



WITOLD ZAPAŚNIK

Generalna Dyrekcja Dróg
Krajowych i Autostrad
wzapasnik@gddkia.gov.pl

Nowa generacja nawierzchni betonowych (NGCS) – część II

Doświadczenia niemieckie i amerykańskie z odcinków z zastosowania technologii frezowania (szlifowania) i rowkowania (nacinania) nawierzchni betonowych – przykłady amerykańskie

W przeszłości w USA cechy użytkowe nawierzchni, takie jak właściwości przeciwoślizgowe, równość oraz komfort jazdy użytkowników (w tym poziom emitowanego hałasu) pozostawały na dalszym miejscu w stosunku do wymagań strukturalnych stawianych nawierzchniom przez administrację drogową.

W ostatnich latach, podejście to znacznie się zmieniło, a zarządcy dróg i organizacje opracowujące dokumenty techniczne zdecydowanie większy nacisk kładą na zagadnienia związane z hałasem komunikacyjnym, cechami powierzchniowymi nawierzchni oraz na terminowość wykonywania zabiegów utrzymaniowych. Podejście to zaowocowało w ostatnich dwóch dekadach w Ameryce m.in. następującymi działaniami:

- opracowaniem i wdrożeniem specyfikacji technicznych, stawiających nawierzchniom drogowym wyższe wymagania odnośnie cech powierzchniowych i generowania hałasu,

- zwiększonym zastosowaniem ekranów dźwiękochłonnych,
- wykonywaniem zabiegów utrzymaniowych w porze nocnej oraz poza godzinami dużego natężenia ruchu,
- uwzględnieniem w większym stopniu niż w przeszłości rozwiązań zwiększających bezpieczeństwo ruchu na drogach.

W związku z powyższym, administratorzy dróg oraz pracodawcy w coraz większym stopniu stosują w USA m.in. technologie diamentowego szlifowania i nacinania nawierzchni (fot. 1) w celu redukcji hałasu komunikacyjnego, poprawy równości oraz właściwości przeciwoślizgowych na zarządzanych drogach, obiektach inżynierskich oraz nawierzchniach lotniskowych.

Wynika to przede wszystkim z następujących powodów:

- opłacalności ekonomicznej,
- wydłużonej żywotności (trwałości eksploatacyjnej),
- korzystnego wpływu na środowisko.



Diamentowe frezowanie i nacinanie nawierzchni i ich zastosowania

Diamentowe frezowanie nawierzchni polega na usunięciu cienkiej (5–8 mm), przypowierzchniowej warstwy stwardniałego betonu nawierzchniowego z zastosowaniem pił diamentowych umieszczonych na wale w odpowiednich odstępach. Zabieg ten umożliwia uzyskanie równej powierzchni nawierzchni oraz zapewnia jej odpowiednią teksturę oraz pożądany współczynnik tarcia i niski poziom hałasu.

Zabieg diamentowego frezowania nawierzchni jest często wykonywany wraz z innymi zabiegami utrzymaniami na nawierzchniach betonowych, takimi jak częściowe lub całkowite naprawy wgłębne, uszczel-

Fot. 1. Tekstura nawierzchni uzyskana w wyniku podłużnego nacinania i rowkowania: a) widok nawierzchni wraz z fragmentem oznakowania poziomego; b) zbliżenie powierzchni nawierzchni (fot. W. Zapaśnik)

nianie i stabilizacja podłoża, wyrównywanie płyt, wymiana dybli oraz powtórne wypełniania szczelin dylatacyjnych.

Frezowanie i nacinanie nawierzchni wykonuje się specjalistycznymi maszynami, posiadającymi wały frezujące, na których są rozmieszczone w odpowiednich kombinacjach i odstępach diamentowe tarcze frezujące i przekładki dystansowe, zapewniające uzyskanie właściwej tekstury nawierzchni. Przykłady zaprezentowano na fotografiach od 2 do 6 oraz rysunku nr 1.



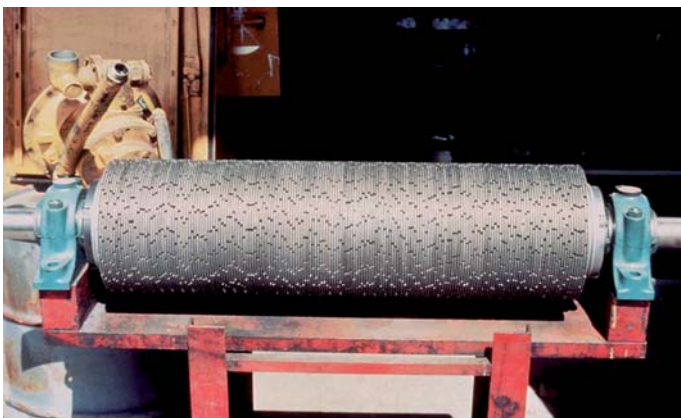
Fot. 4. Tarcza piły diamentowej oraz przekładka dystansowa umieszczona pomiędzy piłami [7]



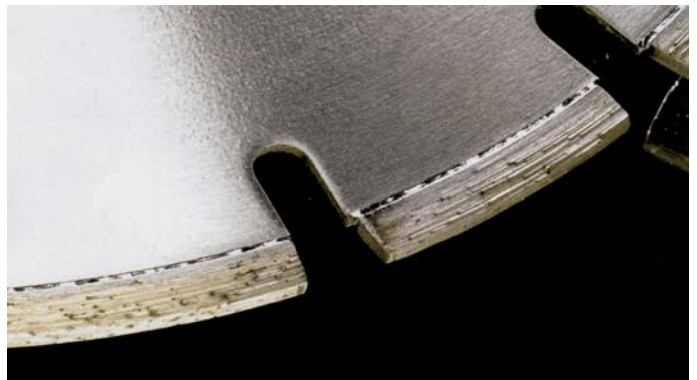
Fot. 2. Zestaw maszyn do wykonania zabiegu nacinania i rowkowania nawierzchni (G&G) [7]



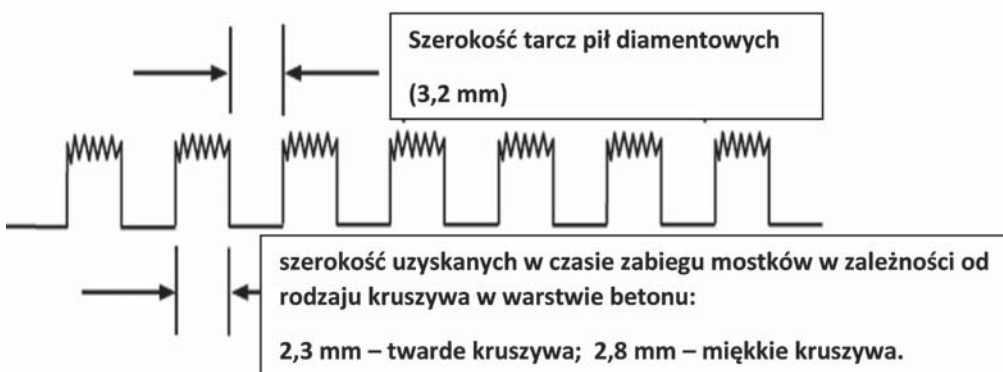
Fot. 5. Widok nawierzchni po wykonaniu zabiegu G&G



Fot. 3. Wał frezujący do wykonania zabiegu G&G [7]



Fot. 6. Widok diamentowych segmentów na piłach frezujących [7]



Rys. 1. Schemat kombinacji tarcz pił diamentowych oraz przekładek dystansowych w celu osiągnięcia odpowiedniej tekstury nawierzchni, w zależności od rodzaju kruszywa w warstwie betonu (twarde lub miękkie) [6]

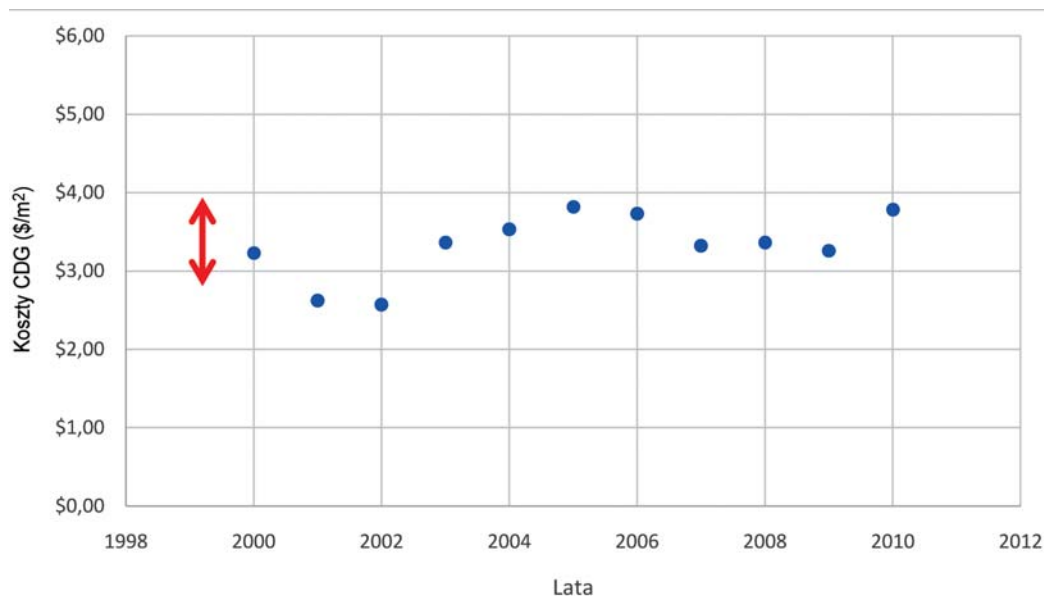
Zaletami technologii frezowania diamentowego nawierzchni (CDG) są przede wszystkim:

- z reguły niższy koszt zabiegu frezowania niż wykonania na nawierzchni nakładki asfaltowej,
- poprawa równości, tekstury, współczynnika tarcia,
- możliwość wykonania zabiegów poza godzinami szczytowego natężenia ruchu, z krótkimi zamknięciami pasów ruchu,
- możliwość wykonania prac tylko na określonym pasie ruchu, bez konieczności zamykania pasa sąsiedniego,
- brak wpływu zabiegu na wysokość skrajni pionowej pod obiektami, tunelami lub oznakowaniem bramowym na autostradach,
- zamiana powierzchni łat i innych powierzchniowych niejednorodności nawierzchni w jednolitą i jednorodną wizualnie powierzchnię jezdni,
- brak szkodliwego oddziaływania na środowisko.

W USA czynnikiem przemawiającym za stosowaniem technologii CDG na dużą skalę na sieci dróg betonowych jest także fakt przewidywalności i stałości cen wykonania zabiegów szlifowania diamentowego nawierzchni, co potwierdzają dane z obserwacji cen wykonywania tych zabiegów o powierzchni powyżej 5900 m² w przeciągu kilkunastu ostatnich lat (rys. 2).

Technologia CDG z reguły jest stosowana w USA w przypadku potrzeby remontu nawierzchni betonowych, w rezultacie uzyskuje się tzw. nawierzchnie betonowe nowej generacji (NGCS)¹. Do najczęstszych prac remontowych zalicza się:

- usuwanie klawiszowania płyt betonowych w miejscach ich spękań oraz na połączeniach dylatacyjnych (fot. 7, 8),
- usuwanie nierówności nawierzchni spowodowanych wadliwym wykonawstwem lub wskutek ich eksploatacji (fot. 8, rys. 3),
- poprawę współczynnika tarcia poprzez usuwanie miejsc wypolerowanych na nawierzchni,
- likwidację kolein na śladach kół,
- korektę spadków poprzecznych nawierzchni,
- zmniejszenie poziomu hałasu emitowanego z nawierzchni.



Rys. 2. Zmiany cen zabiegów wykonywanych w technologii CDG w przeciągu kilkunastu ostatnich lat w USA – projekty o powierzchni powyżej 5900 m²

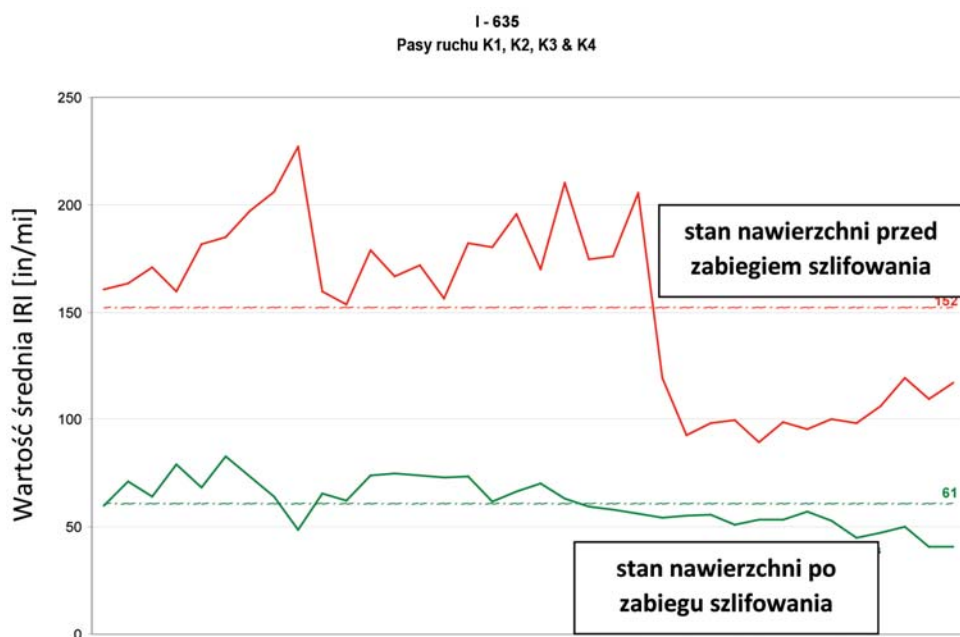


Fot. 7. Przykład klawiszowania płyt betonowych na nawierzchni autostrady [7]

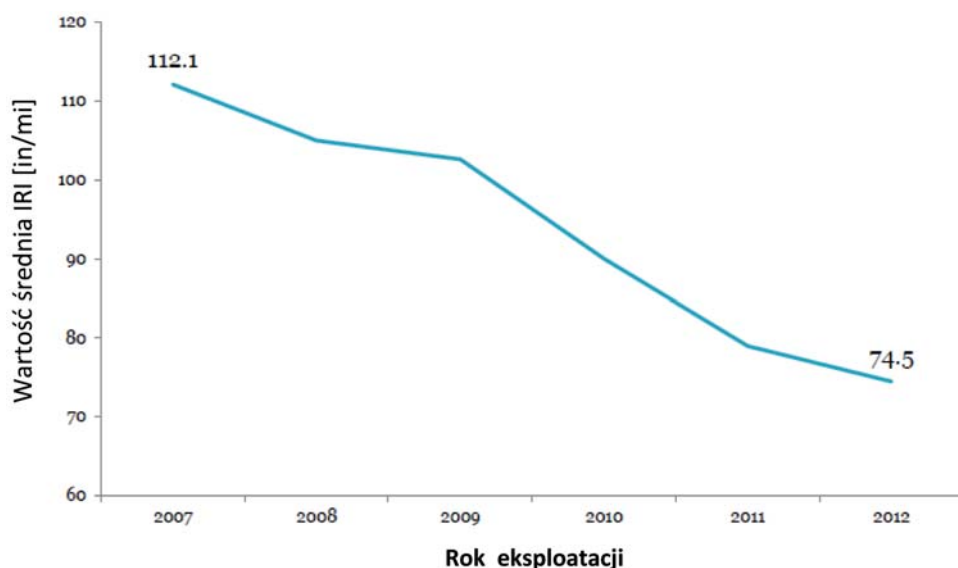


Fot. 8. Przykład usunięcia klawiszowania płyt poprzez zastosowanie zabiegu CDG na jednym pasie jezdni betonowej [7]

¹ Szczegóły dotyczące wykonywania nawierzchni w technologii NGCS zamieszczono w artykule: Nowa generacja nawierzchni betonowych (NGCS) – część I. Specyfikacje techniczne IGGA [10]



Rys. 3. Przykład poprawy profilu podłużnego nawierzchni na drodze Interstate 635 (średnia wartość wskaźnika IRI) uzyskana w wyniku wykonania zabiegu CDG [7] (1 IRI m/km \approx 63 in/mi)



Rys. 4. Przykładowe zestawienie wskazujące poprawę średniej wartości wskaźnika IRI na wybranej sieci dróg w stanie Kentucky, w wyniku przeprowadzenia na wybranych odcinkach sieci dróg stanowych zabiegów CDG (1 IRI m/km \approx 63 in/mi)

Według badań prowadzonych przez Ośrodek Badawczy w stanie Kentucky, średnia wartość wskaźnika IRI w ciągu 5 lat w efekcie wykonywanych na wybranej sieci zabiegów CDG (ok 900 km), poprawiła się od wartości 112,1 do 74,5 (rys. 4).

W wyniku obserwacji odcinków poddanych zabiegom diamentowego szlifowania i rowkowania (G&G) stwierdzono równocześnie, że:

- większa głębokość makrotekstury uzyskana w wyniku zabiegu CDG zapewnia lepszy odpływ wody na styku opona–nawierzchnia,
- podłużna tekstura nawierzchni zapewnia użytkownikom pojazdów ich kierunkową stabilność oraz redukuje zja-

wisko hydroplaningu (tarcie wskutek działania siły bocznej); rowki podłużne na nawierzchni zapewniają „trasę odpływu” wody uwięzionej pomiędzy oponą a powierzchnią nawierzchni drogowej,

- w stanie Wisconsin ogólna liczba wypadków na nawierzchniach poddanych zabiegom CDG była o 40% niższa, niż w przypadku nawierzchni nieszlifowanych w okresie 6-letnim, a w przypadku liczby wypadków na nawierzchni mokrej wskaźnik ten był niższy o 57%.

Należy także podkreślić, że w USA technologię diamentowego szlifowania i nacinania z dobrym rezultatem stosuje się także na nawierzchniach asfaltowych (fot. 9, 10).

Usuwanie i zagospodarowywanie odpadów

W USA zostało także zbadane (studia badawcze wykonane w stanie Północna Dakota, Kalifornia, Nowy Jork, Minnesota, Floryda i in.) i następnie opisane w odpowiedniej instrukcji zagadnienie usuwania i zagospodarowania odpadów z nawierzchni, powstających podczas procesu szlifowania i nacinania nawierzchni. Ilustrację okładki instrukcji zamieszczono na fotografii 11.

W wyniku badań przeprowadzonych w szeregu stanów USA stwierdzono, że materiały odpadowe powstające w wyniku zabiegów CDG na nawierzchniach drogowych nie

stanowią zagrożenia i gdy tylko depozyt materiału odpadowego wyprodukowanego przez urządzenie do CDG na pobocze drogi jest niewidoczny, jego wpływ na środowisko jest niewielki.

Wyniki studium przeprowadzonego w stanie Północna Karolina potwierdziły równocześnie, że nawet dawki materiału odpadowego z procesu CDG na nawierzchni, które przekraczały wartości zalecane przez Ministerstwo Rolnictwa nie spowodowały żadnych szybkich (krótszych od 3 miesięcy) niekorzystnych oddziaływań na glebę, roślinność oraz drenaż powierzchniowy (poprzez pomiary koncentracji i stężeń TSS, TP, Ca, MG, Pb oraz Ph).

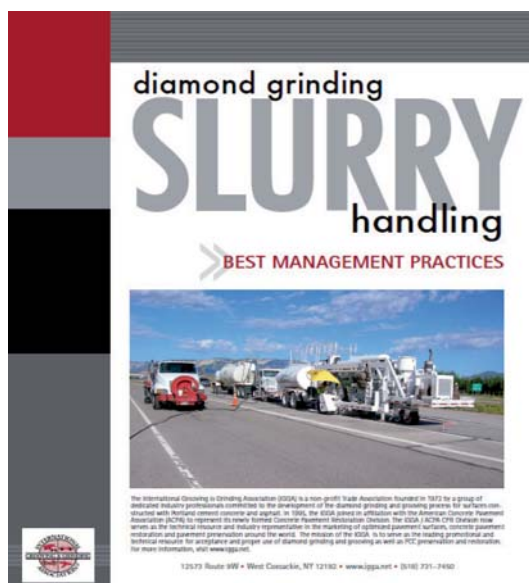


Fot. 9. Przykład zastosowania zabiegu diamentowego szlifowania na asfaltowej nawierzchni toru wyścigowego w Indianapolis, stan Indiana [7]



Fot. 10. Przykład zastosowania zabiegu diamentowego szlifowania na asfaltowej nawierzchni drogi I-70, stan Missouri [7]

Fot. 11. Okładka Podręcznika IGGA dot. postępowania z odpadami powstającymi w wyniku stosowania zabiegów CDG na nawierzchniach drogowych [9]



Wpływ zabiegów uszorstniających na poziom hałasu drogowego

Przez wiele lat w USA stosowano techniki poprzecznego nacinania nawierzchni betonowych, co spowodowało że wszystkie nawierzchnie tego rodzaju były postrzegane jako hałaśliwe. Narodowe Centrum Technologii Nawierzchni Betonowych zrealizowało 5-letnie studium hałaśliwości nawierzchni drogowych, badając w tym czasie ponad 1500 odcinków o różnych teksturach (łącznie kilkaset kilometrów nawierzchni w 20 stanach i 6 strefach klimatycznych). Ocena objęto odcinki o nawierzchniach:

- naciętych poprzecznie,
 - naciętych podłużnie,
 - szlifowanych diamentowo,
 - rowkowanych diamentowo (podłużnie, poprzecznie),
- oraz odcinki:
- nawierzchni śrutowanej,
 - nawierzchni o kruszywie odkrytym,
 - z betonem porowatym.

Uzyskane wyniki badań wykazały, że odcinki nawierzchni betonowej poddane zabiegowi szlifowania diamentowego, były najbardziej ciche spośród nawierzchni betonowych poddanych innym zabiegom uszorstniającym (rys. 5).

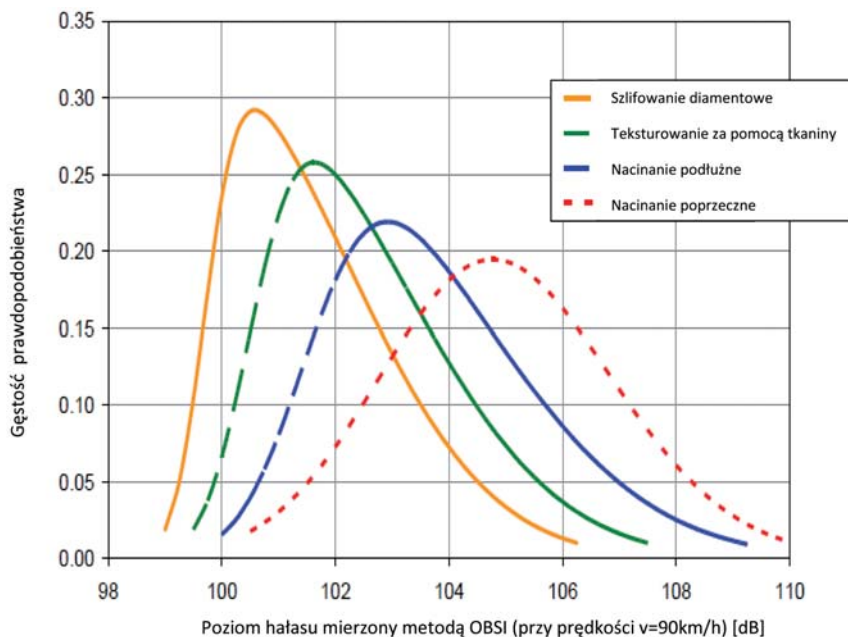
Podobne wnioski uzyskano w ramach studium przeprowadzonego w stanach Arizona i Kalifornia, a także w stanie Kansas na drodze I-70 oraz ze studium badawczego NCHRP w stanie Północna Karolina. Pomiary hałasu emitowanego od nawierzchni przeprowadzone w stanie Arizona na drogach I-8 i I-10 (ponad 20 odcinków badawczych w wieku od 3 do 12 lat) wykazały, że wraz z wiekiem nawierzchni o kolejne 10 lat następuje wzrost hałasu emitowanego z nawierzchni o około 5 dBA (rys. 6).

Wpływ zabiegów uszorstniających na poprawę bezpieczeństwa ruchu drogowego

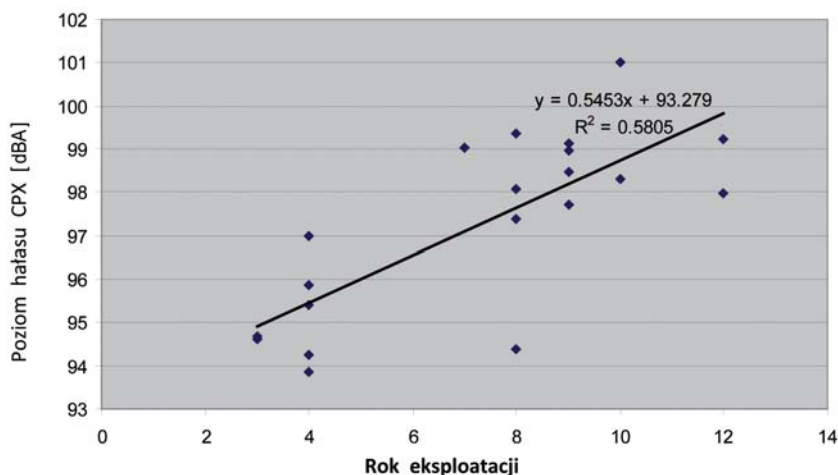
Technologia podłużnego nacinania (rowkowania) nawierzchni (ang. *grooving*) jest często stosowana wspólnie z technologią uszorstniania nawierzchni poprzez podłużne szlifowanie (ang. *grinding*). Zastosowanie m.in. obu tych technologii jednocześnie przyczynia się do:

- spadku liczby wypadków na mokrej nawierzchni, w związku z poprawą kontaktu na styku opona–nawierzchnia i zwiększeniem współczynnika tarcia,
- zmniejszenia ryzyka wystąpienia tzw. zjawiska poślizgu wodnego (hydroplaningu),
- zwiększenia makrotekstury nawierzchni drogowych,
- poprawy widoczności na drodze w czasie opadów atmosferycznych (fot. 12),
- poprawy drenażu nawierzchni poprzez zapewnienie „tras ucieczki” wody opadowej, uwięzionej pomiędzy oponą pojazdu a powierzchnią nawierzchni drogowej.

W wyniku 4-letniego studium badawczego zrealizowanego w stanie Kalifornia na około 500 km pasach nawierzchni nacinanych oraz 1200 km nienacinanych odcinkach kontrolnych (na autostradach w obszarze miejskim Los Angeles)



Rys. 5. Katalog hałaśliwości nawierzchni betonowych poddanych różnym technologiom uszorstniania nawierzchni, kolorem żółtym zaznaczone są nawierzchnie CDG (wg studium NCPTC)



Rys. 6. Wyniki badań studium hałaśliwości nawierzchni drogowych w stanie Arizona, analiza regresji liniowej wskazuje na ok 5 dBA wzrost hałaśliwości nawierzchni w ok. 10-letnim okresie ich eksploatacji

Departament Robót Publicznych stwierdził, że dzięki zastosowaniu zabiegów podłużnego nacinania nawierzchni nastąpił:

- 70% spadek liczby wypadków na nawierzchni mokrej,
- 20% spadek całkowitej liczby wypadków,
- 50% spadek liczby wypadków śmiertelnych.

Podsumowanie

Użytkownicy dróg stale wymagają od administracji drogowej oraz wykonawców bezpiecznych, równych, cichych nawierzchni drogowych, podczas gdy nakłady na drogi są ograniczane, co powoduje osiągnięcie powyższych celów problematycznymi.

Teksturowanie nawierzchni w wyniku diamentowego szlifowania i nacinania okazuje się efektywną, szybką i trwałą metodą, w celu poprawy wymienionych cech nawierzchni, przy kosztach z reguły znacznie niższych niż w przypadku zastosowania nowych warstw na nawierzchniach remontowanych. Oprócz tego koszty wykonania zabiegu diamentowego teksturowania nawierzchni są mniej podatne na zjawisko inflacji, jak ma to miejsce w przypadku stosowania produktów asfaltowych.

Szlifowanie diamentowe nawierzchni może zapewnić szereg korzyści takich jak wydłużony okres eksploatacji, obniżony poziom hałasu oraz oszczędność surowców materiałowych.

Zabieg szlifowania i nacinania diamentowego może znacznie wydłużyć żywotność nawierzchni, przy koszcie konkurencyjnym w stosunku do innych technologii utrzymania i remontów nawierzchni drogowych, np. klasycznego frezowania lub wykonywania nakładek, jak również cienkich dywaników. Warto też odnotować, że w USA technologia typu *grinding* i *grooving* jest już od szeregu lat ujęta w dokumentach technicznych, jako

Fot. 12. Zmniejszenie rozprysku wody oraz mgły wodnej przez koła pojazdów (ang. splash and spray) w wyniku zabiegu typu *grooving* na nawierzchni w czasie opadów deszczu [7]



rozwiązanie zalecane do osiągnięcia trwałej i szorstkiej tekstury betonowej nawierzchni drogowej. Zabieg ten może być stosowany także na nawierzchniach asfaltowych – zarówno w przypadku nowej nawierzchni, jak i istniejącej, która musi zostać poddana remontowi.

Od Redakcji:

Ze względu na dużą objętość opracowanego tekstu, doświadczenia niemieckie dotyczące prezentowanych w artykule zagadnień zostaną opublikowane w trzeciej części artykułu pt. *Doświadczenia niemieckie i amerykańskie z odcinków z zastosowania technologii frezowania (szlifowania) i rowkowania (nacinania) nawierzchni betonowych – przykłady niemieckie*. Tekst zostanie zamieszczony w jednym z kolejnych numerów „Drogownictwa”.

Bibliografia

- [1] Jens Skarabis, Christoph Gehlen: Larmoptimiertes Grinding – Erfahrungenaus bisheriger Erprobungsstrecken, Strasse und Autobahn 11.2016,
- [2] Schmidt: ELAtextur mający na celu określenie makrotekstury, <http://www.iwsmesstechnik.de/elatextur.htm>, 2014,
- [3] Villaret S., Beckenbauer T., Schmidt J., Pichotkka S., Alte-Teigeler R., Frohböse B., Alber S.: Sprawozdanie z badań naukowych dotyczące tematu FE 08.0210/2010/ORB: „Badanie właściwości nawierzchni betonowych w zakresie szumów z wykorzystaniem nawierzchni optymalizowanych metodą grindingu”; Federalne Ministerstwo Transportu, Budownictwa i Rozwoju Miast reprezentowane przez Federalny Urząd ds. Drogownictwa; Hoppegarten, Niemcy listopad 2011,
- [4] Villaret S., Altreuther. B., Beckenbauer T., Frohböse B., Skarabis J.: Sprawozdanie z badań naukowych dotyczące tematu FE 08.0211/2011/OGB: „Akustyczna optymalizacja nawierzchni betonowych poprzez teksturowanie betonu stwardniałego przy wykorzystaniu ulepszonej metody grindingu”; Federalne Ministerstwo Transportu, Budownictwa i Rozwoju Miast reprezentowane przez Federalny Urząd ds. Drogownictwa; Hoppegarten, 2013 r.,
- [5] Villaret S., Beckenbauer T., Frohböse B., Skarabis J.: Czwarte sprawozdanie okresowe dotyczące realizacji tematu FE 08.0220/2012/ORB: „Trwałe nawierzchnie betonowe – optymalizacja nawierzchni jezdni poprzez teksturowanie z wykorzystaniem metody grindingu”; Federalne Ministerstwo Transportu i Infrastruktury Cyfrowej.
- [6] IGGA Guide Specification: NGCS Construction on Existing or Newly Constructed Roadways, 30.09.2014,
- [7] IGGA, Diamond Grinding – National Trends and Local Challenges, presentation for GDDKiA, Warsaw 17.01.2017.
- [8] Concrete Pavement Rehabilitation – Guide for Diamond Grinding, Federal Highway Administration Southern Resource Center 61 Forsyth St, SW, Suite 17T26 Atlanta, GA30303, Technical Report 2001.
- [9] IGGA Best Management Practices, Diamond Grinding and Slurry Handling, 12573 Route 9W, West Conso
- [10] Zapaśnik W.: Nowa generacja nawierzchni betonowych (NGCS) – część I. Specyfikacje techniczne IGGA, Drogownictwo 1/2018



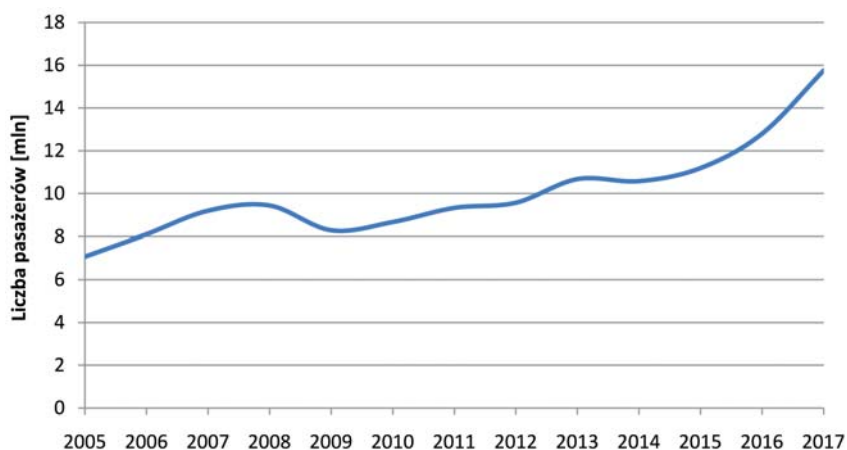
Warszawski węzeł lotniczy 2018–2030

Z każdym rokiem rośnie popularność pasażerskiego transportu lotniczego w Polsce [1]. Coraz chętniej wybieramy samolot jako wygodny, ale przede wszystkim szybki środek transportu w podróżach zarówno krajowych, jak i międzynarodowych. Nie powinno być zatem dla nikogo zaskoczeniem, że liczba odprawianych pasażerów na Lotnisku Chopina na przestrzeni ostatnich kilkunastu lat systematycznie wzrasta. Jedynym wyjątkiem był rok 2009, kiedy to ruch lotniczy wyraźnie zmalał z powodu ogólnoswiatowego kryzysu gospodarczego. Obecnie Lotnisko Chopina notuje rekordowe wzrosty w liczbie obsłużonych pasażerów. Jednym z powodów tak silnej dynamiki wzrostowej jest rozwój Polskich Linii Lotniczych LOT, które w ostatnim czasie otworzyły szereg nowych połączeń oraz zwiększyły częstotliwość na wielu dotychczasowych trasach. Od 2012 roku jako drugi port lotniczy obsługujący aglomerację warszawską funkcjonuje lotnisko w Modlinie, które obecnie świadczy usługi dla taniej linii lotniczej Ryanair. Przy dobrej koniunkturze gospodarczej oraz prognozach dalszego

wzrostu ruchu lotniczego w Polsce trzeba myśleć o rozbudowie obu lotnisk obsługujących stolicę lub pochylić się nad pomysłem zbudowania całkowicie nowego dużego lotniska, które będzie w stanie przejąć ruch lotniczy z obu dotychczas funkcjonujących. Kilka miesięcy temu rząd przyjął uchwałę o budowie Centralnego Portu Komunikacyjnego w gminie Baranów pod Warszawą [2]. Jednak upłynie jeszcze wiele lat, zanim nowe, centralne lotnisko w Polsce zostanie uruchomione. Do tego czasu Warszawę zapewne nadal będą obsługiwać Lotnisko Chopina oraz Modlin, które bez rozbudowy mającej na celu zwiększenie ich przepustowości nie będą w stanie obsłużyć wciąż rosnącego ruchu lotniczego.

Lotnisko Chopina w Warszawie

Port lotniczy im. Fryderyka Chopina w Warszawie jest największym portem lotniczym w kraju, w ubiegłym roku obsłużył 15,72 mln pasażerów (rys. 1), o 22% więcej niż w roku 2016. Jest główną bazą i portem przesiadkowym Polskich Linii Lotniczych LOT, które obsługują niemal połowę



Rys. 1. Liczba pasażerów odprawianych na Lotnisku Chopina w latach 2005–2017 [1]

wszystkich pasażerów odprawianych na Lotnisku Chopina. Lotnisko posiada dwie krzyżujące się drogi startowe o kierunkach 11/29 (o długości 2800 m) oraz 15/33 (o długości 3690 m). Kierunki 33 oraz 11 wyposażone są w system ILS kategorii II, który umożliwia lądowania w warunkach słabej widoczności [3]. Lotnisko oferuje pasażerom dość bogatą siatkę połączeń, poza wieloma kierunkami europejskimi z Lotniska Chopina można dolecieć bezpośrednio do miast Ameryki Północnej czy Azji [3]. Biura podróży oferują także bezpośrednie przeloty czarterowe do wielu egzotycznych miejsc takich jak Karaiby, Kuba, Rio de Janeiro czy na wyspę Bali w Indonezji. Po zakończeniu przebudowy terminala w 2015 roku, szacuje się, że maksymalna przepustowość lotniska wynosi 20–22 mln pasażerów rocznie przy założeniu równomiernego wykorzystania infrastruktury lotniskowej, co w obecnej sytuacji będzie ciężkie do uzyskania [4].

Problemy wpływające na ograniczenie swobodnego wzrostu ruchu lotniczego

Mimo iż infrastruktura Lotniska Chopina według szacunków jest zdolna obsłużyć ponad 20 mln pasażerów, to już dziś wyraźnie dają się we znaki wąskie gardła, które skutecznie utrudniają swobodę wzrostu liczby odprawianych pasażerów. Lotnisko położone jest w bliskim sąsiedztwie zabudowy mieszkaniowej, co wpływa na sposób wykonywania nocnych operacji lotniczych. Do tej pory liczba startów i lądowań w godzinach nocnych była tylko ograniczona. Wraz z wejściem w życie letniego rozkładu lotów, który zacznie obowiązywać 25 marca br. nastąpi całkowity zakaz wykonywania rozkładowych operacji lotniczych pomiędzy godziną 23:30 a 5:30 [5]. Uderzy to przede wszystkim w przewoźników czarterowych oraz linie lotnicze *Wizzair*, którzy będą zmuszeni częściowo zmienić swoje rozkłady lotów. Takie działanie z pewnością nie przyczyni się do zwiększenia przepustowości lotniska. Kolejnym problemem jest zbyt mała liczba stanowisk kontaktowych kodu E (dla samolotów szerokokadłubowych) przy strefie non-Schengen. Obecnie przy terminalu może parkować jednocześnie sześć samolotów szerokokadłubowych, co już rodzi problemy, ponieważ w letnim rozkładzie lotów 2018 są sytuacje, gdzie takich maszyn oczekujących na odlot będzie więcej. W takiej sytuacji część pasażerów nie

wejdzie na pokład za pomocą rękawa. Zostaną oni przewiezieni do samolotu autobusem, co negatywnie wpływa na ogólny komfort podróży. Lotnisko posiada jeszcze jeden problem ze strefą non-Schengen. Wydzielona część terminala, gdzie pasażerowie oczekują na lot, robi się bardzo ciasna z chwilą, gdy kilka samolotów szerokokadłubowych (mogących pomieścić co najmniej 250 pasażerów) odlatuje w jednej fali (choćby około godziny 17:00, gdzie w przeciągu kilkudziesięciu minut odlatują samoloty PLL LOT do Nowego Jorku, Chicago, Toronto, Seulu i Tokio). Bez zwiększenia liczby stanowisk kontaktowych oraz bez powiększenia powierzchni strefy non-Schengen ograniczony jest rozwój kolejnych połączeń dalekodystansowych z Warszawy. Linie

lotnicze będą zmuszone wybierać takie godziny przylotów i odlotów, kiedy będzie wolne stanowisko przy terminalu, co niekoniecznie będzie pokrywać się z planami przewoźnika. W innym przypadku samolot będzie obsługiwany ze stanowiska oddalonego, co negatywnie wpływa na komfort pasażerów. W skrajnym przypadku, gdy przewoźnik nie wynegocjuje stanowiska z rękawem, może nawet zrezygnować z planów otworzenia nowego połączenia z Warszawy.

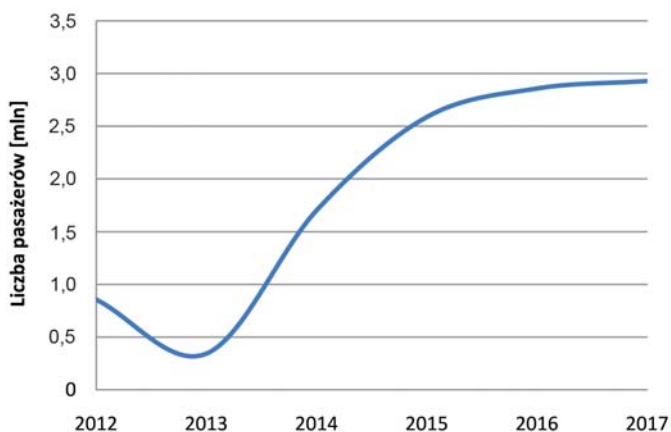
Rozwiązania mające na celu zwiększenie przepustowości lotniska

Wraz z momentem, gdy rząd zaczął intensywnie pracować nad wprowadzeniem uchwały dotyczącej budowy Centralnego Portu Komunikacyjnego, coraz mniej mówiło się o rozbudowie Lotniska Chopina. Jednak należy pamiętać, że obecne lotnisko będzie funkcjonować jeszcze przez co najmniej 10 lat. Wiąże się to z dalszym wzrostem ruchu lotniczego, którego infrastruktura portu w obecnym kształcie nie będzie w stanie przyjąć. Dopiero na początku br. Polskie Porty Lotnicze przedstawiły plany rozbudowy Lotniska Chopina [6]. Zakresem robót będzie przedłużenie pirsu południowego wraz z dodatkowymi stanowiskami kontaktowymi dla samolotów. Zwiększyć ma się także liczba stanowisk kontaktowych dla samolotów szerokokadłubowych w przy pirsie północnym (w strefie non-Schengen), aby umożliwić dalszy rozwój połączeń dalekodystansowych z Warszawy [6]. Zmiany mają nastąpić także w środku terminala, bowiem konieczne jest jego przearanżowanie tak, aby powiększyć pojemność strefy non-Schengen. W najbliższej przyszłości zarządca lotniska planuje także wybudować kilka dróg kołowania, jednak w małym stopniu przełoży się to na zwiększenie przepustowości. Obecnie godzinowa przepustowość lotniska to maksymalnie 42 operacje. Po wykonaniu wszystkich planowanych prac, według informacji zarządcy przepustowość wzrośnie do około 50 operacji na godzinę [4].

Port lotniczy Warszawa – Modlin

Port lotniczy w Modlinie położony jest niespełna 40 km na północny zachód od Warszawy. Pierwotnie istniała tu baza wojskowa, która została zlikwidowana w roku 2000.

W 2009 roku wydano pozwolenie na budowę lotniska cywilnego, a w lipcu 2012 roku w Modlinie wylądował pierwszy samolot pasażerski. Lotnisko posiada jedną drogę startową o kierunkach 08/26 (o długości 2500 m). Kierunek 08 wyposażony jest w system ILS kategorii II [7]. Początkowo z Modlina latały dwie tanie linie lotnicze: *Ryanair* oraz *Wizzair*, który przeniósł swoje loty z Lotniska Chopina. Niestety, niespełna pół roku po otwarciu lotniska Wojewódzki Inspektor Nadzoru Budowlanego zamknął fragment pasa startowego (niemożliwe zatem stały się starty bądź lądowania samolotów kodu C, czyli m.in. popularnych Boeingów 737 czy Airbusów A320 użytkowanych przez w/w linie lotnicze). Po ponownym uruchomieniu lotniska swoje loty wznowił jedynie *Ryanair*, *Wizzair* podjął decyzję o pozostaniu na stałe na Lotnisku Chopina. Obecnie Modlin obsługuje około 3 miliony pasażerów rocznie (rys. 2), jest to wynik bliski maksymalnej przepustowości lotniska, która jest szacowana na 3,5 miliona pasażerów. Aby lotnisko mogło się dalej rozwijać konieczna jest rozbudowa terminala.



Rys. 2. Liczba pasażerów obsługiwanych na lotnisku w Modlinie w latach 2012–2017 [1]

Problemy wpływające na ograniczenie swobodnego wzrostu ruchu lotniczego

Port lotniczy w Modlinie potrzebuje pilnej rozbudowy terminala, by móc dalej się rozwijać. Jednak spór pomiędzy udziałowcami lotniska opóźnia podjęcie jakichkolwiek decyzji o planach rozbudowy i jej finansowaniu. Jeden z udziałowców, Polskie Porty Lotnicze, nie chce zgodzić się na emisję obligacji w wysokości 60 mln złotych przez port lotniczy. Państwowa spółka gotowa jest zaakceptować plan, ale w zamian chce objąć 51% akcji spółki i mieć realny wpływ na jej przyszłość, na co nie zgadzają się pozostali udziałowcy [8]. Patowa sytuacja trwa od września 2017 roku i do tej pory żadne kluczowe decyzje na temat rozbudowy nie zostały podjęte. Jeśli nic się nie zmieni, to lotnisko nie będzie w stanie przyjąć dodatkowego ruchu lotniczego, który mógłby się przenieść do Modlina z powodu wyczerpującej się przepustowości Lotniska Chopina. Kolejnym problemem lotniska jest problematyczny dojazd z centrum Warszawy, który zazwyczaj zajmuje około godziny. Z powodu braku doprowadzenia kolei na lotnisko, pasażerowie dodatkowo zmuszeni są do przesiadki na stacji Modlin do autobusu,

który dowozi ich pod terminal. Jest to szczególnie uciążliwe dla osób z dużą ilością bagażu. Takich problemów skomunikowania z centrum Warszawy nie ma Lotnisko Chopina, gdzie można dotrzeć z centrum nawet w 20 minut (mając do dyspozycji bezpośredni pociąg, komunikację miejską oraz taksówki). Linie lotnicze mają jeszcze jeden mocny argument, który zniechęca je do latania z Modlina – brak odpowiedniego zaplecza technicznego (które znajduje się na Lotnisku Chopina). Wiele problemów, które na Lotnisku Chopina mogą być szybko rozwiązane (usunięcie usterki czy podmiana samolotu, załogi itp.), w Modlinie na chwilę obecną byłyby trudne do wykonania. Taki stan rzeczy sprawia, że nawet linie czarterowe niechętnie patrzą na przeniesienie swych lotów do Modlina.

Rozwiązania mające na celu zwiększenie przepustowości lotniska

Priorytetem jest rozbudowa terminala, tak aby lotnisko było zdolne obsługiwać co najmniej 6–7 milionów pasażerów rocznie. Wówczas Modlin stanie się dla części przewoźników dobrą alternatywą, ponieważ nie jest objęty nocnym zakazem lotów, a także innymi obostrzeniami antyhałasowymi. Jednak aby do tego doszło, konieczne jest porozumienie wszystkich udziałowców. Kolejnym etapem jest doprowadzenie linii kolejowej do terminala. Wyeliminuje to uciążliwe przesiadki do autobusów w końcowej fazie dojazdu na lotnisko w Modlinie. Rozbudowa infrastruktury kolejowej sprawi, iż kolej zaoferuje pasażerom prawdopodobnie atrakcyjniejszą ofertę przewozu z centrum Warszawy niż przewoźnicy autobusowi czy taksówki. Kolej nie będzie narażona na zatory uliczne, które często pojawiają się na wylocie z Warszawy, a także posiada większą zdolność przewozu pasażerów niż pozostałe środki transportu na tej trasie.

Idea budowy Centralnego Portu Komunikacyjnego (CPK)

Przyjrzyjmy się bliżej idei budowy CPK. Wiele ludzi zadaje sobie pytanie, czy zasadna jest budowa nowego lotniska. W przeszłości, zanim podjęto decyzję o budowie CPK, wykonano kilka koncepcji rozbudowy Lotniska Chopina. Zakładano, że potrzebny będzie nowy terminal oraz płyty postojowe dla samolotów. Krzyżujący się układ dwóch dróg startowych ma pewne wady, dlatego istniał także plan budowy trzeciej drogi startowej o kierunkach 15/33, położonej na południe od istniejącej, równoległej drogi startowej [9]. W planach budowy nowej drogi startowej była zachowana odległość wynosząca 1 035 m od osi tej już istniejącej, aby operacje lotnicze mogły się odbywać niezależnie [10]. Jednak plan skomplikował się po wybudowaniu Południowej Obwodnicy Warszawy (która przebiega w bliskim sąsiedztwie lotniska). W projekcie nowej drogi ostatecznie nie uwzględniono planów rozbudowy lotniska i nie zastosowano innego jej przebiegu, bądź wprowadzenia w tunel. Budowa nowego pasa jest teoretycznie nadal wykonalna, jednak wiązałaby się z dodatkowymi, dużymi nakładami finansowymi spowodowanymi zmianą przebiegu drogi S2. Oprócz rozbudowy infrastruktury, która przy zabezpieczonych środkach na jej

rozbudowę nie byłaby teoretycznie problemem, pojawia się także aspekt społeczny.

Warszawa cały czas rozbudowuje się, powstają nowe osiedla mieszkaniowe. Nasilający się ruch lotniczy powodowałby coraz większe niedogodności mieszkańców terenów w sąsiedztwie lotniska. Ograniczony pozostałby ruch samolotów w porze nocnej. Przy odpowiednio dużej godzinowej przepustowości lotniska, nie wpłynęłoby to na ruch pasażerski, takie ograniczenia jednak uderzają w przewoźników cargo, bowiem samoloty z towarem startują bądź lądują najczęściej wczesnym rankiem lub późnym wieczorem. Biorąc pod uwagę powyższe, oraz wiele innych uwarunkowań i problemów, podjęto decyzję o budowie zupełnie nowego portu lotniczego, który będzie wchodził w skład Centralnego Portu Komunikacyjnego. Dziś wiadomo, że lokalizacją nowego lotniska będzie gmina Baranów [2], oddalona około 40 km od centrum Warszawy. Zaletą nowego projektu jest z pewnością fakt, iż można zaprojektować infrastrukturę od zera, tak aby dopasować ją jak najlepiej do lokalnych uwarunkowań i prognoz ruchu lotniczego. Obszar poza miastem jest także mniej wrażliwy na hałas i związane z tym ograniczenia. Jednak w przypadku tak dużej inwestycji istnieje także ryzyko jej niepowodzenia na którymś etapie budowy. Wszelkie zawirowania i opóźnienia związane z budową mogą opóźnić oddanie nowego obiektu, a co za tym idzie komplikację ruchu lotniczego w Warszawie.

Budowa kolejnego lotniska mającego odciążać Lotnisko Chopina do czasu uruchomienia CPK

Przedsiębiorstwo Państwowe Porty Lotnicze zdaje sobie sprawę, że do czasu uruchomienia CPK minie co najmniej 10 lat. Aby odciążać Lotnisko Chopina, PPL rozważa uruchomienie kolejnego portu lotniczego w okolicach Warszawy, który mógłby przejąć część ruchu niskokosztowego oraz czarterowego z głównego stołecznego lotniska [11]. Naturalnym wydawałoby się, jest rozbudowa lotniska w Modlinie, jednak konflikt PPL-u z pozostałymi udziałowcami sprawił, że państwowa spółka zarządzająca m.in. Lotniskiem Chopina rozgląda się za inną lokalizacją nowego lotniska. W grudniu 2017 roku, PPL poinformowały, że są zainteresowane przejęciem od miasta lotnisko w Radomiu. Właśnie tam miałoby powstać zapasowe lotnisko dla Warszawy na czas budowy CPK. Jednak mimo wszystko, w mojej ocenie, należałoby rozbudować funkcjonujące już lotnisko w Modlinie, niż angażować więcej środków pieniężnych w rozbudowę lotniska w Radomiu, które na dodatek jest położone dużo dalej od Warszawy aniżeli Modlin.

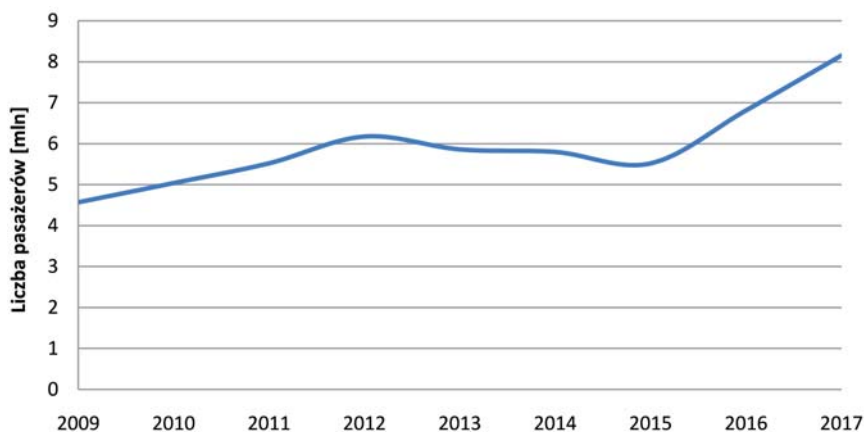
Rozwój PLL LOT a budowa Centralnego Portu Komunikacyjnego

Jeszcze w 2012 roku Polskie Linie Lotnicze LOT były w trudnej sytuacji finansowej. Przewoźnik otrzymał pomoc restruktu-

ryzacyjną od państwa w wysokości 527 mln złotych. Komisja Europejska zaakceptowała transakcję, jednak LOT na czas restrukturyzacji musiał ograniczyć swój udział w rynku i spowolnić rozwój [12]. Przewoźnik pełną swobodę rynkową uzyskał z początkiem 2016 roku. Od tego momentu LOT bardzo dynamicznie się rozwija (rys. 3). Otworzył szereg nowych połączeń, zarówno europejskich, jak i międzykontynentalnych. Porównując liczbę przewiezionych pasażerów w roku 2015 oraz 2017, widać wzrost o niemal 50%. Co więcej, przewoźnik zapowiada dalszy rozwój, w roku 2018 planuje przewieźć nawet 10 milionów pasażerów, a w roku 2020 deklaruje, iż będzie posiadał 16 samolotów szerokokadłubowych Boeing 787 *Dreamliner*.

Powstaje więc pytanie, w jaki sposób LOT ulokuje te samoloty na Lotnisku Chopina w Warszawie. Pewne jest, że musi powstać kolejna, trzecia już fala odlotów rejsów międzykontynentalnych. Nawet biorąc pod uwagę zwiększenie liczby stanowisk kontaktowych dla samolotów szerokokadłubowych, LOT może mieć problem, aby wszystkie swoje rejsy realizować w dwóch dotychczasowych falach. Pierwsza z nich, podstawowa, zaczyna się od 16:30 i trwa około godziny. Wtedy odlatują samoloty do Nowego Jorku, Newark, Chicago, Toronto, Seulu, Pekinu i Los Angeles. Druga fala, uzupełniająca, jest nieco wcześniej, pomiędzy godziną 12:00 i 13:00. Odlatują wówczas samoloty do Nowego Jorku, Los Angeles, Chicago i Toronto. Przepustowość fali popołudniowej jest wykorzystana właściwie w 100%, mniejszym obciążeniem terminala charakteryzuje się fala wcześniejsza. Niebawem LOT uruchomi połączenie do Singapuru, samolot z Lotniska Chopina będzie startował dopiero o godzinie 23:00. Eksperci przewidują, że być może kolejne dalekowschodnie kierunki będą właśnie odlatywać w godzinach późnowieczornych.

Loty międzykontynentalne to najbardziej prestiżowe rejsy w siatce każdego przewoźnika, jednak LOT najwięcej pasażerów przewozi na rejsach średniodystansowych realizowanych po Europie. Około 50% wszystkich pasażerów LOT-u, to pasażerowie transferowi. Oznacza to, że Warszawa jest tylko krótkim przystankiem w ich podróży. LOT może zaoferować atrakcyjne przesiadki, z krótkim czasem oczekiwania na kolejny lot. Aby taki efekt uzyskać, rozkład lotów przewoźnika ułożony jest w kilka fal przylotowo-odlotowych



Rys. 3. Liczba pasażerów PLL LOT w latach 2009–2017 [1]

w ciągu dnia. Takie rozwiązanie nie wykorzystuje w pełni przepustowości lotniska, bowiem w przeciągu godziny w Warszawie potrafi wylądować nawet do trzydziestu samolotów narodowego przewoźnika. Następnie po krótkiej przerwie samoloty odlatują do kolejnych miast w podobnej intensywności. Występują więc na przemian momenty intensywnego spiętrzenia ruchu lotniczego przeplatane ze znacznym zmniejszeniem liczby operacji. Przytoczony już wcześniej obecny limit 42 operacji lotniczych na godzinę powoli zaczyna być problemem. W roku 2017 zdarzały się momenty, gdzie była wykorzystana maksymalna przepustowość w godzinie (należy pamiętać, że na lotnisku oprócz LOT-u funkcjonują także inne linie lotnicze). Dalszy rozwój LOT-u po roku 2020 na Lotnisku Chopina może okazać się problematyczny z uwagi na wyczerpującą się przepustowość. To właśnie dzięki planowanemu zwiększeniu przepustowości lotniska do 50 operacji na godzinę, LOT ma możliwość dodania kolejnych lotów do swoich fal w rozkładzie. Gdy ta możliwość się wyczerpie, pozostanie jedynie rozłożenie danej fali w większym przedziale czasowym, co wydłuży czas przesiadek na lotnisku im. Fryderyka Chopina w Warszawie.

Trzeba pamiętać także o innych elementach, jak rozbudowa sortowni bagażu, zakup sprzętu do obsługi naziemnej samolotów oraz zwiększenie zatrudnienia pracowników obsługi naziemnej, tak aby nie powtórzyła się sytuacja z wakacyjnego szczytu przewozowego w 2017 roku, kiedy samoloty LOT-u nabierały dużych opóźnień z powodu powolnej obsługi na lotnisku macierzystym. Nieoficjalnie w branży lotniczej mówi się, że z powodu ograniczonej przepustowości Lotniska Chopina, od maja 2018 LOT zbazuje jedną maszynę Boeing 787 na lotnisku w Budapeszcie, skąd będzie wykonywał bezpośrednie loty do Nowego Jorku oraz Chicago. Zwiększeniu z jednego do dwóch tygodniowo ulegnie także częstotliwość rejsów z Krakowa do Chicago (kosztem jednego lotu tygodniowo mniej z Warszawy). Niebawem ruszą także cotygodniowe loty z Rzeszowa do Nowego Jorku. Jeśli LOT przez najbliższe lata utrzyma wysoką dynamikę rozwoju, a jego sytuacja finansowa będzie stabilna, to przewoźnikowi jak najbardziej przyda się nowe lotnisko, które zamierza zbudować rząd. Ważne, aby do tego czasu LOT zbudował silną i rozpoznawalną markę, w przeciwnym razie Centralny Port Komunikacyjny może świecić pustkami.

Podsumowanie

Plan budowy Centralnego Portu Komunikacyjnego przyjęty przez rząd wydaje się zasadny w aspekcie wyczerpującej się przepustowości Lotniska Chopina oraz prognoz dalszego wzrostu ruchu lotniczego na polskim niebie. Planowana na najbliższe lata rozbudowa największego lotniska w Polsce ma na celu jedynie zapewnić wymaganą minimalną przepustowość do czasu uruchomienia CPK. Następnie Lotnisko Chopina prawdopodobnie miałoby zostać zamknięte, a cały ruch lotniczy zostałby przeniesiony do Centralnego Portu Komunikacyjnego.

Budowa nowego lotniska jest kilkukrotnie bardziej kosztowna niż kompleksowa przebudowa Lotniska Chopina

(z dobudowaniem kolejnej drogi startowej i dodatkowego terminala do obsługi pasażerów). Jednak nadal Lotnisko Chopina będzie posiadać wiele obostrzeń z powodu bliskiego sąsiedztwa osiedli mieszkaniowych. Przeniesienie lotniska na tereny wiejskie zdejmie niemal wszystkie ograniczenia w rozwoju ruchu lotniczego, które obecnie ciąży nad Lotniskiem Chopina.

Od Redakcji:

W dniach 26-27 kwietnia 2018 r. na Politechnice Gdańskiej odbyło się II Trójmiejskie Ogólnopolskie Seminarium Transportowe (TOST PG), zorganizowane przez Koło Naukowe Inżynierii Drogowej i Kolejowej, którego celem była integracja ambitnych studentów i doktorantów kierunków związanych z transportem z całej Polski. Podczas dwóch dni obrad uczestnicy konferencji przedstawili swoje prace, którymi zajmują się w ramach prac dyplomowych, projektów lub prywatnych zainteresowań. Artykuł opracowano na podstawie materiałów prezentowanych w trakcie konferencji TOST PG. Był to jeden z czterech nagrodzonych projektów. W porozumieniu z Komitetem organizacyjnym TOST PG, Redakcja „Drogownictwa” publikuje opracowane na podstawie prac konferencyjnych artykuły celem wspierania i promocji Wyróżnionych Studentów i Doktorantów.

Bibliografia

- [1] Urząd Lotnictwa Cywilnego, Statystyki i analizy rynku transportu lotniczego (<http://www.ulc.gov.pl/pl/regulacja-ryнку/statystyki-i-analizy-ryнку-transportu-lotniczego>) [data dostępu: 12.03.2018].
- [2] Uchwała nr 173/2017 Rady Ministrów z dnia 7 listopada 2017 r. w sprawie przyjęcia koncepcji przygotowania i realizacji inwestycji Port Solidarność – Centralny Port Komunikacyjny dla Rzeczypospolitej Polskiej.
- [3] Strona internetowa Lotniska Chopina (<https://www.lotnisko-chopina.pl>) [data dostępu: 12.03.2018]
- [4] <http://www.rp.pl/Linie-lotnicze-i-lotniska/309199944-Szpikowski-Wiemy-jak-zwiekszy-c-przepustowosc-Lotniska-Chopina.html> [data dostępu 12.03.2018]
- [5] <https://www.lotnisko-chopina.pl/pl/aktualnosci-i-wydarzenia/0/635/szczegoly.html> [data dostępu 12.03.2018]
- [6] <http://www.pasazer.com/news/37451/lotnisko,chopina,rozbuduje,terminal.html> [data dostępu 12.03.2018]
- [7] Strona internetowa lotniska w Modlinie (<https://www.modlinairport.pl/>) [data dostępu 12.03.2018]
- [8] <http://www.pasazer.com/news/36050/ppl,blokuje,rozbudowe,modlina.html> [data dostępu 12.03.2018]
- [9] <http://www.polconsult.pl/index.php?mact=Gallery,m6e73e,default,1&m6e73edir=LOTNISKA%2FLOTNISKO-WARSZAWA-OKECIE&m6e73ereturnid=17&page=17> [data dostępu 12.03.2018]
- [10] Rozporządzenie Ministra Transportu i Gospodarki Morskiej z dnia 31 sierpnia 1998 r. w sprawie przepisów techniczno-budowlanych dla lotnisk cywilnych.
- [11] <https://businessinsider.com.pl/firmy/zarzadzanie/budowa-trzeciego-lotniska-dla-warszawy-oprocz-cpk-i-modlina/58prm2m> [data dostępu 12.03.2018]
- [12] <https://www.money.pl/gospodarka/wiadomosci/arttykul/lot-zawieszona-polaczenia-tego-chce-komisja,189,0,1815485.html> [data dostępu 12.03.2018]