

# Zalety groovingu drogi startowej

Philip Zuzelo

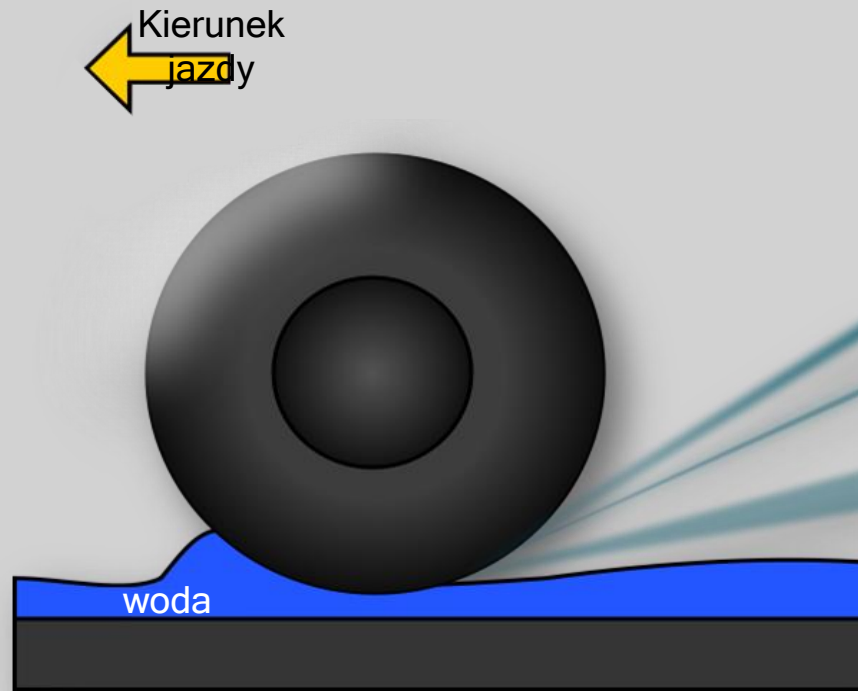


Instytut Techniczny Wojsk Lotniczych  
Warszawa



# Co to jest hydroplaning?

*Opana napotyka wodę w ilości większej, niż jest w stanie odprowadzić*



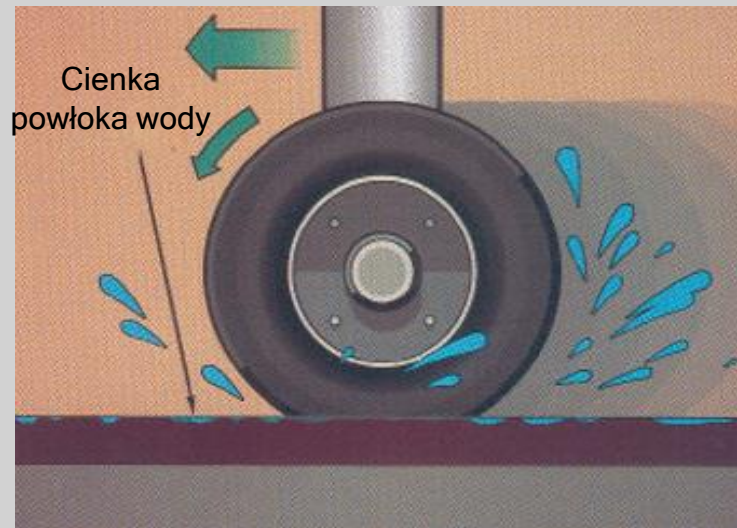
# Rodzaje hydroplaningu

1. Lepki - powłoka wody tylko 0.25 mm!
2. Gdy poślizg spowodowany jest blokadą kół - „opona/para”
3. Dynamiczny - zwykle powłoka wody 2.5 mm lub więcej



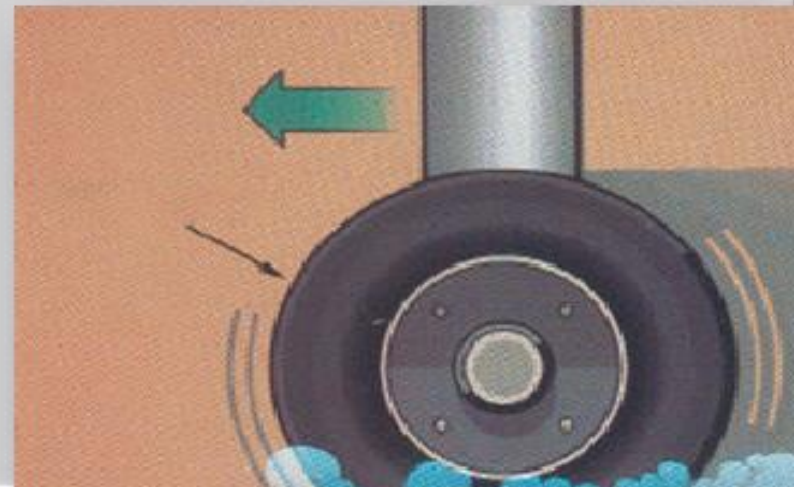
# Hydroplaning lepki

- Wynika z lepkości wody
- Powłoka wody tylko 0.25 mm
- Może powstawać przy niskich prędkościach na gładkich nawierzchniach



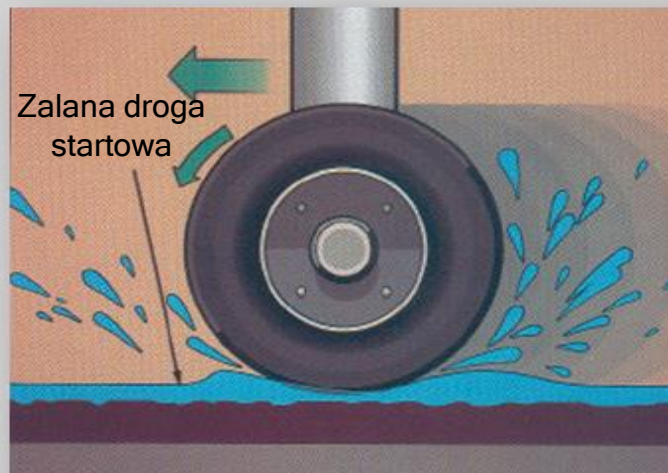
# Hydroplaning „opona/para”

- Występuje podczas ostrego hamowania
- Nawet przy cienkiej powłoce wody
- Poślizg wytwarza ciepło, które przekształca wodę w parę
- Często wspólnie z hydroplaningiem lepkiem



# Hydroplaning dynamiczny

- Wynika z wielu czynników
- Występuje przy stosunkowo dużych prędkościach
- Siła wygenerowana przez ciśnienie wody jest równa wadze samolotu





# Co wpływa na hydroplaning

- Ciśnienie w oponach
- Grubość powłoki wodnej
- Gęstość i lepkość powłoki wodnej
- Tekstura nawierzchni DS
- Rodzaj i głębokość bieżnika opony
- Szybkość samolotu

# Konsekwencje Hydroplaningu

- Dłuższa droga hamowania -40% lub więcej
- Większa podatność na podmuchy boczne
- Utrata kontroli kierunkowej
- Większa zależność od ciągu wstecznego przy hamowaniu



# Zalety Groovingu (Rowkowania)

- Redukcja hydroplaningu
- Skrócenie drogi hamowania
- Ogromna poprawa bezpieczeństwa



# Co to jest rowkowanie drogi startowej?

*Wykonywanie poprzecznie do kierunku  
jazdy*

Wymiary rowków-FAA Standard:

6 mm szerokości x 6 mm głębokości x 38 mm c-t-c

Standard GB i Australia:

4 mm szerokość x 4 mm głębokość x 25 mm c-t-c



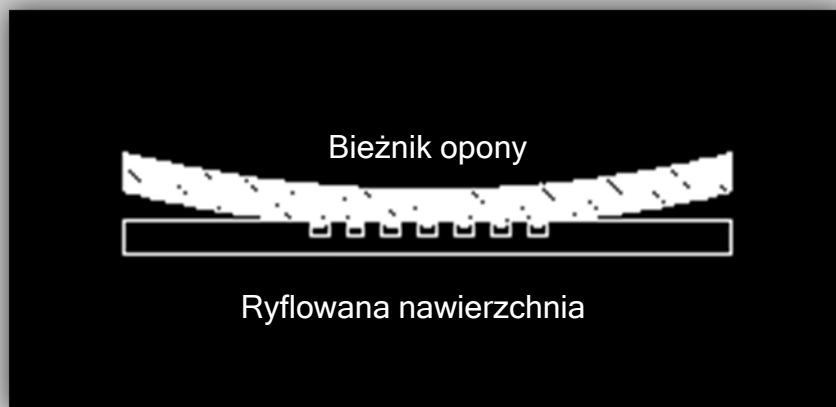
# Wpływ rowkowania na hamowanie i hydroplaning

- Rowki tworzą kanały odprowadzające wodę
- Poprawa współczynnika tarcia w warunkach mokrych
- Przywrócenie właściwych współczynników tarcia na nawierzchniach mokrych - prawie takie parametry jak na nawierzchniach suchych



# Inne zalety rowkowania

- Poprawa eliminacji stojącej wody/drenaż pasa startowego
- Skrócenie drogi hamowania







Ryflowany i nieryflowany pas startowy po burzy .



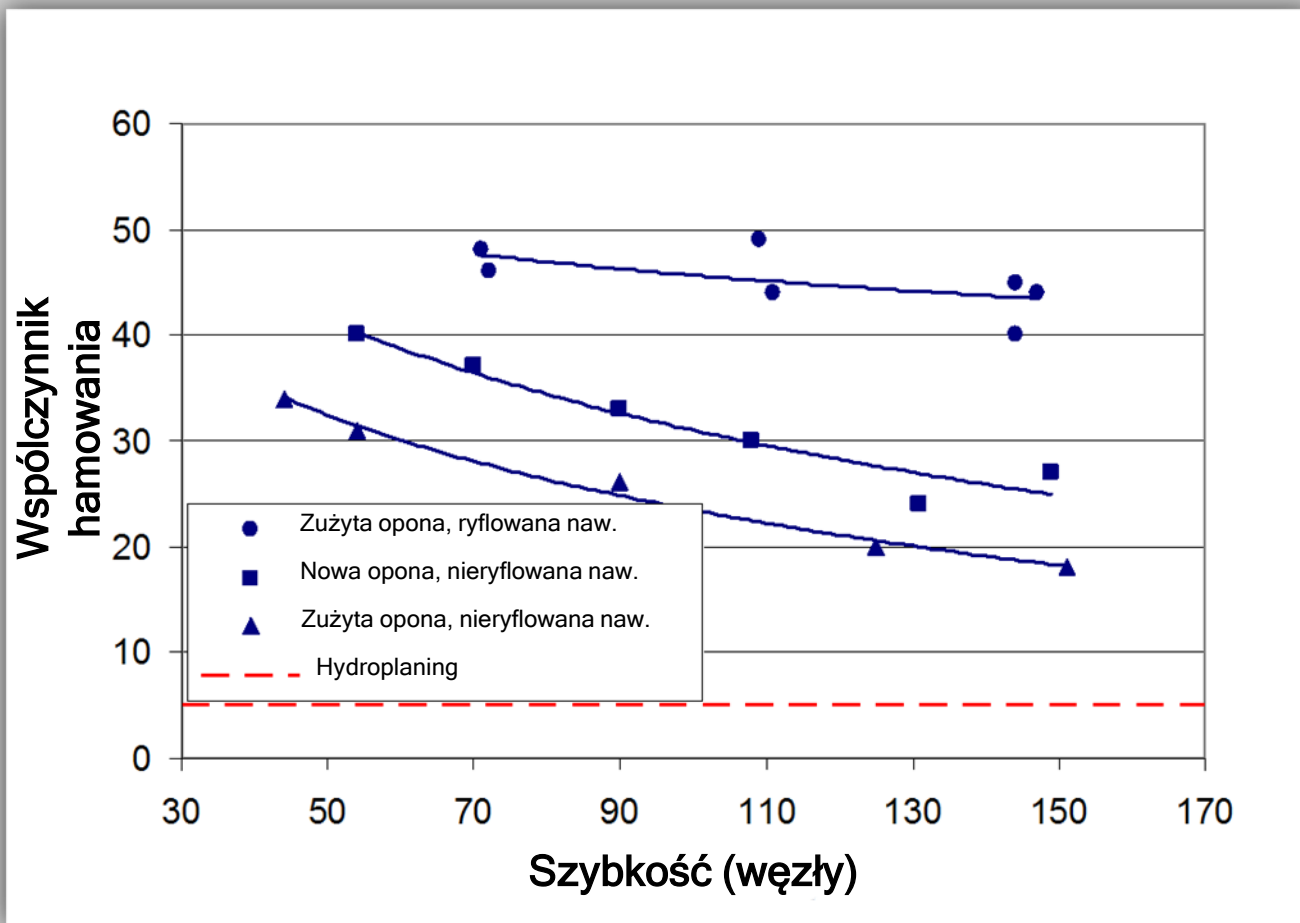


# Runway Grooving

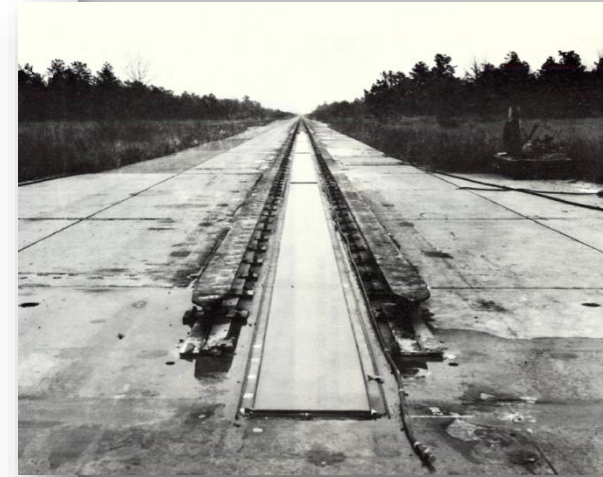
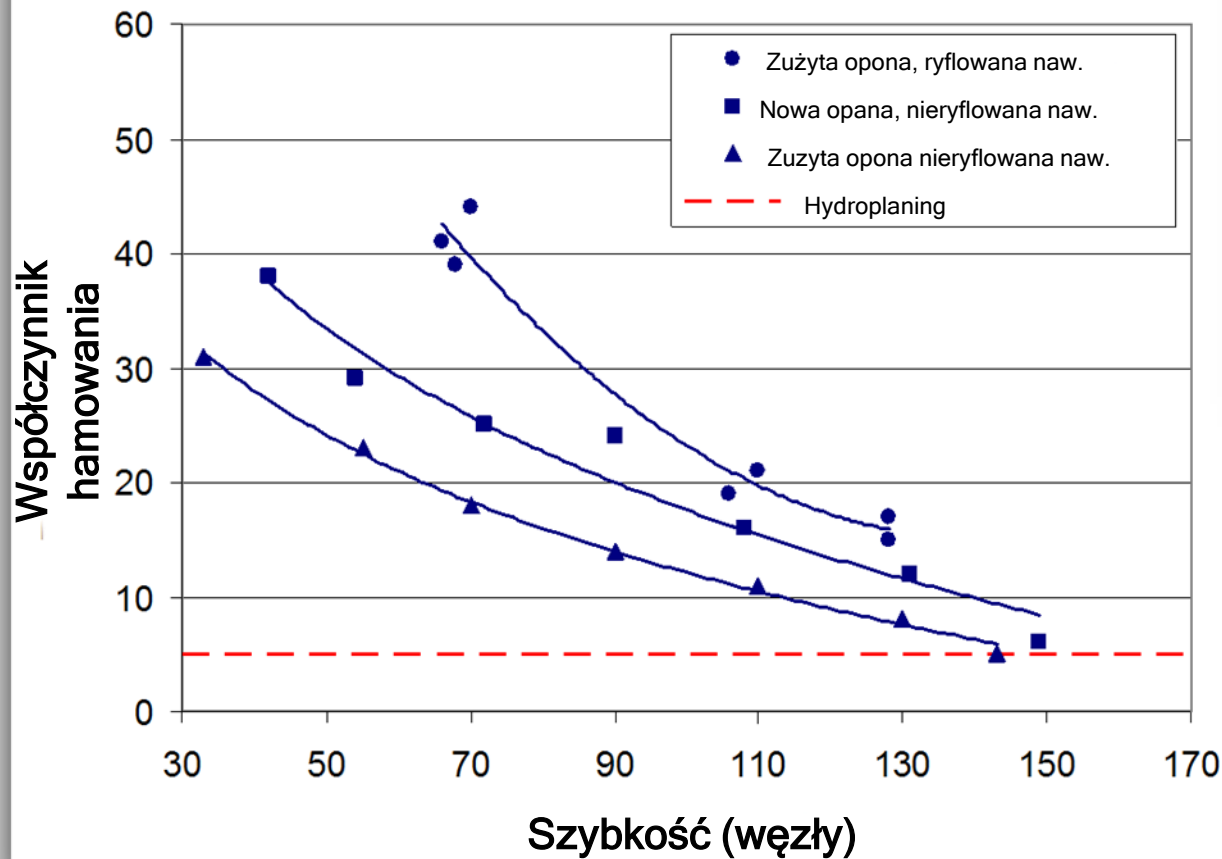
Na rowkowanych nawierzchniach mokrych, całkowicie zużyte opony samolotu hamują lepiej niż nowe opony na nawierzchniach nierowkowanych .



# Hamowanie na mokrej nawierzchni asfaltowej – dane NASA (0.0 mm wody stojącej)

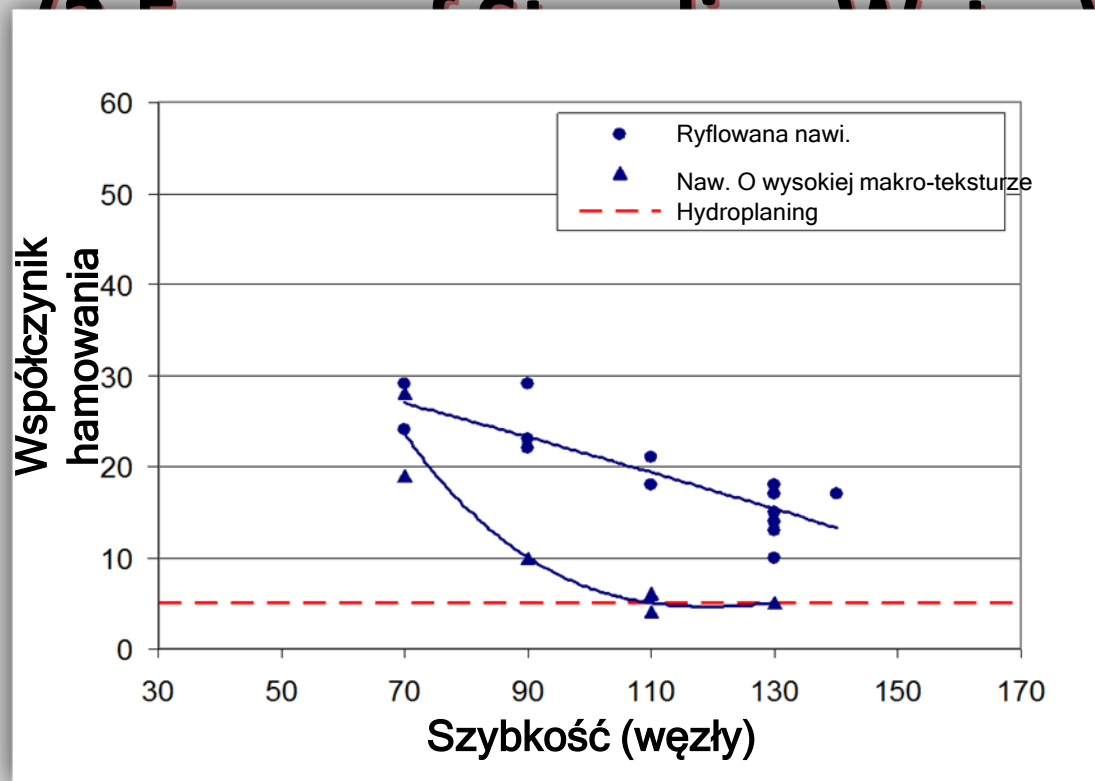


# Hamowanie na nawierzchni asfaltowej – 2.5 mm wody stojącej . Dane NASA



# Membrana Standardowa vs. Wysoka

## Nowa opona na nawierzchni ze stojącą wodą – 2.5 mm, Dane NASA



# Podsumowanie- zalety Groovingu

- Wzrost współczynnika tarcia na powierzchni pasa
- Skrócenie drogi hamowania na powierzchniach suchych i mokrych
- Praktycznie hydroplaning jest wyeliminowany





# Zabieg GROOVINGU



- Typowe wymiary: 6 mm szer x 6 mm głęboki x 38 mm c-t-c
- Grooving kończymy 3 m od krawędzi pasa
- Wykonywany poprzecznie
- Wykonywany w dzień lub w nocy



# Co kształtuje cenę groovingu?

- Rodzaj nawierzchni: asfalt lub beton
- Typ i wielkość kruszywa na nawierzchni (wapień, granit, bazalt lub inne)
- Wiek i stan nawierzchni
- Termin wykonania prac
- Wielkość projektu
- Sposób zagospodarowania odpadów
- Uwarunkowania lokalne (koszty paliwa, koszty mobilizacji itp..)



# Orientacyjna wydajność maszyn



- BETON - około 150 m<sup>2</sup> do 280 m<sup>2</sup> na godz.
- ASFALT - około 230 m<sup>2</sup> do 420 m<sup>2</sup> na godz.



# Dlaczego GROOVING

- Historia wypadków lotniczych na świecie spowodowanych przez hydroplaning
- Częstotliwość I intensywność opadów
- Poprzeczne i podłużne spadki, zapadnięcia i inne nieregularności tekstury nawierzchni wpływające na odprowadzenie wody
- Jakość tekstury nawierzchni i mająca wpływ na poślizg w warunkach suchych i mokrych, takie jak:
  - - wymywanie/polerowanie kruszywa
  - - niewłaściwe uszczelnienie
  - - nieodpowiednia mikro lub makrotekstura
  - - gromadzenie się zanieczyszczeń (zagumienie, ziemia, śnieg, lód)



# PRZYŁAD: DS. 07-25, LOTNISKO W OTTAWIE

## Parametry przed rekonstrukcją

- Operatorem lotniska jest Ottawa International Airport Authority.
- 3 drogi startowe: 07-25, 14-32 i 04-22.
- DS 07-25 jest podstawowa.
- Długość 2430 m x 60 m szerokości, nawierzchnia asfaltowa. Spadek podłużny  $<1\%$  na całej długości DS.





# Ottawa Airport – dlaczego grooving?

- W Kanadzie nie ma wymogu wykonywania groovingu na drogach startowych.
- W Kanadzie grooving wykonywany jest na zlecenie poszczególnych lotnisk w celu poprawy bezpieczeństwa, eliminacji hydroplaningu i skrócenia drogi hamowania.



# Droga startowa 07-25 Ottawa

- Na długości 1830 m korona przesunięta w lewo od osi. 75% nachylenie po prawej stronie drogi.
- Podczas opadów od kwietnia do września wiatr głównie z pd. - zach. Kierunek przeciwny do nachylenia w wyniku czego gromadziły się duże ilości wody a jej odprowadzenie było bardzo powolne.



# Ottawa DS 07-25

## Wypadki

17 luty, 2008, a WestJet Boeing 737 z Calgary International Airport opuścił pas krótko po wylądowaniu.



# Ottawa (YOW) Droga Startowa 07-25

## Wypadki

16.06. 2010, United Express Flight 8050, an Embraer ERJ-145 (N847HK) linii Trans States Airlines, nie wyhamował na pasie I uległ znacznemu uszkodzeniu.



# Ottawa (YOW) Droga Startowa 07-25

## Wnioski

### Urząd Bezpieczeństwa Transportu (TSB)

- Raport końcowy na temat przekroczenia granicy pasa podczas lądowania przez the United Express/Trans States Airline 16.06. 2010.
- Akumulacja wody deszczowej na DS 07-25 z powodu podmuchów bocznych i konstrukcji nachylenia spowodowała znaczny spadek tarcia.





# OTTAWA (YOW) DS 07-25

## CO WYKONANO?

- W 2012, wykonano całkowitą rekonstrukcję DS 07-25, a
- w tym:
- Dostosowanie standardów bezpieczeństwa do wymogów FAA and ICAO - prace dostosowawcze
- Zmiana profilu drogi startowej,
- Po 28 dniach; DS 07-25 poddana w całości groovingowi w 2013 wg standardów FAA i Transport Canada Advisory Circular.



# Ottawa YOW DS 07-25

## Efekty

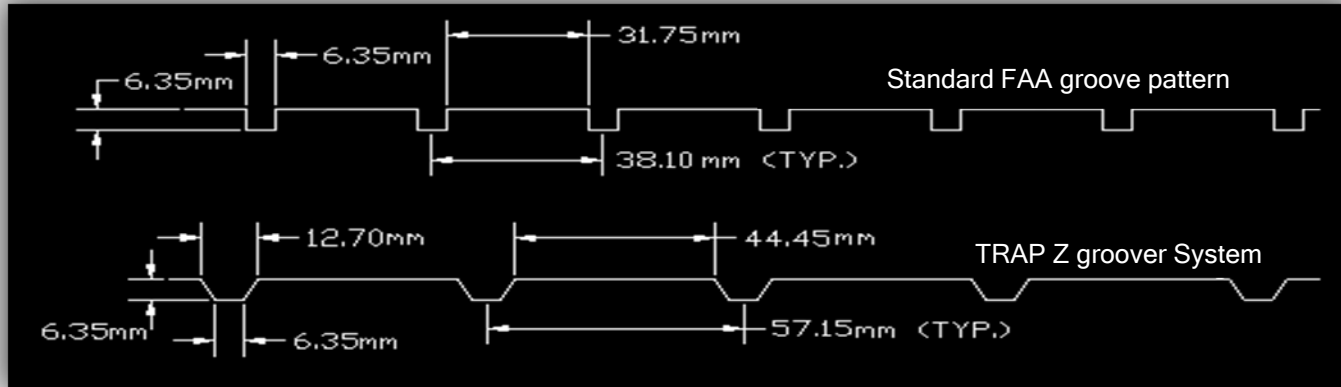
- Wykonano grooving na 182,880 m<sup>2</sup> w 8 dni !
- Pomiar odpływu wody z poziomu 7-20 sekund na nawierzchni nieryflowanej spadły do 2-3 sekund na nawierzchni ryflowanej.
- Po rocznej obserwacji Zarząd lotniska zdecydował o wykonaniu groovingu na innej DS 14-32 (3048 metrów x 60 metrów)



# Ottawa YOW DS 07-25 Zaraz po ulewnej burzy



# Grooving Trapezoidalny



# Grooving Trapezoidal vs. Grooving Standardowy

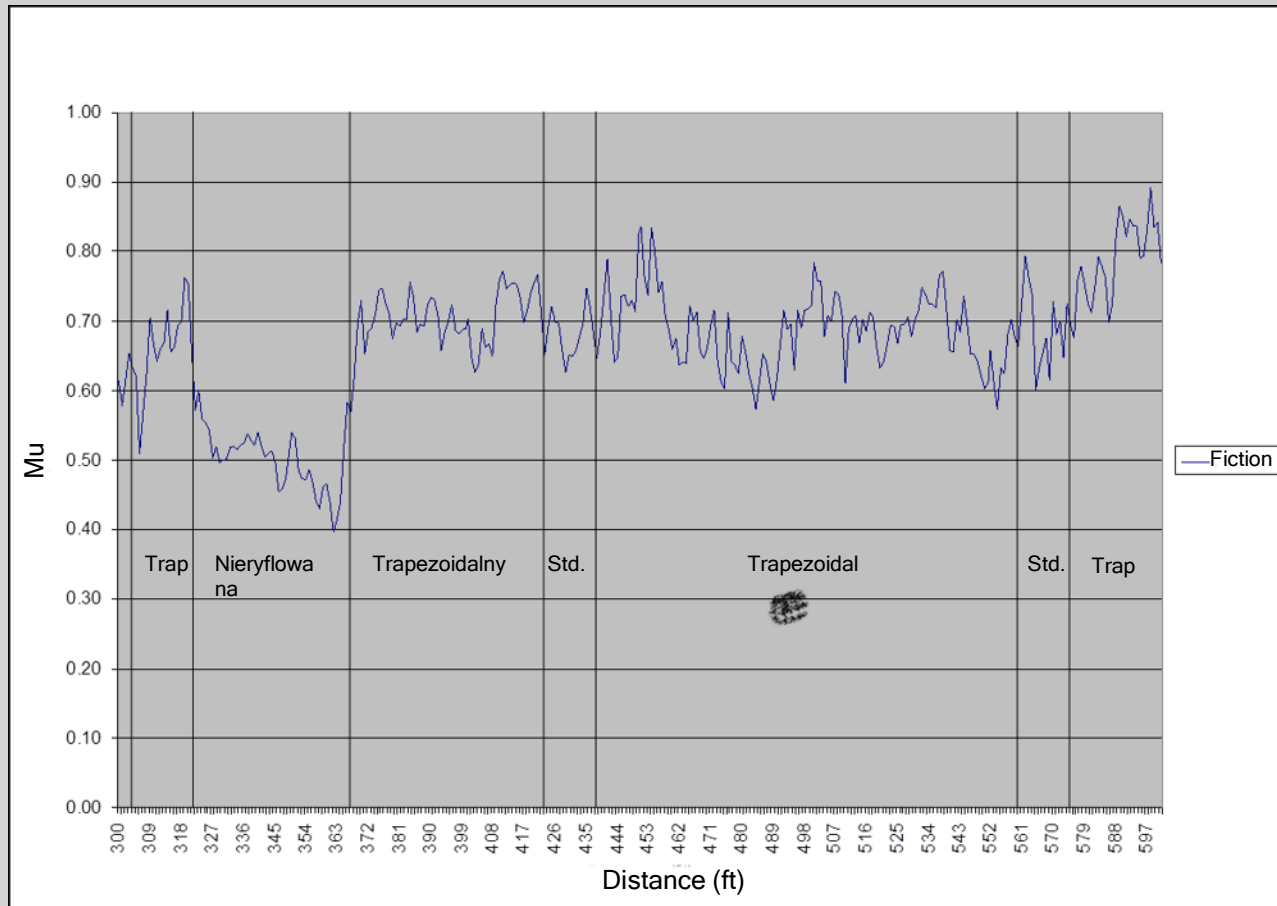
- Porównywalny współczynnik tarcia
- Duża redukcja zużycia opon
- Zmniejszenie zagumienia pasa
  
- Zwiększenie żywotności nawierzchni
- Ograniczenie zamykania się rowków, brak pęknięć na krawędziach
- Doskonałe odprowadzenie wody - aż o 87 % lepsze od rowka standardowego !!!





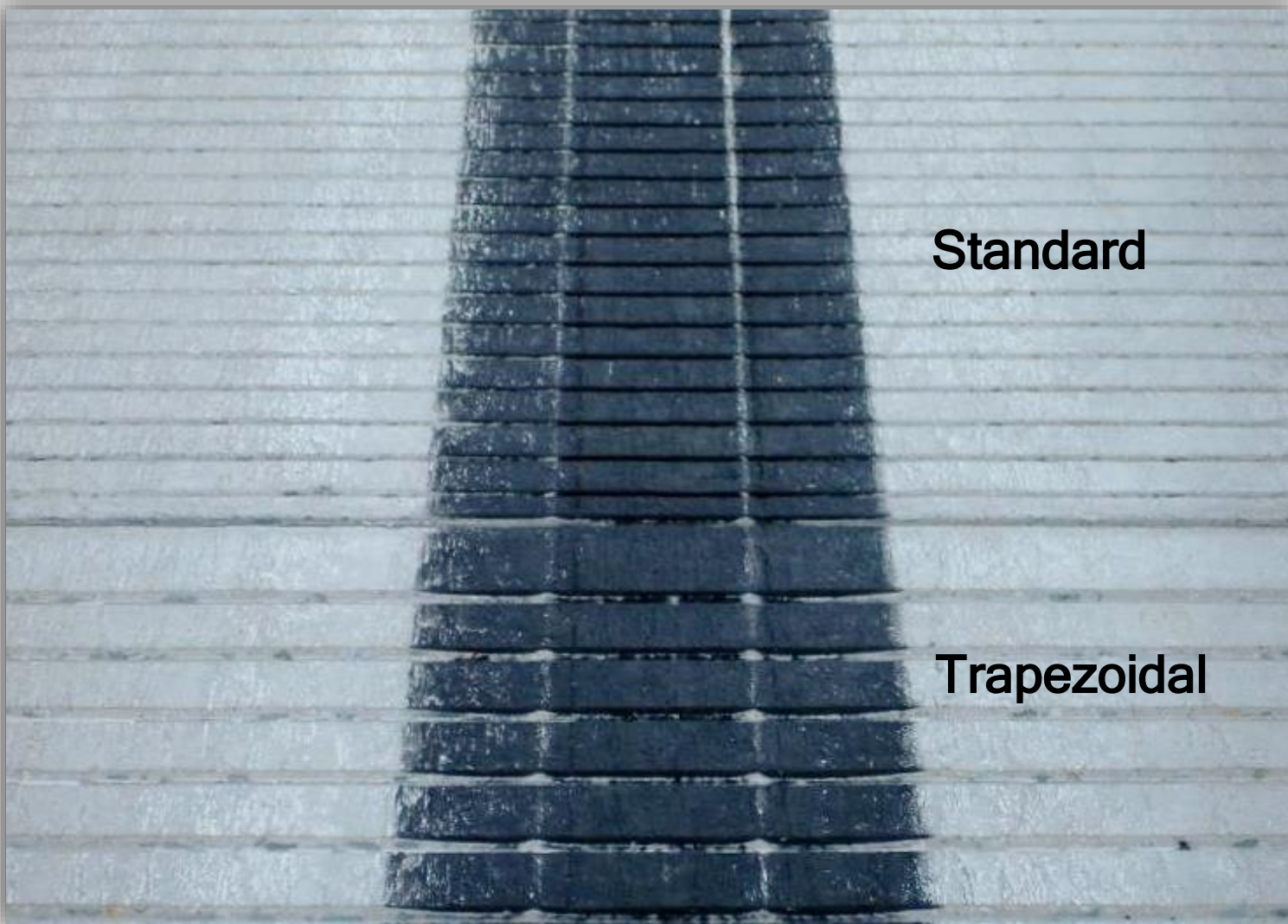
# Porównywalny współczynnik trucia

## Trapezoidalny vs. Standardowy Grooving



# Zmniejszenie zużycia opny

# Zmniejszone zagumienie



Standard

Trapezoidal

# Zmniejszone zużycie opony

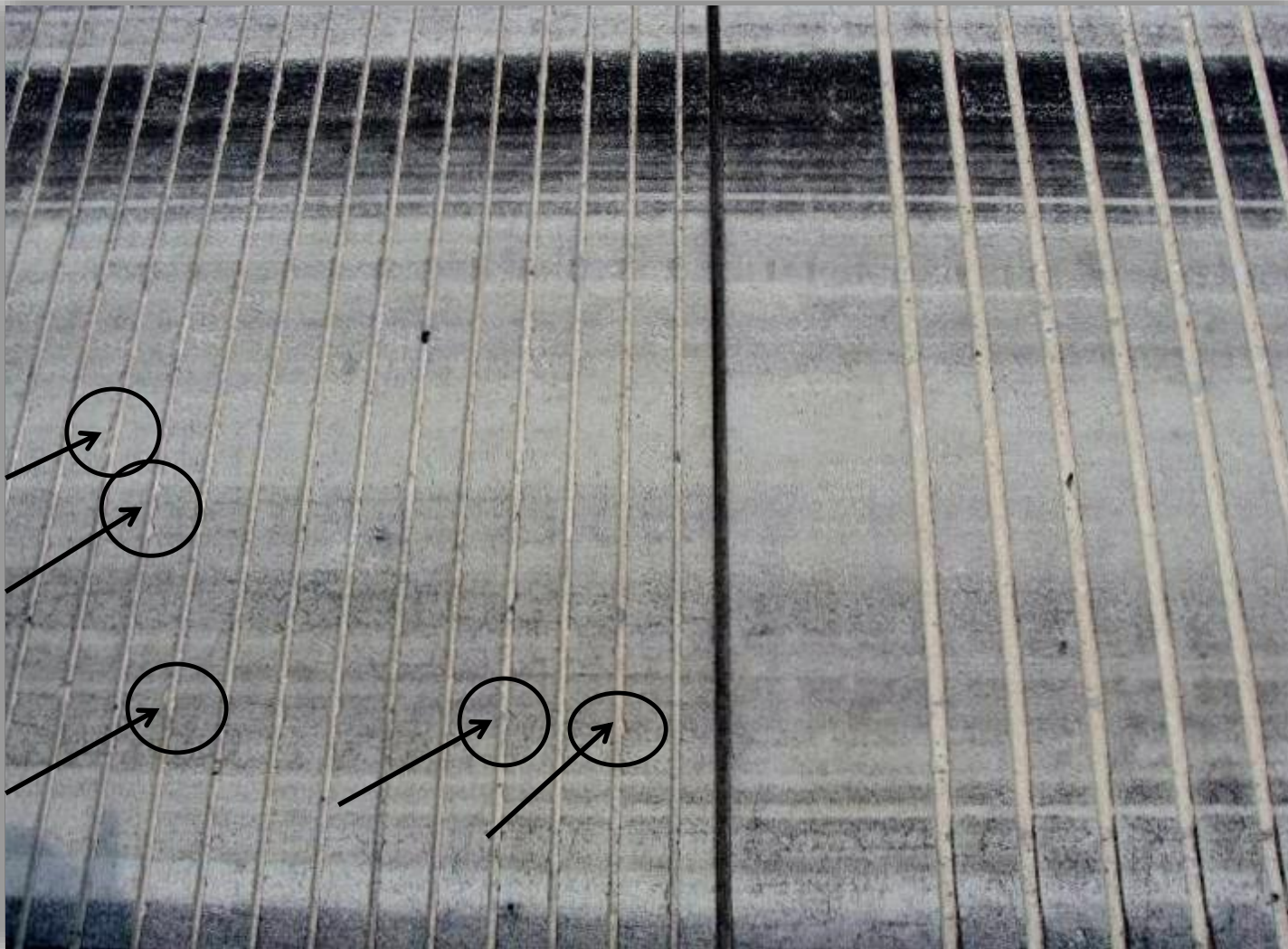
# Zmniejszone zagumienie



Wyraźna różnica w zagumieniu



# Mniejsze wykruszanie betonu w rowkach



Zniszczone krawędzie rowków standardowych;  
Brak uszkodzeń na krawędziach rowków

## Ograniczone zamykanie rowków na nawierzchni asfaltowej



Notice Closure of Standard Grooves Trap closed slightly, but still maintained 'open' shape.

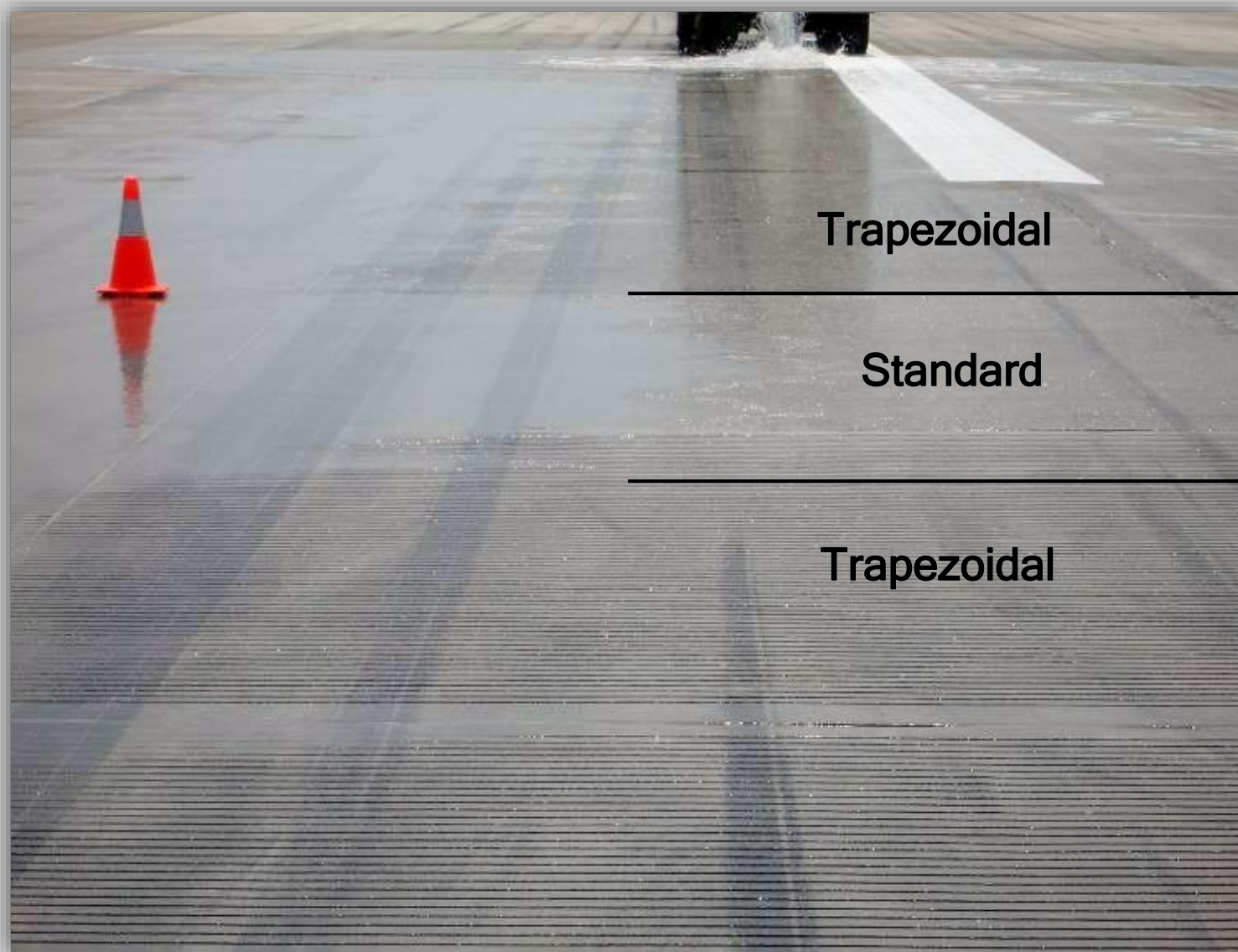




# Znakomite odprowadzenie wody



# Znakomite odprowadzenie wody



Trapezoidal

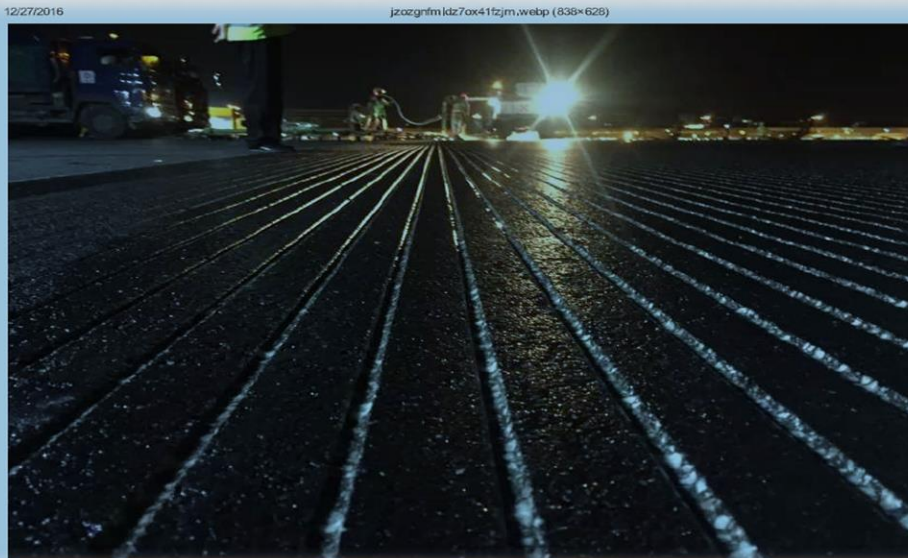
Standard

Trapezoidal



# CHANGI AIRPORT POPRAWA BEZPIECZEŃSTWA LOTNISKA PIOERWSZY W AZJI GROOVING TRAPEZOIDALNY MATERIAŁY PRASOWE • OCT 04, 2016 17:00 SGT

[HTTP://WWW.CHANGIAIRPORT.COM/CORPORATE/MEDIA-CENTRE/NEWSROOM.HTML#/PRESSRELEASES/CHANGI-AIRPORT-ENHANCES-SAFETY-AND-PRODUCTIVITY-WITH-ASIAs-FIRST-TRAPEZOIDAL-GROOVED-RUNWAY-1588897](http://www.changiairport.com/corporate/media-centre/newsroom.html#/pressreleases/changi-airport-enhances-safety-and-productivity-with-asias-first-trapezoidal-grooved-runway-1588897)



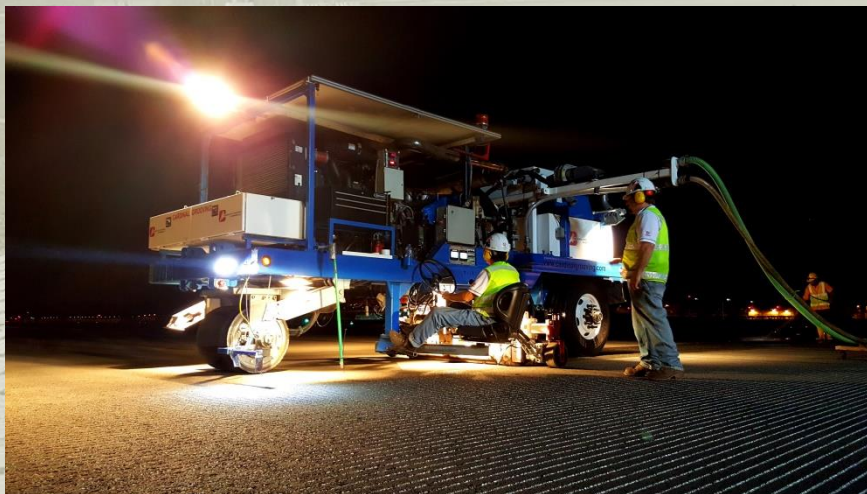
Trapezoidalne rowkowanie CHANGI AIRPORT

**SINGAPORE, 29 Sep 2016** – poprawa bezpieczeństwa dzięki rowkom trapezoidalnym na jednym z najbardziej obciążonych lotnisk świata





# Grooving drogi startowej #1 – Changi Airport



- Changi uznawane za jedno z największych lotnisk świata
- Runway 1 Trapezoidalne rowkowanie (4000m x 54m)

- Godziny pracy tylko 5 godzin na noc x 2 noce na tydzień
- Nowa, budowana DS. 3 (4000m x 54m) będzie Trapezoidalnie Rowkowana wlcie2017



# Cardinal International Grooving and Grinding LLC

- Firma założona w roku 1959
- Ponad 60 patentów w dziedzinie in the Field of Groovingu i cięcia betonu, w tym
- Trapezoidalny Grooving
- Pionierski grooving z NASA
- Szerokość cięcia maszyn od 0.9 m do 2.9 m
- Grooving na kilkudziesięciu lotniskach NATO (F-16, F-22, F-35) !!!
- Rowkowanie na 80 lotniskach rocznie. Nr 1 na świecie.





**Wegarten Construction – Europejski**  
**przedstawiciel Cardinal**  
**[www.wegarten.com](http://www.wegarten.com)**

