

Piotr BARSZCZ, Mariusz WESOŁOWSKI

## SZACOWANIE KRYTERIÓW OCENY STOPNIA ZDEGRADOWANIA FUNKCJONALNYCH ELEMENTÓW NAWIERZCHNI LOTNISKOWYCH WYKONANYCH Z BETONU CEMENTOWEGO NA PODSTAWIE DANYCH UZYSKANYCH Z EKSPLOATOWANYCH OBIEKTÓW

### Streszczenie

Szacowanie kryteriów oceny stopnia zdegradowania funkcjonalnych elementów nawierzchni lotniskowych wykonanych z betonu cementowego na podstawie danych uzyskanych z eksploatowanych obiektów.

Istotnym czynnikiem, który ma wpływ na bezpieczeństwo wykonywanych operacji lotniczych jest właściwe zarządzanie lotniskami w oparciu o uzyskane w sposób systemowy informacje o stanie technicznym nawierzchni ich elementów funkcjonalnych. Jednym z parametrów w oparciu o które szacuje się stan techniczny nawierzchni lotniskowych jest ocena stopnia ich zdegradowania prowadzona w oparciu o stwierdzone uszkodzenia i przeprowadzone naprawy. Takie podejście pozwala na oszacowanie niezbędnych zasobów potrzebnych do wykonania napraw i racjonalne zaplanowanie remontów. Wskaźnik oceny stopnia zdegradowania powierzchni badanej nawierzchni obliczany w oparciu o obmiarowane uszkodzenia i naprawy pozwala na całościową ocenę ich zdegradowania. Podstawową informacją niezbędną do oceny stopnia zdegradowania nawierzchni jest pozyskanie danych z przeprowadzonych przeglądów metodą wizualną a następnie zinwentaryzowanie ich. W oparciu o uzyskane dane o uszkodzeniach i wykonanych naprawach analizuje się stopień zdegradowania nawierzchni lotnisk i na tej podstawie określa się kryteria ich oceny. Badanie metodą wizualną, mimo swojej pozornej prostoty, jest trudne do wykonania. Kwalifikacja uszkodzeń czy napraw do odpowiedniej grupy często nie jest jednoznaczna, dlatego też proces inwentaryzacji powinien być unormowany.

### WSTĘP

Charakterystyczną cechą przyjętego podejścia do analizy stopnia zdegradowania nawierzchni lotniskowych jest to, że do oceny brane są pod uwagę stwierdzone uszkodzenia i przeprowadzone naprawy na określony dzień. Takie podejście pozwala na zaplanowanie niezbędnych zasobów potrzebnych do wykonania napraw i racjonalne zaplanowanie remontów. Zaproponowany wskaźnik oceny stopnia zdegradowania obliczany w oparciu o obmiarowane uszkodzenia i naprawy pozwala na całościową ocenę stanu technicznego powierzchni badanej nawierzchni. Podstawową informacją niezbędną do przeprowadzenia oceny stopnia zdegradowania nawierzchni jest pozyskanie danych z przeprowadzonej inwentaryzacji. Inwentaryzację powinno się przeprowadzać w oparciu o katalog typowych uszkodzeń nawierzchni lotniskowych (rys. 1) i zasady prowadzenia obmiaru. Elementami wspomagającymi proces inwentaryzacji jest legenda uszkodzeń i napraw (rys. 2) oraz oznaczenia parametrów i ich jednostki. W oparciu o uzyskane dane o uszkodzeniach i przeprowadzonych naprawach analizuje się stopień zdegradowania nawierzchni lotnisk i określa się kryteria oceny. Należy zaznaczyć, że badanie metodą wizualną, mimo swojej pozornej prostoty, jest trudne do wykonania. Kwalifikacja uszkodzeń czy napraw do odpowiedniej grupy często nie jest jednoznaczna, dlatego też proces inwentaryzacji powinien być unormowany (rys. 1). Właściwe zarządzanie lotniskami oraz przekazywanie rzetelnej informacji o ich stanie to istotne czynniki, które mają wpływ na bezpieczeństwo wykonywanych operacji lotniczych.

### 1. INWENTARYZACJA

Inwentaryzacja są to czynności zmierzające do sporządzenia szczegółowego spisu z natury składników charakteryzujących oce-

nianą cechę na określony dzień. Inwentaryzacja uszkodzeń i napraw nawierzchni elementów funkcjonalnych lotnisk (EFL) prowadzona jest zgodnie z przyjętymi założeniami wykorzystując do tego wcześniej przygotowane podkłady. Polega ona na przeglądzie podstawowego elementu, jakim jest płyta (próbka). Stwierdzone podczas przeglądu uszkodzenia i wykonane naprawy zaznacza się na przygotowanych wcześniej podkładach za pomocą przyjętych symboli i odpowiednich kolorów. W ramach prowadzonych inwentaryzacji przyjęto, że stwierdzone uszkodzenia zaznaczane są kolorem czerwonym, a uszkodzenia naprawione kolorem czarnym. Na wcześniej przygotowane podkłady nanosi się wielkości charakteryzujące dany rodzaj uszkodzenia i naprawy.

Zgodnie z przyjętą nomenklaturą, parametry charakteryzujące stopień zdegradowania nawierzchni lotniskowej oznacza się między innymi jako (rys. 2):

- złuszczenia płytkie i głębokie;
- pęknięcia włosowate, mrozowe, szczelinowe, szczelinowe szerokie;
- odpryski pomarglowe;
- odłamania, wykruszenia krawędzi i naroży;
- ubytki głębokie;
- masa w szczelinach;
- progi;
- odwierty;
- płyty do wymiany.

Jednym z najważniejszych elementów funkcjonalnych lotnisk są drogi startowe i dlatego posiadają one wyższe standardy utrzymania niż drogi kołowania czy płaszczyzny postoju. Luźne elementy pochodzące z nawierzchni mogą powodować uszkodzenia silników lotniczych i śmigieł. Bezpieczeństwo eksploatacji statków powietrznych wymusza sposób prowadzenia inwentaryzacji drogi startowej,

gdzie płytę przyjmuje się jako podstawowy element podlegający przeglądom.

W przypadku elementów funkcjonalnych lotnisk takich, jak płaszczyzny postojowe czy drogi kołowania badanie nawierzchni może być prowadzone poprzez analizę kilku wybranych próbek na odcinku badawczym, jednak należy przy tym zwracać uwagę, czy eksploatowane statki powietrzne kołują z wykorzystaniem własnego napędu, czy są holowane po analizowanym odcinku badawczym.

INSTYTUT TECHNICZNY WOJSK LOTNICZYCH  
ZAKŁAD LOTNISKOWY (Z-24)



INSTRUKCJA BADAWCZA  
NR IB-2-1-1/24/2014

KATALOG TYPOWYCH USZKODZEŃ  
NAWIERZCHNI ELEMENTÓW FUNKCJONALNYCH  
LOTNISK WYKONANYCH Z BETONU  
CEMENTOWEGO DLA POTRZEB OBMiaru  
USZKODZEŃ METODĄ OCENY WIZUALNEJ

Edycja nr: 1  
Obowiązuje od: 31.12.2014 r.  
Egzemplarz nr: 1

OPRACOWAŁ:	ZWERYFIKOWAŁ:		ZATWIERDZIŁ:
	pod względem merytorycznym:	pod względem zgodności z SZ:	
Piotr BARSZCZ Krzysztof BLACHA	Mariusz WESOŁOWSKI	Danuta KOWALSKA	Mariusz WESOŁOWSKI
data i podpis	data i podpis	data i podpis	data i podpis
data i podpis			

**Rys. 1.** Dokument normatywny, jaki powinien być wykorzystywany podczas wykonywania przeglądów w ramach prowadzonych inwentaryzacji

## 2. SZACOWANIE STOPNIA ZDEGRADOWANIA NAWIERZCHNI ELEMENTÓW FUNKCJONALNYCH LOTNISK WYKONANYCH Z BETONU CEMENTOWEGO

Degradacja jest to proces powolny i rozłożony w czasie. Polega on głównie na obniżeniu właściwości konstrukcji poprzez oddziaływanie czynników zewnętrznych, co w efekcie generuje zmiany zachodzące w jej strukturze. Na poziom zdegradowania nawierzchni elementu funkcjonalnego lotniska wpływają uszkodzenia jak i wykonane naprawy. Tą wielkość określa się na podstawie 13 zdefiniowanych rodzajów uszkodzeń i napraw. W celu optymalnego dobrania wskaźnika charakteryzującego rzeczywisty stopień zdegradowania powierzchni nawierzchni, rozpatruje się dwa warianty obliczeń, gdzie zakłada się, że wykonanie napraw wpływa w 20% lub 50% na zdegradowanie nawierzchni. Wskaźnik oceny stopnia zdegradowania nawierzchni elementów funkcjonalnych lotnisk oblicza się na podstawie danych uzyskanych podczas inwentaryzacji zgodnie ze wzorem:

### LEGENDA

USZKODZEŃ I NAPRAW NAWIERZCHNI WYKONANEJ Z BETONU CEMENTOWEGO			
Kod	Rodzaj uszkodzenia	Kwalifikacja uszkodzenia	
Ap	Ubytki i zluszczenia płytkie ≤ 3 mm Oznaczenie: An n = 1, 2, 3 lub 4 (naprawione)    An n = 1, 2, 3 lub 4 (do naprawy)	Inwentaryzuje się zmiany powierzchniowe, kwalifikując je jako:  [1] małe: do 25% (średnio 5-6 m <sup>2</sup> ), [2] średnie: 26-50% (średnio 11 m <sup>2</sup> ), [3] duże: 51-75% (średnio 16 m <sup>2</sup> ), [4] cała płyta: powyżej 75% (25 m <sup>2</sup> ).	
	Ubytki i zluszczenia głębokie > 3 mm Oznaczenie: Bn n = 1, 2, 3 lub 4 (naprawione)    Bn n = 1, 2, 3 lub 4 (do naprawy)		
Pęknięcia włosowate Oznaczenie: # n = 1, 2, 3 lub 4 do naprawy			
Pęknięcia mrozowe Oznaczenie: *n n = 1, 2, 3 lub 4 do naprawy			
Odpryski po marglowe Oznaczenie: ••n n = naprawione    ••n n = do naprawy			
Wykruszenia, odłamania krawędzi i naroży Oznaczenie: n n = naprawione    n n = do naprawy			
Pęknięcia szczelinowe Oznaczenie: }n n = naprawione    }n n = do naprawy			
Pęknięcia szczelinowe szerokie Oznaczenie: }n n = naprawione    }n n = do naprawy			
Masa w szczelinach Oznaczenie: n n = ubytki masy    n n = nadwyżka masy			
Progi Oznaczenie: n n = wysokość progu do naprawy			
Wp	Wymiana płyty Oznaczenie: Wn n = 1, 2, 3 lub 4 (po wymianie)    Wn n = 1, 2, 3 lub 4 (po wymianie)		Inwentaryzuje się powierzchnię płyty do wymiany, kwalifikując ją jako:  [1] do 25% (średnio 5-6 m <sup>2</sup> ), [2] 26-50% (średnio 11 m <sup>2</sup> ), [3] 51-75% (średnio 16 m <sup>2</sup> ), [4] powyżej 75% (25 m <sup>2</sup> ).
	Odwierty Oznaczenie: ••n liczba odwiertów naprawionych w nawierzchni    ••n liczba odwiertów do naprawy		Inwentaryzuje i zaznacza się liczbę odwiertów wykonanych w nawierzchni.

**Rys. 2.** Legenda uszkodzeń i napraw nawierzchni elementu funkcjonalnego lotniska wykonanego z betonu cementowego [4]

$$D_{BC}^{F(UN)} = \sum_{i=1}^{13} \frac{[(F_{BC}^U)_i + (F_{BC}^N)_i]}{F} 100 \quad (1)$$

$$F_{BC}^U = \sum_{i=1}^{13} (Ob_{BC}^U)_i (p_{BC}^U)_i \quad (2)$$

$$F_{BC}^N = \sum_{i=1}^{13} (Ob_{BC}^N)_i (p_{BC}^N)_i \quad (3)$$

gdzie:

$D_{BC}^{F(UN)}$  - zdegradowanie nawierzchni elementu funkcjonalnego lotniska wykonanego z betonu cementowego;

$p$  - przelicznik parametru charakteryzującego uszkodzenia lub naprawy na powierzchnię obejmującą uszkodzone lub naprawione obszary;

$Ob$  - obmiar uszkodzeń i napraw nawierzchni EFL;

$F$  - powierzchnia całkowita badanej nawierzchni EFL;

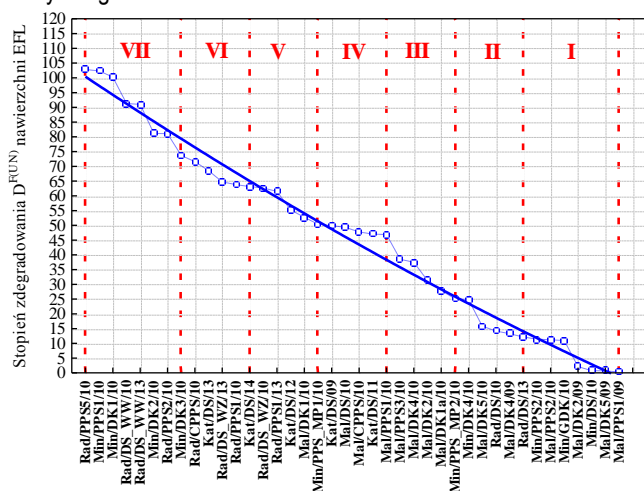
$F_{BC}$  - powierzchnia badana zajęta przez określony rodzaj uszkodzenia;

$U$  - uszkodzenia nawierzchni EFL;

$N$  - naprawy nawierzchni EFL.

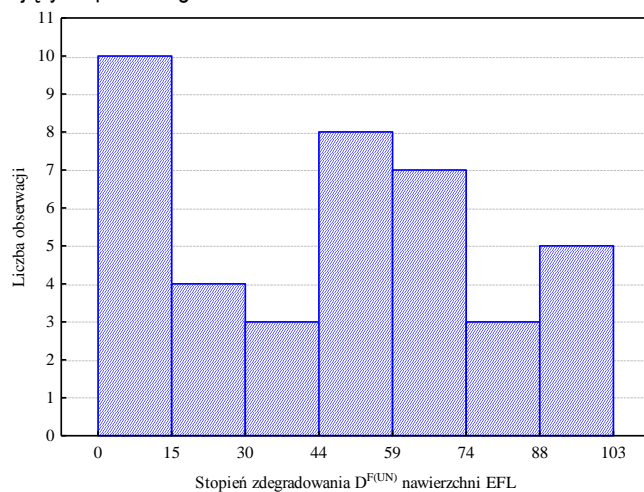
### 3. METODOLOGIA SZACOWANIA KRYTERIÓW OCENY STOPNIA ZDEGRADOWANIA NAWIERZCHNI ELEMENTÓW FUNKCJONALNYCH LOTNISK WYKONANYCH Z BETONU CEMENTOWEGO

Przy szacowaniu kryteriów oceny stopnia zdegradowania nawierzchni wzięto pod uwagę wyniki badań uzyskane podczas wykonywania przeglądów metodą wizualną powierzchni nawierzchni obiektów lotniskowych. Wskaźnikiem, w oparciu, o który szacowano wartości kryteriów oceny stopnia zdegradowania nawierzchni jest wskaźnik nieobciążony  $D^{F(UN)}$  stopnia zdegradowania elementów funkcjonalnych lotnisk. Wartości, jakie osiągnął ten wskaźnik można przedstawić za pomocą krzywej regresji, co przedstawiono na rysunku 3. Analizowane spektrum badanych obiektów podzielono na 7 grup i określono granice przedziałów charakteryzujących kryteria oceny zdegradowania nawierzchni.



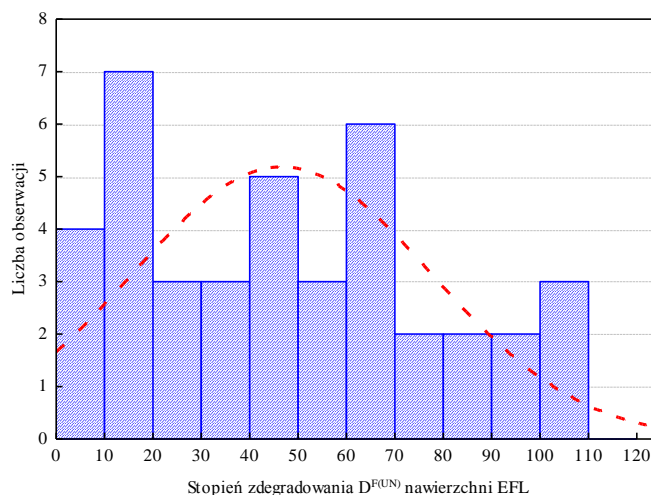
Rys. 3. Stopień zdegradowania  $D^{F(UN)}$  nawierzchni EFL

Dla graficznego zobrazowaniem zmienności określonego zbioru danych charakteryzujących zdegradowanie nawierzchni wykorzystano histogram, który ma postać wykresu słupkowego. Uporządkowanie zbioru danych surowych polega na podziale na przedziały zwane klasami. Pozwala to na przedstawienie rozkładu empirycznego cech dla zmiennych ilościowych i określa, przy jakich wartościach zlokalizowana jest większość wyników. Na rysunku 4 przedstawiono histogram zmienności oceny stopnia zdegradowania NEFL opracowany w oparciu o nieobciążony wskaźnik  $D^{F(UN)}$  charakteryzujący stopień zdegradowania nawierzchni.



Rys. 4. Histogram zmienności wskaźnika oceny stopnia zdegradowania nawierzchni EFL

W oparciu o analizę rozkładów prawdopodobieństwa oceniono, że rozkład normalny (rys. 5) odpowiada charakterowi funkcji gęstości rozkładu prawdopodobieństwa. Prawdopodobieństwo odnosi się do możliwości wystąpienia analizowanego zdarzenia bądź kilku zdarzeń. Mając dane przebiegu wskaźnika charakteryzującego stopień zdegradowania nawierzchni wyznaczamy prawdopodobieństwo wystąpienia określonego zdarzenia, które przyjmuje wartości w zakresie od 0 do 1. Zakres prawdopodobieństwa wystąpienia zdarzenia dzielimy na siedem przedziałów i obliczamy możliwość pojawienia się określonego zdarzenia z zadanyim prawdopodobieństwem.



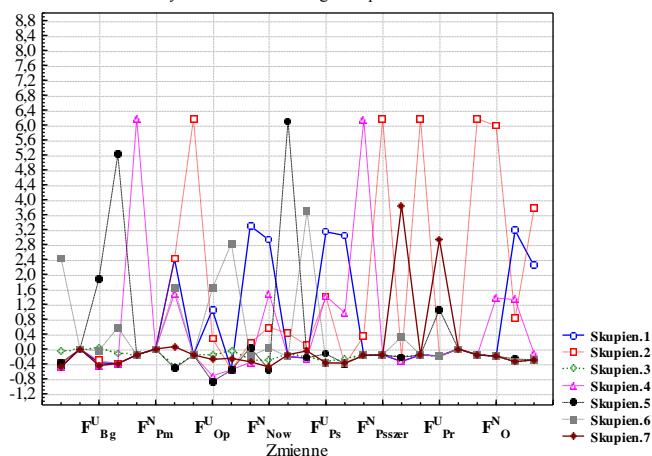
Rys. 5. Rozkład normalny zmienności wskaźnika oceny stopnia zdegradowania nawierzchni EFL

Kategoryzacja jest to proces polegający na ustanawianiu kategorii lub proces przypisywania przedmiotów do kategorii, które już istnieją. Kategorie są określane z pomocą koniecznych i wystarczających cech, które są binarne, posiadają wyraźne granice, a wszystkie elementy określonej kategorii są równorzędne. Kategoryzacja składa się z dwóch faz. W pierwszej z nich dochodzi do wyodrębnienia obiektu lub zjawiska z jego otoczenia, postrzega się jego cechy. W fazie drugiej następuje grupowanie obiektów lub zjawisk, które polega na porównywaniu, odkrywaniu podobieństw i różnic oraz podkreślaniu jednych z nich a ignorowaniu innych. Wyróżnia się także dwa modele kategoryzacji. Pierwszy z nich to model kategoryzacji logicznej, który wykorzystuje teorię zbiorów. Zgodnie z nią kategorię logiczną tworzą obiekty, które posiadają dany zbiór cech, które są ważne. Zbiór ten jest obecny u wszystkich reprezentantów określonej kategorii. Każdy z obiektów może należeć w sposób jednoznaczny do danej kategorii lub posiadać cechy, które sprawią, że nie będzie do niej należał.

Analiza skupień jest jednym z ważnych elementów statystycznej analizy danych wielowymiarowych a metoda k-średnich należy do metod podziałowych. Metody podziałowe polegają na dzieleniu całego zbioru obiektów zgodnie z ogólną zasadą maksymalizacji wariacji pomiędzy poszczególnymi grupami, przy jednoczesnej minimalizacji wariacji wewnątrz badanych grup. Metoda k-średnich należy do metod optymalizacyjno-iteracyjnych. Istota tej grupy metod polega na tym, iż optymalizowana jest pewna funkcja jakości podziału obiektów. Funkcję kryterium można zapisać w postaci formuły minimalizującej ślad macierzy wariacji wewnątrzgrupowej lub maksymalizującej ślad macierzy wariacji międzygrupowej. Problem, z jakim spotyka się badacz w analizie k-średnich to ustalenie wstępnego podziału na liczbę skupień. Podziału tego można dokonać w sposób losowy lub opierając się na ocenie ekspertów, która wynika z intuicji lub znajomości przedmiotu badań. W celu określenia stopnia zdegradowania nawierzchni elementów funkcjo-

nalnych lotnisk wzięto pod uwagę eksploatowane lotniska, w rezultacie analizę przeprowadzono na 40 obiektach. Jako zestaw zmiennych charakteryzujących stopień zdegradowania wykorzystano 26 wskaźników opisujących stan zdegradowania nawierzchni w oparciu o rodzaje uszkodzeń i napraw.

Wykres średnich każdego skupienia



**Rys. 6.** Wykres średnich każdego skupienia wskaźnika charakteryzującego stopień zdegradowania nawierzchni EFL

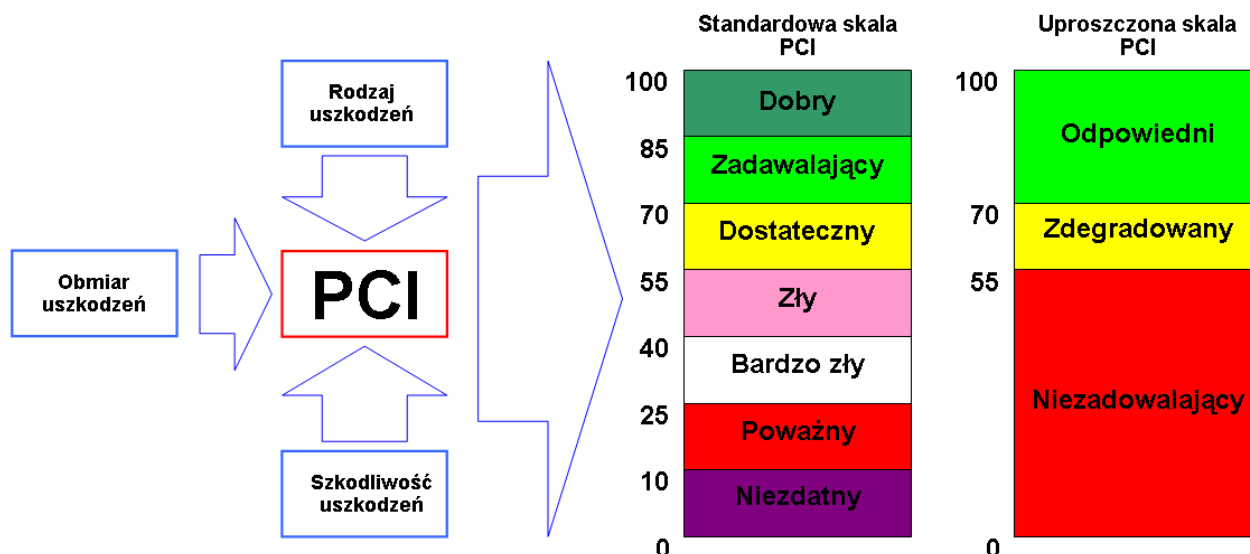
Funkcjonujący na zachodzie wskaźnik charakteryzujący stopień zdegradowania nawierzchni elementów funkcjonalnych lotnisk [3] mieści się w granicach od 100 oznaczającego nawierzchnię w stanie idealnym do 0 oznaczającego nawierzchnię niezdatną do dalszej eksploatacji. Obliczanie wskaźnika stanu nawierzchni PCI (Pavement Condition Index - PCI), bazuje na wynikach przeglądów wizualnych, podczas których określane są rodzaje uszkodzeń oraz ich obmiar. Standardowa skala oceny stopnia zdegradowania nawierzchni obejmuje 7 poziomów, chociaż można też stosować uproszczoną skalę, gdzie wyróżnia się trzy poziomy decyzyjne opisu stopnia zdegradowania nawierzchni elementu funkcjonalnego lotniska. Dla każdego poziomu przypisano klasy determinujące stan nawierzchni. Pierwszy to poziom pożądany, który obejmuje nawierzchnie nowe, odnowione i eksploatowane, przy założeniu, iż w przeciągu kolejnych pięciu lat nawierzchnie te nie będą wymagały planowanych prac remontowych. Poziom ostrzegawczy, pośredni, identyfikuje stan nawierzchni jako taki, w którym uzasadnione jest wykonanie badań szczegółowych w kierunku przeprowadzenia zabiegów poprawiających stan nawierzchni. Ostatni to poziom

krytyczny, determinujący natychmiastowe wykonanie badań techniczno-eksploatacyjnych, w celu ustalenia czynności mających za zadanie wprowadzenie zabiegów poprawiających stan nawierzchni lub wyłączenie obiektu z eksploatacji. Na rysunku 7 przedstawiono relacje poziomów decyzyjnych i klas stanu zdegradowania nawierzchni EFL.

Zaproponowany przez ITWL wskaźnik charakteryzujący stopień zdegradowania nawierzchni elementów funkcjonalnych lotnisk D mieści się w granicach od 0 oznaczającego nawierzchnię w stanie idealnym do 100 oznaczającego nawierzchnię niezdatną do dalszej eksploatacji. Obliczanie wskaźnika D bazuje na wynikach przeglądów wizualnych, podczas których określane są rodzaje uszkodzeń i napraw oraz ich obmiar. Wpływ rodzaju uszkodzeń i napraw na bezpieczeństwo eksploatacji statków powietrznych uwzględnia się w obliczeniach poprzez przyjęcie wag szacowanych w oparciu o metodę ekspertów.

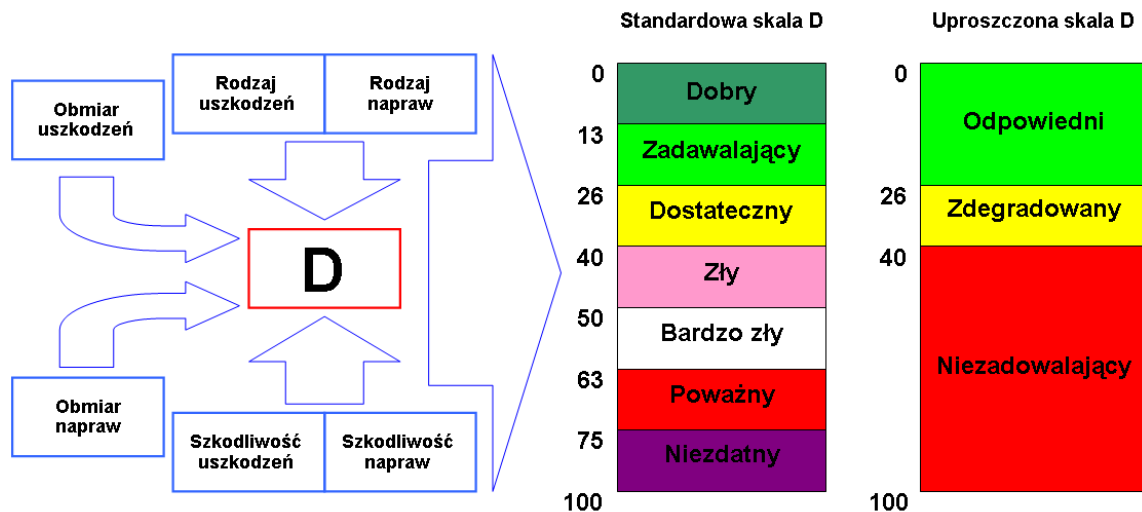
Standardowa skala oceny stopnia zdegradowania nawierzchni obejmuje 7 poziomów, chociaż można też stosować uproszczoną skalę, gdzie wyróżnia się trzy poziomy decyzyjne opisu stopnia zdegradowania nawierzchni elementu funkcjonalnego lotniska. Dla każdego poziomu przypisano klasy determinujące stan nawierzchni. Pierwszy to poziom pożądany, który obejmuje nawierzchnie nowe, odnowione i eksploatowane, przy założeniu, iż w przeciągu kolejnych pięciu lat nawierzchnie te nie będą wymagały planowanych prac remontowych. Poziom ostrzegawczy, pośredni, identyfikuje stan nawierzchni jako taki, w którym uzasadnione jest wykonanie badań szczegółowych w kierunku przeprowadzenia zabiegów poprawiających stan nawierzchni. Ostatni to poziom krytyczny, determinujący natychmiastowe wykonanie badań techniczno-eksploatacyjnych, w celu ustalenia czynności mających za zadanie wprowadzenie zabiegów poprawiających stan nawierzchni lub wyłączenie obiektu z eksploatacji. Na rysunku 8 przedstawiono relacje poziomów decyzyjnych i klas stanu zdegradowania nawierzchni EFL.

Wartość krytyczna wskaźnika D jest to taka wartość, po osiągnięciu, której stan nawierzchni zaczyna ulegać gwałtownemu pogorszeniu.



**Rys. 7.** Kryteria oceny stopnia zdegradowania nawierzchni EFL funkcjonującej na zachodzie [3]





Rys. 8. Kryteria oceny stopnia zdegradowania nawierzchni EFL zaproponowane przez ITWL

Tab. 1. Kryteria oceny stanu technicznego nawierzchni EFL uzyskane z wykorzystaniem przyjętych metod

Stan	PCI	$D^{F(UN)}$ KND <sup>2</sup>	$D^{F(UN)}$ Hist	$D^{F(UN)}$ RN	$D^{F(UN)}$ k-śr SortOdl (rys. 6)	$D^{F(UN)}$
Dobry	0÷10	0÷14	0÷15	0÷14	0÷7	0÷13
Zadawalający	11÷25	15÷26	16÷30	15÷29	8÷20	14÷26
Dostateczny	26÷40	27÷38	31÷44	30÷41	21÷36	27÷40
Zły	41÷55	39÷51	45÷59	42÷52	37÷39	41÷50
Bardzo zły	56÷70	52÷65	60÷74	53÷63	40÷51	51÷63
Poważny	71÷85	66÷79	75÷88	64÷78	52÷55	64÷75
Niezdatny	86÷100	80÷100	89÷103	79÷100	56÷100	76÷100

## WNIOSKI

W oparciu o zweryfikowane parametry charakteryzujące stopień zdegradowania nawierzchni lotniskowych można prognozować i szacować okres bezpiecznej eksploatacji określonego elementu funkcjonalnego lotniska, co w efekcie pozwala na przejście do eksploatacji nawierzchni EFL według stanu technicznego. Stopień zdegradowania nawierzchni lotniskowej jest szacowany w oparciu o przyjęte wskaźniki obliczane przy wykorzystaniu dobranych wag zweryfikowanych na podstawie metody ekspertów. W celu wiarygodnego przewidywania stanu nawierzchni lotniskowej niezbędne jest zastosowanie obiektywnego, powtarzalnego systemu oceny. Zaprojektowanie systemu informatycznego wsparcia zarządzaniem nawierzchniami EFL powinno być poprzedzone analizą procesów, jakie funkcjonują w ramach jednostki organizacyjnej. Ocena zdegradowania pojedynczej płyty betonowej wymaga innego podejścia niż analiza elementu funkcjonalnego lotniska. W związku z tym wskazane by było dobranie właściwych parametrów i wskaźników charakteryzujących stan techniczny oraz stopień zdegradowania płyty. Obecnie przy szacowaniu kryteriów oceny stanu technicznego wykorzystuje się tylko zweryfikowaną bazę danych uzyskanych podczas badań nawierzchni elementów funkcjonalnych lotnisk cywilnych. Przy obliczaniu kryteriów należy opierać się na parametrach charakteryzujących stopień zdegradowania nawierzchni lotniskowych zarówno obiektów cywilnych jak i wojskowych, dlatego też należałoby w odstępach czasowych trzyletnich i pięcioletnich diagnozować nawierzchnie tych lotnisk.

## BIBLIOGRAFIA

1. Pakiet Statistica PL dla Windows. Wyd. StatSoft, Kraków 1994.
2. SMIRNOW N. N., ICKOWICZ A. A., Obsługa i remont techniki lotniczej według stanu. Tłumaczenie ITWL, Warszawa 2002.
3. SHAHIN M. Y., Pavement Management For Airports, Road, and Parking Lots. 2 wydanie z roku 2007.
4. M. WESOŁOWSKI plus zespół: „Weryfikacja wskaźników oceny stanu technicznego nawierzchni lotniskowych na podstawie testów na rzeczywistych obiektach”. ITWL, Warszawa 2014 r.

## ESTIMATION OF CRITERIA FOR DETERIORATION LEVEL ASSESSMENT OF AIRFIELD PAVEMENT FUNCTIONAL ELEMENTS MADE OF CEMENT CONCRETE ON THE BASIS OF DATA ACQUIRED FROM OPERATED FACILITIES

### Abstract

Proper airfield management based on systematically acquired data concerning technical condition of pavement functional elements constitutes an important

*factor influencing the safety of conducted aviation operations. One of the parameters on the basis of which the technical condition of airfield pavements is determined, is the assessment of its deterioration level performed on the basis of observed damages and made repairs. This approach enables to determine the resources needed to carry out repairs and perform rational planning of overhauls. The pavement deterioration level index, calculated on the basis of measured damages and repairs, enables overall technical condition assessment of the analyzed pavement. The basic information needed for the airfield pavement deterioration assessment is data acquired from reviews using visual method and subsequent making an inventory of it. Basing on the acquired data concerning damages and repairs, the airfield pavement deterioration level is analyzed and on this basis criteria of its assessment are determined. The research using visual method, despite seeming quite simple, is difficult to carry out. The qualification of damages and repairs for an appropriate group is often ambiguous, which is why the process of making an inventory should be standardized.*

Autorzy:

**Piotr Barsz** - Instytut Techniczny Wojsk Lotniczych w Warszawie, Zakład Lotniskowy; 01-494 Warszawa; ul. Księcia Bolesława 6, skr. Pocz. 96. Tel: 261-85-13-24, 261-85-14-24, Fax: 261-85-13-00, piotr.barszcz@itwl.pl

**Mariusz Wesolowski** - Instytut Techniczny Wojsk Lotniczych w Warszawie, Zakład Lotniskowy; 01-494 Warszawa; ul. Księcia Bolesława 6, skr. Pocz. 96. Tel: 261-85-13-24, 261-85-14-24, Fax: 261-85-13-00, mariusz.wesolowski@itwl.pl