyjnych stawianych powłokom zależnie od rodzaju obiektów przewidzianych do pokrycia. Wymagania te określają główne czynniki niszczące, klimatyczne i korozyjne występujące w czasie eksploatacji, które determinują dobór powłoki (Gauda, 2011; Hryniewicz, 1999; Miodek, 2001, s. 12).

Znając wstępne wymagania eksploatacyjne dla powłok, które mają zabezpieczać określony obiekt, można przejść do kolejnych faz selekcji. Dobór ten jest jednak bardzo złożony na skutek konieczności uwzględnienia zarówno wymagań dotyczących dekoracyjności, jak i odporności pokrycia na działanie równocześnie występujących czynników klimatycznych i korozyjnych. Przy tej selekcji, istotne znaczenie ma także wielkość obiektu, materiał użyty na jego wytworzenie, sposób montażu oraz całkowity koszt zabezpieczenia. Dlatego też dobór systemu powłokowego w ochronie antykorozyjnej powinien być rezultatem pełnej analizy techniczno-ekonomicznej.

System ochrony jest czymś więcej niż tylko podaniem nazwy farby użytej do pokrycia chronionego podłoża. Powinny być tu uwzględnione następujące aspekty (Gauda, 2011; Gauda, Lenik, Zinowicz, 2004; Lenik, Gauda, Lenik, 2009, s. 103):

- warunki eksploatacji podczas użytkowania powłok, warunkowane dodatkowo agresywnością korozyjną środowiska,
- rodzaj konstrukcji, jej usytuowanie oraz stan podłoża,
- wymagany stopień przygotowania powierzchni w aspekcie wielkości uszkodzeń i miejsc skorodowanych,
- dane odnośnie do wymogów środowiska podczas aplikacji i wysychania materiału powłokowego (wilgotność i temperatura),

- wybór i określenie materiału powłokowego,
- przewidywany czas użytkowania,
- wymagania odnośnie do właściwości dekoracyjnych, ostrzegawczych, maskujących,
- wymagania w zakresie ochrony środowiska.

Ogólne zasady doboru powłok malarskich ujęte są w odpowiednich normach (PN-EN ISO, 2001; PN-EN ISO, 2012). Warunki eksploatacji podzielono tam na różne makroklimaty i mikroklimaty z uwzględnieniem czynników dodatkowych (pył, kurz, para wodna, gazy, elektrolity), a także agresywności korozyjnej środowiska oraz narażeń eksploatacyjnych: mechanicznych, temperaturowych, fizykochemicznych i biologicznych. Najczęściej wstępne decyzje odnośnie do doboru pokryć podejmuje się właśnie zależnie od narażeń środowiskowych i eksploatacyjnych. Podział i oznaczenia narażeń działających na wyroby w czasie eksploatacji ułatwiające dobór powłok malarskich przedstawia tabela 1.

Tabela 1. Dobór powłok zależnie od narażeń środowiskowych

Narażenia środowiskowe	Rodzaj spoiwa*						
	AK	CHK	PCW	ER	PU	SI	AR
Środowisko wiejskie i miejskie	+	+	+	o	–	o	o
Środowisko przemysłowe kwaśne	o	+	+	+	o	–	–
Środowisko alkaliczne	o	+	+	+	+	–	+
Środowisko chemiczne kwaśne	–	+	+	o	+	–	+
Środowisko chemiczne ze śladami rozpuszczalników	–	o	o	+	o	–	+
Działanie wody – zanurzenie	–	+	+	+	+	–	+
Działanie wody – kondensacja	o	+	+	+	+	–	+
Temperatura 80°C	+	+	+	+	+	+	+
Temperatura 80÷140°C	+	–	–	+	+	+	+
Temperatura 140÷200°C	–	–	–	+	+	+	+

* AK – alkidowe; CHK – chlorokauczukowe; PCW – polichlorowinyłowe; ER – epoksydowe; PU – poliuretanowe; SI – silikonowe; AR – akrylowe; + – nadaje się; o – nadaje się niekiedy; – nie nadaje się.

Źródło: Praca zbiorowa (1983), s. 97.

Najbardziej korzystnymi właściwościami charakteryzuje się farba epoksydowa. Warto też zwrócić uwagę na farby: poliuretanową i akrylową, które oprócz wysokich odporności na temperaturę i różnorodne środowiska korozyjne odznaczają się właściwościami dekoracyjnymi, co ma niemałe znaczenia np. w przemyśle motoryzacyjnym.

Należy jednak zaznaczyć, że typowania tego rodzaju mają ogólnikowy charakter. O trwałości i właściwościach ochronnych powłoki decyduje nie tylko żywica błonotwórcza, ale także w dużym stopniu inne składniki, przede wszystkim pigmenty (Zinowicz, Gauda, 2003; Zubielewicz, 2002, s. 15).

Wszechstronną i skrupulatną analizę wszystkich niezbędnych danych może wspomóc system informatyczny bazujący na sztucznej sieci neuronowej. Dzięki takiemu narzędziu programowanie procesu doboru systemu powłokowego może być o wiele szybsze i dokładniejsze, szczególnie w warunkach, kiedy nie wszystkie dane są dostępne (Popko, Jakubowski, Wawer, 2013, s. 54).

Projekt sztucznej sieci neuronowej

Przeprowadzone czynności umożliwiły zidentyfikowanie i ustalenie istotnych parametrów procesu doboru powłok ochronno-dekoracyjnych, co dało wytyczne określenia i odpowiedniego sposobu pogrupowania wejściowych i wyjściowych parametrów zadania. Powiązanie parametrów przedstawiono w tabeli 2.

Parametry wejściowe dla SSN:

- narażenia mechaniczne (ścieranie, uderzenie, zarysowanie) (0 – brak, 1 – małe, 2 – średnie, 3 – duże),
- narażenia chemiczne (0 – brak narażeń, 1 – kontakt z kwasami, 2 – kontakt z zasadami, 3 – kontakt z rozpuszczalnikami węglowodorowymi),
- narażenia biologiczne (0 – brak narażeń, 1 – narażenia wywołane przez pleśń, bakterie, 2 – narażenia wywołane przez organizmy, glony),
- działanie wody (wilgotność) (0 – brak, 1 – niewielkie, 2 – duże, 3 – zanurzenie),
- środowisko (0 – wiejskie, 1 – miejskie, 2 – przemysłowe, 3 – nadmorskie),
- korozyjność atmosfery (0 – mała, 1 – umiarkowana, 2 – duża, 3 – b. duża),
- temperatura użytkowania (0 – do 80°C, 1 – 80÷140°C, 2 – 140÷200°C, 3 – pow. 200°C),
- dekoracyjność (0 – nie, 1 – tak),
- rodzaj podłoża (0 – stal, 1 – metale nieżelazne, 2 – drewno, 3 – tworzywo).

Parametry wyjściowe dla SSN: Wybór rodzaju powłoki (nr zestawu): 1 – alki-dowy (ftalowy), 2 – akrylowy, 3 – akrylowy wodorozcieńczalny (ekologiczny), 4 – chlorokauczukowy, 5 – epoksydowy, 6 – poliuretanowy, 7 – poliwinylowy, 8 – silikonowy.

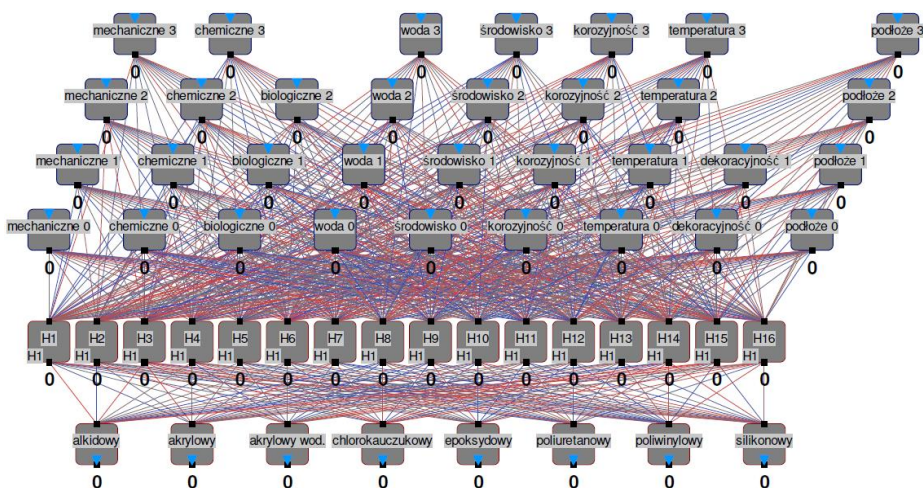
Na tej podstawie możliwe było opracowanie wstępnej postaci struktury sztucznej sieci neuronowej, wymaganej do wspomagania procesu doboru powłok ochronno-dekoracyjnych (rys. 1). Wektory danych wejściowych i wyjściowych określają liczbę neuronów w warstwach odpowiednio: wejściowej i wyjściowej. Ukrytą warstwę SNN stanowią neurony, które znajdują się między warstwą wejściową a warstwą wyjściową, a ich liczba i organizacja może być traktowana jako „czarna skrzynka”. Korzystanie z dodatkowych warstw ukrytych neuronów umożliwia większą wydajność przetwarzania i podnosi elastyczność systemu SSN. Ta dodatkowa elastyczność zwiększa jednak koszty złożoności w algorytmie szkoleniowym. Zbyt mała z kolei liczba ukrytych neuronów

może uniemożliwić systemowi prawidłowe dopasowanie danych wejściowych i zmniejszyć jego odporność (Popko, 2014, s. 10). Określenie optymalnej, finalnej struktury SSN oraz jej weryfikacja wymagają przeprowadzenia dalszych badań.

Tabela 2. Powiązanie parametrów WE-WY

Nr zestawu	Parametry wejściowe								
	mechaniczne	chemiczne	biologiczne	woda	środowisko	korozyjność	temperatura	dekoracyjność	podłoże
1 alkidowy	0, 1	0	0	0, 1	0, 1	0, 1	0, 1	1	0, 1, 2, 3
2 akrylowy	0, 1, 2	0, 1, 2, 3	0	0, 1, 2, 3	0, 1, 2	0, 1, 2	0, 1, 2	1	0, 1, 2, 3
3 akrylowy wodorocieńczyalny	0, 1	0, 1, 2	0	0	0, 1	0	0, 1	1	1, 2, 3
4 chlorokauczukowy	0, 1	0, 1, 2	0	0, 1, 2, 3	0, 1, 2, 3	1, 2, 3	0	1	0, 1, 2, 3
5 epoksydowy	0, 1, 2	0, 1, 2, 3	0, 1, 2	0, 1, 2, 3	0, 1, 2, 3	1, 2, 3	0, 1	0	0, 1, 2, 3
6 poliuretanowy	0, 1, 2, 3	0, 2, 3	0, 1, 2	0, 1, 2, 3	1, 2, 3	1, 2, 3	0, 1	1	0, 1, 2, 3
7 poliwinylowy	0, 1, 2	0, 2	0	0, 1, 2, 3	0, 1, 2, 3	2, 3	0	1	0, 1, 2, 3
8 silikonowy	0, 1, 2	0	0	0, 1	0, 1	0, 1	2, 3	1	0, 1, 2, 3

Źródło: Gauda (2011); Praca zbiorowa (1983).



Rysunek 1. Struktura początkowa sztucznej sieci neuronowej

Źródło: opracowanie własne.

Podsumowanie

Opracowano projekt sztucznej sieci neuronowej do wspomaganie procesu doboru powłok ochronno-dekoracyjnych. Najbardziej adekwatna architektura początkowa badanej SSN składa się z 57 neuronów, z czego 16 zawartych w ukrytej warstwie. Przedstawiona struktura wymaga przeprowadzenia kolejnych czynności, procesów: nauczania, optymalizacji oraz testowania, co będzie przedmiotem następných opracowań.

Literatura

- Gauda, K. (2011). *Wodorozcieńczalne powłoki organiczne w przemyśle maszynowym*. Lublin: Lubelskie Towarzystwo Naukowe.
- Gauda, K., Lenik, K., Zinowicz, Z. (2004). *The Possibility of Use of Waterborne Epoxy Coatings for the Protection of Machine and Device Elements*. Warsaw: International Conference: Advances in Coatings Technology.
- Hryniewicz, T. (1999). *Technologia powierzchni i powłok*. Koszalin: Wydawnictwa Uczelniane PK.
- Lenik, K., Gauda, K., Lenik, Z. (2009). Forecasting of Durability of Waterborne Coatings in the Machine Industry. *The Worldwide Journal of Achievements in Materials and Manufacturing Engineering*, 37 (2), 102–109.
- Miodek, A. (2001). Zabezpieczenie antykorozyjne wielkogabarytowych konstrukcji stalowych w aspekcie analizy kosztowej. *Lakiernictwo Przemysłowe*, 6, 12–19.
- PN-EN ISO 12944-1:2001 (2001). *Farby i lakiery – Ochrona przed korozją konstrukcji stalowych za pomocą ochronnych systemów malarskich*.
- PN-EN ISO 9223:2012 (2012). *Ochrona materiałów metalowych przed korozją – ryzyko korozji w warunkach atmosferycznych – klasyfikacja, określanie i ocena korozyjności atmosfery*.
- Popko, A. (2014). *Multilayer Neural Network for Visual Object Identification*. Guangzhou: International Conference on Humanity and Social Science.
- Popko, A., Jakubowski, M., Wawer, R. (2013). Membrain Neural Network for Visual Pattern Recognition. *Advances in Science and Technology Research Journal*, 7 (18), 54–59.
- Praca zbiorowa (1983). *Powłoki malarsko-lakiernicze. Poradnik*. Warszawa: WNT.
- Tadeusiewicz, R. (1993) *Sieci neuronowe*. Pobrane z: <http://winntbg.bg.agh.edu.pl/skrypty/0001/0001.pdf> (1.09.2017).
- Zinowicz, Z., Gauda, K. (2003). *Powłoki organiczne w technice antykorozyjnej*. Lublin: Wyd. PL.
- Zubielewicz, M. (2002). Działanie ochronne powłok z farb wodorozcieńczalnych w zależności od rodzaju pigmentów antykorozyjnych. *Lakiernictwo Przemysłowe*, 1, 15–17.