

przegląd[®] komunikacyjny

10
2022
rocznik LXXVII
cena 25,00 zł
w tym 8% VAT



UKAZUJE SIĘ OD 1945 ROKU



INFRASTRUKTURA TOWARZYSZĄCA DROGOM I LOTNISKOM

eISSN
2544-6037

ISSN
0033-22-32

Wpływ mediów stosowanych w eksploatacji statków powietrznych na trwałość lotniskowych nawierzchni z betonu cementowego. Wpływ nierówności nawierzchni lotniskowych na bezpieczeństwo operacji lotniczych. Szybka metoda poprawy nośności naturalnych nawierzchni lotniskowych. Analiza porównawcza współczynnika tarcia różnych nawierzchni lotniskowych

Podstawowe informacje dla Autorów artykułów

„Przegląd Komunikacyjny” publikuje artykuły związane z szeroko rozumianym transportem oraz infrastrukturą transportu. Obejmuje to zagadnienia techniczne, ekonomiczne i prawne. Akceptowane są także materiały związane z geografią, historią i socjologią transportu.

Artykuły publikowane w „Przeglądzie Komunikacyjnym” dzieli się na: „wnoszące wkład naukowy w dyscypliny: inżynieria lądowa i transport; ekonomia i finanse; nauki prawne; nauki socjologiczne. Prosimy Autorów o deklarację (w zgłoszeniu), do której dyscypliny zaliczyć ich prace.

Materiały do publikacji: zgłoszenie, artykuł oraz oświadczenie Autora, należy przysyłać w formie elektronicznej na adres redakcji:

artykuly@przeglad.komunikacyjny.pwr.wroc.pl

W zgłoszeniu należy podać: imię i nazwisko autora, adres mailowy oraz adres do tradycyjnej korespondencji, miejsce zatrudnienia, zdjęcie, tytuł artykułu oraz streszczenie (po polsku i po angielsku) i słowa kluczowe (po polsku i po angielsku). Szczegóły przygotowania materiałów oraz wzory załączników dostępne są na stronie:

www.transportation.overview.pwr.edu.pl

W celu usprawnienia i przyspieszenia procesu publikacji prosimy o zastosowanie się do poniższych wymagań dotyczących nadsyłanego materiału:

1. Tekst artykułu powinien być napisany w jednym z ogólnodostępnych programów (np. Microsoft Word). Wzory i opisy wzorów powinny być wkomponowane w tekst. Tabele należy zestawić po zakończeniu tekstu. Ilustracje (rysunki, fotografie, wykresy) najlepiej dołączyć jako oddzielne pliki. Można je także wstawić do pliku z tekstem po zakończeniu tekstu. Możliwe jest oznaczenie miejsc w tekście, w których autor sugeruje wstawienie stosownej ilustracji lub tabeli. Obowiązuje odrębna numeracja ilustracji (bez rozróżniania na rysunki, fotografie itp.) oraz tabel.
2. Całość materiału nie powinna przekraczać 12 stron w formacie Word (zalecane jest 8 stron). Do limitu stron wlicza się ilustracje załączane w odrębnych plikach (przy założeniu że 1 ilustracja = ½ strony).
3. Format tekstu powinien być jak najprostszy (nie stosować zróżnicowanych stylów, wcięć, podwójnych i wielokrotnych spacji itp.). Dopuszczalne jest pogrubienie, podkreślenie i oznaczenie kursywą istotnych części tekstu, a także indeksy górne i dolne. **Nie stosować przypisów.**
4. Nawiązania do pozycji zewnętrznych - cytaty (dotyczy również podpisów ilustracji i tabel) oznacza się numeracją w nawiasach kwadratowych [...]. Numerację należy zestawić na końcu artykułu (jako „Materiały źródłowe”). Zestawienie powinno być ułożone alfabetycznie.
5. Jeżeli Autor wykorzystuje materiały objęte nie swoim prawem autorskim, powinien uzyskać pisemną zgodę właściciela tych praw do publikacji (niezależnie od podania źródła). Kopie takiej zgody należy przesyłać Redakcji.

Artykuły wnoszące wkład naukowy w dyscypliny: inżynieria lądowa i transport, inżynieria lądowa i transport; ekonomia i finanse; nauki prawne; nauki socjologiczne podlegają procedurom recenzji merytorycznych zgodnie z wytycznymi MNIŚW, co pozwala zaliczyć je, po opublikowaniu, do dorobku naukowego oraz uwzględnić w ewaluacji jakości działalności naukowej (Dz.U. 2019 poz. 392).

Liczba uwzględnianych punktów wg listy czasopism punktowanych przez MNIŚW wynosi 20.

Do oceny każdej publikacji powołuje się co najmniej dwóch niezależnych recenzentów spoza jednostki. Zasady kwalifikowania lub odrzucenia publikacji i ewentualny formularz recenzencki są podane do publicznej wiadomości na stronie internetowej czasopisma lub w każdym numerze czasopisma. Nazwiska recenzentów poszczególnych publikacji/numerów nie są ujawniane.

Przygotowany materiał powinien obrazować własny wkład badawczy autora. Redakcja wdrożyła procedurę zapobiegania zjawisku Ghostwriting (z „ghostwriting” mamy do czynienia wówczas, gdy ktoś wniósł istotny wkład w powstanie publikacji, bez ujawnienia swojego udziału jako jeden z autorów lub bez wymienienia jego roli w podziękowaniach zamieszczonych w publikacji). Tekst i ilustracje muszą być oryginalne i niepublikowane w innych miejscach (w tym w internecie). Możliwe jest zamieszczanie artykułów, które ukazały się w materiałach konferencyjnych i podobnych (na prawach rękopisu) z zaznaczeniem tego faktu i po przystosowaniu do wymogów publikacyjnych „Przeglądu Komunikacyjnego”.

Na stronie internetowej czasopisma dostępne są pełne wersje artykułów wraz ze streszczeniami w języku polskim (od 2010) i angielskim (od 2016) jako OPEN ACCESS. Pod koniec 2018 roku „Przegląd Komunikacyjny” rozpoczął indeksowanie artykułów angielskich z użyciem numerów cyfrowych DOI. Czasopismo ubiega się o partycypowanie w bazie SCOPUS. Rejestrowane jest w międzynarodowej bazie DOAJ <https://doaj.org/>.

Redakcja pisma oferuje objęcie patronatem medialnym konferencji, debat, seminariów itp.

Ceny są negocjowane indywidualnie w zależności od zakresu zlecenia. Możliwe są atrakcyjne upusty. Patronat obejmuje:

- ogłaszanie przedmiotowych inicjatyw na łamach pisma,
- zamieszczanie wybranych referatów / wystąpień po dostosowaniu ich do wymogów redakcyjnych,
- publikację informacji końcowych (podsumowania, apele, wnioski),
- kolportaż powyższych informacji do wskazanych adresatów.

www.transportation.overview.pwr.edu.pl

Ramowa oferta dla „Sponsora strategicznego” czasopisma Przegląd Komunikacyjny

Sponsor strategiczny zawiera umowę z wydawcą czasopisma na okres roku kalendarzowego z możliwością przedłużenia na kolejne lata. Uprawnienia wydawcy do zawierania umów posiada Spółka Wydawnictwa SITK RP sp. z o.o..

Przegląd Komunikacyjny oferuje dla sponsora strategicznego następujące świadczenia:

- **zamieszczenie logo sponsora w każdym numerze,**
- **zamieszczenie reklamy sponsora w jednym, kilku lub we wszystkich numerach,**
- **publikacja jednego lub kilku artykułów sponsorowanych,**
- **publikacja innych materiałów dotyczących sponsora,**
- **zniżki przy zamówieniu prenumeraty czasopisma.**

Możliwe jest także zamieszczenie materiałów od sponsora na stronie internetowej czasopisma.

Przegląd Komunikacyjny ukazuje się jako miesięcznik.

Szczegółowy zakres świadczeń oraz detale techniczne (formaty, sposób i terminy przekazania) są uzgadniane indywidualnie.

Osoba kontaktowa w tej sprawie:

Hanna Szary

hanna.szary@sitkrp.org.pl

ul. Świętokrzyska 14 A, lok. 150, 00-050 Warszawa, tel.: (22) 336 12 06, 506 116 966

Cena za świadczenia na rzecz sponsora uzależniana jest od uzgodnionych szczegółów współpracy. Zapłata może być dokonana jednorazowo lub w kilku ratach (na przykład kwartalnych). Część zapłaty może być w formie zamówienia określonej liczby prenumerat czasopisma.





Na okładce: Infrastruktura lotnicza, pexels

Szanowni P.T. Czytelnicy

W numerze

Przekazujemy kolejny numer Przeglądu Komunikacyjnego jest on poświęcony infrastrukturze towarzyszącej drogom i lotniskom. W pierwszym artykule Autorzy przedstawiają wpływ wybranych mediów (m.in. paliw lotniskowych) na zmianę parametrów betonu i jego trwałość w konstrukcji nawierzchni. Skutki tego oddziaływania są dla nawierzchni betonowych znaczące i jednoznacznie destrukcyjne. Oprócz wymiernego stwierdzonego obniżenia parametrów mechanicznych betonu występuje ingerencja mediów w strukturę betonu, co przy występowaniu ekstremalnych temperatur (dodatnich i ujemnych) jest wyzwaniem dla technologów betonu, realizatorów robót i użytkowników nawierzchni lotniskowych. Charakter oddziaływania mediów eksploatacyjnych jest zróżnicowany i w większości przypadków występuje zespolone ich oddziaływanie na nawierzchnie. Wykazano, że nakładane obecnie na nawierzchnie powłoki eksploatacyjne są dla tych mediów tylko częściowo skuteczne, a poznanie charakteru i sposobu oddziaływania daje możliwość skutecznego ograniczenia tych niekorzystnych, obiektywnie występujących zjawisk. Przedmiotem następnego artykułu są wymagania dla nawierzchni lotniskowych w zakresie oceny stanu równości nawierzchni lotniskowych, w tym metodyki 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. W kolejnym artykule przedstawiają Autorzy metodykę poprawy nośności naturalnych nawierzchni lotniskowych za pomocą zastosowania geokrat (krat lotniskowych) w sposób wciskany w istniejącą nawierzchnię. W następnym artykule przedstawiono ogólne zagadnienia dotyczące siły tarcia, jej wpływu na poruszanie się statków powietrznych po nawierzchniach lotniskowych. Zostały również omówione wymagania z zakresu oceny współczynnika tarcia. Na podstawie wyników badań przeprowadzonych na czterech lotniskach dokonano analizy spadku wartości współczynnika tarcia. Życząc naszym czytelnikom dobrej lektury.

Redaktor Naczelny

Prof. Antoni Szydło

Aktualności

2

Wpływ mediów stosowanych w eksploatacji statków powietrznych na trwałość lotniskowych nawierzchni z betonu cementowego

Piotr Nita, Małgorzata Linek

6

Wpływ nierówności nawierzchni lotniskowych na stan techniczny i bezpieczeństwo operacji lotniczych

Adam Poświata, Paweł Pietruszewski, Piotr Włodarski

Szybka metoda poprawy nośności naturalnych nawierzchni lotniskowych

Mariusz Wesołowski, Krzysztof Błacha, Agata Kowalewska

18

Analiza porównawcza współczynnika tarcia różnych nawierzchni lotniskowych

Łukasz Semkło, Agnieszka Wróblewska

24

Wydawca:

Wydawnictwa SITK RP sp. z o.o.
ul. Świętokrzyska 14 A, lok. 150, 00-050 Warszawa
www.sitkrp.org.pl

Redaktor Naczelny:

Antoni Szydło

Redakcja:

Maciej Kruszyna (Z-ca Redaktora Naczelnego),
Agnieszka Kuniczuk - Trzcinowicz (Redaktor językowy),
Piotr Mackiewicz (Sekretarz), Wojciech Puła (Redaktor
statystyczny), Eryk Mączka (obsługa techniczna, strona
internetowa), Krzysztof Gasz, Jarosław Kuźniewski, Łukasz
Skotnicki, Bartłomiej Krawczyk, Igor Gisterek, Karina
Korycka (obsługa anglojęzyczna)

Adres redakcji do korespondencji:

Pocztą elektroniczną:
redakcja@przeglad.komunikacyjny.pwr.wroc.pl
Pocztą „tradycyjną”:
Piotr Mackiewicz, Maciej Kruszyna
Politechnika Wrocławska,
Wybrzeże Wyspiańskiego 27, 50-370 Wrocław
Faks: 71 320 45 39

Rada naukowa:

Marek Ciesielski (Poznań), Antanas Klibavičius (Wilno),
Jozef Komačka (Žilina), Elżbieta Marciszewska (Warszawa),
Andrzej S. Nowak (Auburn University), Tomasz Nowakowski (Wrocław),
Victor V. Rybkin (Dniepropietrowsk), Marek Sitarz (Katowice),
Wiesław Starowicz (Kraków), Hans-Christoph Thiel (Cottbus),
Tomasz Siwowski (Rzeszów), Jiri Straský (Brno),
Andrea Zuzulova (Bratysława)

Deklaracja o wersji pierwotnej czasopisma

Główną wersją czasopisma jest wersja elektroniczna.
Na stronie internetowej czasopisma dostępne są pełne
wersje artykułów wraz ze streszczeniami w języku polskim
(od 2010) i angielskim (od 2016).

Redakcja zastrzega sobie prawo dokonywania zmian w
materiałach nie podlegających recenzji.

Artykuły opublikowane w „Przeglądzie Komunikacyjnym”
są dostępne w bazach danych 20 bibliotek technicznych
oraz są indeksowane w bazach:

BAZTECH: <http://baztech.icm.edu.pl>
Index Copernicus: <http://indexcopernicus.com>
Międzynarodowa baza DOAJ: <https://doaj.org/>

Prenumerata:

Szczegóły i formularz zamówienia na stronie:

<http://www.transportation.overview.pwr.edu.pl>

Obecna Redakcja dysponuje numerami archiwalnymi
począwszy od 4/2010.

Numer archiwalne z lat 2004-2009 można zamawiać
w Oddziale krakowskim SITK, ul. Siostrzana 11, 30-804 Kra-
ków, tel./faks 12 658 93 74, mrowinska@sitk.org.pl

Druk:

HARDY Design, 52-131 Wrocław, ul. Buforowa 34a
Przemysław Wolczuk, przem@dodo.pl

Reklama:

Dział Marketingu: hanna.szary@sitkrp.org.pl

Nakład: 800 egz.

Rower Miejski we Wrocławiu. Firmie Nextbike kończy się umowa. Co dalej z miejskimi jednośladami?

Magdalena Pasiewicz, Gazeta Wrocławska, 4.08.2022

W grudniu kończy się umowa między Wrocławiem, a Nextbike, dotychczasowym operatorem rowerów miejskich we Wrocławiu. Co to oznacza dla mieszkańców, czy miejskie rowery znikną z Wrocławia, co ze stawkami za wypożyczenie? Wykonawca, zgodnie z trwającą do końca 2022 roku umową zapewnił infrastrukturę Wrocławskim Rowerom Miejskim. W ramach tej umowy wykonawca udostępnił klientom przynajmniej 2 000 rowerów standardowych, 65 rowerów niestandardowych, co najmniej 200 stacji rowerowych wyposażono w około 2 000 stojaków rowerowych. Wykonawca zobowiązany był także do zarządzania flotą pojazdów oraz świadczenia usług konserwacyjnych i naprawczych.

Umowa się kończy w grudniu 2022 roku, a wrocławski magistrat ogłosił na początku lipca nowy przetarg z terminem na składanie ofert do 4 sierpnia (...).

Nowe pociągi Elf 2 dla Kolei Dolnośląskich testowane na trasie Legnica – Wrocław Główny – Opole

Janusz Wójtowicz, Gazeta Wrocławska, 31.07.2022

Trwają testy nowych pociągów Elf 2 dla Kolei Dolnośląskich na linii Legnica – Wrocław Główny – Opole. Nowe składki zabiorą pasażerów już we wrześniu. Elf 2 to najdłuższe i najbardziej pojemne pociągi, jakie są w taborze regionalnego przewoźnika. To pięcioczęłkowe składki elektryczne o długości ponad 100 metrów, w których może jechać jednocześnie 540 osób, w tym 250 na miejscach siedzących. Elfy 2 mogą osiągać prędkość maksymalną 160 km/h (...). Koleje Dolnośląskie zakupiły łącznie 25 nowych Elfów 2.

1,5 miliarda złotych to najkorzystniejsza oferta na budowę odcinka trasy Via Carpatia Dukla - Barwinek

Józef Lonczak, nowiny24.pl, 5.08.2022

Ofertę firmy Polaqua wskazano jako najkorzystniejszą w przetargu na zaprojektowanie i budowę 18 km drogi ekspresowej S19 Dukla - Barwinek (granica państwa). Jeśli nie będzie odwołania od tego wyboru, a Prezes Urzędu Zamówień Publicznych wyda pozytywną opinię, umowa będzie podpisana. W przetargu złożono osiem ofert. Najkorzystniejszą złożyła spółka Polaqua, która zaoferowała zrealizowanie tego odcinka Via Carpatia za kwotę 1,5 mld zł (1 541 121 487,77 zł). Złożone oferty były oceniane przy zastosowaniu następujących kryteriów: cena (60 procent), przedłużenie okresu gwarancji jakości na ekrany akustyczne wraz z ich posadowie-

niem, instalacje zasilające i konstrukcje wsporcze (30 proc.), a także termin realizacji kontraktu (10 procent) (...).

Nowy rekord na lotnisku Rzeszów - Jasionka! Lipcowa liczba pasażerów przebiła najwyższą dotąd z sierpnia 2019 roku

Beata Terczyńska, nowiny24.pl, 4.08.2022

Lipiec 2022 to historyczny miesiąc dla lotniska Rzeszów - Jasionka! Pasażerów było o 14 procent więcej, niż podczas rekordowego sierpnia 2019 roku, czyli jeszcze sprzed pandemii Covid. - W lipcu znacząco przebiliśmy rekord w ruchu pasażerskim na naszym lotnisku - podczas dzisiejszej konferencji prasowej mówił Adam Hamryszczak, prezes zarządu Portu Lotniczego Rzeszów - Jasionka. - Z pewnością wpłynęła na to rozdawniana siatka połączeń, w szczególności wakacyjnych, ale też nie ukrywamy, że na ten fantastyczny wynik przełożyły się też dodatkowe operacje, które realizujemy a są one związane ze wsparciem dla Ukrainy.

Prezes Adam Hamryszczak przedstawiał, że w styczniu zaczęli od kilkunastu tysięcy pasażerów, natomiast już w maju osiągnęli wynik bliski 60 tys., w czerwcu - 80 tys., a w lipcu prawie 97 tys. (w sierpniu 2019 było to ponad 85 tys.). Ten lipiec w porównaniu do analogicznego miesiąca ubiegłego roku to wzrost kolosalny, bo aż o 250 procent (...).

Na Pomorzu królują pociągi. Województwo pomorskie ma najwyższy wskaźnik wykorzystania kolei w skali kraju

Agnieszka Kamińska, Dziennik Bałtycki, 5.08.2022

Wskaźnik wykorzystania kolei na Pomorzu wyniósł w ub. roku 19,9 - poinformował Urząd Transportu Kolejowego. To najwyższy wskaźnik w kraju. Mówi o tym, jak często w ciągu roku jeździmy pociągami. Na Pomorzu najwięcej pasażerów (8,3 mln) korzysta ze stacji Gdynia Główna, a następnie ze stacji Gdańsk Główny (prawie 8 mln osób). Urząd Transportu Kolejowego systematycznie, co roku, bada rynek kolejowych przewozów pasażerskich. Między innymi podaje, jak dużo pasażerów jeździ w pociągach. W 2021 r. wskaźnik wykorzystania kolei na Pomorzu wyniósł 19,9. A dodajmy, że w pandemicznym 2020 r. ten parametr dla Pomorza wyniósł 15,9 i również uznano go za najwyższy w Polsce - czytamy na stronie Pomorskie.eu (...).

Co dalej z budową S11 w Wielkopolsce? Są pierwsze istotne decyzje w sprawie budowy na terenie miasta i gminy Pleszew

Piotr Fehler, Głos Wielkopolski, 5.08.2022

Budowa drogi S11 z Kórnik do Ostrowa Wielkopolskiego wyczekiwana jest przez mieszkańców Pleszewa i całej Południowej Wielkopolski

od wielu lat. W ostatnich miesiącach w sprawie największej drogowej inwestycji w Wielkopolsce panowała kompletna cisza. W tym czasie zapadły jednak istotne decyzje o jej przebiegu. Brakuje jednak konkretnej daty rozpoczęcia budowy S11 na terenie powiatu pleszewskiego. Zapadły pierwsze istotne decyzje w sprawie budowy drogi S11 na terenie powiatu pleszewskiego. Na sesji Rady Miejskiej, która odbyła się 4 sierpnia, burmistrz Miasta i Gminy Pleszew Arkadiusz Ptak poinformował, że do ratusza wpłynęło pismo Generalnej Dyrekcji Dróg Krajowych i Autostrad informujące o preferowanym wariantcie przebiegu S11 na terenie Miasta i Gminy Pleszew wybranym przez Zespół Przedsięwzięć Inwestycyjnych. - Jest to wariant 4, który w przypadku Miasta i Gminy Pleszew od węzła Jarocin-Południe do Pleszew-Południe przebiega zgodnie z wariantem 2. Z kolei na odcinku Pleszew-Południe do węzła Ostrów Wielkopolski biegnie po takiej samej trasie, jak wariant 1 - poinformował radnych Arkadiusz Ptak (...).

Częstochowa: jak często korzystamy z miejskich rowerów? Są statystyki

Katarzyna Gwara, Dziennik Zachodni, 17.08.2022

W dobie stale rosnących cen paliw chętnie stawiamy na alternatywne środki transportu. Najpopularniejsze są oczywiście hulajnogi, jak i rowery (...). Przypomnijmy, z Częstochowskiego Roweru Miejskiego możemy korzystać od wiosny 2018 roku. Wtedy pomysł okazał się strzałem w dziesiątkę! W ciągu kilku miesięcy - od kwietnia do końca października - mieszkańcy wypożyczyli miejskie jednoślady ponad 175 tysięcy razy. Rok później było to blisko 150 tysięcy razy. Następnie liczba ta drastycznie spadła. W czasie pandemii - w 2020 roku - po zielone rowery sięgnęliśmy ponad 88 tysięcy razy, a w ubiegłym roku zaledwie... 33 tysiące (co prawda sezon wystartował o wiele później, bo dopiero w lipcu). W tym roku statystyka z pewnością będzie lepsza. Zarówno w maju, jak i w czerwcu odnotowano po ponad 14 tysięcy wypożyczeń. W lipcu natomiast skorzystaliśmy z miejskich jednośladów 11 632 razy (...).

Na rybnickie drogi wyruszy 11 nowych autobusów hybrydowych. Miasto właśnie ogłosiło przetarg na ich dostawę

Barbara Kubica-Kasperzec, Dziennik Zachodni, 11.08.2022

W Rybniku trwa wielka rewolucja w komunikacji miejskiej. Miasto wymienia wiaty przystankowe, inwestuje w biletomaty, a przewoźnicy zakupili niedawno nowiutki autobusy elektryczne. Teraz w oczekiwaniu na podpisanie umowy na dofinansowanie autobusów 20 autobusów wodorowych, spółka Komunikacja Miejska Rybnik ogłosiła przetarg na dostawę 11 autobusów hybrydowych o długości 12 metrów (...). Rodzaj napędu jaki będzie zainstalowany to tzw. pełna hybryda, czyli połączenie napędu spalinowego z elektrycznym, umożliwiającym przejechanie

kilkuset metrów wyłącznie na silniku elektrycznym, czyli zeroemisyjnie. - Oznacza to tyle, że np. ruszając z przystanku autobus nie będzie emitował szkodliwych substancji, a więc pasażerowie będą komfortowo oczekiwali na przystankach - wyjaśnia Łukasz Kosobucki, prezes spółki Komunikacja Miejska Rybnik (...).

W Kolejach Dolnośląskich padł rekord. Tylu pasażerów nie było jeszcze nigdy!

Konrad Bałajewicz, Gazeta Wrocławska, 10.08.2022

Padł nowy rekord w Kolejach Dolnośląskich - tak wynika z najnowszego podsumowania przewoźnika. W maju z pociągów KD skorzystało blisko półtora miliona pasażerów. To najwyższy rezultat w historii spółki - wzrost względem rekordowego października 2019 roku aż o 10 proc. podróży. Rekordowa liczba pasażerów, którzy skorzystali z usług Kolei Dolnośląskich w maju sięgnęła 1,48 mln osób. Poprzednie osiągnięcie zostało odnotowane 2,5 roku temu, kiedy z pociągów przewoźnika skorzystało 1,38 mln podróży. Kolej Dolnośląska przewiduje, że jeśli liczba podróżujących w drugiej połowie 2022 roku będzie podobna do pierwszej, odnotują wynik przekraczający 15 mln pasażerów (...).

Bochnia. Bliżej kontynuacji łącznika autostradowego w Bochni, projektowane są dwa etapy wyczekiwanej drogi

Paweł Michalczyk, Gazeta Krakowska, 16.08.2022

Samorządy Małopolski, Bochni oraz powiatu bocheńskiego podpisały porozumienie w sprawie kolejnych etapów łącznika autostradowego. Wspólnie sfinansują prace projektowe. Jak dotąd powstał pierwszy etap łącznika autostradowego w Bochni o długości ok. 1,8 kilometra, uruchomiony we wrześniu 2021 roku. Rozpoczyna się przy węźle Bochnia, tuż obok Bocheńskiej Strefy Aktywności Gospodarczej, a kończy na ulicy Krzeczowskiej, nieopodal firmy Stalprodukt. Jego budowa trwała mniej niż dwa lata i pochłonęła ok. 41 mln zł. Kluczowy dla wyprowadzenia ruchu tranzytowego poza miasto jest drugi etap łącznika, ale niestety wciąż pozostaje on tylko na papierze (...). ZDW zlecił wykonanie dokumentacji projektowej II etapu łącznika autostradowego w Bochni. Ma być ona gotowa w czerwcu 2023 roku i pochłonie 855 tys. zł, z czego blisko 592 tys. zł pochodzi z funduszy unijnych (...).

Wolbrom. Zarząd Dróg Wojewódzkich w Krakowie wybrał nowego wykonawcę obwodnicy miasta. Czy tym razem prace budowlane ruszą?

Paweł Mocny, Gazeta Krakowska, 16.08.2022

Zarząd Dróg Wojewódzkich w Krakowie wybrał

firmę, która zajmie się budową trzeciego etapu obwodnicy Wolbromia. Poprzednia spółka, która została wyłoniona w marcu, nie zdecydowała się zawrzeć umowy na realizację inwestycji ze względu na rosnące ceny na rynku oraz pogorszenie sytuacji gospodarczej. Czy tym razem uda się rozpocząć budowę?

Przetarg na wykonanie trzeciego etapu obwodnicy Wolbromia udało się rozstrzygnąć już na początku tego roku. Niestety rosnące ceny na rynku budowlanym oraz pogorszenie sytuacji gospodarczej sprawiły, że wybrany wówczas wykonawca ostatecznie nie zdecydował się na zawarcie umowy. Całe postępowanie przetargowe trzeba było zatem powtórzyć. Z jedenaśtu ofert, które wpłynęły do „nowego” przetargu uwzględnione zostały tylko trzy. Pozostałe osiem odrzucono. Ostatecznie Zarząd Dróg Wojewódzkich w Krakowie ogłosił, że wykonawcą, którego oferta została uznana za najkorzystniejszą jest firma Strabag Infrastruktura Południe. Kwota zaproponowana przez spółkę opiewa na prawie 12,3 miliona złotych (...).

Słynne "fale Dunaju" na piekarskim odcinku A1 doczekają się ekspertyzy. Wcześniej zlikwidują garb na nowej betonowej A1 pod Częstochową

Anna Dziedzic, Dziennik Zachodni, 26.08.2022

Słynne „fale Dunaju” lub jak wolą niektórzy po prostu muldy na A1 w okolicach Piekarskich nie mają najlepszej prasy. Jazda po wyboistej autostradzie nie należy do przyjemności. Generalna Dyrekcja Dróg Krajowych i Autostrad ogłosiła właśnie przetarg na wykonanie ekspertyzy tego odcinka. Remont najwcześniej w 2025 roku. Za to już w tym roku rozpoczną się przygotowania do likwidacji innej nierówności na nowej, betonowej A1 w okolicy Częstochowy (...). Autostrada A1 powstawała w tym miejscu przed Euro 2012. Wykonawca, budując drogę, użył do jej podbudowy materiału, co do którego producent dawał gwarancje, że zakończyła się jego aktywność chemiczna. Potwierdziła to cała dokumentacja. Niestety, po kilku latach okazało się, że tak nie jest. „Żużel” użyty do budowy autostrady pęczył i wysadzał kolejne fragmenty asfaltowej nawierzchni. Powstały regularne fałdy, kierowcy nazwali je „pralką”, „falami Dunaju” etc. GDDKiA badała sprawę. Przyczyna nierówności była jasna (...).

Budowa obwodnicy Zawiercia i Poręby dostała unijne dofinansowanie. Niewykluczone, że na nim się nie skończy

Anna Dziedzic, Dziennik Zachodni, 25.08.2022

Zawierciańska obwodnica otrzymała unijne dofinansowanie. 215 milionów złotych pochodzi z Programu Operacyjnego Infrastruktura i Środowisko na lata 2014-2020. To nieco więcej niż połowa wartości całej inwestycji. Jak twierdzą urzędnicy Centrum Unijnych Projektów

Transportowych, niewykluczone, że inwestycja otrzyma kolejną dotację z innego programu. Na razie budowa obwodnicy Poręby i Zawiercia jest w toku. Zakończy się prawdopodobnie w 2024 roku. Budowa obwodnicy Zawiercia i Poręby to inwestycja planowana i wyczekiwana od ponad 20 lat. Obecnie jest w toku. Na placu budowy sporo się dzieje, powstają przyczółki wiaduktów, podbudowa drogi. W niektórych fragmentach prace ziemne dopiero się zaczynają. Obwodnica Zawiercia i Poręby liczy w sumie 24 kilometry długości, jednak na razie powstaje tylko pierwszy jej odcinek, liczący niecałe 17 kilometrów (...).

Przebudowa drogi krajowej nr 46 Nysa - Pakosławice. Wkrótce ruszą prace. Kiedy pojedziemy dwujezdniową drogą?

Marcin Żukowski, nto.pl, 29.08.2022

Droga Krajowa nr 46 pomiędzy Nysą a Pakosławicami od dawna daje się we znaki kierowcom. Na wąskiej trasie jest spore natężenie ruchu, a to negatywnie wpływa na bezpieczeństwo i komfort podróży. Wkrótce ma to się zmienić. GDDKiA zapowiada, że już we wrześniu zostanie podpisana umowa z wykonawcą przebudowy (...). Po zakończeniu przebudowy kierowcy będą mieli do dyspozycji czteropasmową drogę (po dwa pasy w każdą stronę) na prawie prostym odcinku liczącym 6,1 km długości. W ramach prac zostaną rozbudowane 4 skrzyżowania. W miejscu styku DK 46 z DW 401, czyli tzw. „grzybku”, powstanie rondo. Inwestycja przewiduje także stworzenie dodatkowych jezdni w celu obsługi przyległego terenu oraz budowę ekranów akustycznych. Przebudowa zakończy się tuż przed obwodnicą Nysy (...).

Na linię 94 Kraków Główny - Oświęcim przez Skawinę powrócą pociągi pasażerskie. Na razie jednak będą jeździć tylko do Przeciszowa.

Bogusław Kwiecień, Gazeta Krakowska, 31.08.2022

Od 1 października 2022 na linii kolejowej 94 Kraków Główny - Oświęcim przez Skawinę mają zostać przywrócone regularne połączenia pasażerskie. Od kilku lat czekają na to mieszkańcy sześciu gmin w powiatach wadowickim i oświęcimskim. Jak się okazuje na razie jednak pociągi nie będą dojeżdżać do Oświęcimia, czyli najważniejszego miasta w regionie. Ich trasa ma kończyć się w Przeciszowie. Od 4 września nastąpi nowa korekta rozkładu jazdy pociągów. Co ważne dla mieszkańców powiatów wadowickiego i oświęcimskiego ujęte zostały w nim stałe połączenia pasażerskie na linii 94 Kraków Główny przez Skawinę w ramach Szybkiej Kolei Aglomeracyjnej, ale nie do węzłowej stacji Oświęcim. W tym przypadku pociągi Kolei Małopolskich mają zacząć kursować od 1 października (...).

Kraków - Warszawa. Kolejny odcinek trasy S7 oddany do użytku

Arkadiusz Maciejowski, Gazeta Krakowska, 30.08.2022

Dziś udostępniony do ruchu został fragment południowego wylotu z Warszawy w kierunku Radomia, Kielc i Krakowa. Obecnie umożliwia on jedynie dojazd do okolicznych miejscowości, swoją podstawową funkcjonalność tzw. przepustowości tranzytowej osiągnie jeszcze w tym roku, a po udostępnieniu kolejnego odcinka, Lesznów - Tarczyn Północ, łączy się z istniejącą już S7 w kierunku Krakowa. To przedłużenie drogi ekspresowej S79 oddanej do ruchu w 2013 roku wraz z kolejnym odcinkiem S2 Południowej Obwodnicy Warszawy (S2 POW). Wyprowadza ruch ze stolicy na południe od węzła Warszawa Lotnisko na skrzyżowaniu z S2 POW. Odcinek od węzła Warszawa Lotnisko do węzła Lesznów o długości 6,6 km to dwujezdniowa trasa z trzema pasami ruchu (...).

Wschodnia obwodnica Łącuta ma być zbudowana za blisko 70 mln zł w ciągu 2 lat

Józef Lonczak, nowiny24.pl, 30.08.2022

Przetarg na budowę obwodnicy Łącuta rozstrzygnięty. Wygrała go firma ANTEX II, która ma zrealizować tę inwestycję za 68,95 mln zł w ciągu 24 miesięcy. Do postępowania przetargowego wpłynęło 9 ofert, z których zamawiający czyli Podkarpacki Zarząd Dróg Wojewódzkich w Rzeszowie po sprawdzeniu i ocenie wybrał ofertę firmy ANTEX II Sp. z o.o. z Lubicy Królewskiej. Firma ta za 68 949 tys. zł ma zbudować wschodnią obwodnicę Łącuta. Pozostałe oferty były droższe, z których najwyższa propozycja sięgnęła aż 105 mln zł. Jeśli do 2 września br. nie wpłynie odwołanie od tego rozstrzygnięcia, to zostanie zawarta umowa z wykonawcą na ww. kwotę. Przypomnijmy jest to inwestycja z dofinansowaniem kwotą 32,5 mln zł z Rządowego Funduszu Rozwoju Dróg. W grudniu ub.r. zakładano, że koszt tej budowy będzie znacznie niższy i wyniesie tylko 46,5 mln zł (...).

To będzie jeden z najdroższych pojazdów na lubelskich ulicach. Autobus wodorowy będzie woził pasażerów od przyszłego roku

Artur Jurkowski, Kurier Lubelski, 30.08.2022

Będzie to jeden z najdroższych pojazdów na ulicach Lublina. ZTM za autobus wodorowy zapłaci 3,72 mln zł. Wyjedzie na trasę w 2023 r. Solaris ma dostarczyć Lublinowi pierwszy w historii komunikacji zbiorowej naszego miasta autobus wodorowy. Oferta złożona przez firmę została uznana za najkorzystniejszą w przetargu na dostawę pojazdu (...). Pojazd będzie miał 12 metrów długości. Będzie nim mogło podróżować 85 pasażerów. Autobus

ma być niskopodłogowy, wyposażony w klimatyzację, dostosowany do potrzeb osób z niepełnosprawnościami (...).

Policja podsumowała minione wakacje. Mniej wypadków śmiertelnych

Monika Fajga, Gazeta Wrocławska, 4.09.2022

W tym roku na polskich drogach doszło do 375 wypadków ze skutkiem śmiertelnym. To mniej niż w roku ubiegłym - informuje policja. Mniej tragedii wydarzyło się też w woj. dolnośląskim. Podczas tegorocznych wakacji policjanci odnotowali na terenie całej Polski 4 tys. 949 wypadków drogowych, w których zginęło 410 osób, a 5 tys. 918 zostało rannych. Na mapie wypadków drogowych ze skutkiem śmiertelnym tegorocznego lata pojawiło się 375 punktów, z tego na samym Dolnym Śląsku - 24. Dla porównania w ubiegłym roku takich punktów było 451 w kraju i 38 w woj. dolnośląskim (...).

Rząd planuje kanał w Krakowie i połączenie Wisły z Odrą. Ekolodzy proponują projekt "Miasto-gąbka"

Piotr Tymczak, Gazeta Krakowska, 3.09.2022

Ministerstwo Infrastruktury potwierdza, że zamierza przygotowywać budowę Kanału Krakowskiego, który ma odciążać zakole Wisły pod Wawelem. Władze Krakowa nie są przekonane do tego pomysłu. Na tym jednak nie koniec. Przedstawiciele rządu planują też budowę Kanału Śląskiego łączącego Wisłę z Odrą. Przeciwni takim rozwiązaniom są ekolodzy. Armatorzy widzą natomiast korzyści. - Kanał Krakowski to koncepcja budowy połączenia w obrębie aglomeracji krakowskiej, które poprzez Kanał Śląski będzie łączyło Odrę z Wisłą. Jego realizacja przyczyni się do stworzenia korytarza transportowego i wykorzystania potencjału śródlądowego transportu wodnego na południu Polski. Dodatkowo realizacja wspomnianych kanałów może stworzyć połączenie z drogą wodną Ostrawa - Kędzierzyn-Koźle, przyczyniając się do rozwoju gospodarczego regionu śląskiego oraz południowej Polski - informuje Szymon Hupły, rzecznik prasowy Ministerstwa Infrastruktury (...).

10 nowych pociągów dla SKM? Przewoźnik ogłosił przetarg. Przez urząd marszałkowski może być za późno, by skorzystać z dofinansowania UE

Stanisław Balicki, Dziennik Bałtycki, 2.09.2022

Szybka Kolej Miejska ogłosiła przetarg na zakup 10 nowych pociągów elektrycznych. Jednostki mają obsługiwać trasę z Gdańska Śródmieścia po Lębork. Muszą też być dostosowane do niższych peronów Pomorskiej

Kolei Metropolitalnej, gdy ta zostanie zelektryfikowana. Od 2018 roku jest zapewnione finansowanie ponad połowy budżetu przedsięwzięcia z funduszy europejskich, jednak dotąd na przeszkodzie stała polityka urzędu marszałkowskiego. Zabezpieczeniem kredytu na pozostałą część budżetu byłaby długo-terminowa umowa z SKM na przewozy. Tej marszałek podpisać nie chciał, uzależniając zmianę decyzji od przejęcia kontroli nad SKM, w której większość udziałów mają obecnie Polskie Koleje Państwowe (...).

Lubliniec. Ogłoszono przetarg na rozbiorę i budowę wiaduktu w ciągu DW 906

Piotr Ciastek, Dziennik Zachodni, 10.09.2022

Po trzech miesiącach od przyznania środków z Rządowego Programu Inwestycji Strategicznych na budowę wiaduktu w Lublińcu, Zarząd Dróg Wojewódzkich ogłosił przetarg na tę ważną dla miasta, ale i regionu inwestycję drogową. W środę 7 września Zarząd Dróg Wojewódzkich w Katowicach opublikował ogłoszenie o przetargu na rozbiorę i budowę wiaduktu nad torami PKP w ciągu drogi wojewódzkiej nr 906 w Lublińcu. Inwestycja na wniosek Województwa Śląskiego zostanie sfinansowana z Rządowego Programu Inwestycji Strategicznych. Na ten cel przyznano kwotę 30 mln zł. Prace, które wykona wyłoniona w przetargu firma obejmą rozbiorę istniejącego wiaduktu w ciągu ulicy Powstańców Śląskich i budowę nowego obiektu. Wcześniej firma musi przygotować teren, przeprowadzić prace ziemne (budowa instalacji rurociągów i linii komunikacyjnych), a także montaż takich elementów jak bariery, czy znaki drogowe (...).

Ostatni odcinek A1 wybetonowany. Powoli dobiegają końca prace związane z budową 81 kilometrów nowej A1

Anna Dziedzic, Dziennik Zachodni, 9.09.2022

Jak poinformowała Generalna Dyrekcja Dróg Krajowych i Autostrad, zakończyło się układanie nawierzchni betonowej na prowadzącej w kierunku Katowic, ostatniej niewybetonowanej jeszcze jezdni autostrady A1, na odcinku Piotrków Trybunalski - Kamieńsk. A to oznacza, że A1 ma już nawierzchnię betonową na całym nowym 81-km odcinku. Choć nie oznacza, że po nowo wybetonowanej części można już jeździć.

To kluczowy moment dla budowy nowej autostrady A1 od Częstochowy do Tuszyna. Zakończyło się układanie betonowej nawierzchni na ostatnim z odcinków. Cała 81-kilometrowa, nowa A1 ma już betonową nawierzchnię. Jednak od jej ułożenia, do udostępnienia jej dla ruchu musi upłynąć około miesiąca. To ważne, bo właśnie tyle potrzebuje beton do osiągnięcia pełnej twardości (...).

W 2025 roku cała gierkówka (DK91) od Podwarpia do Częstochowy przejdzie kapitalny remont. Pierwszy taki od kilkudziesięciu lat

Anna Dziedzic, Dziennik Zachodni, 9.09.2022

W 2025 roku cały ponad 40-kilometrowy odcinek gierkówki od Podwarpia do Częstochowy ma być kompleksowo wyremontowany. Dla tej trasy to pierwszy tak kompleksowy remont od kilkudziesięciu lat. Znikną koleiny i niebezpieczne skrzyżowania, przejścia dla pieszych mają być doświetlone. Gierkówka ma być wtedy jak nowa (...). Jeszcze we wrześniu tego roku zostaną ogłoszone przetargi na wykonanie remontu trzech kolejnych odcinków gierkówki.

To część od Koziegłówek do miejscowości Siedlec Duży oraz następny odcinek Siedlec Duży - Zawada. Trzeci to ostatnia część trasy przed Częstochową: Nowa Wieś - Częstochowa. Te trzy odcinki to w sumie 14,5 km drogi (...).

11 elektrycznych autobusów pojawi się na ulicach Żor. 35 mln złotych Dofinansowania na ich zakup otrzymało MKK, do którego należy miasto

Piotr Chrobok, Dziennik Zachodni, 8.09.2022

Niewykluczone, że jeszcze w przyszłym roku na ulicach Żor pojawi się 11 elektrycznych autobusów. Będą one obsługiwać kursy autobusowe w ramach tamtejszej Bezpłatnej Komunikacji Miejskiej (BKM). Sam ich zakup jest natomiast możliwy dzięki dofinansowaniu, jakie otrzymał Międzygminny Związek Komunikacyjny (MKK), w którym zrzeszone są Żory. Pierwsze w historii Międzygminnego Związku Komunikacyjnego (MKK) autobusy elektryczne coraz bliżej. Przewoźnik podpisał umowę opiewającą na ponad 35 milionów złotych dofinansowania z Narodowego Funduszu Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej (NFOŚiGW). Pieniądze mają zostać wydane właśnie na zakup autobusów elektrycznych. W sumie MKK ma kupić jedenaście tego typu pojazdów dostosowanych do potrzeb osób niepełnosprawnych o długości 12 metrów (...).

Premetro w Krakowie. Pierwszy etap z siedmioma podziemnymi przystankami za 11 lat. Potrzeba na to 2,5 mld zł

Piotr Tymczak, Gazeta Krakowska, 11.09.2022

Miasto przygotowuje się do budowy premetra, które de facto ma być dodatkową linią tramwajową z tunelem pod centrum. Na razie inwestycja jest na etapie pozyskiwania decyzji środowiskowej. Później trzeba będzie znaleźć finansowanie zadania. Wstępnie oszacowano, że koszt wyniesie ok. 2,5 mld zł, ale eksperci zauważają, iż w obecnej sytuacji polityczno-

-gospodarczej na świecie trudno ocenić, ile trzeba wydać na to przedsięwzięcie i czy będzie realne jego zrealizowanie do 2033 r (...). Długość pierwszego etapu budowy premetra to ok. 10,5 km. Chodzi o trasę Dom Handlowy Wanda – rejon Stadionu Miejskiego im. H. Reymana (stadion Wisły). Na trasę składa się: odcinek naziemny o długości ok. 3,6 km, odcinek estakadowy - ok. 1,4 km i odcinek podziemny - ok. 5,5 km. Na trasie pierwszego etapu ma się znaleźć 5 przystanków naziemnych, 2 na estakadzie (Wiślicka, os. Oświecenia) i 7 podziemnych (rondo Polsadu, rondo Młyńskie, Olsza, rondo Mogiłskie, Dworzec Główny, Stare Miasto, Akademia Górniczo-Hutnicza). Łącznie ma powstać 14 przystanków (...).

Tarnów. Kolosalna zmiana planów wschodniej obwodnicy Tarnowa. Przygotowanie inwestycji rusza od początku! Będzie inny przebieg drogi

Paweł Chwał, Gazeta Krakowska, 9.09.2022

Plan budowy wschodniej obwodnicy Tarnowa w ustalonym przebiegu i kształcie legł w gruzach! Minister infrastruktury Andrzej Adamczyk podpisał w piątek (9 września) dokument rozpoczynający prace przygotowawcze w sprawie wytyczenia drogi omijającej miasto w zupełnie nowej lokalizacji. Na razie nie wiadomo, którędy konkretnie miałaby biec droga w ciągu DK 73 łącząca autostradę A4 z DK nr 94 (stara czwórka). Wstępie określono, że nowa inwestycja planowana jest na terenie Małopolski i Podkarpacia (...). Ponieważ cała procedura musi ruszyć od początku, nowy łącznik A4 z DK94, pełniący rolę wschodniej obwodnicy Tarnowa powstanie dopiero za 8, góra za 10 lat.

Tor do testowania superszybkich pociągów jest już gotowy do działania. Powstał w Nowej Sarzynie

Norbert Ziętał, nowiny24.pl, 10.09.2022

Zakończyły się prace związane z instalacją wszystkich niezbędnych urządzeń przytorowych, pozwalających na testowanie superszybkich pociągów na torze w Nowej Sarzynie.

Najdłuższy w Europie tor do testowania pasywnej lewitacji magnetycznej (unoszenie pojazdów bez kontaktu z podłożem) budowała spółka Nevomo. W pierwszym kwartale tego roku zakończyła budowę infrastruktury torowej. 700-metrowy odcinek, pozwalający na lewitowanie pojazdów kolejowych systemu MagRail z prędkością testową do 160 km/h powstał na terenie CIECH Sarzyna. W dalszym czasie trwały prace związane z instalacją wszystkich niezbędnych urządzeń przytorowych. W ostatnim tygodniu do Nowej Sarzyny dostarczony został również pierwszy pełnoskalowy pojazd testowy, wyposażony

we wszystkie niezbędne komponenty, pozwalające na rozpoczęcie testów (...).

Rekordowe lato dla lotniska w Jasionce. Sierpień okazał się być równie dobry jak lipiec!

beta, nowiny24.pl, 9.09.2022

Prawie 92 tysiące pasażerów skorzystało w sierpniu z usług portu lotniczego Rzeszów-Jasionka, co jest drugim najlepszym wynikiem w jego historii. Od początku roku podrzeszowskie lotnisko obsługiwało niemal 470 tys. pasażerów. - Rekordową liczbę obsługiwanych pasażerów zawdzięczamy wyjątkowo rozbudowanej siatce połączeń wakacyjnych. Tego lata zaproponowaliśmy mieszkańcom Podkarpacia i sąsiednich regionów 12 tras do słonecznych destynacji w Turcji, Grecji, Bułgarii, Chorwacji, we Włoszech oraz w Polsce. Cieszę się, że nasza oferta spotkała się z tak dużym zainteresowaniem. To potwierdza słuszność obranej przez nas strategii rozwoju w tym segmencie rynku przewozów pasażerskich – mówi Adam Hamryszczak, prezes zarządu portu lotniczego Rzeszów-Jasionka (...).

Budowa S1 w Śląskiem. Pierwszy z 4 odcinków S1 między Mysłowicami i Bielskiem ma pozwolenie na budowę.

To odcinek Oświęcim - Dankowice

Anna Dziedzic, Dziennik Zachodni, 17.09.2022

Jest pozwolenie na budowę 15 kilometrów nowej trasy S1 między Oświęcimiem i Dankowicami. Wykonawca otrzymał je po półtora roku od złożenia wniosku do wojewody. Procedura przeciągała między innymi dlatego że nowa trasa ma przebiegać przez strefę ochrony ujęcia wody pitnej Zasole. Strefę wyznaczono rozporządzeniem Dyrektora Regionalnego Zarządu Gospodarki Wodnej w Krakowie już po wydaniu decyzji o środowiskowych uwarunkowaniach przez Regionalnego Dyrektora Ochrony Środowiska w Katowicach. Cała nowa część S1 niestety nie będzie gotowa w 2023 roku, jak pierwotnie zakładano. To pierwszy odcinek S1 między Mysłowicami i Bielskiem-Białą, jaki otrzymał pozwolenie na budowę. Jak zapowiadają przedstawiciele GDDKiA – niewykluczone, że na przełomie września i października zostanie wydane kolejne pozwolenie na następny odcinek S1 – od Dankowic do Bielska-Białej (...).

Wpływ mediów stosowanych w eksploatacji statków powietrznych na trwałość lotniskowych nawierzchni z betonu cementowego

Influence of the media used in the operation of aircraft on the durability of airport cement surfaces



Piotr Nita

Prof. dr hab. inż.

Instytut Techniczny Wojsk Lotniczych w Warszawie

piotr.nita@itwl.pl



Małgorzata Linek

Dr inż.

Wydział Budownictwa i Architektury
Politechnika Świętokrzyska w Kielcach

linekm@tu.kielce.pl

Streszczenie: Intensyfikacja przeprowadzania operacji lotniczych w ostatnich latach skutkuje wzrostem naprężeń i odkształceń w nawierzchniach betonowych. W znaczeniu masowych, dynamicznych oraz temperaturowych oddziaływań są to wymierne zjawiska, które przy wykorzystaniu odpowiednich metod i algorytmów można wyznaczyć i przewidzieć. Innym rodzajem oddziaływania, które nie występuje w sposób lawinowy na nawierzchniach, jest ich losowa destrukcja spowodowana obecnością i działaniem mediów eksploatacyjnych. W artykule przedstawiono wpływ wybranych środków na zmianę parametrów betonu i jego trwałość w konstrukcji nawierzchni. Skutki tego oddziaływania są dla nawierzchni betonowych znaczące i jednoznacznie destrukcyjne. Oprócz wymiennego stwierdzonego obniżenia parametrów mechanicznych betonu występuje ingerencja mediów w strukturę betonu, co przy występowaniu ekstremalnych temperatur (dodatnich i ujemnych) jest wyzwaniem dla technologów betonu, realizatorów robót i użytkowników nawierzchni lotniskowych. Charakter oddziaływania mediów eksploatacyjnych jest zróżnicowany i w większości przypadków występuje zespolone ich oddziaływanie na nawierzchnie. Wykazano, że nakładane obecnie na nawierzchnie powłoki eksploatacyjne są dla tych mediów tylko częściowo skuteczne, a poznanie charakteru i sposobu oddziaływania daje możliwość skutecznego ograniczenia tych niekorzystnych, obiektywnie występujących zjawisk.

Słowa kluczowe: Betonowa nawierzchnia lotniskowa; Media eksploatacyjne

Abstract: The intensification of air operations in recent years has resulted in an increase in stresses and deformations in concrete pavements. In terms of mass, dynamic and temperature interactions, these are measurable phenomena that can be determined and predicted using appropriate methods and algorithms. Another type of impact that does not occur in an avalanche-like manner on pavements is their random destruction caused by the presence and operation of exploitation media. The article presents the impact of selected measures on the change of concrete parameters and its durability in the pavement structure. The effects of this impact are significant and clearly destructive for concrete pavements. In addition to the measurable decrease in the mechanical parameters of concrete, there is an interference of media with the concrete structure, which in the presence of extreme temperatures (positive and negative) is a challenge for concrete technologists, contractors and users of airport pavements. The nature of the impact of exploitation media is varied and in most cases there is a combined effect of them on pavements. It has been shown that the operational coatings currently applied to pavements are only partially effective for these media, and learning about the nature and manner of impact makes it possible to effectively limit these unfavorable, objectively occurring phenomena.

Keywords: Concrete airport pavement; Operating media

Wprowadzenie

Trwałość konstrukcji lotniskowych, utożsamiana z możliwością bezpiecznego operowania statków powietrznych po nawierzchni stanowi kryterium zdolności użytkowej w funkcji założonego czasu eksploatacji. Spełnienie wymagań normowych [1, 2] określających szczegółowo parametry komponentów mieszanki be-

tonowej oraz stwardniałego betonu gwarantuje uzyskanie kompozytu o pożądanych cechach mechanicznych, fizycznych i eksploatacyjnych. Dotychczasowa ocena cech użytkowych nawierzchni betonowych na lotniskach ograniczana była do użyskania zadawalających parametrów użytkowych, wytrzymałościowych i wysokiej odporności na działanie niskich temperatur. Obecne procedury

eksploatacyjne nie uwzględniają w swojej ocenie skutków oddziaływań innych mediów technicznych (poza środkami odladzającymi) pochodzących z eksploatacji statków powietrznych i związanej z nią losowej obecności tych mediów na betonowej nawierzchni lotniska. Wycieki paliwa podczas napełniania zbiorników samolotów czy rozlanie płynów eksploatacyjnych z instalacji hydraulicznych,

olejowych i powietrznych to tylko niektóre z sytuacji, na skutek których media eksploatacyjne mogą znaleźć się w bezpośrednim kontakcie z betonem nawierzchniowym. Źródłami takich zanieczyszczeń mogą być również pojazdy techniczne i inne sprzęty obsługi statków powietrznych. W fazie użytkowania nawierzchni obecność mediów eksploatacyjnych ma miejsce na wybranych fragmentach nawierzchni. Do takich obszarów należą szczególnie strefy naziemnej obsługi statku powietrznego i wszelkich urządzeń technicznych, które towarzyszą procesowi przygotowania statku do lotu i czynnościom po przyziemieniu maszyny. Obszarami, na których najczęściej obserwuje się destrukcyjne działanie takich środków są zwłaszcza płaszczyzny postoju samolotów, płyty przed hangarami, drogi manewrowe i końcowe odcinki dróg startowych. Oddziaływania takie są działaniami współlistniejącymi, które uzupełniają zakres podstawowych obciążeń nawierzchni (statycznych, dynamicznych, termicznych naturalnych i wymuszonych). Wzrost natężenia ruchu lotniczego i zwiększające się ciężary statków powietrznych oraz znacząca liczba dostrzeżonych powierzchni uszkodzeń na zanieczyszczonych mediami eksploatacyjnymi

konstrukcjach, nakazuje konieczność wprowadzenia oceny wpływu tych mediów na trwałość betonowych nawierzchni lotniskowych. Potrzebę uwzględnienia tego zagadnienia w kontekście oceny trwałości nawierzchni betonowych dostrzeżono m. in. w pracach [3-12]. Autorzy prac [13 i 14] zwracają uwagę na negatywny wpływ ropy naftowej zastosowanej w procesie kondycjonowania betonu, objawiający się występowaniem korozji siarczanowej, zwiększeniem ilości występowania kryształów ettryngitu w matrycy cementowej oraz propagacją spękań. Natomiast na agresywne oddziaływanie kwasu siarkowego zawartego w ropie naftowej wskazuje autor [15]. Działanie takie objawia się zmniejszeniem lub całkowitym usunięciem wodorotlenku wapnia Ca(OH)_2 w stwardniałym zaczynie cementowym. Negatywny wpływ oleju na parametry betonu wykazano w pracy [16], a mieszaniny oleju lnianego z benzyną lakową w pracach [17 i 18]. Autor pracy [19] dowiódł w badaniach, że wzrost nasiąkliwości betonu wykonanego z kruszywem kwarcytowym przyczynia się do redukcji jego wytrzymałości na ściskanie do 11%. Wnioski sformułowane w zakresie wpływu wzrostu nasiąkliwości betonu na obniżenie jego wytrzymałości

przedstawiono również w pracy [20], a dotyczyły obniżenia średniej wytrzymałości o ok 17%.

Lotniskowy beton cementowy i media eksploatacyjne

Kryteria doboru składu mieszanki betonowej spełniono zgodnie z wymaganiami normy [1] wpisując krzywą mieszanki w zakres dobrego uziarnienia. Przyjęto oddziaływanie środowiska w zakresie korozji spowodowanej karbonatyzacją (XF4) i chlorkami nie pochodzącymi z wody morskiej (XD3) oraz agresję spowodowaną zamrażaniem i rozmrażaniem (XF4), a także ścieraniem (XM1). Ilościowy udział poszczególnych komponentów obejmował cement, kruszywo grube i drobne, wodę oraz domieszkę napowietrzającą i uplastyczniającą (tabela 1). Na etapie badawczym wykorzystano kruszywo grube pochodzące ze skał magmowych, w postaci gryszy granitowego i bazaltowego, którego uziarnienie zawierało się w granicach od 2mm do 16mm. Stosowano cement niskoalkaliczny o klasie 42,5, przy założeniu stosunku W/C na poziomie 0,4 i klasy betonu C30/37.

Stwardniałe betony przeznaczone do oceny wpływu mediów eksploatacyjnych na zmianę wybranych parametrów betonu. Procedura badawcza obejmowała okres normowej pielęgnacji (28 dni w wodzie o temperaturze 20°C) oraz oddziaływanie wybranych mediów eksploatacyjnych. Z grupy mediów stosowanych w statkach powietrznych i pojazdach technicznych eksploatowanych na nawierzchniach lotnisk w Polsce wytypowano dwie podstawowe grupy: I – środki smarne i II – ciecze hydrauliczne. W ramach każdej grupy analizowano po trzy różne środki, dla środków smarnych: A – Nycolube 30, B – Nycolube 7870 i C – TurboNycol 210A oraz dla cieczy hydraulicznych: A – AeroShell Lubricating Oil 555, B – AeroShell Fluid 41 i C – AeroShell Master Finish RL 456.

Ocena obejmowała analizę wpływu badanych czynników (obecność me-

Tab. 1. Procentowa zawartość komponentów mieszanek betonowych z kruszywem granitowym (oznaczenie MG) oraz bazaltowym (oznaczenie MB)

Oznaczenie mieszanki	MG		MB	
Cement CEM I 42,5 MSR/NA [%]	13,7		13,5	
Kruszywo drobne, frakcja 0-2mm [%]	21,8		21,9	
Kruszywo grube, frakcja 2-8mm [%]	34,6	58,8	31,5	59,0
Kruszywo grube, frakcja 8-16mm [%]	24,2		27,5	
Woda [%]	5,4		5,4	
Domieszka napowietrzająca [%]	0,2		0,1	
Domieszka uplastyczniająca [%]	0,1		0,1	

Tab. 2. Zestawienie analizowanych parametrów betonu

Badany parametr betonu	Wytyczne normowe	Czas reakcji	Środki smarne			Ciecze hydrauliczne		
			I-A	I-B	I-C	II-A	II-B	II-C
Gęstość objętościowa	PN-EN 12390-7:2011	28, 56, 140	+	+	+	+	+	+
Nasiąkliwość		28, 56, 140	+	+	+	+	+	+
Wytrzymałość na ściskanie	PN-EN 12390-3:2011	28, 56, 140	+	+	+	+	+	+
Wytrzymałość na rozciąganie przy rozłupywaniu	PN-EN 12390-6:2011	28, 56, 140	+	+	+	+	+	+
Odporność na powierzchniowe łuszczenie	NO-17-A204:2015	56 cykli	+	+	+	+	+	+

diów lub ich brak oraz czas pielęgnacji) na zmianę wybranych parametrów betonu (tj. gęstość objętościowa, nasiąkliwość, wytrzymałość na ściskanie, wytrzymałość na zginanie oraz odporność na powierzchniowe łuszczenie) po zróżnicowanych okresach badawczych (przyjęto oznaczenia indeksów: k – seria kontrolna przechowywana w warunkach laboratoryjnych – powietrzno-suchych oraz 28, 56, 140 – odpowiednio 28, 56 i 140 dni reakcji wybranych mediów na serie badawcze) – tabela 2.

Cechy charakterystyczne wybranych do analiz mediów eksploatacyjnych zestawiono w tabeli 3.

Wyniki i ich analiza

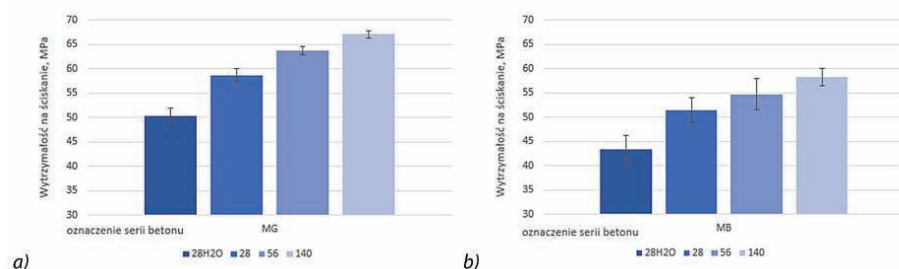
Na podstawie analizy uzyskanych wyników (rys. 1) stwierdzono, że projektowane klasy betonów C30/37 w przypadku obu serii betonów po 28 dniowym okresie pielęgnacji zostały spełnione. Wyższy poziom średniej wytrzymałości na ściskanie rejestrowano dla betonu wykonanego z kruszywem granitowym, co związane jest z parametrami kruszywa grubego i budową struktury wewnętrznej kompozytu.

Ocena wpływu wybranych mediów na zmianę parametrów betonu wykazała, że w przypadku wszystkich analizowanych parametrów korzystniejsze wyniki uzyskano dla betonu na bazie kruszywa granitowego.

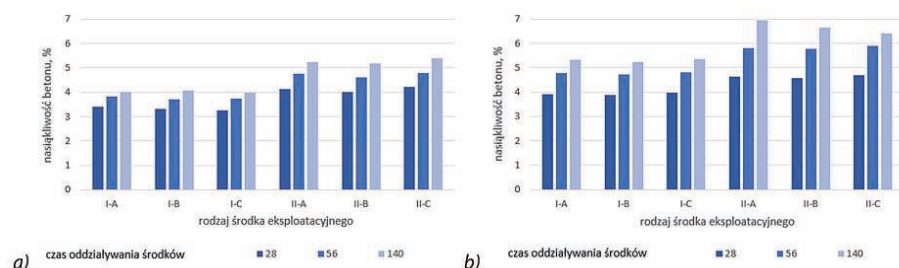
Oceniane betony w istotny sposób różnią się poziomem średniej nasiąkliwości (rys. 2). W każdym z przypadków zastosowane media wpływają na podwyższenie średniej nasiąkliwości betonu. Zjawisko to, z uwagi na możliwość wpływu na mrozoodporność betonu i zwiększoną podatność takiego betonu na agresywne oddziaływanie czynników zewnętrznych, jest szczególnie niepożądane. Uzyskano maksymalne różnice betonu z kruszywem granitowym w stosunku do betonu z kruszywa bazaltowego na poziomie 0,9%. Wyniki nasiąkliwości betonu są pochodną nasiąkliwości kruszywa za-

Tab. 3. Podstawowe parametry mediów eksploatacyjnych

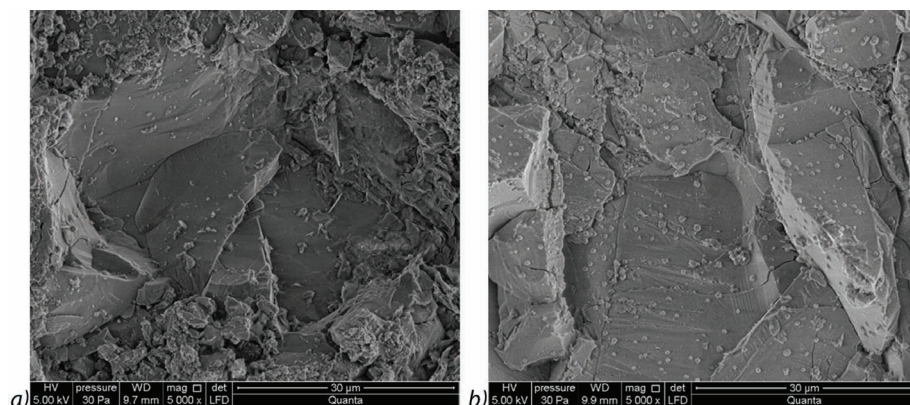
Wybrane parametry	Środki smarne			Ciecze hydrauliczne		
	I-A	I-B	I-C	II-A	II-B	II-C
Liczba kwasowa	0,03 [mg KOH/g]	0,05 [mg KOH/g]	0,07 [mg KOH/g]	0,1 [mg KOH/g]	0,2 [mg KOH/g]	0,1 [mg KOH/g]
Lepkość kinematyczna w temperaturze +40 °C	> 11 [mm²/s]	> 9 [mm²/s]	> 15,8 [mm²/s]	> 26 [mm²/s]	> 13 [mm²/s]	> 19 [mm²/s]
Temperatura płynięcia	< -63 °C	< -57 °C	< -60 °C	< -54 °C	< -60 °C	< -57 °C
Temperatura zapłonu	> 135 °C	> 130 °C	> 190 °C	> 246 °C	> 82 °C	> 165 °C



1. Zmiana średniej wytrzymałości na ściskanie betonów serii MG (a) i MB (b) w funkcji czasu pielęgnacji



2. Wpływ mediów eksploatacyjnych na zmianę średniej nasiąkliwości betonów cementowych w funkcji czasu



3. Budowa strefy kontaktowej pomiędzy kruszywem granitowym (a) a matrycą cementową w betonie serii MG oraz pomiędzy kruszywem bazaltowym (b) a matrycą cementową w betonie serii MB.

stosowanego w stosie okruszowym, która dla grys granitowego wynosiła dla frakcji 2/8 mm 0,6% (WA24) oraz dla frakcji 8/16 mm 0,4% (WA24), natomiast dla grys bazaltowego frakcji 2/8 mm wynosiła 1% (WA24), a dla frakcji 8/16 mm wynosiła 0,7% (WA24). Zróżnicowana powierzchnia ziarn kruszywa, mniej rozbudowana w przypadku kruszywa bazaltowego i bardziej nieregularna w przypadku kruszywa granitowego, przyczynia się

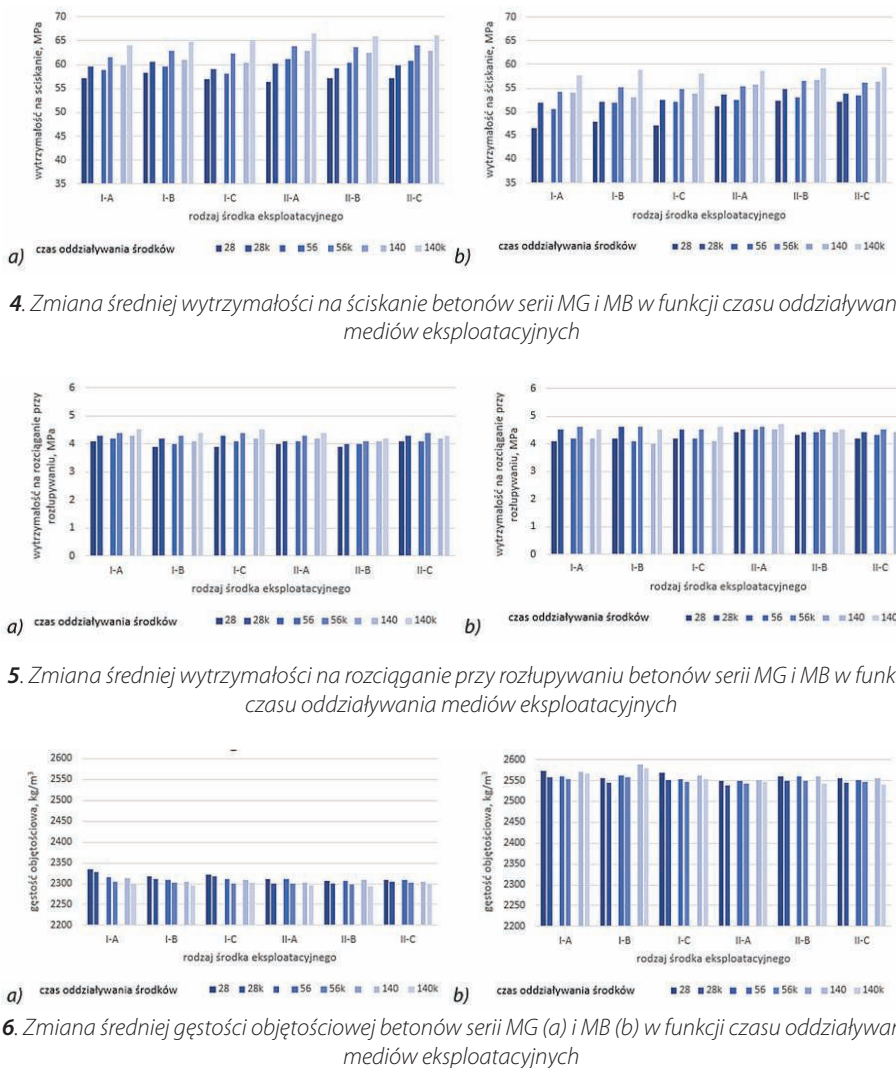
do mniejszej adhezji kruszywa bazaltowego do matrycy oraz pojawienia się większej liczby mikropęknięć w strefie kontaktowej pomiędzy kruszywem a matrycą cementową (rys. 3).

Stwierdzono wpływ mediów eksploatacyjnych na parametry mechaniczne stwardniałego betonu. Zaobserwowany spadek średniej wytrzymałości betonu na ściskanie każdorazowo, niezależnie od rodzaju kruszywa grubego był wyższy w przy-

ny jest dla pierwszej grupy mediów, czyli środków smarnych. ◀

Materiały źródłowe

- [1] NO – 17A – 204:2015 Nawierzchnie lotniskowe. Nawierzchnie z betonu cementowego. Wymagania i metody badań.
- [2] PN-EN 206-1 Beton. Wymagania, właściwości, produkcja i zgodność.
- [3] Nita P.: Budowa i utrzymanie nawierzchni lotniskowych, WKŁ, Warszawa, 2008.
- [4] Linek, M.: Beton nawierzchniowy o podwyższonych parametrach fizycznych i mechanicznych na działanie wymuszonych obciążeń temperatury. Kielce, praca doktorska, 2013.
- [5] Linek M., Żebrowski W., Wolka P.: Zmiana parametrów fizycznych i wytrzymałości na ściskanie betonu lotniskowego pod wpływem hydraulicznego oleju mineralnego, Materiały Budowlane, 11, 2016, DOI: 10.15199/33.2016.11.6229.
- [6] Linek M., Nita P., Żebrowski W., Wolka P.: Influence of operating media on the parameters of cement concrete intended for airfield pavements, Journal of KONBiN, 2019, vol. 49, is.4, DOI: 10.2478/jok-2019-0078.
- [7] Hironaka M.C., Malvar L.J., Jet Exhaust Damaged Concrete, Concrete International, Vol. 20 No. 10, 32-35, 1998.
- [8] McVay M.C., Smothson L.D., Manzione Ch., Chemical damage to airfield concrete aprons from heat and oils, ACI Material Journals, Vol. 90, nr 3, 253-258, 1993.
- [9] McVay M., Rish J., Sakezless C., Mohsen S., Beatty C., Cements Resistant to Synthetic Oil, Hydraulic Fluid and Elevated Temperature Environments, ACI Materials Journal, Vol. 92, Issue 2, 155-163, 1995.
- [10] Shill S. K., Al-Deen S., Ashraf M., Concrete durability issues due to temperature effects and spillage at military airbase – A comprehensive study



padku I serii badawczej (rys. 4). Podobne zjawisko dostrzeżono w przypadku wytrzymałości na rozciąganie przy rozłupywaniu (rys. 5).

Na skutek oddziaływania mediów eksploatacyjnych zaobserwowano wzrost gęstości objętościowej betonu (rys. 6). Ciecze eksploatacyjne wnikają w otwarte kapilary struktury betonu powodując ich wypełnienie, a wydłużenie okresu oddziaływania mediów dodatkowo przyczynia się do gromadzenia cieczy w porowatościach struktury wewnętrznej i przestrzeni pomiędzy kruszywem a matrycą cementową. Zaobserwowane obniżenie gęstości objętościowej betonu kontrolnego spowodowane było kondycjonowaniem betonu w warunkach powietrzno-suchych i spadkiem masy w wyniku ubytku niezwiązanej wody strukturalnej.

Podsumowanie i wnioski

Przedstawione wyniki jednoznacznie wskazują na istotny wpływ rodzaju kruszywa grubego i mediów eksploatacyjnych na parametry stwardniałego betonu. Zarówno czas oddziaływania mediów, jak i rodzaj środków eksploatacyjnych wpływają niekorzystnie na beton, szczególnie w perspektywie trwałości użytkowej nawierzchni. Obniżenie parametrów mechanicznych, przejawiające się zmniejszeniem wartości wytrzymałości na ściskanie i rozciąganie przy rozłupywaniu oraz równoczesne zwiększenie nasiąkliwości betonu, przy zaobserwowanych zmianach w strukturze wewnętrznej kompozytu betonowego wskazują na możliwość zwiększonej propagacji betonów na bazie kruszywa bazaltowego. Niezależnie od zastosowanego kruszywa w stosie okruszowym bardzo niekorzystny wpływ rejestrowa-

sive review, Construction and Building Materials No. 160, 240-251, 2018.

[11] Duane B. W., The behaviour of air-field rigid pavements under the influence jet fuel, lubricating and hydraulic fluids and cyclic heat loading by F/A-18 APU Exhaust, Civil Engineering, School of Engineering and Information technology, University of New South Wales at the Australian Defense Force Academy, 2016.

[12] Żebrowski, W. Wpływ mediów wykorzystywanych w eksploatacji statków powietrznych na właściwości stwardniałego betonu nawierzchniowego i jego trwałość, Kielce, praca doktorska, 2019.

[13] Ajagbe W.O., Omokehinde O.S., Alade G.A., Agbede O.A., Effect of

crude oil impacted sand on compressive strength of concrete, Construction and Building Materials, No. 26, 9-12, 2012.

[14] Ejeh S.P., Uche O.A.U., Effect of crude oil spill on compressive strength of concrete materials, Journal of Applied Sciences Research, Vol. 5, No. 10, 1756-1761, 2009.

[15] Rzepka M., Badania długookresowej odporności korozyjnej stwardniałych zaczynów cementowych stosowanych w wiertnictwie, Nafta-Gaz, nr 7, 451-460, 2017.

[16] Bastian S., Odporność betonu na oleje impregnacyjne, Cement – Wapno – Gips, nr 7-8, 204-211, 1960.

[17] Blankenhorn P. R., Baileys R. T., Gowen D., Kline D. E., Cady P. D., The

effects of linseed oil on the compressive strength of concrete, Cement and Concrete Research, Vol. 8, nr 4, 513-516, 1978.

[18] Blankenhorn P. R., Barnes D., Gowen D., Kline D. E., Cady P. D., Penetration of concrete with various linseed oil/mineral spirits mixtures, Cement and Concrete Research, Vol. 9, nr 3, 353-364, 1979.

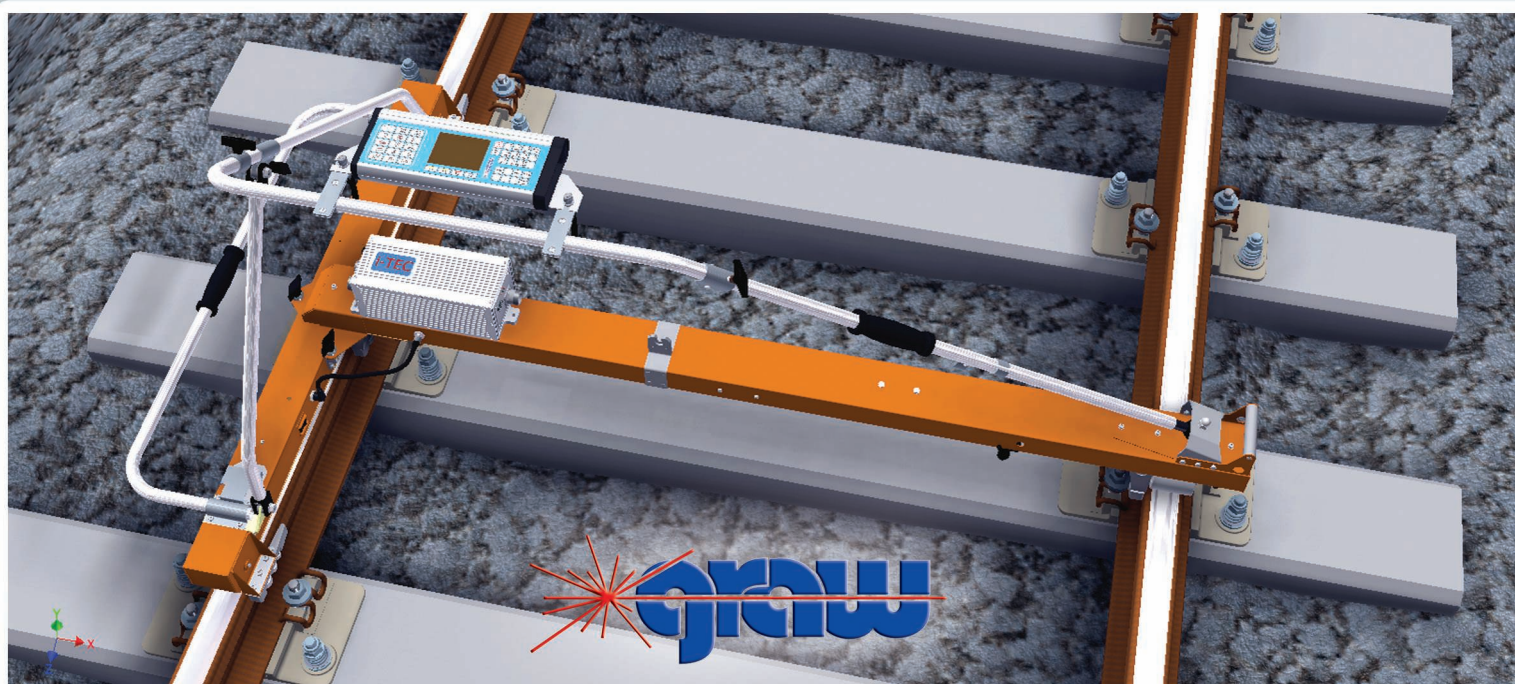
[19] Watson A.J., Oyeka C.C., Oil permeability of hardened cement pastes and concrete, Magazine of Concrete Research, Vol. 33, No.115, 85-95, 1981.

[20] Diab H., Compressive strength performance of low – and high strength concrete soaked in mineral oil, Construction and Building Materials, No. 33, 25-31, 2012.

REKLAMA

TOROMIERZ INERCYJNY iTEC

Dokładny pomiar strzałek



www.graw.com

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 ciężar-



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]:

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

gdzie:

W – wadliwość ocenianego obszaru lub strefy [%],

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

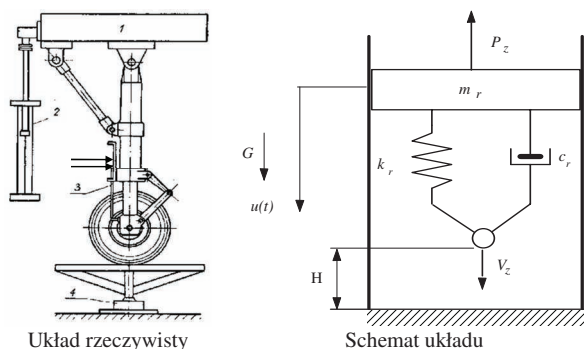
F_i – długość ocenianego odcinka trasy (obszaru badawczego) przyjętego do oceny [m].

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. Badania symulację procesu wykonano według



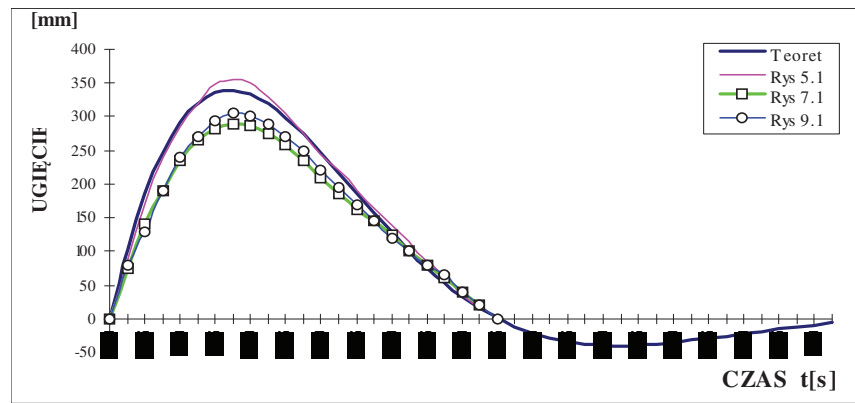
2. Układ doświadczalny do badania charakterystyk podwozia samolotu

idei przedstawionej na rysunku 2.

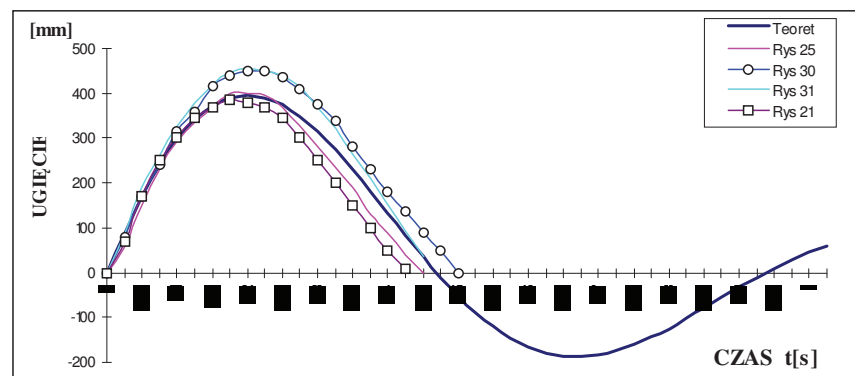
Masa m_r wraz z układem sprężysto-tłumiącym opisanym parametrami k_r i c_r zostaje zrzucona z wysokości H i uderza w płytę o dużej sztywności z prędkością V_z . W czasie kontaktu układu z płytą zostaje zarejestrowany w czasie przebieg ruchu masy $u(t)$ względem ugięcia statycznego U_s . Prędkość V_z 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 .



3. Charakterystyka ugięć podwozia przedniego samolotu



4. Charakterystyka ugięć podwozia głównego samolotu

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:

$$\left. \begin{aligned} (M_1 + M_z) \ddot{y}_1 + M_z \ddot{y}_z + k_1 y_1 &= k_1 z(x) \\ M_z \ddot{y}_1 + M_z \ddot{y}_z + c_z \dot{y}_z + k_z y_z &= 0 \end{aligned} \right\} \quad (2)$$

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:

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

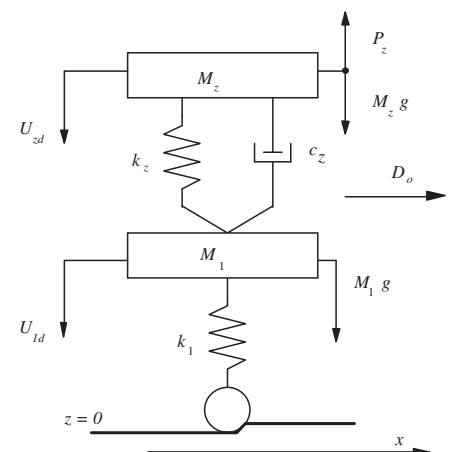
Równanie (2) można przekształcić do postaci

$$\left. \begin{aligned} (\mu + 1) \ddot{y}_1 + \ddot{y}_z + \omega_1^2 \mu y_1 &= \omega_1^2 \mu z \\ \ddot{y}_1 + \ddot{y}_z + 2h_z \dot{y}_z + \omega_z^2 y_z &= 0 \end{aligned} \right\} \quad (5)$$

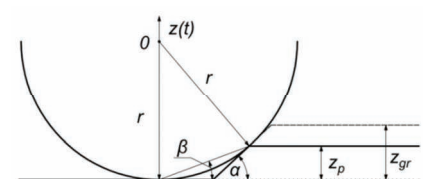
gdzie:

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

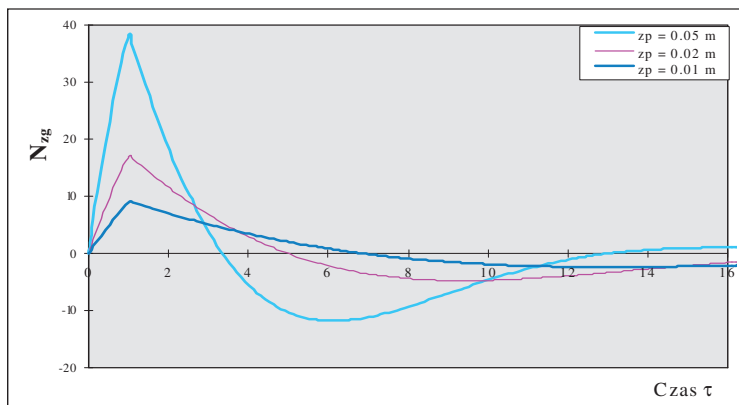
$$\omega_z^2 = \frac{k_z}{M_z}, \quad h_z = \frac{c_z}{2M_z}.$$



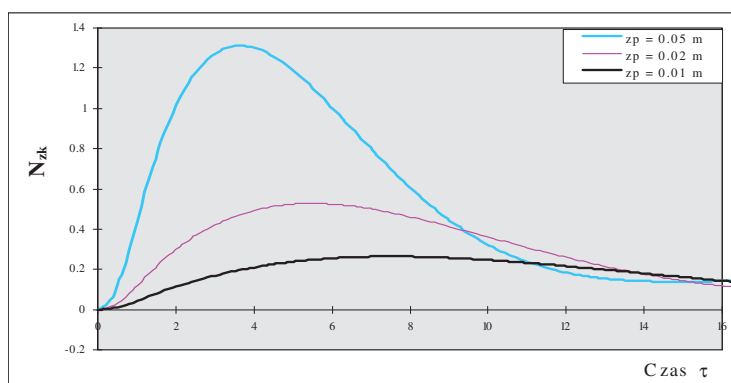
5. Zmodyfikowany układ zastępczy samolotu do badania ruchu drgającego w czasie poruszania się po nierówności typu progowego



6. Schemat nierówności nawierzchni typu progowego



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



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



9. Tekstura nawierzchni w wyniku jej rowkowania

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

Z przeprowadzonej analizy dla z_p/r otrzymujemy:

gdzie:

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

oraz:

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

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 progu.

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 $h_z = 2,6$ [1/s] i średnicy koła $2r = 0,7$ 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-

zującą 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-

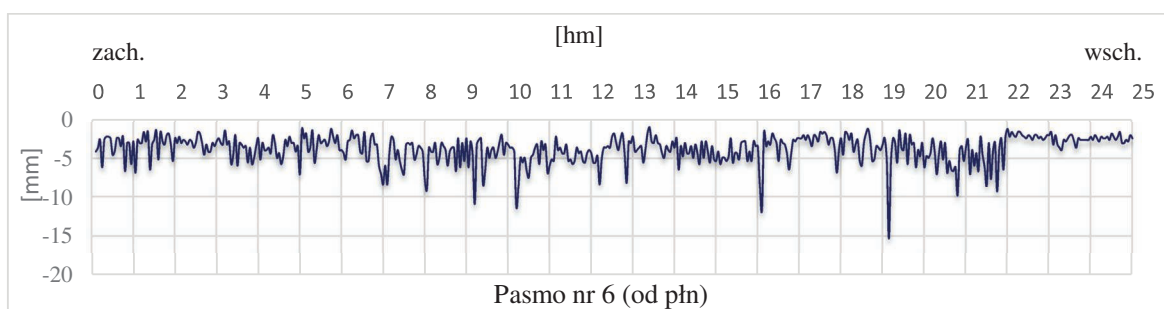
nia nawierzchni drogi startowej jest skuteczniejsze odprowadzenie wody z powierzchni nawierzchni oraz zmniejszenie ryzyka powstania aquaplaningu. Rowkowanie powierzchni dróg startowych zostało uznane za skuteczny sposób obróbki nawierzchni zmniejszający niebezpieczeństwo poślizgu statku powietrznego 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-

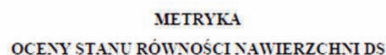
puszczalnych nierówności po rowkowaniu wyniosła 2,5 %, przy średniej wartości nierówności 3,1 mm i odchyleniu standardowym 1,0 mm. Różnice występujących nierówności wynikające z przeprowadzonego zabiegu rowkowania do stanu przed rowkowaniem są nieznaczne i nie mają istotnego wpływu na stan równości nawierzchni.

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 następnych pomiarach stan równości uległ znacznej poprawie, w tym: ilość obszarów nie spełniających 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



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

wielkości nierówności oraz miejsca ich występowania, a sporządzana 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.

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. ◀

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

- [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: wylaniania 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 Dyрекję 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 Krowodrzy 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 Górze 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 (...).

Szybka metoda poprawy nośności naturalnych nawierzchni lotniskowych

A quick method of improving the load-bearing capacity of natural airport pavements



Mariusz Wesołowski

Dr hab. inż.

Instytut Techniczny Wojsk Lotniczych

mariusz.wesolowski@itwl.pl



Krzysztof Blacha

Mgr inż.

Instytut Techniczny Wojsk Lotniczych

krzysztof.blacha@itwl.pl



Agata Kowalewska

Mgr inż.

Instytut Techniczny Wojsk Lotniczych

agata.kowalewska@itwl.pl

Streszczenie: Nośność naturalnych nawierzchni lotniskowych w sposób bezpośredni wpływa na bezpieczeństwo wykonywania operacji lotniczych. Naturalne nawierzchnie lotniskowe na lotniskach wojskowych stanowią czołowe pasy bezpieczeństwa (CzPB), robocze pasy bezpieczeństwa (RPS) oraz boczne pasy bezpieczeństwa (BPB). Nośność naturalnych nawierzchni lotniskowych musi być na tyle wysoka, aby ewentualny zjazd statku powietrznego z drogi startowej nie spowodował jego uszkodzenia, uszkodzenia infrastruktury podziemnej lotniska, a ponadto aby umożliwiła szybkie przywrócenie zdolności operacyjnej lotniska poprzez sprawne usunięcie statku powietrznego z nawierzchni naturalnej przez służby lotniska. Dlatego tak ważne jest posiadanie szybkiej i skutecznej metody wzmacniania nawierzchni naturalnych. W artykule zaproponowano poprawę nośności naturalnych nawierzchni lotniskowych za pomocą zastosowania geokrat (krat lotniskowych) w sposób wciskany w istniejącą nawierzchnię.

Słowa kluczowe: Nośność; Naturalna nawierzchnia lotniskowa; Bezpieczeństwo Wykonywania operacji lotniczych

Abstract: The load-bearing capacity of natural airport surfaces directly affects the safety of air operations. Natural airport surfaces at military airports are front seat belts, work belts and side seat belts. The load-bearing capacity of the natural airport pavements must be high enough to prevent damage to the aircraft from the runway, damage to the underground infrastructure of the airport, and to enable quick restoration of the airport's operational capacity by efficient removal of the aircraft from the natural surface by airport services. That is why it is so important to have a quick and effective method of strengthening natural surfaces. The article proposes to improve the load-bearing capacity of natural airport pavements by using geogrids (airport gratings) pressed into the existing pavement.

Keywords: Carrying capacity; Natural airport pavement; Safety Conducting air operations

Wstęp

Nośność naturalnych nawierzchni lotniskowych pełni bardzo ważną rolę w bezpieczeństwie wykonywania operacji lotniczych. Badania nośności naturalnych nawierzchni lotniskowych na cywilnych oraz wojskowych obiektach lotniskowych wykazują, że w większości przypadków nośność nie spełnia określonych wymagań. W związku z tym nawierzchnie te należy poddać zabiegom poprawiającym parametr nośności. Ważne jest, aby proces wzmacniania nawierzchni naturalnych pozwolił na jak najszybsze przywrócenie zdolności operacyjnej lotniska.

Nośność naturalnych nawierzchni lotniskowych

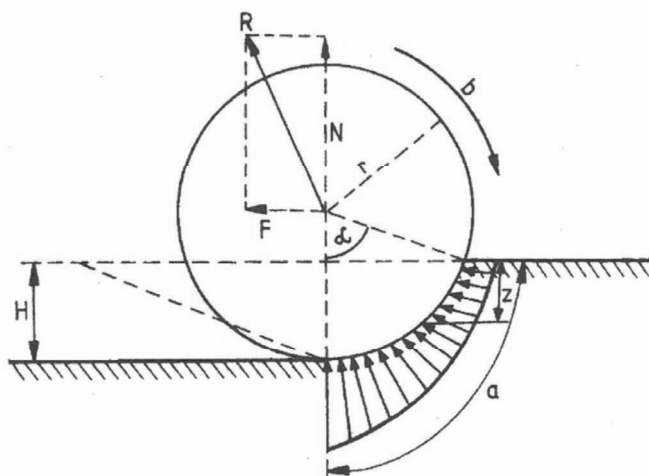
Naturalna nawierzchnia lotniskowa według [18] jest to nawierzchnia lotniskowa utworzona przez odpowiednie przygotowanie gruntu w celu zapewnienia możliwości bezpiecznego ruchu po niej wojskowych i cywilnych statków powietrznych. Naturalne nawierzchnie lotniskowe odpowiadają za zapewnienie bezpieczeństwa w odniesieniu do manewru przerwano-go startu bądź opóźnionego lądowania i ewentualnego wykołowania z drogi startowej [9]. Na rys. 1 przedstawiono zdjęcie statku powietrznego, który krótko po przyziemieniu wpadł

w poślizg i wypadł z drogi startowej.

Mając do czynienia z gruntami słabonośnymi, przyłożenie obciążenia zewnętrznego jakim może być koło goleni statku powietrznego spowoduje odkształcenie gruntu. Ruch kołowy po niewzmocnionych nawierzchniach



1. Wypadnięcie statku powietrznego poza drogę startową



2. Schemat rozkładu naprężeń i odkształceń powstających w gruncie podczas kołowania statku powietrznego po nawierzchni gruntowej

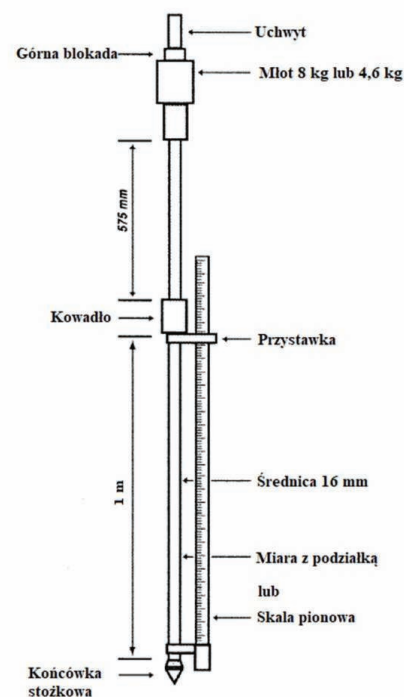
naturalnych tworzy coraz większe koleiny. Siła pionowa działająca od obciążenia kołem powoduje ścięcie lub przemieszczenie gruntu, co w rezultacie powoduje wyparcie gruntu [5]. Głębokość koleiny nawierzchni naturalnej można obliczyć według wzoru: $H=(q_k^2 \cdot D)/(\sigma_d^2 \cdot k_h)$, w którym H – głębokość koleiny [mm], q_k – nacisk na grunt jednego koła podwozia [MPa], D – średnica koła samolotu [cm], σ_d – wytrzymałość gruntu [MPa], $k_h - k_h = m \cdot \xi$, m – współczynnik zależny od plastyczności gruntu, ξ – sztywność opony [17]. Schemat naprężeń w gruncie podczas ruchu samolotu przedstawia rys. 2, w którym N – reakcja pionowa gruntu na obciążenie kołem, F – siła tarcia, R – wypadkowa sił F i N , H – głębokość koleiny, a – długość odcinka styku koła z nawierzchnią gruntową, α – kąt odpowiadający długości odcinka a , r – promień koła, b – kierunek obrotu koła, z – głębokość

rozpatrywanej warstwy gruntu [8].

Nośność naturalnych nawierzchni lotniskowych według [18], to zdolność nawierzchni do przenoszenia określonego obciążenia od wojskowego statku powietrznego bez ryzyka jego uszkodzenia, wyrażana kalifornijskim wskaźnikiem nośności CBR (ang. california bearing ratio). Wskaźnik nośności CBR oblicza się według wzoru: $CBR=292/DCP^{1,12}$, w którym CBR – kalifornijski wskaźnik nośności [%], DCP – zagłębienie stożka sondy przypadające na jedno uderzenie [mm] [18].

Badania nośności naturalnych nawierzchni lotniskowych wykonywane są zgodnie z [18] i [19] za pomocą sondy dynamiczno-stożkowej SDS (ang. Dynamic Cone Penetrometer) – rys. 3.

Według wymagań opisanych w Organizacji Międzynarodowego Lotnictwa Cywilnego ICAO [15] oraz Agencji Unii Europejskiej ds. Bezpieczeństwa Lotniczego EASA [16] wskaźnik CBR



3. Schemat sondy SDS

powinien kształtować się na poziomie 15÷20% na głębokości 15 cm poniżej poziomu terenu. W normie obronnej [18] określono wymagania wskaźnika nośności CBR dla warstwy do głębokości 15 cm – 15% oraz dla warstwy od głębokości 15 cm do 85 cm – 8%.

Zabiegi wzmacniające nawierzchnie naturalne

W przypadku niedostatecznej nośności oraz w celu utrzymania odpowiedniej nośności nawierzchni naturalnych należy poddawać je bieżącym zabiegom konserwacyjnym i utrzymaniom. Odpowiednie utrzymanie naturalnych nawierzchni lotniskowych ma bezpośredni wpływ na bezpie-



4. Zagęszczanie mechaniczne podłoża gruntowego



5. Proces mieszania gruntu rodzimego ze środkiem chemicznym

czeństwo wykonywania operacji lotniczych. Do podstawowych zabiegów mających na celu poprawę nośności nawierzchni naturalnych zalicza się: - systematyczne koszenie nawierzchni naturalnych, wałowanie nawierzchni, uzupełnianie obszarów o zmniejszonym zadarnieniu mieszanką traw, nawożenie darni oraz wykonywanie oprysków chemicznych.

W celu poprawy parametru nośności należy zastosować zabiegi wzmacniające.

Najczęściej stosowana jest stabilizacja mechaniczna i chemiczna. Stabilizacja mechaniczna polega na wykonaniu czynności prowadzących do uzyskania odpowiedniego zagęszczenia gruntu, które zapewni trwały wzrost wytrzymałość mechanicznej gruntu [12]. Metoda ta polega m.in. na doziarnianiu gruntu rodzimego w celu uzyskania odpowiedniego składu granulometrycznego gruntu (tzw. mieszanki optymalnej), wymieszaniu i zagęszczeniu – rys. 4.

Stabilizacja chemiczna polega na wymieszaniu gruntu rodzimego z odpowiednio dobranymi środkami chemicznymi – rys. 5, takimi jak cement, wapno, popioły lotne, żużle. Składy mieszanek dostosowywane są do rodzaju stabilizowanego gruntu oraz jego przeznaczenia. Każdy z ww. środków chemicznych ma za zadanie

poprawę nośności wzmacnianych warstw konstrukcyjnych poprzez zmniejszenie wrażliwości na wpływy atmosferyczne, a także poprzez zmniejszenie wilgotności.

System wzmacniania włóknami polimerowymi polega na utworzeniu elastycznej nawierzchni darniowej – rys. 6 będącej mieszaniną piasku, gruntu rodzimego oraz włókien polimerowych [6]. Włókna polimerowe zazębiają się zapewniając wysoką wytrzymałość na rozciąganie i ścinanie gruntu, natomiast odpowiednio dobrany grunt zapewnia odpowiednie zagęszczenie nawierzchni oraz jej stabilność w warunkach mokrych.

Wymiana gruntu – rys. 7 to kolejna metoda wzmacniania nawierzchni naturalnych, stosuje się ją gdy w podłożu zalegają grunty słabonośne, takie jak grunty spoiste w stanie plastycznym, miękkoplastycznym czy płynnym, grunty organiczne, np.: torfy, namuły, gytie, niekontrolowane wysypiska słabych materiałów czy odpadów. Metoda ta polega na wybraniu gruntów o niedostatecznej nośności, a następnie zasypaniu wykopu gruntami przydatnymi do wykonywania budowli ziemnych.

Omówione metody wzmacniania podłoża gruntowego są metodami skutecznymi, ale czasochłonnymi a w przypadku wzmacniania polimerami

oraz wymiany gruntu także kosztownymi. W przypadku poprawy nośności naturalnych nawierzchni lotniskowych bardzo istotne jest, aby jak najszybciej przywrócić zdolność operacyjną lotniska. W związku z tym przeprowadzono badania zastosowania krat lotniskowych do wzmacniania naturalnych nawierzchni lotniskowych. Zabieg ten polega na wciśnięciu kraty lotniskowej w istniejące podłoże gruntowe, co skutecznie poprawia nośność nawierzchni naturalnej.

Krata lotniskowa jako skuteczny i szybki zabieg wzmacniania naturalnych nawierzchni lotniskowych

Aktualnie krata lotniskowa stosowana jest do wzmacniania naturalnych nawierzchni lotniskowych zarówno w kraju jak i za granicą. Zgodnie z normą PN-EN 13249:2016-11 „Geotekstyli i wyroby pokrewne. Właściwości wymagane w odniesieniu do wyrobów stosowanych do budowy dróg i innych powierzchni obciążonych ruchem z wyłączeniem dróg kolejowych i nawierzchni asfaltowych” krata lotniskowa klasyfikowana jest jako geosyntetyk komórkowy. W literaturze światowej, m.in. w artykule [1] w którym autorzy opisują możliwości zbrojenia szlaków gruntowych w wa-



6. Ukorzeniona warstwa z zastosowaniem włókien polimerowych



7. Wymiana gruntów słabonośnych



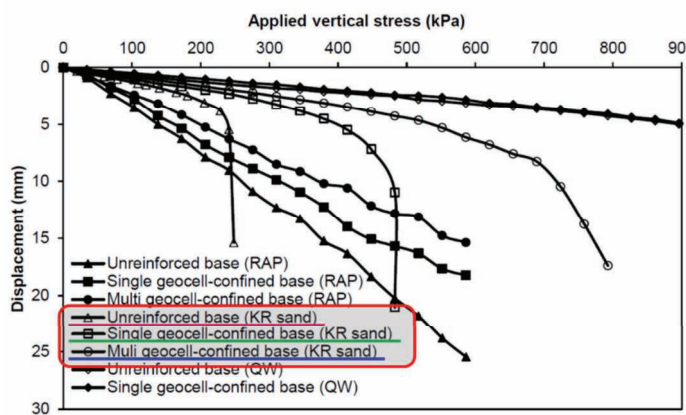
8. Geokomórka - GOBLOCK® Grass Pavers z grupy Geo-Others

runkach mokrych, geokomórki (takie jak w niniejszym artykule) zostały zakwalifikowane do grupy Geo-Others – Turf Reinforcement – rys. 8. Grupa Geo-Others opisywana jest w [1] jako zbrojenie wytwarzane z tworzyw sztucznych pochodzących z recyklingu i mające za zadanie chronić darń przed powstawaniem kolein, przed

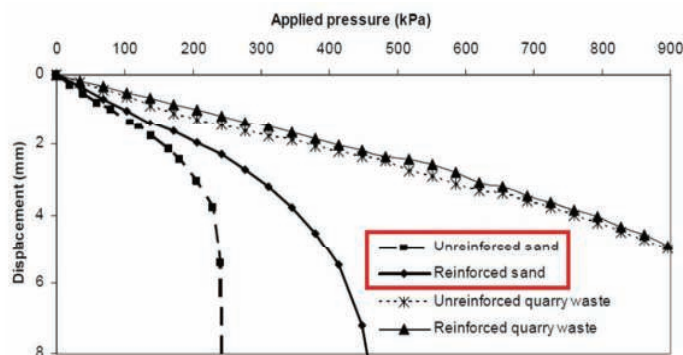
erozją gleby oraz wspomagać zagęszczenie darni. W książce [7] autor opisując typy geosyntetyków, jako jedną z grup przytacza Geo-Others, do której kwalifikuje m.in. geokomórki.

W literaturze krajowej oraz zagranicznej można znaleźć wiele opracowań, które opisują doświadczenia laboratoryjne polegające na zastosowaniu geosiatki komórkowej w warstwach konstrukcyjnych poddanych obciążeniom. W artykule [2] opisano serie statycznych i cyklicznych testów obciążenia płyt na podłożach wzmocnionych geokomórką z różnymi materiałami wypełniającymi tj.: słabo wysortowany piasek z rzeki Kansas, odpady z kamieniołomów i nawierzchnia asfaltowa z recyklingu. Przeprowadzone badania wykazały, że zastosowana do wzmocnienia podłoża geokomórka wypełniona słabo wysortowanym piaskiem spowodowała zmniejszenie odkształcenia podłoża (przemieszczenia pod wpływem obciążenia) a tym samym zwiększyła nośność podłoża – rys. 9. Ugięcie (przemieszczenie) równe 10 mm powstało dla podłoża: niewzmocnionego przy naprężeniu około 248 kPa; wzmocnionego pojedynczą geokomórką przy naprężeniu około 477 kPa; wzmocnionego wieloma komórkami przy naprężeniu około 720 kPa. Zastosowanie geosiatki komórkowej wpłynęło również na możliwość zmniejszenia wymaganej grubości podbudowy, aby osiągnąć takie same parametry jak droga na słabym podłożu [2].

W artykule [4] przedstawiono wyniki prac eksperymentalnych przeprowadzonych w celu zbadania wpływu zastosowania geokomórek jako zbrojenia podłoża gruntowego. Geokomórkę wypełnioną piaskiem rzecznym poddawano obciążeniom statycznym. Na podstawie wykonanych badań stwierdzono, że zastosowany system komórek ograniczających poprawił nośność ocenianej warstwy o współczynnik równy 1,75 w stosunku do podłoża niezbrojonego – rys. 10.



9. Krzywe naprężenia w funkcji przemieszczenie dla testów statycznego obciążenia płytą



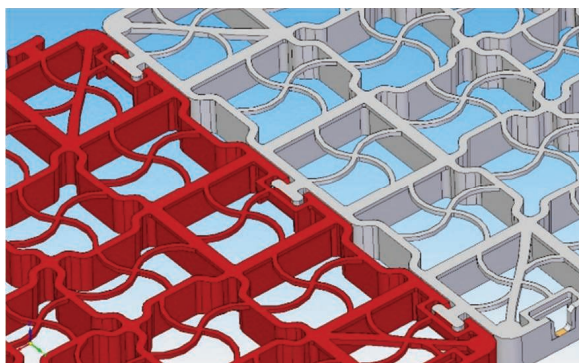
10. Wykres naprężenie-przemieszczenie dla podłoża wzmocnionego geokomórką i niewzmocnionego pod wpływem obciążenia statycznego

Tab. 1. Dane techniczne kraty lotniskowej

Cechy	Wartości deklarowane
Wymiary: $\pm 3\%$	490 x 490 mm
Wysokość ścianek:	40 mm
Grubość ścianek:	ścianki mają budowę stożkową od góry 5 mm od dołu 3,5 mm
Ilość krat na m ² :	~ 4,2 szt.
Wielkość oczek:	24 oczka puste – 63 mm x 63 mm 25 oczek zabudowanych – 63 mm x 63 mm 36 pełnych kwadratów – 23 mm x 23 mm
Waga: $\pm 4\%$	1,65 kg/sztuka 6,93 kg/m ²
Powierzchnia biologicznie czynna:	53% powierzchnia wolna 47% tworzywo

Krata lotniskowa, która została wykorzystana do badań doświadczalnych wykonana była z recyklingowanych materiałów z tworzywa sztucznego, pojedyncze elementy połączone były ze sobą za pomocą zamka umożliwiającego demontaż, ale nierozpinającego się w warunkach eksploatacji – rys. 11. Dane techniczne kraty lotniskowej wykorzystanej do badań doświadczalnych przedstawiono w tab. 1.

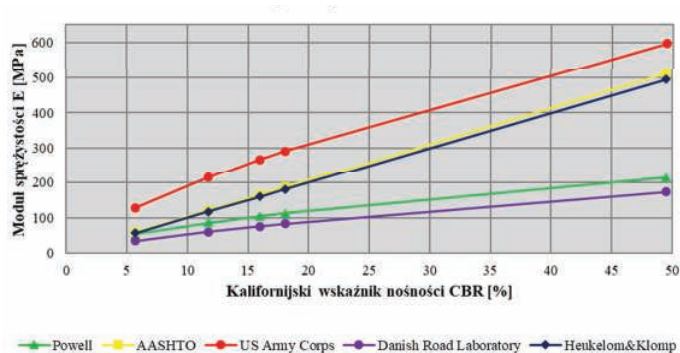
W celu określenia wpływu zastosowania krat lotniskowych na popra-



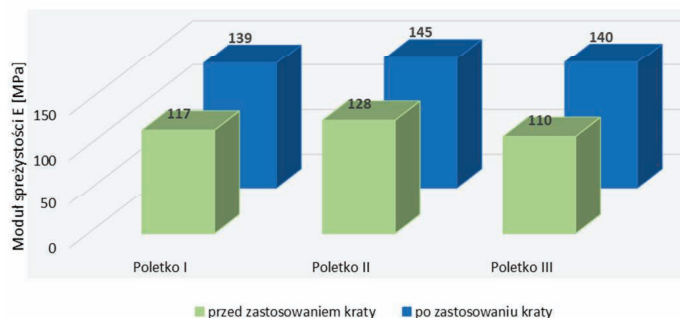
11. Widok połączenia dwóch krat lotniskowych



13. Pomiar nośności ugięciomierzem lotniskowym HWD



12. Porównanie zależności CBR-E oszacowanych na podstawie wybranych wzorów



14. Porównanie wartości modułu sprężystości nawierzchni naturalnej przed i po zastosowaniu kraty lotniskowej

wę parametru nośności naturalnych nawierzchni lotniskowych wykonano badania za pomocą sondy dynamiczno-stożkowej oraz ugięciomierza lotniskowego HWD na trzech poletkach doświadczalnych. Pomiar przeprowadzono przed oraz po zastosowaniu kraty lotniskowej.

Na potrzebę analizy uzyskanych wyników z badań poligonowych, otrzymaną wartość kalifornijskiego wskaźnika nośności CBR [%] nawierzchni przeliczono na wartość modułu odkształcenia E [MPa] nawierzchni. W literaturze światowej i krajowej proponowane są różne zależności pozwalające na oszacowanie wartości modułu sprężystości E na podstawie wskaźnika CBR. W Polsce najczęściej stosowaną zależnością jest wzór Powella [3]: $E = 17,6 \cdot \text{CBR}^{0,64}$. Typowe zależności stosowane na świecie w celu obliczenia modułu odkształcenia E na podstawie wskaźnika CBR przedstawiono na rys. 12.

Badania nośności konstrukcji nawierzchni naturalnej i kraty lotniskowej wykonano ugięciomierzem lotniskowym HWD – rys. 13.

Na wykresie – rys. 14 przedstawiono

porównanie wartości modułu sprężystości uzyskanego przed i po wciśnięciu kraty lotniskowej w nawierzchnię naturalną. Uzyskane wyniki potwierdziły skuteczność zastosowania tej metody do wzmocnienia nawierzchni naturalnych. Wzrost modułu sprężystości wyniósł od 13% do 27%, w zależności od poletka doświadczalnego.

Podsumowanie

Krata lotniskowa została zaprojektowana w taki sposób, aby jej parametry wytrzymałościowe były dopasowane do obciążeń jakie musi przenieść od statku powietrznego.

Zastosowanie kraty lotniskowej poprawia nośność nawierzchni naturalnych dzięki: zwiększeniu odporności materiałów wypełniających kratę na ścinanie w wyniku ich zamknięcia i zagęszczenia wewnątrz komórek, zmniejszeniu osiadania spowodowanego naturalnym zagęszczeniem oraz ograniczeniu bocznych przesunięć materiału wypełniającego komórki, zmniejszeniu naprężeń przekazywanych na podłoże gruntowe od obciążenia oddziałującego na

nawierzchnię w wyniku rozkładania skoncentrowanych obciążeń na sąsiadujące komórki kraty.

Przedmiotowe karty lotniskowe wykonane zostały z tworzywa sztucznego pochodzącego z recyklingu co pod względem finansowym jest korzystniejszym rozwiązaniem w porównaniu do wykonania np. nawierzchni sztywnej z betonu cementowego.

Przeprowadzone badania doświadczalne wykazały, że zastosowanie krat lotniskowych w sposób wciśnięcia ich w nawierzchnię naturalną poprawia jej parametr nośności. Na wykonanych trzech poletkach doświadczalnych wzrost modułu sprężystości wyniósł od 13% do 27%.

Zastosowanie kraty lotniskowej do wzmocnienia nawierzchni naturalnych lotnisk wojskowych i cywilnych jest nowym podejściem do zwiększenia poziomu bezpieczeństwa statkom powietrznym podczas wykonywania operacji lotniczych. Bezprecedensową przewagą zastosowania geokrat do wzmocnienia nawierzchni naturalnych nad innymi metodami jest reżim czasowy przywrócenia zdolności operacyjnej lotniska. ◀

Materiały źródłowe

Artykuły

- [1] Groenler J., Monlux S. i Vachowski B., Geosynthetics for Trails in Wet Areas, Missoula: United States Department of Agriculture, 2008.
- [2] Han J., Thakur J. K., Parsons R. L., Pokharel S. K., Leshchinsky D. i Yang X., A Summary of Research on Geocell-Reinforced Base Courses. Design and Practice of Geosynthetic-Reinforced Soil Structures, 2013.
- [3] Mostafa M., Moubarak A. H. i Aneke F., Novel Issues on Unsaturated Soil Mechanics and Rock Engineering. GeoMEAST. Evaluation of Subgrade Resilient Modulus from Unsaturated CBR Test, Egypt, 2018.
- [4] Pokharel S., Han J., Parsons R., Leshchinsky D. i Halahmi I., Experimental Study on Bearing Capacity of Geocell-Reinforced Bases. 8th International Conference on the Bearing Capacity of Roads, Railways and Airfields, 2009.
- [5] Wesołowski M., Kowalewska A. The impact of a geogrid system on load-bearing capacity of natural airfield pavements. Archives of Civil Engineering, 2020, Vol. LXVI, 52, nr DOI: 10.24425/ace.2020.131795.
- [6] Wesołowski M., Pietruszewski P. i Kowalewska A. Cellular geosynthetics in the aspect of application in airfield construction. Journal of KONBIN, 2019, Vol. 49, Issue 4, 341-362, nr DOI: DOI 10.2478/jok-2019-0090.

Książki

- [7] Koerner R. M., Design with Geosynthetics 6th Edition vol. 1, Xlibris, 2012.
- [8] Nita P. Budowa i utrzymanie nawierzchni lotniskowych. Wydawnictwo Komunikacji i Łączności. Warszawa, 2008.
- [9] Wesołowski M. Kompleksowa ocena stanu technicznego nawierzchni elementów funkcjonalnych lotnisk w aspekcie bezpieczeństwa

lotów. Wydawnictwo Instytutu Technicznego Wojsk Lotniczych. Warszawa, 2020.

Dokumenty elektroniczne lub strony internetowe

- [10] Fibresand International. www.fibresand.com, 14.09.2022.
- [11] www.matbud-troszyn.pl. 14.09.2022.
- [12] Nascon, www.nascon.pl, 14.09.2022.
- [13] Presto GeoSystem, <https://www.prestogeo.com>, 14.09.2022.
- [14] www.wiadomosci.radiozet.pl, 13.09.2022.
- [15] Załącznik 14 do Konwencji o Międzynarodowym Lotnictwie Cywilnym, Lotniska, tom I, Projektowanie i Eksploatacja Lotnisk, <https://www.ulc.gov.pl>, 13.09.2021.
- [16] Załącznik do Decyzji Dyrektora Wykonawczego EASA nr 2017/021/R z dnia 08 grudnia 2017 r. wdrażającej wydanie czwarte Specyfikacji Certyfikacyjnych (CS) oraz Materiałów Zawierających Wytyczne (GM) do Projektowania Lotnisk CS-ADR-DSN, <https://www.ulc.gov.pl>, 13.09.2021.

- Opracowania techniczne lub inne

- [17] Kowalewska A. Wpływ zastosowania geokrat w podłożu gruntowym na nośność naturalnych nawierzchni lotniskowych w aspekcie bezpieczeństwa wykonywania operacji lotniczych. Warszawa, 2022.

- [18] Norma obronna NO-17-A503:2017 Nawierzchnie lotniskowe. Naturalne nawierzchnie lotniskowe. Badania nośności.
- [19] Norma ASTM D6951/D6951M-09 Standard Test Method for Use of the Dynamic Cone Penetrometer In Shallow Pavement Applications.

Planują linię kolejową z Krakowa do Myślenic. Jest propozycja budowy obok niej ścieżki rowerowej

Piotr Tymczak, Gazeta Krakowska, 18.09.2022

PKP Polskie Linie Kolejowe planują budowę trasy dla pociągów pomiędzy Krakowem a Myślenicami. Miejski radny Józef Jałocha (PiS) zaproponował, by przy okazji powstała ścieżka dla rowerzystów. Władze miasta są zainteresowane takim rozwiązaniem. Celem rządowego programu Kolej Plus jest uzupełnienie istniejącej sieci o połączenia kolejowe miejscowości powyżej 10 tys. mieszkańców, które nie posiadają dostępu do połączeń pasażerskich z miastami wojewódzkimi. Do programu Kolej Plus zakwalifikowano opracowanie studium projektowo-technicznego „Budowa połączenia kolejowego Kraków – Myślenice” (...). Zgodnie z opracowanym na zlecenie samorządu województwa małopolskiego wstępnym studium planistyczno-prognostycznym, wytypowana została trasa planowanej linii kolejowej o długości ok. 22,3 km. W jej skład miałyby wejść dwa tunele o długości po ok. 1 km każdy, 8 wiaduktów, oraz 7 mostów. Nowe przystanki miałyby powstać w miejscowościach: Lusina, Konary, Olszowice, Kąty, Krzyszkowice oraz Polanka (...).

Przebudują gierkówkę w Częstochowie. Jest umowa na prace przy DK-91. Kiedy wkroczą drogowcy?

Katarzyna Gwara, Dziennik Zachodni, 13.09.2022

W siedzibie częstochowskiego MZD została podpisana umowa na dokończenie przebudowy al. Wojska Polskiego (DK-91). - Prace zgodnie z zakończoną przed kilkoma tygodniami procedurą przetargową realizować będzie konsorcjum firm NDI S.A i NDI Sopot S.A. - mówi Maciej Hasik, rzecznik prasowy MZD w Częstochowie. Termin zakończenia inwestycji to 30 listopada przyszłego roku. Inwestycja zostanie zrealizowana w niezmiennym do pierwotnych założeń zakresie, zgodnie z projektem dofinansowanym ze środków UE (...).

Analiza porównawcza współczynnika tarcia różnych nawierzchni lotniskowych

Comparative analysis of the friction coefficient of various airport pavements



Łukasz Semkło

Politechnika Poznańska, Instytut
Energetyki Ciepłej, Zakład
Inżynierii Lotniczej

lukasz.semκλο@put.poznan.pl



Agnieszka Wróblewska

Politechnika Poznańska, Instytut
Energetyki Ciepłej, Zakład Inżynierii
Lotniczej

agnieszka.wroblewska@put.poznan.pl

Streszczenie: Parametr określany jako współczynnik tarcia jest jednym z podstawowych parametrów, które odpowiadają za charakterystykę nawierzchni, po której poruszają się pojazdy (samochody, statki powietrzne). Współczynnik tarcia jest bardzo ważny, ponieważ odpowiada za bezpieczeństwo i niezawodność nawierzchni. W poniższej pracy przedstawiono ogólne zagadnienia dotyczące siły tarcia, jej wpływu na poruszanie się statków powietrznych po nawierzchniach lotniskowych. Zostały również omówione wymagania z zakresu oceny współczynnika tarcia. Na podstawie wyników badań przeprowadzonych na czterech lotniskach dokonano analizy spadku wartości współczynnika tarcia.

Słowa kluczowe: Tarcie; Droga startowa; ASFT

Abstract: The parameter defined as the coefficient of friction is one of the basic parameters that are responsible for the characteristics of the surface on which vehicles (cars, aircraft) travel. The coefficient of friction is very important as it is responsible for the safety and reliability of the pavement. The paper below presents general issues concerning the friction force and its influence on the movement of aircraft on airport pavements. The requirements for the assessment of the friction coefficient were also discussed. Based on the results of tests carried out at four airports, an analysis of the decrease in the value of the friction coefficient was performed.

Keywords: Friction; Runway; ASFT

Wprowadzenie

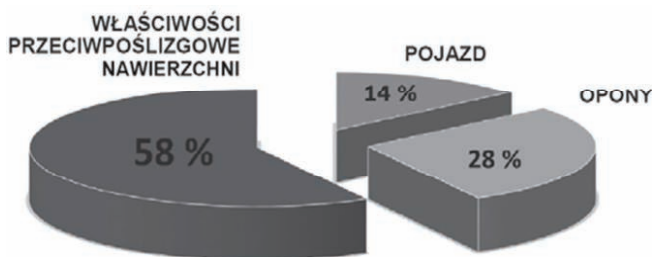
W obecnych czasach, gdzie istnieje potrzeba szybkiego i bezpiecznego podróżowania, lotnictwo odgrywa bardzo istotną rolę. Dotyczy to zarówno samego transportu ludzi i towarów, jak również w aspekcie wojskowym obrony przestrzeni powietrznych. Zachowanie bezpieczeństwa jest bardzo istotnym elementem funkcjonowania lotniska.

Zgodnie z ustawą z dnia 03.07.2002 roku o lotnictwie, lotnisko jest to wydzielony obszar na lądzie, wodzie lub innej powierzchni w całości lub w części przeznaczony do wykonywania startów, lądowań i naziemnego lub nawodnego ruchu statków powietrznych, wraz ze znajdującymi się

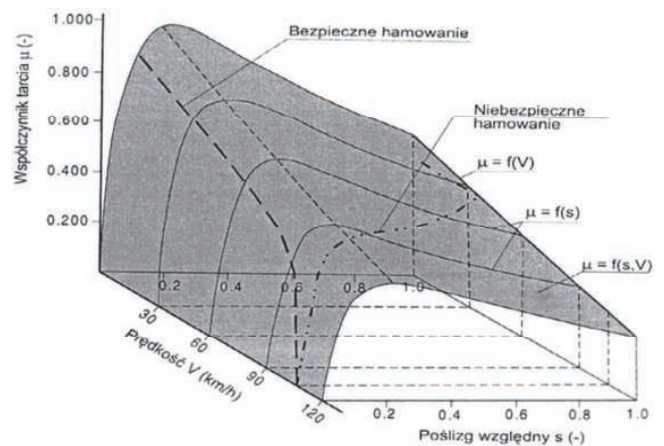
w jego granicach obiektami i urządzeniami budowlanymi o charakterze trwałym, wpisany do rejestru lotnisk. Bardzo ważną częścią lotniska jest tzw. pole naziemnego ruchu lotniczego (Movement Area). Obszar ten jest wykorzystywany do startów, lądowań oraz naziemnego ruchu statków powietrznych, obejmujący: pole manewrowe (Maneuvering Area) czyli część lotniska wykorzystwaną do startów, lądowań i naziemnego ruchu statków powietrznych bez płyt postojowych i zawierająca: drogi kołowania (Taxiway) oraz pas startowy (Runway). W skład pasa startowego wchodzi: droga startowa, pobocze, strefa świateł krawędziowych oraz zjazdy przy wylotach dróg kołowania [Dz. U. z 2020 r. poz. 1970].

Właściwości przeciwpślizgowe nawierzchni, które charakteryzowane są współczynnikiem tarcia odgrywają bardzo ważną rolę, ponieważ poprzez zapewnienie jak najlepszych parametrów szorstkości nawierzchni zwiększa się poziom bezpieczeństwa ruchu. W związku z tym tak istotne jest okresowe sprawdzanie współczynnika tarcia na nawierzchniach, po których poruszają się statki powietrzne oraz różnego rodzaju pojazdy. Dlatego też w niniejszej pracy sprawdzono jak współczynnik tarcia zmieniał się na przestrzeni czasu na wybranych odcinkach nawierzchni.

Przedmiotem pracy podjętej przez autorów jest przedstawienie analizy wyników pomiarów współczynnika tarcia nawierzchni wybranych od-



1. Główne czynniki wpływające na długość drogi hamowania [Korzanowski 2017]



2. Funkcja przestrzenna współczynnika tarcia w zależności od prędkości i od wielkości (stopnia) poślizgu [Sandecki 2017]

ciników na wytypowanych czterech lotniskach znajdujących się na terenie naszego kraju. Badania dotyczą tylko dróg startowych, ponieważ elementy funkcyjne lotniska jak droga kołowania analizowana była już wcześniej [Semkło & Wróblewska 2022]. Celem pracy jest ocena właściwości badanych nawierzchni pod kątem wartości współczynnika tarcia. Autorzy pracy chcą przeanalizować jak w badanym okresie czasu zmieniała się wartość współczynnika tarcia na badanych lotniskach.

Współczynnik tarcia jest to stosunek wypadkowej siły tarcia wytwarzanych między hamowanym kołem urządzenia pomiarowego a nawierzchnią, po której się porusza do nacisku koła na nawierzchnię [Łądkiewicz-Krochmal 2020]. Główne czynniki wpływające na długość drogi hamowania przedstawiono na rysunku 1.

Pomiar szorstkości nawierzchni, czyli określenie współczynnika tar-

cia polega na tym, aby zasymulować wystąpienie warunku poślizgu na mokrej nawierzchni, czyli z punktu widzenia przyczepności kół pojazdów wywołanie najbardziej niekorzystnego zjawiska. Jest to o tyle istotne, że im większy współczynnik tarcia, tym skuteczniejsze hamowanie i krótszy dystans potrzebny do zatrzymania samochodu lub statku powietrznego. Zależność współczynnika tarcia od prędkości i od wielkości (stopnia) poślizgu zilustrowano na rysunku 2.

Podczas hamowania generowany jest moment hamujący, który przenoszony jest na obwód koła, a to z kolei powoduje powstanie między oponą a nawierzchnią drogi siły hamowania. [Iwanowski i Wojciechowski 2016]. Istotny wpływ ma tutaj tekstura nawierzchni, która ma bezpośredni związek z współczynnikiem tarcia. Właściwości przeciwpoślizgowe nawierzchni w momencie zachodzenia zjawiska tarcia pomiędzy

oponą samolotu a podłożem, są od tekstury nawierzchni bardzo zależne [Doc. 9137 ICAO ... 2002]. Drobne nierówności, których amplituda jest poniżej 0,5 mm nazywamy mikroteksturą. Jest ona odpowiedzialna za przerwanie cienkiego filmu wodnego na mokrej nawierzchni i utworzenie strefy suchego kontaktu na styku opony z nawierzchnią oraz zapewnienie odpowiedniego tarcia pomiędzy kołem a nawierzchnią w wyniku wzajemnego oddziaływania międzycząsteczkowego. Natomiast nierówności, których długość fal znajduje się w zakresie 0,5 mm—50 mm nazywamy makrostrukturą. Nierówności te spowodowane są wystającymi ziarnami kruszywa [Łądkiewicz-Krochmal 2020, Bukowski 2017].

Metodologia

Badania przeprowadzono przy użyciu specjalistycznego sprzętu



3. Przyczepa ASFT T-10 [Wesołowski et al 2018]



4. Urządzenie ASFT CSR [Pożarycki et al. 2019]

przedstawionego na rysunkach **3** i **4**. Urządzenia te dokonują pomiaru ciągłego. Pomiary współczynnika tarcia przeprowadza się za pomocą urządzenia zwanego ASFT (z ang. Airport Surface Friction Tester), które może być zamontowane na przyczepce lub bezpośrednio na pojeździe. Przykład urządzenia ASFT zamontowanego na przyczepce może być ASFT T-10 (Rysunek **3**) ciągniętej za pojazdem. Urządzenie ASFT zamontowane na pojeździe przedstawiono na Rysunku **4**.

Szczegółowa metodologia badań określona jest w: doc. 9137 AN/898 Airport Service Manual part 2-Pavement Surface Conditions wydany przez Międzynarodową Organizację Lotnictwa Cywilnego (International Civil Aviation Organization-ICAO); załącznik 14 ICAO do konwencji o międzynarodowym lotnictwie cywilnym; AC 150/5320-12C, wydany przez Federalną Administrację Lotnictwa (Federal Aviation Administration-FAA); Polska norma obronna NO-17-A501:2015 Nawierzchnie lotniskowe. Badanie szorstkości. Wszystkie te normy opisują tą samą metodę dokonywania pomiaru. W tabeli **1** przedstawiono tabelę z wytycznych ICAO Załącznik 14 określającą skuteczność hamowania w stosunku do danej wartości współczynnika tarcia.

Powyższe parametry odnoszą się do nawierzchni, kiedy trwa tak zwany sezon zimowy, a jej drogi pokryte są ubitym śniegiem i lodem. Ocena „dobra” oznacza, że pilot lądujący na tej nawierzchni nie napotka większych trudności w utrzymaniu kierunku podczas lądowania bądź hamowania [Iwanowski i Wojciechowski 2016]. Załącznik 14 ICAO oraz norma obronna NO-17-A501:2015 wyróżnia dwa graniczne poziomy współczynnika tarcia przy badaniu szorstkości nawierzchni lotniskowych.

Według wymagań w wyżej wymienionych dokumentach, współczynnik tarcia dla drogi startowej

Tab. 1. Ocena skuteczności hamowania na podstawie wartości współczynnika tarcia [Załącznik 14 ICAO ... 2013]

Wartość współczynnika tarcia z pomiarów terenowych	Ocena skutecznego hamowania	Cyfra kodu
0,40 i więcej	dobra	5
0,39–0,36	średniadobrej	4
0,35–0,30	średnia	3
0,29–0,26	średniado złej	2
0,25 i mniej	zła	1

trzeba podawać ocenie oddzielnie dla każdej 1/3 jej długości. Do celów przekazywania danych służbom informacji lotniczej części te nazwano odpowiednio: A, B oraz C oraz zalecane jest, aby używane nawierzchnie lotniskowe poddawane były okresowym badaniom. Częstość pomiarów współczynnika tarcia należy ustalić na poziomie umożliwiającym identyfikację elementów funkcjonalnych lotniska pod kątem minimalnych wartości współczynnika tarcia w celu podjęcia działań naprawczych. Pomiary powinny być przeprowadzane zawsze wtedy, gdy zachodzi ryzyko, że nawierzchnia drogi startowej może być niezdatna do użycia ze względu złych warunków atmosferycznych. Ponadto pomiary powinny być przeprowadzane przynajmniej raz na trzy miesiące. Okresowość pomiarów ma także związek z typem statków powietrznych przyjmowanych przez dane lotnisko, rodzajem nawierzchni lotniskowej, warunków atmosferycznych, zasad używania nawierzchni oraz ilości wykonywanych operacji lotniczych [Iwanowski i Wojciechowski 2016].

Podczas przeprowadzania badań współczynnika tarcia dla różnych typów nawierzchni lotniskowych, można zaobserwować, że ich wyniki często różnią się od siebie. Dzieje się tak ponieważ wszystkie badane nawierzchnie lotniskowe różnią się między sobą budową, stanem oraz wiekiem. Na wyniki pomiaru mają wpływ także inne czynniki, takie jak: czystość nawierzchni, ilość podawanej wody, rodzaj zastosowanej opony czy prędkość z jaką poruszał

się pojazd. Do prawidłowo przeprowadzonego pomiaru na testowanej nawierzchni lotniskowej nie mogą, a przynajmniej nie powinny znajdować się jakiegokolwiek zanieczyszczenia. Ciało obce, które dostanie się pomiędzy koło pomiarowe a nawierzchnię działa smarująco przez co otrzymany współczynnik tarcia jest zaniżony w stosunku do oczekiwanego. Przykładem może być pył, drobny piasek lub substancja ropopochodna. Natomiast zmiana ilości podawanej wody (wymagany jest film o grubości 1 mm) w trakcie przeprowadzania pomiaru danej nawierzchni lotniskowej ma wpływ na warunki przeciwpoślizgowe, które w wyniku tego działania ulegają zmianie.

Prędkości badania właściwości przeciwpoślizgowych nawierzchni są z góry określone. Różne prędkości urządzenia pomiarowego dadzą różne wyniki współczynnika tarcia. Dzieje się tak ponieważ współczynnik tarcia jest zmienny w funkcji prędkości. Wraz ze zmianą prędkości poruszania się obiektów między sobą zmienia się także współczynnik tarcia. Obydwa urządzenia wymienione wyżej umożliwiają ciągły liniowy pomiar współczynnika tarcia pomiędzy nawierzchnią lotniskową, a wzorcowym kołem samolotu z prędkością 65 lub 95 km/h. Posiadają one zbiornik na wodę oraz mechanizm, który pozwala zwilżyć nawierzchnię tak aby uzyskać wymaganą w normach grubość filmu wodnego, która jest nie mniejsza niż 1 mm [Weśółowski et al 2018]. Różnorodność urządzeń pomiarowych wiąże się także z zastosowanymi w nich spe-

cyjnymi oponami pomiarowymi. Do wykonania pomiaru używa się najczęściej dwóch rodzajów opon: UNITESTER T520 do badania z filmem wodnym oraz ASTM E1551 do badań bez filmu wodnego (Rysunek 5a). Opony mocowane są na urządzeniu pomiarowym (Rysunek 5b).

Wyniki badań

Pomiar współczynnika tarcia przeprowadzono dla drogi startowej nawierzchni wykonanej z betonu cementowego. Długość sprawdzanego odcinka wynosiła 200 metrów. Stan techniczny wszystkich obiektów, na których przeprowadzano pomiary można ocenić jako bardzo dobry. Współczynnik tarcia nawierzchni zmierzono z podawaniem filmu wodnego pod koło pomiarowe przy prędkości 95 km/h na wyznaczonych odcinkach. Na rysunku 6 – 9 przedstawiono wyniki wartości pomiarowych na 4 wybranych lotniskach.

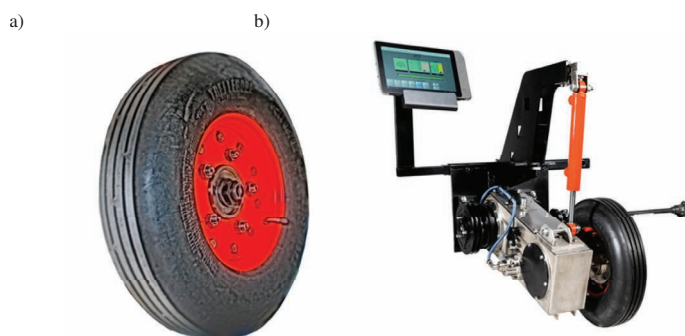
Na rysunku 6 można zaobserwować, że wielkości współczynnika tarcia są utrzymywane w granicach między 0,7 a 0,8. Zatem wartość współczynnika jest stabilna dzięki ciągłym remontom, aby stan nawierzchni drogi startowej był na jak najlepszym poziomie.

Na rysunku 7 przedstawiono wyniki pomiarowe dla drugiego ołńska. Tutaj wartości znajdują się w przedziale 0,7 – 0,83. Rozbieżność jest większa niż w przypadku drogi startowej numer 1, ale nadal droga startowa numer 2 uzyskuje bardzo zadowalające wyniki.

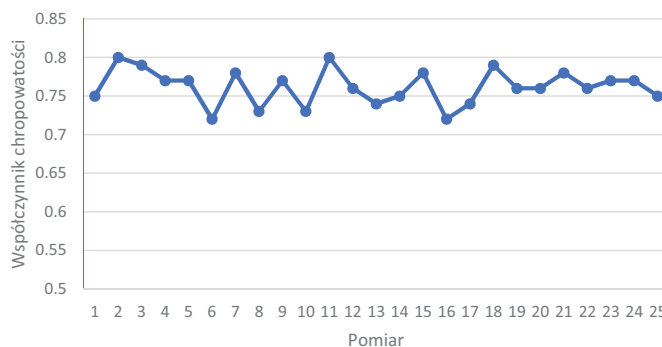
Wyniki przedstawione na rysunku 8 pokrywają się z wynikami przedstawionymi dla dróg startowych 1 i 2. Przedział dla DS3 również znajduje się pomiędzy wartościami 0,7 a 0,82. Można stwierdzić, że pas startowy numer 3 utrzymywany jest również w bardzo dobrym stanie technicznym jak wcześniejsze dwie drogi startowe (DS1 i DS2).

Sytuacja w przypadku drogi startowej numer 4 przedstawionej na rysunku 9 ma się troszeczkę inaczej. Można zaobserwować, porównując wcześniejsze wyniki dla pozostałych dróg startowych, że minimalna wartość współczynnika tarcia oscyluje w okolicach 0,65. Natomiast maksymalna wartość nie przekracza 0,77. Może to być spowodowane tym, że na lotnisku 4 obciążenie operacjami lotniczymi jest znacznie większe niż w przypadku pozostałych lotnisk.

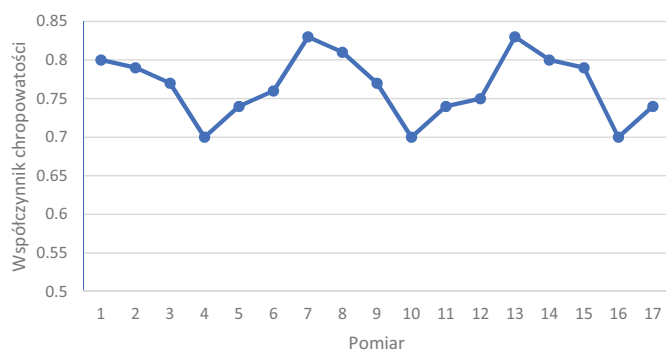
Wyniki otrzymane z przeprowadzonych badań wykazują pewną oscylację jeżeli chodzi o wartości otrzymanych wyników. Wprowadzono zatem linie trendu, aby lepiej można było porównać wszystkie badane drogi startowe. Analizę zbiorczą przedstawiono na rysunku 10. Dzięki takiemu zestawieniu można zaobserwować, że wszystkie drogi startowe zużyły się w badanym okresie czasu. Zużycie jest zróżnicowane w zależności od tego z jaką częstotliwością wykonywane



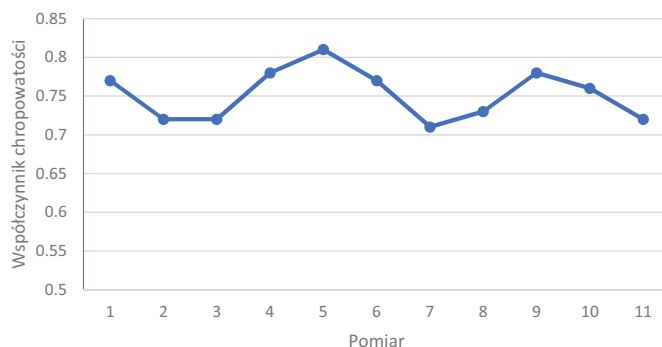
5. a) Opona pomiarowa Unisester T520; b) urządzenie pomiarowe [źródło: <https://gfte.se/products>]



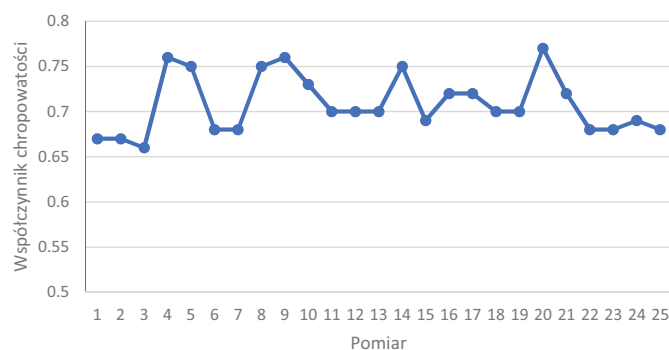
6. Przebieg zmienności współczynnika tarcia wyznaczony dla nawierzchni drogi startowej o oznaczeniu DS1 przy prędkości 95 km/h oraz z filmem wodnym



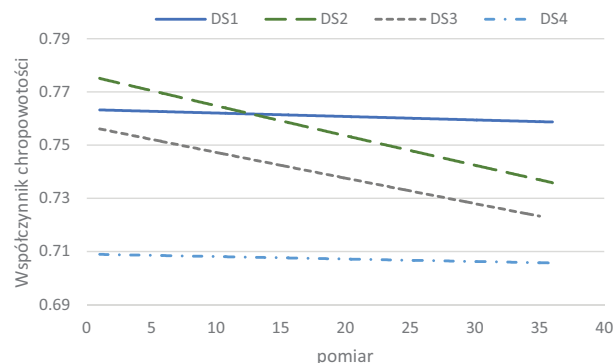
7. Przebieg zmienności współczynnika tarcia wyznaczony dla nawierzchni drogi startowej o oznaczeniu DS2 przy prędkości 95 km/h oraz z filmem wodnym



8. Przebieg zmienności współczynnika tarcia wyznaczony dla nawierzchni drog startowej o oznaczeniu DS3 przy prędkości 95 km/h oraz z filmem wodnym



9. Przebieg zmienności współczynnika tarcia wyznaczony dla nawierzchni drogostartowej o oznaczeniu DS4 przy prędkości 95 km/h oraz z filmem wodnym



10. Linia trendu dla dróg stratowych DS1 – DS4

są operacje lotnicze oraz od masy startowej statków powietrznych.

Podsumowanie

W pracy przedstawiono wyniki badań pomiarów współczynnika tarcia, które przeprowadzane zostały na nawierzchniach drogi startowej. Pod uwagę wzięto pomiary dokonane na czterech lotniskach znajdującym się na terenie naszego kraju. Badania zaprezentowane w pracy przeprowadzono na nawierzchniach betonowych oraz z podawaną wodą pod koło pomiarowe. Badania dokonywano przy prędkości 95 km/h.

Wyniki tych pomiarów dowiodły, że wartość współczynnika tarcia zmienia się wraz z upływem czasu użytkowania danych nawierzchni lotniskowych. Wyniki współczynnika tarcia z poszczególnych lotnisk mieściły się w normach opisanych w pracy. Oznacza to, że bezpieczeństwo na tych obiektach w tym aspekcie jest zapewnione.

Poza wynikami badań współczynnika tarcia nawierzchni lotniskowych, w pracy opisano także czynniki, które mają wpływ na ów współczynnik. Były to między innymi: rodzaj nawierzchni, obecność zanieczyszczeń, ilość podawanej wody w trakcie badania oraz prędkości dokonywania pomiaru. ◀

Materiały źródłowe

[1] Advisory Circular no: 150/5320-12C, U.S. Department of Trans-

portation, Federal Aviation Administration (FAA), 18.03.1997 z późn. zm.

[2] Bukowski L., 2017, Zagadnienia dotyczące współczynnika tarcia nawierzchni jezdni, Drogownictwo, 10, 2017, 337-344
 [3] Doc. 9137 ICAO AN/898 Airport Service Manual Part 2 - Pavement Surface Conditions, ICAO, Fourth Edition, 2002
 [4] Dz. U. z 2020 r. poz. 1970 - ustawa z dnia 3 lipca 2002 r. – Prawo lotnicze
 [5] Iwanowski P., Wojciechowski M., 2017, Interpretacja właściwości przeciwpoślizgowych nawierzchni drogowych i lotniskowych na podstawie pomiaru współczynnika tarcia, Autobusy 12/2017.
 [6] Iwanowski P., Wojciechowski M., Charakterystyka tarcia nawierzchni lotniskowych w aspekcie bezpieczeństwa wykonywania operacji lotniczych, Autobusy 12/2016.
 [7] Korzanowski G., 2017, Wpływ kruszyw na właściwości przeciwpoślizgowe i hałaśliwość nawierzchni, Polski Kongres Drogowy, Warszawa
 [8] Łądkiewicz-Krochmal K., 2020, Współczynnik tarcia nawierzchni – analiza zagadnień, urządzenia pomiarowe, Drogownictwo 2/2020.
 [9] Nita P., 2008, Budowa i utrzymanie nawierzchni lotniskowych, WKŁ, Warszawa 2008r.
 [10] NO-17-A501:2015 Na-

wierzchnie lotniskowe. Badanie szorstkości.

[11] Pożarycki A., 2019, Wesołowski M., Moralewski T. Badania właściwości przeciwpoślizgowych nawierzchni urządzeniami do testów w trybie ciągłym, Drogownictwo 9/2019
 [12] Sandecki M., 2017, Kształtowanie ramp na drogach dwujezdniowych, Drogownictwo, 2, 2017, 52-59.
 [13] Semkło Ł., Wróblewska A., 2022, Analiza współczynników tarcia dla drogi strtovej oraz kołowania., Nauka dla obronności bezpieczeństwa infrastruktury krytycznej Tom 2, Wyd. ITWL, Warszawa 2022
 [14] Wesołowski M., Blacha K., Kowalewska A., Iwanowski P., 2018, Ocena właściwości przeciwpoślizgowych nawierzchni lotniskowych z wykorzystaniem urządzeń do ciągłego pomiaru współczynnika tarcia, Przegląd Ko-munikacyjny 12/2018.
 [15] Załącznik 14 ICAO do Konwencji o międzynarodowym lotnictwie cywilnym, Lotniska Tom I - Projektowanie i eksploatacja lotnisk, wydanie 6, lipiec 2013.
 [16] Załącznik do Zarządzenia Nr 34 Generalnego Dyrektora Dróg Krajowych i Autostrad z dnia 30.04.2015 roku, Diagnostyka stanu nawierzchni i jej elementów. Wytyczne stosowania, Warszawa 2015.



REKMA Sp. z o.o.

ul. Szlachecka 7

32-080 Brzezie

tel. +48 12/633 59 22

fax +48 12/397 52 20

www.rekma.pl

- Dylatacje bitumiczne EDM typ Rekma
- Dylatacje mechaniczno-asfaltowe
SILENT-JOINT^{RESA}
- Szczeliny dylatacyjne w nawierzchniach betonowych i asfaltowych
- Naprawa spękań nawierzchni
- Specjalistyczne cięcie nawierzchni betonowych i asfaltowych
- Wypełnianie szczelin dylatacyjnych w torowiskach tramwajowych
- Natrysk środkami hydrofobowymi i hydrofilowymi
- Rowkowanie (grooving) nawierzchni
- Specjalistyczne wiercenie otworów pod kotwy i dyble
- Kruszenie nawierzchni betonowych metodą ultradźwiękową – RMI



SPECJALISTYCZNE PRACE DROGOWE

POLSKA CSBETON



CS-BETON Polska Sp. z o.o.

Pl. Solny 14 / 3, 50-062 Wrocław

tel.: +48 787 540 853

e-mail: robert.stawecki@csbeton.pl

web: www.csbeton.pl