

Wpływ nierówności nawierzchni lotniskowych na stan techniczny i bezpieczeństwo operacji lotniczych

Influence of unevenness of airport pavements on technical condition and safety of air operations



Adam Poświata

Dr inż.

Główny Specjalista w Instytucie Technicznym Wojsk Lotniczych w Warszawie

adam.poswiata@itwl.pl



Paweł Pietruszewski

Mgr inż.

Instytut Techniczny Wojsk Lotniczych

pawel.pietruszewski@itwl.pl



Piotr Włodarski

Mgr inż.

Instytut Techniczny Wojsk Lotniczych

piotr.wlodarski@itwl.pl

Streszczenie: W publikacji przedstawiono wymagania dla nawierzchni lotniskowych w zakresie oceny stanu równości nawierzchni lotniskowych, w tym metodykę badania nierówności. Określono na podstawie wybranego typu statku powietrznego wpływ nierówności na oddziaływanie dynamiczne samolot – nawierzchnia, do analizy przyjęto przemieszczenia pionowe występujące na krawędziach płyt betonowych. Przedstawiono wpływ realizowanych zabiegów eksploatacyjnych w postaci rowkowania nawierzchni i lokalnych napraw powierzchniowych na wyniki pomiarów nierówności i poprawę stanu technicznego nawierzchni, a także na bezpieczeństwo operacji lotniczych.

Słowa kluczowe: Nierówności nawierzchni, kryteria oceny; Oddziaływanie dynamiczne samolot – Nawierzchnia; Rowkowanie nawierzchni; Zabiegi eksploatacyjne; Element funkcjonalny lotniska

Abstract: The publication presents the requirements for airport pavements for the assessment of the evenness of airport pavements, including the methodology of testing unevenness. On the basis of the selected aircraft type, the impact of unevenness on the dynamic interaction of the plane - pavement was determined, and the vertical displacements occurring at the edges of concrete slabs were taken for analysis. The paper presents the influence of operational procedures in the form of pavement grooving and local surface repairs on the results of unevenness measurements and improvement of the technical condition of the pavement, as well as on the safety of air operations.

Keywords: Pavement unevenness, evaluation criteria; Dynamic action plane - surface; Grooving pavement; Maintenance treatments; The functional element of the airport

Wstęp

Proces diagnozowania konstrukcyjnych układów nawierzchni lotniskowych wiąże się przede wszystkim z potrzebą uzyskania koniecznych informacji o stanie technicznym poszczególnych elementów funkcjonalnych lotniska (EFL). Dlatego istnieje potrzeba ciągłego monitoringu stanu technicznego, którego początek inicjują badania związane z oddaniem obiektu do eksploatacji. Ocena stanu równości nawierzchni lotniskowych jest jednym z podstawowych parametrów diagnostycznych. Zmiany równości nawierzchni w wyniku jej eksploatacji stanowią istotny problem w ocenie stanu konstrukcji.

Wymagania dotyczące równości odnoszą się głównie do właściwego odwodnienia nawierzchni oraz oddziaływania dynamicznego samolot - nawierzchnia. Ograniczenia pochyłeń jakie występują na nawierzchniach lotniskowych, nawet przy niewielkich nierównościach, tworzą zastoiska wody, które prowadzą do powstania zjawiska aquaplaningu. W warunkach zimowych skutkuje to powstaniem powierzchniowego lustra lodowego, które wpływa na bezpieczeństwo wykonywania operacji lotniczych. W celu poprawy warunków odwodnienia nawierzchni drogi startowej, szczególnie przy jednostronnym jej spadku poprzecznym, stosuje się między innymi grooving czyli rowko-

wanie nawierzchni.

Istotnym czynnikiem decydującym o bezpieczeństwie wykonywania operacji lotniczych jest również wpływ nierówności na oddziaływanie dynamiczne samolot - nawierzchnia. Drgania kół hamującego samolotu powodują chwilowe zmniejszenie ich przyczepności do nawierzchni. Szczególnie niekorzystny wpływ na przyczepność mają nierówności typu progowego, które w konsekwencji wpływają na długość drogi hamowania. Nierówności nawierzchni powodują powstawanie drgań pionowych samolotu, wywołujących dodatkowe siły oddziałujące na nawierzchnię lotniskową. Wielkości tych dynamicznych oddziaływań są funkcją cięża-



1. Planograf P-3z podczas pomiarów równości

ru samolotu i własności tłumiących podwozia samolotu.

Metodyka pomiaru równości nawierzchni lotniskowych

Ocenę równości nawierzchni lotniskowych przeprowadza się zgodnie z normą NO-17-A502:2015 Nawierzchnie lotniskowe. Badanie równości [1]. W normie określono wymagania dotyczące badania równości oraz wymagania dla aparatury stosowanej do pomiarów nawierzchni lotniskowych w warunkach terenowych i kryteria oceny stanu równości nawierzchni lotniskowych. Pomiary wykonuje się w kierunku podłużnym i poprzecznym za pomocą zmodernizowanego w Instytucie Technicznym Wojsk Lotniczych ITWL planografu P-3z o długości 4 m lub 3 m przedstawionym na rys. 1. Pomiary nierówności mogą być wykonywane również przy pomocy łaty i klina [3,7,9,8]. Ocena stanu równości jest przeprowadzana zgodnie z kryterium wadliwości [1].

Pomiary nierówności rejestrowane są w postaci zapisu cyfrowego z

częstotliwością co 10 cm badanej trasy [1]. Równość nawierzchni lotniskowych zgodnie z normą NO-17-A502:2015, wyrażona jest poprzez stopień wadliwości W . Termin ten rozumiany jest jako procentowy udział liczb odcinków trasy o długości 5 m, gdzie wystąpiło, co najmniej jedno przekroczenie dopuszczalnej wartości pomiędzy teoretyczną linią łączącą, utworzoną przez punkty kontaktu kółek jezdnych planografu, a górną powierzchnią nawierzchni. Obiekt pod względem równości ocenia się analizując średnią wartość wadliwości W , którą wyznacza się z zależności [1, 7]:

$$W = \frac{\sum_{i=1}^n w_i \cdot F_i}{\sum_{i=1}^n F_i} \quad (1)$$

gdzie:

W – wadliwość ocenianego obszaru lub strefy [%],

w_i – wadliwość „i-tego” ocenianego obszaru badawczego [%],

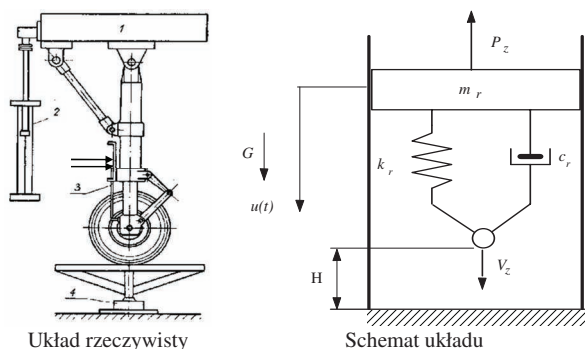
F_i – długość ocenianego odcinka trasy (obszaru badawczego) przyjętego do oceny [m].

Przywołana norma [1] określa: sposób prowadzenia oceny stanu równości nawierzchni lotniskowych na poszczególnych elementach funkcjonalnych lotniska, kryteria oceny oraz sposób przedstawiania otrzymanych wyników z badań terenowych [1,3,7]. Aby możliwe było śledzenie zachodzących zmian stanu równości podczas eksploatacji nawierzchni, a także wyznaczanie obszarów, w których degradacja postępuje szybciej niezbędna jest znajomość stanu równości przed oddaniem jej do eksploatacji oraz systematyczne poddawanie kontrolnym badaniom okresowym podczas dalszego procesu użytkowania. Przykładowe analizy wyników pomiarów omówiono i przedstawiono w [3,7].

Wpływ nierówności (typu progowego) na oddziaływanie dynamiczne samolot – nawierzchnia

Stan równości decyduje nie tylko o komforcie ruchu po nawierzchni lotniskowej, lecz również ma wpływ na wielkość dynamicznych oddziaływań na nawierzchnię. Przeanalizowano wpływ nierówności progowych powstałych w wyniku przemieszczeń pionowych występujących na granicy szczelin dylatacyjnych (na połączeniach płyt wykonanych z betonu cementowego) lub pęknięciach, na oddziaływanie dynamiczne na nawierzchnię pochodzące od startujących lub lądujących statków powietrznych.

Dla oddziaływań dynamicznych pochodzących od nierówności typu progowego dla wybranego typu samolotu niezbędne było określenie parametrów sprężysto-tłumiących podwozia. W tym celu wykorzystano wyniki badań podwozia, które były wyjściowymi parametrami do analizy przeprowadzonej według procesu symulacji komputerowej. Badaniai symulację procesu wykonano według



gdzie
 P_z - siła nośna,
 m_r - masa zredukowana,
 c_r - współczynnik tłumienia [Ns/m],
 k_r - moduł sztywności [N/m],
 V_z - prędkość pionowa samolotu w chwili kontaktu z płytą [m/s]
 1 - obciążenie,
 2 - linia pomiarowa przemieszczenia SC,
 3 - linia pomiarowa skoku amortyzatora,
 4 - płyta oporowa.

2. Układ doświadczalny do badania charakterystyk podwozia samolotu

idei przedstawionej na rysunku 2.

Masa m_r wraz z układem sprężysto-tłumiącym opisanym parametrami k_r i c_r zostaje zrzucona z wysokości H i uderza w płytę o dużej sztywności z prędkością V_z . W czasie kontaktu układu z płytą zostaje zarejestrowany w czasie przebieg ruchu masy $u(t)$ względem ugięcia statycznego U_s . Prędkość V_z jest wartością pionowej składowej ruchu samolotu podczas lądowania. W obciążeniu układu uwzględniono odciążenie ciężaru całkowitego siłą nośną P_z występującą w momencie lądowania.

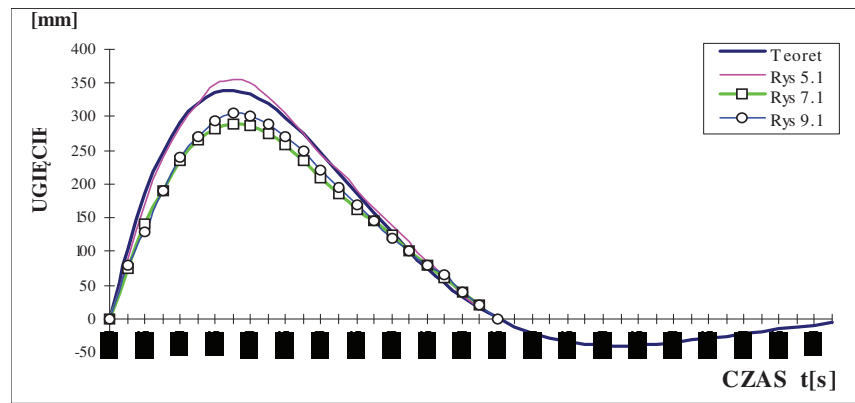
Dysponując przebiegiem doświadczalnych charakterystyk podwozia samolotu oraz rozwiązaniem teoretycznym przyjętego do badań modelu przeprowadzono symulację komputerową tego procesu. W wyniku symulacji otrzymano dopasowanie parametrów charakterystycznych podwozia, tj.:

- współczynnika sprężystości k_r ,
- współczynnika tłumienia c_r .

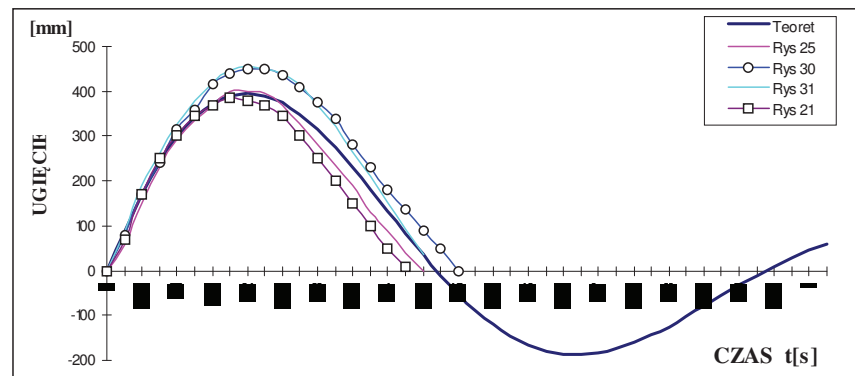
Dla tak przeprowadzonego procesu uzyskano całkowitą zgodność przebiegu charakterystyk doświadczalnych i rozwiązań teoretycznych odniesionych do wykorzystywanych w doświadczeniu zespołów sprężysto-tłumiących samolotu. Zgodność tę wyraża współczynnik korelacji $R > 0,95$. Przykładowe wyniki badań symulacyjnych ilustruje rysunek 3 i 4.

Dla niestacjonarnego oddziaływania samolotu na nawierzchnię o nierównościach typu progowego przyjęto zmodyfikowany układ zastępczy samolotu do badania ruchu drgającego w czasie poruszania się po przyjętej nierówności. Układ ten przedstawiono na rysunku 5. Równanie ruchu dla przyjętego modelu jest następujące:

$$\left. \begin{aligned} (M_1 + M_z)y_1 + M_z y_z + k_1 y_1 &= k_1 z(x) \\ M_z y_1 + M_z y_z + c_z y_z + k_z y_z &= 0 \end{aligned} \right\} \quad (2)$$



3. Charakterystyka ugięć podwozia przedniego samolotu



4. Charakterystyka ugięć podwozia głównego samolotu

gdzie po przekształceniach oznaczono:

$$\left. \begin{aligned} y_1 &= u_{1d} \\ y_z &= u_{zd} - u_{1d} \end{aligned} \right\} \quad (3)$$

$z(x)$ - funkcja opisująca profil nierówności,
 $x = x(t)$ - funkcja opisująca przebytą w czasie drogę przez samolot.

Warunki początkowe są jednorodne:

$$y_1 = \dot{y}_1 = y_z = \dot{y}_z = 0 \quad (4)$$

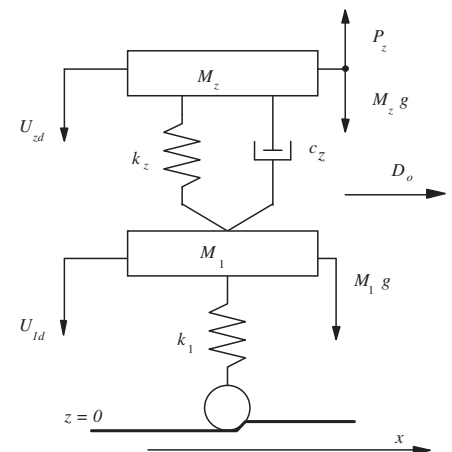
Równanie (2) można przekształcić do postaci

$$\left. \begin{aligned} (\mu + 1)y_1 + y_z + \omega_1^2 \mu y_1 &= \omega_1^2 \mu z \\ y_1 + y_z + 2h_z y_z + \omega_z^2 y_z &= 0 \end{aligned} \right\} \quad (5)$$

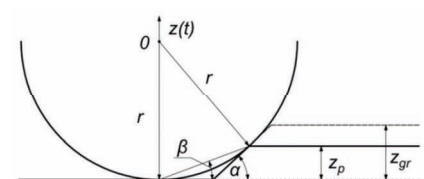
gdzie:

$$\mu = \frac{M_1}{M_z}, \quad \omega_1^2 = \frac{k_1}{M_1},$$

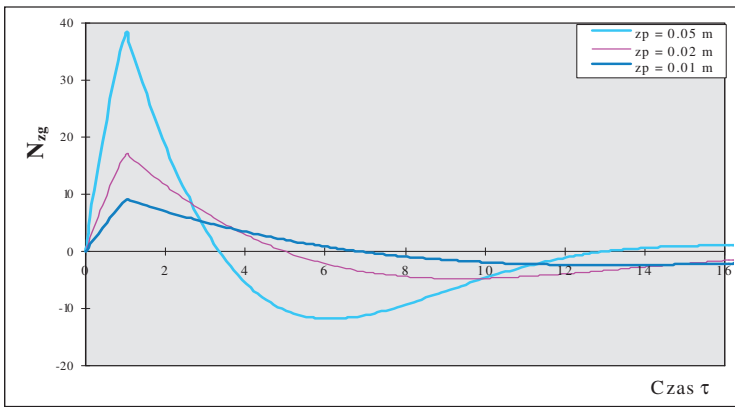
$$\omega_z^2 = \frac{k_z}{M_z}, \quad h_z = \frac{c_z}{2M_z}.$$



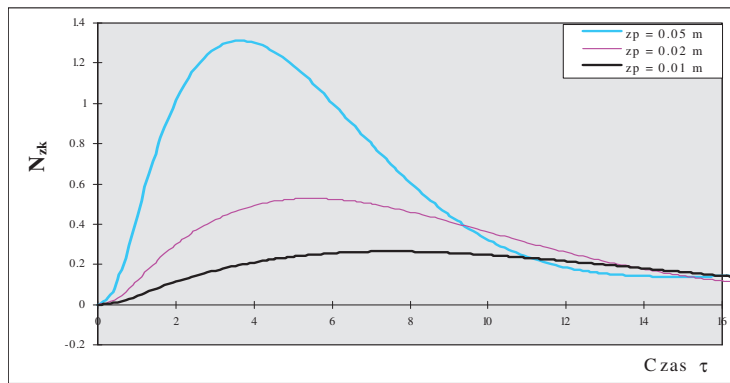
5. Zmodyfikowany układ zastępczy samolotu do badania ruchu drgającego w czasie poruszania się po nierówności typu progowego



6. Schemat nierówności nawierzchni typu progowego



7. Wielkości współczynników przeciężenia koła w funkcji czasu, dla różnych wysokości progu, przy prędkości samolotu $D_o = 50 \text{ m/s}$



8. Wielkości współczynnika przeciężenia kadłuba w funkcji czasu, dla różnych wysokości progu przy prędkości samolotu $D_o = 50 \text{ m/s}$



9. Tekstura nawierzchni w wyniku jej rowkowania

W celu wyznaczenia postaci funkcji $z(t)$ rozpatrzono kinematykę koła najeżdżającego na próg przedstawioną na rys. 6.

Z przeprowadzonej analizy dla z_p/r otrzymujemy:

$$z(t) = \begin{cases} v_p t & \text{dla } 0 \leq t \leq t_o, \\ z_p & \text{dla } t > t_o, \end{cases} \quad (6)$$

gdzie:

$$v_p = D_o \sqrt{\frac{z_p}{2r}}, \quad t_o = \frac{\sqrt{2z_p r}}{D_o}, \quad (7)$$

oraz:

t_o - czas wjazdu koła samolotu na przeszkodę,
 r - promień koła samolotu,

D_o - prędkość,
 z_p - wysokość nierówności.

Badany przypadek dotyczy sytuacji, w której płaszczyzna łącząca uskok nie jest styczna do okręgu koła samolotu. Warunek graniczny z_{gr} , który wyznacza taki przypadek można nazwać geometrycznym kryterium wiążącym promień koła z profilem progów.

Szczegółowe opisy i przekształcenia wzorów przedstawiono w [2,5].

Dla tak przyjętego schematu (modelu) wykonano obliczenia dla określonych (przykładowych) parametrów. Przykładowe wyniki analizy numerycznej przedstawiają wykresy dla przeciężeń koła (N_{zg}) i kadłuba (N_{zk}) oraz przebiegu reakcji w funkcji czasu przy zmieniających się wielkościach wysokości progu z_p i prędkości samolotu D_o . Obliczenia wykonano dla przyjętego parametru tłumienia $h_z = 2,6 \text{ [1/s]}$ i średnicy koła $2r = 0,7 \text{ m}$, co przedstawiono na rysunku 7 i 8.

Z obliczeń przedstawionych m.in. na rysunkach 8 i 9 wynika, że współczynnik przeciężenia koła i kadłuba samolotu wzrasta proporcjonalnie do funkcji wysokości progu. Wzrost prędkości samolotu powoduje natomiast zwiększanie dodatniego współczynnika przeciężenia koła przy zachowaniu jego stałej wartości ujemnej. Współczynnik przeciężenia kadłuba posiada zaś stałą dodatnią wartość maksymalną i wykazuje przesunięcie w czasie wraz ze wzrostem prędkości. Reakcja oddziaływania samolotu na nawierzchnię wykazuje silną tendencję wzrostu wraz ze zwiększeniem wysokości progu. Maksymalne wartości występują w momencie wjazdu na próg i osiągają wartości od 40 do 180 % obciążenia statycznego. Prędkość samolotu w niewielkim stopniu powoduje wzrost reakcji, która osiąga wartości około 35 % obciążenia statycznego i występuje w chwili najazdu koła na próg.

Wyniki obliczeń numerycznych wykazują dużą różnorodność z jaką poszczególne parametry charaktery-

zujące nawierzchnię i samolot wpływają na wartości analizowanych przeciążeń. Zmiana parametru tłumienia posiada mały wpływ na przeciążenia i wielkość reakcji oddziaływania na nawierzchnię. Na wartości przeciążeń znacząco wpływa parametr sprężystości opony k_1 zależny od ciśnienia w oponie. Zwiększenie dwukrotnie k_1 powoduje również dwukrotny wzrost przeciążenia. Reakcja dynamiczna oddziaływania samolotu na nawierzchnię w tym przypadku również wzrasta dwukrotnie.

Wpływ realizowanych zabiegów eksploatacyjnych w postaci rowkowania nawierzchni

i lokalnych napraw powierzchniowych na wyniki pomiarów nierówności

W celu uzyskania jak najlepszych parametrów przeciwpoślizgowych poprzez zapewnienie właściwego współczynnika tarcia (szczególnie w okresie opadów deszczu) na jednym z obiektów lotniskowych na drodze startowej o nawierzchni z betonu cementowego wykonano grooving (rowkowanie). Metoda ta polega na wykonaniu nacięć (rowków) nawierzchni, w kierunku poprzecznym do osi drogi startowej. Standardowy rozstaw wykonywania rowków wynosił 38 mm, przyjęta szerokość i głębokość rowków wynosiła 6 mm. Wykonana tekstura redukuje zjawisko aquaplaningu oraz umożliwia szybszy odpływ wody po opadach deszczu. Widok powierzchni rowkowanej przedstawiono na rysunku 9.

Podstawowym celem rowkowa-

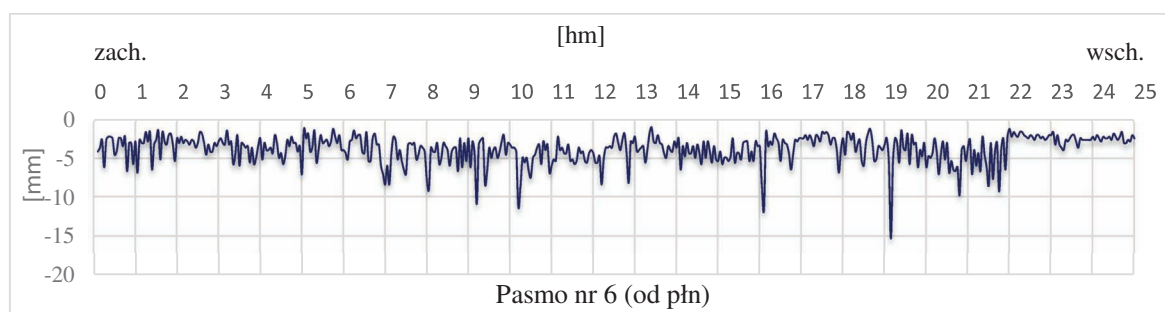
nia nawierzchni drogi startowej jest skuteczniejsze odprowadzenie wody z powierzchni nawierzchni oraz zmniejszenie ryzyka powstania aquaplaningu. Rowkowanie powierzchni dróg startowych zostało uznane za skuteczny sposób obróbki nawierzchni zmniejszający niebezpieczeństwo poślizgu statku powietrznego lądującego na mokrej nawierzchni drogi startowej. Ponadto, w przypadku powierzchni rowkowanej, pojedyncze zastoiska wody, jakie mogą się tworzyć z powodu nierównej powierzchni są zwykle zmniejszone lub wyeliminowane.

W celu sprawdzenia wpływu rowkowania na równość nawierzchni wykonano pomiary równości ułożonej nawierzchni przed rowkowaniem i po rowkowaniu przy pomocy zmodernizowanego planografu. Ocena stanu równości nawierzchni przeprowadzono na podstawie kryterium wadliwości, zgodnie z NO-17-A502: 2015 Nawierzchnie lotniskowe. Badanie równości. Pomiary odbywały się w kierunku podłużnym. Pomiary nierówności ocenianej nawierzchni prowadzono w części środkowej płyt (pasm) na poszczególnych trasach (rzędach) przyjętych do oceny. Po wykonaniu pomiarów przeprowadzono analizę, której wynikiem było określenie stopnia wadliwości - W [%], stanowiący jej ocenę. Uśredniona ilość przekroczeń dopuszczalnych nierówności w kierunku podłużnym (wadliwość) przed rowkowaniem wynosiła 2,3 %, przy średniej wartości nierówności 2,5 mm i odchyleniu standardowym 0,9 mm, natomiast uśredniona ilość przekroczeń do-

puszczalnych nierówności po rowkowaniu wyniosła 2,5 %, przy średniej wartości nierówności 3,1 mm i odchyleniu standardowym 1,0 mm. Różnice występujących nierówności wynikające z przeprowadzonego zabiegu rowkowania do stanu przed rowkowaniem są nieznaczne i nie mają istotnego wpływu na stan równości nawierzchni.

Dla nawierzchni eksploatowanych prowadzony jest cyklicznie monitoring parametrów eksploatacyjnych, w tym ocena stanu równości nawierzchni. W przypadku stwierdzenia przekroczeń dopuszczalnych nierówności, a szczególnie przekroczeń granicznych ilości przyjętych do oceny parametru „wadliwości” podejmowane są działania zapobiegawcze w postaci napraw powierzchni z nierównościami, które wpływają istotnie na oceniany parametr.

Na jednym z obiektów po wykonanych badaniach i przedstawieniu wyników pomiarów (zgodnie z [1]) otrzymano 36 % obszarów przekraczających wymagania dopuszczalne. Na obiekcie tym wykonano punktowe zabiegi eksploatacyjne, w minimalnym zakresie, na pasmach, na których występowały znaczne przekroczenia dopuszczalnych nierówności. Po wykonanych następnym pomiarach stan równości uległ znacznej poprawie, w tym: ilość obszarów nie spełniające wymagania zmniejszyła się do 21 %, a wadliwość zmniejszyła się z 24,1 % do 11,7%. Przedstawienie informacji o stanie nawierzchni uzyskanych z pomiarów są bardzo istotne dla Zarządzającego obiektem, który dzięki nim może podjąć

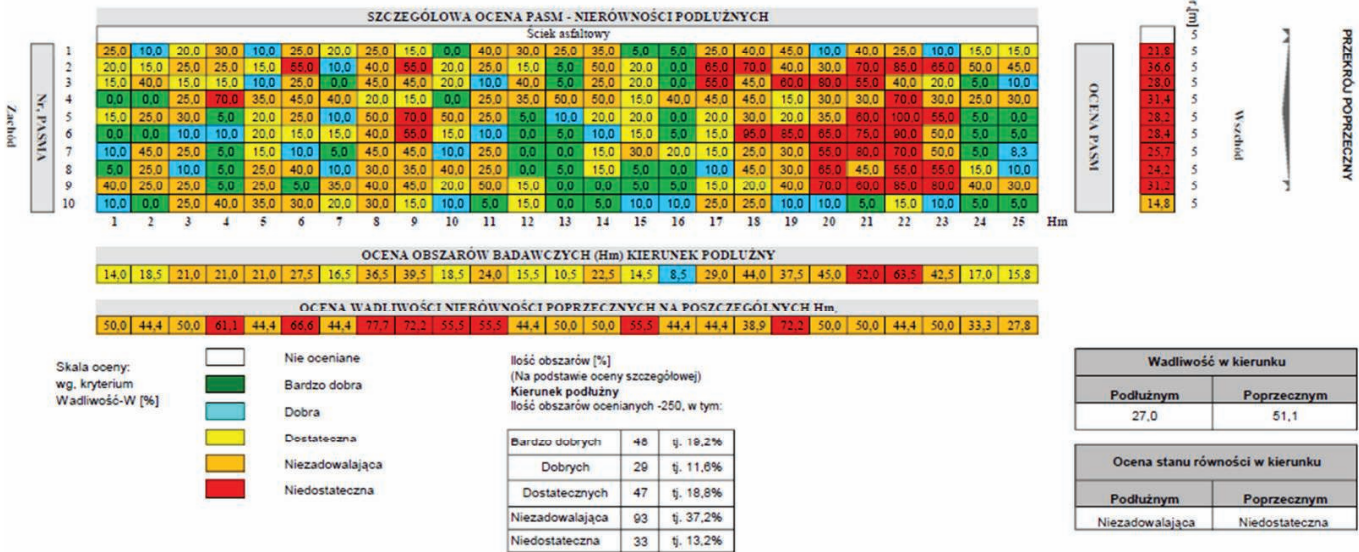


10. Maksymalne nierówności zarejestrowane przez planograf

METRYKA OCENY STANU RÓWNOŚCI NAWIERZCHNI DS

Obiekt: A
Rodzaj nawierzchni: Beton cementowy
Dopuszczalna nierówność: 5,0 mm
Kierunek pomiaru: zach-wsch

Data:
EFL:
Trasa:
DS: Środek pasm



11. Metryka oceny stanu równości

działania umożliwiające określenie przyczyn ich powstawania poprzez dokładną diagnostykę, a tym samym zredukować tempo degradacji przez dobranie odpowiedniej technologii naprawy.

Przykładowy zapis graficzny oraz metrykę oceny stanu równości z wykonanych pomiarów przedstawiono na rysunku 10 -11.

Podsumowanie i wnioski

Przeprowadzona w artykule analiza skłania do następujących wniosków:

1. Dla poprawnego monitorowania stanu technicznego nawierzchni lotniskowych wymagane są urządzenia gwarantujące powtarzalność wyników oraz odpowiednie metodyki badań i ich oceny. Przyjęte wymagania zawarte w [1,10] umożliwiają śledzenie zmian stanu równości, wyznaczanie powierzchni, w których te zmiany są największe i które wymagają wykonania zabiegów eksploatacyjnych,
2. Przedstawianie wyników z wykonanych pomiarów w postaci profili umożliwia wizualną analizę

wielkości nierówności oraz miejsca ich występowania, a sporządzona metryka oceny stanu równości nawierzchni drogi startowej wskazuje miejsca, które mogą mieć wpływ na bezpieczeństwo operacji lotniczych. Dla poprawnej analizy zmian stanu równości niezbędne jest przedstawienie stanu w momencie rozpoczęcia eksploatacji nawierzchni, pozwoli to również po kolejnym monitoringu na podejmowanie właściwych decyzji eksploatacyjnych zapewniających bezpieczeństwo operacji lotniczych.

3. Wykonane zabiegi eksploatacyjne w postaci rowkowania nawierzchni, poprawiające szybkość odprowadzenia wód opadowych oraz przyczepność koła z nawierzchnią, nie mają istotnego wpływu na wielkości nierówności, a tym samym nie wpływają na stan równości nawierzchni.
4. Przedstawiona analiza numeryczna wpływu nierówności (typu progowego) na oddziaływanie dynamiczne samolot – droga wykazała, że:
 - maksymalne przeciążenia koła

samolotu osiągają wartość około 9-krotnego przyspieszenia ziemskiego przy progu wysokości 0,01 m i rośnie wraz z jego wzrostem. Podobną tendencję uzyskano przy wzroście prędkości samolotu.

- maksymalna dynamiczna wartość reakcji samolotu na nawierzchnię jest większa o około 40 % wartości obciążenia statycznego,
- współczynnik przeciążenia koła i kadłuba samolotu wzrasta proporcjonalnie do parametru współczynnika sprężystości koła samolotu, natomiast mniejszy wpływ ma przyrost parametru tłumienia. Podobną tendencję wykazuje reakcja oddziaływania samolotu na nawierzchnię. ◀

Materiały źródłowe

- [1] NO-17-A502:2015 Nawierzchnie lotniskowe. Badanie równości.
- [2] Nita P., Linek M., Wesołowski M. Betonowe i specjalne nawierzchnie lotniskowe. Teoria i wymiarowanie. Wydawnictwo Instytutu Technicznego Wojsk Lotniczych. Warszawa 2021, 438-452,

- [3] Pietruszewski P., Poświata A., Wesołowski Wykorzystanie metody R&R Do oceny przydatności systemu pomiarowego planografu 3 i 4m podczas badania równości nawierzchni lotniskowych. *Autobusy* 2017, 12, 364-368,
- [4] Pietruszewski P., Poświata A., Wesołowski M., Evaluation of airfield pavement evenness. IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering, 2018,
- [5] Poświata A. Analiza nierówności w ocenie eksploatacyjnej betonowych nawierzchni lotniskowych. Rozprawa doktorska, rozdz. 3.4. Niestacjonarne oddziaływanie samolotu na nawierzchnię o nierównościach typu progowego. WAT Warszawa 1997,
- [6] Poświata A., Pietruszewski P. Wpływ stanu równości nawierzchni lotniskowych na bezpieczeństwo wykonywania operacji lotniczych. *Autobusy* 2016, 12, 392-397,
- [7] Wesołowski M., Pietruszewski P., Poświata A., Kowalska D. Ocena równości nawierzchni lotniskowych w aspekcie obowiązujących dokumentów normatywnych. *Przegląd komunikacyjny* 2018, nr 12, 24-29.
- [8] Szydło A., Nawierzchnie drogowe z betonu cementowego, Teoria, Wymiarowanie, Realizacja. Polski Cement Sp. z o.o., Kraków 2004.
- [9] Szpinek S. Badania równości nawierzchni lotniskowych, *Drogoznictwo* 6/2014,
- [10] Załącznik 14 ICAO do Konwencji o międzynarodowym lotnictwie cywilnym, Lotniska Tom I – Projektowanie i eksploatacja lotnisk, wydanie 11, styczeń 2019.

System ITS w Opolu już działa. Kierowcom jeździ się znacznie łatwiej. Nie oznacza to jednak braku korków w mieście

Mateusz Majnusz, nto.pl, 9.09.2022

Na opolskich skrzyżowaniach pojawiło się kilkadziesiąt nowych kamer, które monitorują ulice oraz obraz przekazują do centrali, w której fachowcy mogą ręcznie sterować ruchem w mieście. Dzięki temu po Opolu jeździ się już znacznie przyjemniej. Od dwóch miesięcy trwa w Opolu kalibracja systemu ITS, czyli inteligentnego zarządzania ruchem. Za 40 mln zł na blisko 50 skrzyżowaniach w mieście pojawił się monitoring i czujniki mierzące natężenie ruchu. Kamery te na bieżąco szczytują informacje na temat pojazdów jeżdżących po drogach oraz tak regulują cykl świateł na największych skrzyżowaniach, aby ruch na terenie Opola odbywał się jak najbardziej płynnie (...).

Zabierzów. Dziewięć firm chce wybudować obwodnicę Zabierzowa

Ewa Tyrpa, Gazeta Krakowska, 16.09.2022

Budowa obwodnicy Zabierzowa jest formalnie na początkowym etapie: wylania wykonawcy do jej zaprojektowania i zbudowania. To dobra wiadomość dla mieszkańców Zabierzowa. Mieszkańcy Zabierzowa od ponad 30 lat czekają na budowę drogi omijającej ich miejscowość. Już dawno im ją obiecywano, gdy przekonywali o ogromnej uciążliwości drogi krajowej nr 79, prowadzącej w kierunku Śląska (...). Mieszkańcy muszą jeszcze cierpliwie poczekać około czterech lat. Bo firma, która będzie budować obwodnicę będzie miała umowne 37 miesięcy nie wliczając w to okresów zimowych przypadających od 15 grudnia do 15 marca. Do przetargu ogłoszonego przez Generalną Dyрекcję Dróg Krajowych i Autostrad oddział w Krakowie, złożono dziewięć ofert (...).

Kraków. Opóźniona budowa linii tramwajowej do Górki Narodowej. Koszt może wzrosnąć nawet do pół miliarda złotych

Piotr Tymczak, Gazeta Krakowska, 16.09.2022

Trwają prace związane z budową linii tramwajowej z Krowdrzy Górki do Górki Narodowej. Inwestycja nie zakończy się zgodnie z planem do końca tego roku. Wykonawca ma zrobić wszystko, aby udało się sfinalizować prace do końca 2023 r., co jest wymogiem do rozliczenia unijnej dotacji. Na razie trwa obliczanie, ile miasto ma dopłacić do przedsięwzięcia w związku z sytuacją na rynku budowlanym. Do tego trzeba będzie dołożyć wiele milionów na

oczyszczenie terenu pod pętlę na Górcie Narodowej. - Inwestycja jest na etapie realizacji, front robót jest widoczny na wszystkich odcinkach zadania, poza pętlą końcową. Tam roboty rozpoczną się w najbliższych tygodniach. Na obecnym etapie inwestor planuje, że oddanie do użytkowania całej linii tramwajowej nastąpi w 2023 roku - informuje Jan Machowski z Zarządu Inwestycji Miejskich w Krakowie (...).

Łódź kupuje kolejne elektryczne autobusy dla MPK. Tym razem będą to przegubowce. Ile kosztują?

Jacek Zemła, Dziennik Łódzki, 13.09.2022

To będzie już druga transza autobusów elektrycznych dla łódzkiego MPK. Na początku tego roku do zajezdni przy ul. Limanowskiego trafiło 17 autobusów elektrycznych. Trzech producentów złożyło swoje oferty w przetargu na zakup ośmiu autobusów elektrycznych wraz z dostawą czterech dwustanowiskowych ładowarek. Miasto zamierza kupić kolejnych osiem pojazdów napędzanych prądem, jednak tym razem będą to autobusy przegubowe, mieszczące co najmniej 110 pasażerów, z czego 35 na miejscach siedzących. Autobusy mają być napędzane silnikiem bądź silnikami o mocy minimum 200 kW oraz wyposażone w akumulatory trakcyjne o mocy min. 200 kWh. Pojazdy mają być przystosowane do ładowania zarówno z ładowarki stacjonarnej w zajezdni jak i przez pantografy znajdujące się na krańcówkach (...).

Powiat myślenicki. Nowe warianty drogi S7. Wschodni w rejonie Zbiornika Dobczyckiego, zachodni m.in. przez gminę Sułkowice

Katarzyna Hołuj, Gazeta Krakowska, 28.09.2022

Podczas ostatniego posiedzenia zespołu zadaniowego przy prezydencie Krakowa, który ma wypracować akceptowalny społecznie korytarz dla drogi ekspresowej S7 odcinek Kraków – Myślenice, przedstawiono dwie propozycje: wariant zachodni i wariant wschodni. Dla miasta i gminy Myślenice oznaczają one pojawienie się alternatywnych przebiegów w stosunku do tego co w styczniu zaproponowała Generalna Dyrekcja Dróg Krajowych i Autostrad. Wariant zachodni w opisie krótkim przedstawionym przez miasto Kraków rozpoczyna się przy węźle autostradowym Kraków Kryspsinów, prowadzi przez gminy Liszki, Skawina, Sułkowice, Myślenice po zachodniej stronie Myślenic do istniejącego zakończenia drogi ekspresowej S7 w miejscowości Stróża (...).