

แนวทางการบำรุงรักษาพื้นที่ผิวทางสัญจรอากาศยานของสนามบิน

A GUIDELINE FOR MAINTENANCE MOVEMENT AREA OF AIRPORT



KMITL-2021-EN-M-127-010

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# A GUIDELINE FOR MAINTENANCE MOVEMENT AREA OF AIRPORT



AN INDEPENDENT STUDY SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT  
OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF  
MASTER OF ENGINEERING IN CONSTRUCTION MANAGEMENT AND

ENVIRONMENTAL ENGINEERING

SCHOOL OF ENGINEERING

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

2021

KMITL-2020-EN-M-127-010

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



COPYRIGHT 2021

SCHOOL OF ENGINEERING

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อการค้นคว้าอิสระ	แนวทางการบำรุงรักษาพื้นที่ผิวทางสัญญาณอากาศยานของสนามบิน
นักศึกษา	นายณัฐวัฒน์ กิจการนันทศรี
รหัสนักศึกษา	61601053
ปริญญา	วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชา	วิศวกรรมก่อสร้างการจัดการและสิ่งแวดล้อม
พ.ศ.	2564
อาจารย์ที่ปรึกษาการค้นคว้าอิสระ	รศ.ดร.จักรพงษ์ พงษ์เพ็ง

### บทคัดย่อ

แนวทางการบำรุงรักษาพื้นที่ผิวทางสัญญาณอากาศยานของสนามบินสามารถนำไปเป็นแนวทางในการบำรุงรักษา หรือพัฒนาเป็นคู่มือบำรุงรักษาท่าอากาศยาน หรือจัดทำแผนเพื่อใช้ในการบำรุงรักษาพื้นที่ผิวทางสัญญาณอากาศยานของสนามบินโดยเฉพาะสนามบินในประเทศไทย แต่จากการทบทวนวรรณกรรมพบว่า นักวิจัยแต่ละท่านหรือองค์กรแต่ละแห่งได้มีการศึกษาการบำรุงรักษาพื้นที่ผิวสนามบิน ในด้านต่างๆ ที่แตกต่างกันออกไปสะท้อนให้เห็นว่ายังไม่มีการรวบรวมแนวทาง วิธีการในการบำรุงรักษาที่ชัดเจนสำหรับการบำรุงรักษาพื้นที่ผิวสนามบิน โดยเฉพาะการบำรุงรักษาในเชิงป้องกัน ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อรวบรวมแนวทาง หลักการและวิธีการดำเนินการในด้านต่างๆ ที่มีความสำคัญต่อการบำรุงรักษาพื้นที่ผิวทางสนามบินในเชิงป้องกัน เพื่อให้สามารถนำมาประยุกต์ใช้งานได้จริงและสามารถพัฒนาเป็นแผนการบำรุงรักษาหรือคู่มือในการบำรุงรักษาต่อไป งานวิจัยนี้ใช้วิธีการวิจัยเชิงคุณภาพด้วยการศึกษาเอกสาร ประสพการณ์ในการทำงานด้านการบำรุงรักษาพื้นที่ผิวทางสัญญาณอากาศยานของผู้เขียนและสัมภาษณ์เชิงลึกกับผู้มีประสบการณ์ในการบำรุงรักษาพื้นที่ผิวทางสนามบิน แล้วนำข้อมูลที่ได้ทำการตรวจสอบโดยวิธีการตรวจสอบสามเส้าด้านข้อมูล หลังจากนั้นนำข้อมูลมาวิเคราะห์ข้อมูลโดยการวิเคราะห์แบบอุปนัย การวิเคราะห์จำแนกข้อมูล การวิเคราะห์เปรียบเทียบข้อมูลและการวิเคราะห์ส่วนประกอบของข้อมูล ซึ่งผลที่ได้สามารถคือแนวทางการบำรุงรักษาโดยแบ่งการบำรุงรักษาพื้นผิวได้เป็น 4 ด้านหลักคือ (1) ความเสียหายของพื้นผิวทาง (2) โครงสร้างของพื้นผิวทาง (3) ความผิดของพื้นผิวทาง และ (4) ความขรุขระของพื้นผิวทาง ซึ่งการบำรุงรักษาที่ได้สามารถใช้เป็นแนวทางให้ผู้ปฏิบัติงานเข้าใจหลักการ และวิธีการดำเนินงานที่มีความสำคัญต่อการบำรุงรักษาพื้นที่ผิวทางสัญญาณอากาศยานของสนามบิน และสามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้กับทุกสนามบินในประเทศไทย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

<b>Thesis Title</b>	A guideline for maintenance movement areas of airport
<b>Student</b>	Mr. Nateepat Kijkarnnantasri
<b>Student ID.</b>	61601053
<b>Degree</b>	Master of Engineering
<b>Program</b>	Construction Engineering and Management
<b>Year</b>	2021
<b>Advisor</b>	Assoc. Prof. Dr. Jakrapong Pongpeng

## ABSTRACT

A guideline for maintenance movement areas can be applied to maintenance airport, improve maintenance plan or manual of airport, particularly the airport in Thailand. However, a literature review shows that researchers and organizations have studied different part of airport pavement maintenance, reflecting a lack of complied preventive maintenance of airport movement areas. Thus, this research was aimed to compile approaches, principles, and methods for preventive maintenance of airport pavement, which can be applied to real work and can develop maintenance plan and a maintenance manual of airport. The research used a qualitative method via document study and in-depth interview with experienced people in airport maintenance. Then, the data were examined by data triangulation. After that, the data were analyzed by analytic induction, typological and component analyses, which can be guideline of these pavement maintenances into 4 parts: (1) pavement distress, (2) pavement structure, (3) pavement roughness, and (4) pavement friction. The findings can be used as a guideline that helps practitioners more understand principles and operational methods of pavement maintenances for movement areas of airports. The guideline can also be applied for maintaining movement areas of other airport in Thailand.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 II  
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## กิตติกรรมประกาศ

การค้นคว้าอิสระเล่มนี้สำเร็จได้ด้วยความกรุณาจาก รศ.ดร.จักรพงษ์ พงษ์เพ็ง อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่ท่านได้ให้ความช่วยเหลือให้คำแนะนำและแนวทางการแก้ปัญหา ซึ่งถือว่เป็นสิ่งที่มีความค่าที่ข้าพเจ้าได้รับตลอดการทำงานวิจัยนี้

ขอขอบพระคุณคณาจารย์ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ทุกท่านที่ได้ประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้และถ่ายทอดประสบการณ์ที่ดีให้แก่ข้าพเจ้า

ขอขอบคุณ ส่วนสนามบิน ฝ่ายสนามบินและอาคาร ท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ ที่ให้คำแนะนำและแหล่งข้อมูลในการศึกษาค้นคว้าในครั้งนี้ และขอขอบคุณผู้ให้สัมภาษณ์ทุกท่านที่ให้ความอนุเคราะห์ในการให้ข้อมูลที่เกี่ยวข้องในการศึกษาค้นคว้า

สุดท้ายนี้ข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณ บิดา มารดาของข้าพเจ้าซึ่งช่วยเป็นกำลังใจและให้การสนับสนุนด้านการศึกษาของข้าพเจ้ามาโดยตลอด ทำให้ข้าพเจ้าสามารถทำการค้นคว้าอิสระเล่มนี้สำเร็จลุล่วงไปได้

สำหรับคุณค่าและประโยชน์อันพึงได้จากวิทยานิพนธ์เล่มนี้ ข้าพเจ้าขอมอบแด่ผู้มีพระคุณทุกท่านซึ่งเป็นที่รักและเคารพยิ่ง

ณัฐพัฒน์ กิจการนันทศรี

# สารบัญ

เรื่อง	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	II
กิตติกรรมประกาศ	III
สารบัญ	IV
สารบัญตาราง	VI
สารบัญรูป	VII
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ	1
1.2 ปัญหา	2
1.3 วัตถุประสงค์	2
1.4 ขอบเขตการศึกษา	2
1.5 ขั้นตอนการวิจัย	3
1.6 ผลที่คาดว่าจะได้รับ	3
1.7 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	3
บทที่ 2 การทบทวนวรรณกรรม	4
2.1 บทนำ	4
2.2 พระราชบัญญัติการเดินอากาศ	4
2.3 ความหมายของพื้นที่ผิวทางสัญจรอากาศยาน	6
2.4 แนวคิดเกี่ยวกับการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน	9
2.5 ระบบสัมประสิทธิ์ ACN/PCN	11
2.6 ประกาศนักบิน (Notice to Airmen หรือ NOTAM)	13
2.7 การประเมินความเสียหายของพื้นผิว	13
2.8 การประเมินโครงสร้างของพื้นผิวทาง	26
2.9 ความผิดของพื้นผิวทาง	31
2.10 การประเมินความราบเรียบหรือความขรุขระของพื้นผิวทาง	35
2.11 บทวิเคราะห์	39
2.12 กรอบแนวความคิด	39

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญ (ต่อ)

เรื่อง	หน้า
บทที่ 3 ระเบียบวิธีการวิจัย	40
3.1 บทนำ	40
3.2 ประเภทของงานวิจัย	40
3.3 ข้อมูลที่ใช้ในการวิจัย	40
3.4 วิธีเก็บข้อมูล	41
3.5 การตรวจสอบข้อมูล	41
3.6 การวิเคราะห์ข้อมูล	42
3.7 บทสรุป	44
บทที่ 4 ผลการวิจัย	45
4.1 บทนำ	45
4.2 การประเมินความเสียหายของพื้นผิวทาง	45
4.3 การประเมินโครงสร้างของพื้นผิวทาง	47
4.4 ความฝืดของพื้นผิวทางวิ่ง	49
4.5 ความราบเรียบหรือความขรุขระของพื้นผิวทางวิ่ง	53
บทที่ 5 สรุปและข้อเสนอแนะ	55
5.1 บทสรุป	55
5.2 ข้อเสนอแนะ	57
บรรณานุกรม	59
ภาคผนวก	60
ภาคผนวก ก รูปภาพค่าความเสียหายของพื้นผิวแอสฟัลท์คอนกรีต	61
ภาคผนวก ข รูปภาพค่าความเสียหายของพื้นผิวคอนกรีต	68
ภาคผนวก ค แบบสัมภาษณ์	75
ประวัติผู้เขียน	84

## สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
ตารางที่ 2.1	ตัวอย่างตารางสำรวจความเสียหายพื้นผิวแอสฟัลต์ติกคอนกรีต	18
ตารางที่ 2.2	ตัวอย่างการประเมินคะแนนจากความเสียหาย (ความกว้างรอยร้าว) ตามระดับความรุนแรงและพื้นที่ทางวิ่งและทางขับ	24
ตารางที่ 2.3	ตัวอย่างการประเมินคะแนนจากความเสียหาย (ขนาดความเสียหาย) ตามระดับความรุนแรงและพื้นที่ทางขับเข้าสู่หลุมจอตออากาศยานและหลุมจอตออากาศยาน	25
ตารางที่ 2.4	แสดงค่าคงตัวของไดอิเล็กทริก (Dielectric Constant) ของวัสดุชนิดต่างๆ	29
ตารางที่ 2.5	แสดงค่าความผิดจากประสบการณ์โดยการวัดผลจากรูปแบบเครื่องมือที่ต่างกัน	34
ตารางที่ 4.1	ตารางแสดงความถี่การสำรวจค่าความผิดโดยสายตา	49
ตารางที่ 4.2	แสดงวิธีการตรวจสอบและประมาณการคราบยางสะสมโดยสายตา	50

## สารบัญรูป

รูปภาพที่		หน้า
รูปภาพที่ 2.1	รูปแบบวงจรรายอายุพื้นผิว	10
รูปภาพที่ 2.2	แสดงคะแนนดัชนีสภาพพื้นผิวโดยวิธี PCI	20
รูปภาพที่ 2.3	แสดงน้ำหนักที่ถูกสร้างขึ้นโดยเครื่อง Heavy Falling Weight Deflectometer	26
รูปภาพที่ 2.4	แสดงแผ่นเหล็กมาตรฐานที่ติดตั้งมาตรวัดแรง (Loadcell)	26
รูปภาพที่ 2.5	แสดงรูปแบบการยุบตัวของพื้นผิว	27
รูปภาพที่ 2.6	แสดงการทำงานของระบบเครื่องมือ Ground Penetrating Radar (GPR)	28
รูปภาพที่ 2.7	แสดงคลื่น GPR และภาพตัดทิศทางการเก็บข้อมูลตามยาว	29
รูปภาพที่ 2.8	แสดงตัวอย่างสำรวจชั้นโครงสร้างทางด้วยคลื่นเรดาร์	30
รูปภาพที่ 2.9	แสดงผิวสัมผัสแบบหยาบและละเอียด (Macrotexture and Microtexture)	31
รูปภาพที่ 2.10	แสดงรูปแบบการเปลี่ยนแปลงของค่าสัมประสิทธิ์แรงเสียดทาน	33
รูปภาพที่ 2.11	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างเปอร์เซ็นต์การลื่นไถลกับค่าสัมประสิทธิ์แรงเสียดทานบนผิวทางวิ่งเปียก	34
รูปภาพที่ 2.12	แสดงการสัมผัสระหว่างล้ออากาศยานกับพื้นผิวทางวิ่ง	35
รูปภาพที่ 2.13	การวัดความยาวโปรไฟล์บั้นและความสูงบั้น	36
รูปภาพที่ 2.14	แสดงความยาวขั้นต่ำของเส้นตรงอ้างอิง	36
รูปภาพที่ 2.15	หลักเกณฑ์ความขรุขระที่ยอมรับได้ของโบอิงบั้น	37
รูปภาพที่ 2.16	หลักเกณฑ์ความขรุขระที่ยอมรับได้ของดัชนีโบอิงบั้น	38

# บทที่ 1

## บทนำ

### 1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ

ท่าอากาศยานหรือสนามบิน คือสถานที่ใช้สำหรับการ ขึ้น-ลงและจอดอากาศยานสำหรับรับส่งผู้โดยสารและสินค้าโดยการเปลี่ยนโหมดการเดินทางจากภาคพื้นดินสู่ภาคอากาศและจากภาคอากาศสู่ภาคพื้นดิน การเดินทางและการขนส่งโดยอากาศยานเป็นการเดินทางที่ได้รับความนิยมอย่างสูง เพราะเป็นการเดินทางที่สะดวกรวดเร็ว สนามบินจึงเป็นสถานที่ที่มีความสำคัญสำหรับการขนส่งอย่างมากและถือเป็นโครงสร้างพื้นฐานที่สำคัญของประเทศ เปรียบเสมือนประตูของประเทศ

ท่าอากาศยานในประเทศไทยหลายแห่งเปิดใช้งานและให้บริการผู้โดยสารมาเป็นเวลานาน ส่งผลให้สิ่งอำนวยความสะดวก (Facilities) เริ่มเกิดการชำรุดทรุดโทรมตามกาลเวลา อีกทั้งการออกแบบการรองรับน้ำหนักของอากาศยานในอดีตกับการใช้งานอากาศยานในปัจจุบันที่ไม่สัมพันธ์กัน รวมไปถึงการใช้อากาศยานในการเดินทางที่มีอัตราเพิ่มสูงขึ้นทุกๆปี ซึ่งส่งผลให้มีการใช้งานของท่าอากาศยานที่เพิ่มสูงขึ้นด้วย ซึ่งปัจจุบันมีผู้โดยสารใช้งานมากเกินกว่าความสามารถในการให้บริการ ส่งผลให้สิ่งอำนวยความสะดวกต่างๆเกิดความชำรุดทรุดโทรมเร็วกว่าเวลาที่เหมาะสม จึงต้องมีการบำรุงรักษาสิ่งอำนวยความสะดวกให้คงอยู่ในสภาพปกติพร้อมสำหรับการรองรับการใช้งาน

การบำรุงรักษาสามารถแบ่งออกเป็น 2 ประเภทหลัก คือ

1. การบำรุงรักษาเชิงแก้ไขปรับปรุง (Corrective Maintenance) คือ การแก้ไขปรับปรุงเมื่อเกิดความเสียหายเพื่อจะลดความเสียหายจากการเสื่อมสภาพและการใช้งาน เพื่อให้อยู่ในสภาพดีสามารถใช้งานได้ตามปกติ

2. การบำรุงรักษาเชิงป้องกัน (Preventive Maintenance) คือ แผนการบำรุงรักษาเพื่อป้องกันการเกิดความเสียหายและการเสื่อมสภาพจากการใช้งาน

การบำรุงรักษาสิ่งอำนวยความสะดวกภายในท่าอากาศยานมุ่งหวังในการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน เพราะถ้าเกิดความเสียหายต่อสิ่งอำนวยความสะดวกก็อาจส่งผลกระทบต่อให้บริการและความปลอดภัยของท่าอากาศยานได้ ดังนั้นจึงต้องมีแผนและแนวทางในการบำรุงรักษาที่ชัดเจน [1] ซึ่งเป็นไปตามระเบียบกรมการบินพลเรือนว่าด้วยมาตรฐานของคู่มือการดำเนินงานสนามบิน (Aerodrome Manual) สนามบินสาธารณะต้องจัดทำคู่มือเพื่อใช้เป็นแนวทางในการดำเนินงานสนามบินให้เป็นไปตามมาตรฐานและวิธีปฏิบัติสำหรับการออกใบรับรองการดำเนินงานสนามบินสาธารณะ

สิ่งอำนวยความสะดวกของสนามบินประกอบด้วย พื้นผิวทาง(Pavement), เครื่องช่วยประเภททัศนวิสัย (Visual Aids), รั้ว (Fencing), รางระบายน้ำ (Drainage Systems), ระบบไฟฟ้า (Electrical Systems) และอาคาร (Building) ซึ่งทั้งหมดมีความสำคัญต่อการปฏิบัติการสนามบิน แต่สิ่งอำนวยความสะดวกที่มีความสำคัญที่สุดของสนามบินนั้น คือพื้นผิวของสนามบิน หรือพื้นผิวทางสัญจรของอากาศยาน (Movement) เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Area) ซึ่งพื้นที่ดังกล่าวใช้ในการขึ้น-ลง ขับเคลื่อน และจอดอากาศยาน พื้นผิวของพื้นที่ผิวทางสัญจรอากาศยานนั้นเป็นสิ่งอำนวยความสะดวกที่เป็นหัวใจหลักของสนามบินเพราะหากปราศจากพื้นผิวทางสัญจรอากาศยานนั้น อากาศยานก็ไม่สามารถขึ้น-ลงได้ และถ้าอากาศยานไม่สามารถขึ้นลงได้ก็ไม่สามารถเรียกพื้นที่นั้นว่าเป็นสนามบินได้ โดยพื้นที่ผิวทางสัญจรอากาศยานประกอบด้วย ทางวิ่ง (Runway), ทางขับ (Taxiway) และลานจอดอากาศยาน (Aprons)

## 1.2 ปัญหา

ท่าอากาศยานที่เปิดให้บริการมาเป็นเวลานาน จึงเริ่มเกิดความทรุดโทรมของสิ่งอำนวยความสะดวกต่างๆ โดยเฉพาะพื้นที่ผิวทางสัญจรอากาศยาน และเนื่องจากไม่มีแผนและแนวทางในการดำเนินงานที่ชัดเจน การแก้ไขปัญหาความเสียหายส่วนใหญ่จึงเป็นการบำรุงรักษาแบบเชิงการแก้ไขปรับปรุง (Corrective Maintenance) คือ เกิดความเสียหายก่อนแล้วจึงเข้าดำเนินการปรับปรุงแก้ไขให้อยู่ในสภาพดีสามารถใช้งานได้ ซึ่งการบำรุงรักษาลักษณะนี้ทำให้เกิดความเสียหายต่อสิ่งอำนวยความสะดวกในสนามบินอาจก่อให้เกิดผลกระทบในหลายๆด้าน ทั้งการให้บริการในด้านต่างๆ ความปลอดภัยในการปฏิบัติการท่าอากาศยานและการบิน รวมไปถึงความน่าเชื่อถือและภาพลักษณ์ของสนามบินนั้นๆ

จากที่กล่าวมาข้างต้นแสดงให้เห็นถึงการขาดแนวทางที่ชัดเจนในการบำรุงรักษาสนามบินเชิงป้องกัน (Preventive Maintenance) ในส่วนของพื้นผิวทางสัญจรอากาศยานโดยเฉพาะในประเทศไทยที่สามารถใช้เป็นพื้นฐานแนวทางในการจัดทำแนวทางเบื้องต้นในการดำเนินการบำรุงรักษาสนามบินเชิงป้องกันให้ปฏิบัติตามมาตรฐาน

## 1.3 วัตถุประสงค์

เพื่อพัฒนาแนวทางเบื้องต้นในการบำรุงรักษาสนามบินเชิงป้องกันในส่วนของพื้นผิวของพื้นที่ผิวทางสัญจรอากาศยานโดยรวมปัจจุบัน หลักเกณฑ์ และแนวทางในการดำเนินการบำรุงรักษาที่เป็นไปตามมาตรฐานให้สอดคล้องกับลักษณะทางกายภาพของสนามบิน

## 1.4 ขอบเขตการศึกษา

การศึกษาครั้งนี้จึงมุ่งเน้นศึกษาเกี่ยวกับพื้นผิวทางของพื้นที่ผิวทางสัญจรอากาศยาน (The Surface of all Movement Areas) ของสนามบินเป็นหลัก ซึ่งพื้นที่ผิวทางสัญจรอากาศยานของสนามบินนั้นประกอบด้วย ทางวิ่ง (Runway), ทางขับ (Taxiway) และหลุมจอดอากาศยาน (Aprons)

## 1.5 ขั้นตอนการวิจัย

1.5.1 ทบทวนบทความและมาตรฐานที่เกี่ยวข้องกับการบำรุงรักษาท่าอากาศยานโดยเฉพาะในส่วนที่เกี่ยวข้องกับพื้นที่ผิวทางสัญจรอากาศยาน (Movement Areas)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.5.2 รวบรวมบทความและมาตรฐานที่เกี่ยวข้องกับขอบเขตการศึกษา พร้อมทั้งสัมภาษณ์ผู้มีประสบการณ์เพื่อศึกษาปัญหาการดำเนินงานจริง เพื่อวิเคราะห์ปัจจัย หลักเกณฑ์ และแนวทางในการดำเนินการบำรุงรักษาให้สอดคล้องกับลักษณะทางกายภาพของสนามบินในประเทศไทย

1.5.3 จัดทำแนวทางบำรุงรักษาพื้นผิวพื้นที่ผิวทางสัญจรอากาศยานเชิงป้องกันเบื้องต้นที่เหมาะสมกับลักษณะทางกายภาพของสนามบินในประเทศไทย

## 1.6 ผลที่รับ

สามารถระบุปัจจัย หลักเกณฑ์ และแนวทางในการบำรุงรักษาพื้นผิวพื้นที่ผิวทางสัญจรอากาศยานที่เป็นไปตามมาตรฐานเหมาะสมกับกายภาพสนามบิน

## 1.7 ประโยชน์ที่ได้รับ

สามารถนำข้อมูลจากแนวทางบำรุงรักษาพื้นผิวของพื้นที่ผิวทางสัญจรอากาศยานเบื้องต้นฉบับนี้เพื่อเป็นพื้นฐานสำหรับจัดทำคู่มือหรือแผนการบำรุงรักษาพื้นผิวพื้นที่ผิวทางสัญจรอากาศยานของสนามบินให้มีประสิทธิภาพ เป็นไปตามมาตรฐานและเหมาะสมกับการปฏิบัติการของท่าอากาศยาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 2

### การทบทวนวรรณกรรม

#### 2.1 บทนำ

ในบทนี้จะกล่าวถึงการสรุปการทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องจากการศึกษาวารสารจากต่างประเทศ วิทยานิพนธ์และมาตรฐานต่างๆที่เกี่ยวข้องประกอบด้วยเนื้อหาที่เกี่ยวกับการบำรุงรักษาพื้นผิว โดยมุ่งเน้นการบำรุงรักษาเชิงป้องกันเป็นหลักซึ่งประกอบไปด้วยการตรวจสอบและประเมินคุณภาพของพื้นผิว การบำรุงรักษาในด้านต่างๆและมาตรฐาน โดยจะกล่าวรายละเอียดในหัวข้อถัดไป

#### 2.2 พระราชบัญญัติการเดินอากาศ

ตามพระราชบัญญัติการเดินอากาศ พ.ศ. 2497 มาตรา 60/15 กล่าวถึงหน้าที่ผู้ได้รับรองการดำเนินงาน สนามบินสาธารณะ ซึ่งใน (3) ดำเนินงานสนามบินอนุญาตหรือที่ขึ้นลงชั่วคราวอนุญาตนั้น มีหน้าที่ (ก) จัดให้มี ปรับปรุง และปฏิบัติตามระเบียบเกี่ยวกับกระบวนการการ ดำเนินงานระบบการจัดการด้านนิรภัย การรักษาความปลอดภัย และระบบการตรวจสอบภายในของ สนามบินอนุญาตหรือที่ขึ้นลงชั่วคราวอนุญาตนั้น (ค) จัดให้มีคู่มือการดำเนินงานสนามบินอนุญาตหรือที่ขึ้นลงชั่วคราวอนุญาต สำหรับบุคลากรอย่างครบถ้วน และปรับปรุงหรือแก้ไขคู่มือการดำเนินงานดังกล่าวให้ทันสมัยอยู่เสมอ และ (ง) รักษาสนามบินอนุญาตหรือที่ขึ้นลงชั่วคราวอนุญาต สิ่งอำนวยความสะดวก รวมทั้งสิ่งติดตั้งและอุปกรณ์ในสนามบินอนุญาตหรือที่ขึ้นลงชั่วคราวอนุญาตนั้น ให้เป็นไปตาม มาตรฐานที่กำหนดในข้อกำหนด [2]

##### 2.2.1 ข้อกำหนดของสำนักงานการบินพลเรือนแห่งประเทศไทย

ตามข้อกำหนดของสำนักงานการบินพลเรือนแห่งประเทศไทย ฉบับที่ 14 ส่วนที่ 12 การบำรุงรักษาสนามบิน สนามบินต้องจัดให้มีแผนการบำรุงรักษา (Maintenance program) ซึ่งรวมถึงการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน (Preventive maintenance) เพื่อรักษาสภาพของสิ่งอำนวยความสะดวกภายในสนามบินให้อยู่ในสภาพที่สมบูรณ์ ไม่กระทบต่อความปลอดภัย ความต่อเนื่อง หรือประสิทธิภาพในการเดินอากาศของอากาศยาน

##### 2.2.1.1 พื้นผิวจราจร

สนามบินต้องทำการตรวจสอบพื้นผิวทางอากาศยาน ซึ่งรวมถึงผิวพื้นจราจร (Pavements) ของทางวิ่ง ทางขับ และลานจอดอากาศยาน รวมทั้งพื้นที่ใกล้เคียง นอกจากต้องดำเนินการตามวรรคหนึ่งแล้ว สนามบินต้องทำการตรวจติดตามสภาพของพื้นที่ต่าง ๆ ดังกล่าวอย่างสม่ำเสมอ ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของแผนการบำรุงรักษาทั้งแผนการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน (Preventive maintenance) และแผนการบำรุงรักษาเชิงแก้ไข (Corrective maintenance) ของสนามบิน โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อการหลีกเลี่ยงและการกำจัดเศษวัตถุแปลกปลอม (FOD) ที่อาจ ก่อให้เกิดความเสียหายต่ออากาศยาน หรือทำให้การทำงานของระบบต่าง ๆ ของอากาศยานบกพร่อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สนามบินต้องบำรุงรักษาพื้นผิวของทางวิ่งให้อยู่ในสภาพที่ไม่ก่อให้เกิดความไม่สม่ำเสมอซึ่งอาจเป็นอันตรายต่ออากาศยาน

สนามบินต้องบำรุงรักษาทางวิ่งที่มีผิวพื้นจราจรให้อยู่ในสภาพที่มีค่าคุณลักษณะความเสียดทานของพื้นผิวเท่ากับหรือมากกว่าระดับความเสียดทานขั้นต่ำตามข้อกำหนด

สนามบินต้องวัดคุณลักษณะความเสียดทานของพื้นผิวทางวิ่งตามรอบระยะเวลาเพื่อประโยชน์ในการบำรุงรักษาด้วยเครื่องมือวัดค่าความเสียดทานต่อเนื่องแบบเซลฟ์ - เวตติ้ง (Self-wetting features) และต้องจัดเก็บข้อมูลในรูปแบบเอกสาร โดยให้มีความถี่ในการตรวจวัดมากเพียงพอที่จะกำหนดแนวโน้มของคุณลักษณะความเสียดทานของพื้นผิวทางวิ่งได้

ในกรณีที่ทางขับของสนามบินต้องรองรับอากาศยานประเภทเครื่องยนต์กังหันก๊าซ (Turbine - engine) สนามบินต้องบำรุงรักษาพื้นผิวบริเวณไหล่ทางขับ เพื่อให้ปราศจากหินที่หลุดร่อน หรือวัสดุต่าง ๆ ที่อาจดูโดยเครื่องยนต์ของอากาศยานและก่อให้เกิดความเสียหายแก่เครื่องยนต์ ของอากาศยาน

#### 2.2.1.2 การกำจัดสิ่งปนเปื้อน

สนามบินต้องดำเนินการกำจัดน้ำขัง โคลน ฝุ่น ทราย คราบน้ำมัน คราบายาง และสิ่งปนเปื้อนอื่น ๆ ออกจากพื้นผิวทางวิ่งที่มีการใช้งานอย่างรวดเร็วและสมบูรณ์ที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้ เพื่อลดการสะสมของสิ่งปนเปื้อน

สนามบินต้องดำเนินการให้ทางขับอยู่ในสภาพที่ปราศจากน้ำขัง โคลน ฝุ่น ทราย คราบน้ำมัน คราบายาง และสิ่งปนเปื้อนอื่น ๆ เพื่อให้อากาศยานสามารถใช้ทางขับในการเข้าหรือออกจากทางวิ่ง

สนามบินต้องดำเนินการให้ลานจอดอากาศยานอยู่ในสภาพที่ปราศจากน้ำขัง โคลน ฝุ่น ทราย คราบน้ำมัน คราบายาง และสิ่งปนเปื้อนอื่น ๆ เพื่อให้อากาศยานขับเคลื่อนได้ อย่างปลอดภัย หรือเพื่อความปลอดภัยในระหว่างที่มีการลากจูงหรือดันอากาศยาน

สนามบินต้องไม่ใช่สารเคมีซึ่งอาจจะมีผลกระทบที่เป็นอันตรายต่ออากาศยาน หรือผิวพื้นจราจร และต้องไม่ใช่สารเคมีที่มีพิษซึ่งส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมของสนามบิน

#### 2.2.1.3 การเสริมผิวทางวิ่ง

เมื่อสนามบินต้องการ ทำโครงการเสริมผิวทางวิ่ง (Runway pavement overlays) ในกรณีที่ทางวิ่งจะต้องกลับมาเปิดใช้งาน ชั่วคราวขณะที่การปูพื้นผิวทางใหม่ยังไม่สมบูรณ์ โดยสนามบินต้องทำทางลาดชั่วคราว (Temporary ramp ) ระหว่างพื้นผิวของทางวิ่งใหม่และทางวิ่งเก่า

สนามบินต้องทำให้ความลาดชันตามยาวของทางลาดชั่วคราว ซึ่งใช้การวัดโดยการอ้างอิงจากผิวทางวิ่งเดิมหรือผิวทางวิ่งก่อนมีการปูพื้นผิว มีค่า ร้อยละศูนย์จุดห้าถึงร้อยละหนึ่ง สำหรับการเสริมผิวทางวิ่งโดยมีความหนาที่เสริมไม่เกิน ห้าเซนติเมตร หรือไม่เกินร้อยละศูนย์จุดห้า สำหรับการเสริมผิวทางวิ่งโดยมีความหนาที่เสริมมากกว่า ห้าเซนติเมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การเสริมผิวทางวิ่งต้องเริ่มจากปลายทางวิ่งด้านหนึ่งไปจนถึงปลายทางวิ่งอีกด้านหนึ่ง ทั้งนี้ ขึ้นอยู่กับการใช้งานทางวิ่งโดยต้องให้การปฏิบัติการของอากาศยานส่วนใหญ่ปฏิบัติการในลักษณะวิ่งลงตามทางลาด

การเสริมผิวทางวิ่ง สนามบินต้องเสริมพื้นผิวให้เต็มความกว้างของทางวิ่ง ในแต่ละช่วงของการเสริมผิวทางวิ่ง

ก่อนการเปิดใช้งานชั่วคราวของทางวิ่งที่กำลังดำเนินการเสริมผิวทางอยู่นั้น สนามบินต้องจัดให้มีการทำเครื่องหมายเส้นกึ่งกลางทางวิ่งโดยให้สอดคล้องกับที่กำหนดไว้เกี่ยวกับเครื่องหมายเส้นกึ่งกลางทางวิ่ง และต้องมีการกำหนดตำแหน่งของหัวทางวิ่งชั่วคราว ด้วยเครื่องหมายเส้นตัดขวางซึ่งมีขนาดกว้างสามจุดหกเมตร

สนามบินต้องทำการเสริมผิวโดยให้ผิวทางที่เสริมมีคุณลักษณะความเสียดทานมากกว่าค่าระดับความเสียดทานขั้นต่ำตามที่กำหนดไว้

2.2.1.4 วัตถุแปลกปลอม (Foreign Object Debris: FOD) หมายความว่า วัตถุที่อยู่บนพื้นที่ผิวทางสัญจรอากาศยาน ซึ่งมีได้มีหน้าที่หรือเป็นประโยชน์ในการใช้งานทางการบินและอาจเป็นอันตรายต่อการปฏิบัติการของอากาศยาน

## 2.3 ความหมายของพื้นที่ผิวทางสัญจรอากาศยาน

พื้นที่ที่เป็นส่วนหนึ่งของสนามบิน ใช้สำหรับการขึ้น - ลงของอากาศยาน (Take off & Landing) พื้นที่สำหรับการขับเคลื่อนของอากาศยานเพื่อไปสู่ทางวิ่ง (Runway) เพื่อร่อนขึ้นหรือการขับเคลื่อนอากาศยานเพื่อเข้าจอดที่หลุมจอดอากาศยาน และพื้นที่หลุมจอดอากาศยาน [3,4]

### 2.3.1 ทางวิ่ง (Runway)

หมายถึง พื้นที่สี่เหลี่ยมผืนผ้าบนพื้นดินซึ่งเตรียมการไว้สำหรับการร่อนลงหรือวิ่งขึ้นของอากาศยาน ทางวิ่งที่มนุษย์สร้างขึ้นอาจใช้วัสดุประเภทแอสฟัลต์หรือคอนกรีตหรือผสมทั้งสองชนิด ทางวิ่งสามารถแบ่งส่วนประกอบต่าง ๆ ได้ดังนี้

หัวทางวิ่ง (Threshold) คือจุดเริ่มต้นของทางวิ่งส่วนที่ใช้สำหรับการบินลงของอากาศยาน

หัวทางวิ่งที่ถูกเลื่อนไป (Displaced threshold) คือ จุดเริ่มต้นของทางวิ่งส่วนที่ใช้สำหรับบินลงของอากาศยานที่ถูกเลื่อนไป มีได้อยู่ปลายสุดของทางวิ่ง

ไหล่ทาง (Shoulder) คือ พื้นที่ที่เชื่อมต่อกับขอบของผิวทาง

เพื่อเป็นช่วงเปลี่ยนระหว่างผิวทางไปสู่พื้นผิวที่อยู่ติดกัน

เขตจุดแตะพื้นในการลงของอากาศยาน (Touchdown zone) คือ ส่วนของทางวิ่งที่อยู่เลยจากหัวทางวิ่งซึ่งใช้ในการแตะพื้นครั้งแรกในการลงจอดของอากาศยาน

ลานกลับลำ (Runway turn pad) หมายความว่า พื้นที่ที่กำหนดไว้ในสนามบินที่อยู่ ติดกับทางวิ่งซึ่งมีไว้เพื่อวัตถุประสงค์ในการทำให้อากาศยานสามารถกลับลำหนึ่งร้อยแปดสิบลองศาบน ทางวิ่งได้อย่าง

สมบูรณ์ เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พื้นที่ปลอดภัยรอบทางวิ่ง (Runway strip) หมายความว่า พื้นที่ที่กำหนดไว้ซึ่ง รวมถึงทางวิ่งและทางหยุด (ถ้ามี) ที่มีไว้เพื่อลดความเสี่ยงที่จะเกิดความเสียหายแก่อากาศยานที่วิ่ง ออกนอกทางวิ่งและเพื่อป้องกันอากาศยานที่บินอยู่เหนือพื้นที่ดังกล่าวระหว่างการปฏิบัติการบินขึ้น หรือการบินลงของอากาศยาน

พื้นที่ปลอดภัยปลายทางวิ่ง (Runway end safety area - RESA) หมายความว่า พื้นที่ซึ่งสมมาตรกันรอบแนวเส้นกึ่งกลางทางวิ่งที่ต่อขยายออกไปและอยู่ติดกับจุดสิ้นสุดพื้นที่ปลอดภัย รอบทางวิ่งที่มีไว้เพื่อวัตถุประสงค์หลักในการลดความเสี่ยงที่จะเกิดความเสียหายแก่อากาศยานที่ลง ก่อนถึงทางวิ่งหรือวิ่งออกนอกทางวิ่ง

พื้นที่ปลอดภัยกีดขวาง (Clearway) หมายความว่า พื้นที่รูปสี่เหลี่ยมมุมฉากที่กำหนดไว้บนพื้นดินหรือน้ำภายใต้การควบคุมของเจ้าหน้าที่ผู้มีอำนาจที่เหมาะสม ซึ่งเลือกหรือเตรียมไว้เพื่อเป็น พื้นที่ที่เหมาะสมสำหรับอากาศยานที่อาจทำการไต่ระดับเบื้องต้นไปยังความสูงเฉพาะเหนือพื้นที่ดังกล่าว

ทางหยุด (Stopway) หมายความว่า พื้นที่รูปสี่เหลี่ยมมุมฉากที่กำหนดไว้บน พื้นดินที่อยู่บริเวณจุดสิ้นสุดระยะทางของทางวิ่ง ซึ่งได้ประกาศไว้ถึงระยะเหมาะสมสำหรับให้อากาศยานวิ่ง บนพื้นเพื่อบินขึ้น (take-off run available) ซึ่งเตรียมไว้เพื่อเป็นพื้นที่ที่เหมาะสมในการให้อากาศยาน หยุดในกรณีที่ยกเลิกการบินขึ้น

ทางวิ่งสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภทหลัก ดังนี้

2.3.1.1 ทางวิ่งแบบไม่มีเครื่องวัดประกอบการบิน (Non-Instrument Runway) คือ ทางวิ่งที่สร้างขึ้นสำหรับการปฏิบัติการของอากาศยานที่ใช้วิธีปฏิบัติการบินเข้าสู่สนามบินโดยสายการมองเห็น

2.3.1.2 ทางวิ่งแบบขึ้นลงด้วยเครื่องวัดประกอบการบิน (Instrument Runway) คือ ทางวิ่งประเภทใดประเภทหนึ่ง ดังต่อไปนี้ วิ่งสร้างขึ้นสำหรับการปฏิบัติการของอากาศยานที่ใช้วิธีปฏิบัติการบินเข้าสู่สนามบินโดยใช้เครื่องวัดประกอบการบิน

2.3.1.2.1 ทางวิ่งแบบนอนพรีซีชัน (Non-precision approach runway) คือ ทางวิ่งแบบขึ้นลงด้วยเครื่องวัดประกอบการบินที่ใช้เครื่องอำนวยความสะดวกในการเดินอากาศ ประเภททัศนวิสัยและเครื่องอำนวยความสะดวกในการเดินอากาศประเภทอื่นซึ่งอย่างน้อยช่วยให้มีทิศทางที่เพียงพอสำหรับการบินเข้าสู่สนามบินโดยตรง (Straight-in approach)

2.3.1.2.2 ทางวิ่งแบบพรีซีชัน ประเภทที่ 1 (Precision approach runway, category I) คือ ทางวิ่งแบบขึ้นลงด้วยเครื่องวัดประกอบการบินที่ใช้ระบบบินลงด้วยเครื่องวัดประกอบการบิน (Instrument Landing System-ILS) และ/หรือระบบการบินลงด้วยไมโครเวฟ (Microwave Landing System-MLS) และเครื่องอำนวยความสะดวกในการเดินอากาศ ประเภททัศนวิสัยที่ติดตั้งสำหรับการปฏิบัติการโดยใช้ระยะสูงตัดสินใจ (Decision height) ไม่ต่ำกว่า 60 เมตร (200 ฟุต) และทัศนวิสัยไม่ต่ำกว่า 800 เมตร หรือระยะที่นักบินมองเห็นทางวิ่ง (Runway visual range) ไม่ต่ำกว่า 550 เมตร

2.3.1.2.3 ทางวิ่งแบบพรีซีชัน ประเภทที่ 2 (Precision approach runway, category II) คือ ทางวิ่งแบบขึ้นลงด้วยเครื่องวัดประกอบการบินที่ใช้การบินลงด้วยเครื่องวัด

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประกอบการบินและ/หรือระบบการบินลงด้วยไมโครเวฟ และเครื่องอำนวยความสะดวกในการเดินอากาศ ประเภททัศนวิสัยที่ติดตั้งสำหรับการปฏิบัติการโดยใช้ระยะสูงตัดสินใจต่ำกว่า 60 เมตร (200 ฟุต) แต่ไม่ต่ำกว่า 30 เมตร (100 ฟุต) และระยะที่นักบินมองเห็นทางวิ่งไม่ต่ำกว่า 300 เมตร

2.3.1.2.4 ทางวิ่งแบบพรีซีชั่น ประเภทที่ 3 (Precision approach runway, category III) คือ ทางวิ่งแบบบินขึ้นลงด้วยเครื่องวัดประกอบการบินที่ใช้การบินลงด้วยเครื่องวัดประกอบการบิน (Instrument Landing System-ILS) และ/หรือระบบการบินลงด้วยไมโครเวฟ (Microwave Landing System-MLS) ตลอดพื้นผิวของทางวิ่ง และติดตั้งสำหรับการปฏิบัติการโดยใช้ระยะสูงตัดสินใจต่ำกว่า 30 เมตร (100 ฟุต) หรือไม่มีระยะสูงตัดสินใจและระยะที่นักบินมองเห็นทางวิ่งไม่ต่ำกว่า 175 เมตร หรือติดตั้งสำหรับการปฏิบัติการโดยใช้ระยะสูงตัดสินใจต่ำกว่า 15 เมตร (50 ฟุต) หรือไม่มีระยะสูงตัดสินใจและระยะที่นักบินมองเห็นทางวิ่งไม่ต่ำกว่า 175 เมตร แต่ไม่ต่ำกว่า 50 เมตร หรือติดตั้งสำหรับการปฏิบัติการโดยไม่มีระยะสูงตัดสินใจและไม่มีข้อจำกัดเกี่ยวกับระยะที่นักบินมองเห็นทางวิ่ง

### 2.3.2 ทางขับ (Taxiway)

หมายความว่า ทางที่กำหนดไว้ในสนามบินที่สร้างไว้สำหรับการขับเคลื่อนของอากาศยาน และเพื่อเป็นทางเชื่อมระหว่างส่วนหนึ่งของสนามบินไปยังอีกส่วนหนึ่ง ซึ่งประกอบด้วยทางขับที่เข้าสู่หลุมจอดอากาศยาน (Aircraft stand taxilane) ทางขับที่เป็นลานจอดอากาศยาน (Apron taxiway) และทางขับออกด่วน (Rapid exit taxiway)

พื้นที่ปลอดภัยรอบทางขับ (Taxiway strip) หมายความว่า พื้นที่ซึ่งรวมถึงทางขับ ที่มีไว้เพื่อป้องกันอากาศยานที่ปฏิบัติการอยู่บนทางขับและเพื่อลดความเสี่ยงที่จะเกิดความเสียหายแก่ อากาศยานที่วิ่งออกนอกทางขับโดยไม่ได้ตั้งใจ

ลานหยุดคอย (Holding bay) หมายความว่า พื้นที่ที่กำหนดไว้เพื่อให้อากาศยานสามารถหยุดคอยหรือวนอ้อม เพื่ออำนวยความสะดวกในการเคลื่อนไหวยของอากาศยานบนพื้นผิว อย่างมีประสิทธิภาพ

ตำแหน่งหยุดคอยเข้าทางวิ่ง (Runway-holding position) หมายความว่า ตำแหน่ง ที่กำหนดไว้เพื่อป้องกันทางวิ่ง พื้นผิวจำกัดสิ่งกีดขวาง (Obstacle limitation surface) หรือพื้นที่ วิกฤตหรืออ่อนไหวของระบบการบินลงด้วยเครื่องวัดประกอบการบิน (Instrument Landing System-ILS) และระบบการบินลงด้วยไมโครเวฟ (Microwave Landing System-MLS) ซึ่งอากาศยานและ ยานพาหนะที่กำลังขับเคลื่อนอยู่ต้องหยุดและคอย เว้นแต่จะได้รับอนุญาตเป็นอย่างอื่นจาก หอบังคับการบิน

ตำแหน่งหยุดคอยเข้าทางขับ (Intermediate holding positions) หมายความว่า ตำแหน่งที่กำหนดไว้เพื่อควบคุมการจราจร ซึ่งอากาศยานและยานพาหนะที่กำลังขับเคลื่อนอยู่ต้อง หยุดและคอย จนกว่าจะได้รับอนุญาตให้ปฏิบัติการต่อไป เมื่อได้รับคำแนะนำดังกล่าวจาก หอบังคับการบิน

ตำแหน่งหยุดคอยบนถนน (Road-holding position) หมายความว่า ตำแหน่งที่ กำหนดไว้ให้ยานพาหนะหยุดคอยหากมีความจำเป็น

### 2.3.3 หลุมจอดอากาศยาน (Aprons)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หมายความว่า พื้นที่ที่กำหนดไว้ในสนามบินซึ่งมีไว้ สำหรับรองรับอากาศยานเพื่อวัตถุประสงค์ในการขึ้นและลงอากาศยานของผู้โดยสาร การขนถ่าย ไปรษณีย์ภัณฑ์หรือสินค้า การเติมเชื้อเพลิง การจอดหรือบำรุงรักษา

## 2.4 แนวคิดเกี่ยวกับการบำรุงรักษาสนามบินเชิงป้องกัน

การบริหารจัดการและการบำรุงรักษาสิ่งอำนวยความสะดวกต่าง ๆ ภายในสนามบิน ให้สามารถใช้ในการปฏิบัติการได้อย่างปกตินั้นเป็นสิ่งที่มีความสำคัญอย่างยิ่งในการดำเนินงาน การพัฒนารูปแบบในการบำรุงรักษาจึงมีความสำคัญอย่างยิ่งต่อการบริหารจัดการสิ่งอำนวยความสะดวกของสนามบิน

การบำรุงรักษานั้นแบ่งได้เป็นหลายรูปแบบ ซึ่งรูปแบบโดยทั่วไปของการบำรุงรักษาคือเมื่อเกิดความเสียหายต่อสิ่งอำนวยความสะดวกและไม่สามารถใช้งานได้ จะมีผู้รับผิดชอบเข้าไปดูแลซ่อมแซมบำรุงรักษาให้สิ่งอำนวยความสะดวกเหล่านั้นกลับมาใช้งานได้ตามปกติ รูปแบบข้างต้นคือการบำรุงรักษาเชิงแก้ไขปรับปรุง (Corrective Maintenance) อย่างไรก็ตามความเสียหายที่เกิดขึ้นกับสิ่งอำนวยความสะดวกบางอย่างเกิดขึ้นซ้ำ ๆ เป็นประจำและสามารถวางแผนการในการบำรุงรักษาก่อนที่จะเกิดความเสียหายได้ รูปแบบดังกล่าวคือการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน (Preventive Maintenance) หรือสามารถพยากรณ์ คาดการณ์ โดยการใช้การทดสอบ การสำรวจหรือใช้ข้อมูลจากในอดีต คือรูปแบบการบำรุงรักษาเชิงพยากรณ์ ซึ่งสำหรับสนามบินอาจใช้การบำรุงรักษาเชิงป้องกันและเชิงพยากรณ์เพื่อทำให้มั่นใจได้ว่าจะเกิดผลกระทบต่อความสามารถในการปฏิบัติการของสนามบินให้น้อยที่สุด การบำรุงรักษาเชิงพยากรณ์อาจเป็นส่วนหนึ่งของการบำรุงรักษาในเชิงป้องกัน

เป้าหมายอย่างหนึ่งในการบำรุงรักษาเชิงป้องกันคือการยืดอายุการใช้งานของสิ่งอำนวยความสะดวกและหลีกเลี่ยงการเพิ่มต้นทุนก่อนกำหนด เพื่อให้มีงานทุนเหลือเพื่อไปใช้จ่ายในโครงการพัฒนาหรือการขยายมากกว่าเปลี่ยนใหม่หรือแทนที่ ซึ่งเป็นเหตุผลที่ดีสำหรับสนามบินในการนำการบำรุงรักษาเชิงป้องกันมาใช้เพื่อให้เป็นไปตามมาตรฐานความปลอดภัยที่เป็นไปตามกฎหมาย/กฎเกณฑ์ เป็นไปตามหลักการทางเศรษฐศาสตร์ ยืดอายุการใช้งานสิ่งอำนวยความสะดวก ลดผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อมและเพื่อการตลาด [5]

### 2.4.1 ด้านความปลอดภัย (Safety)

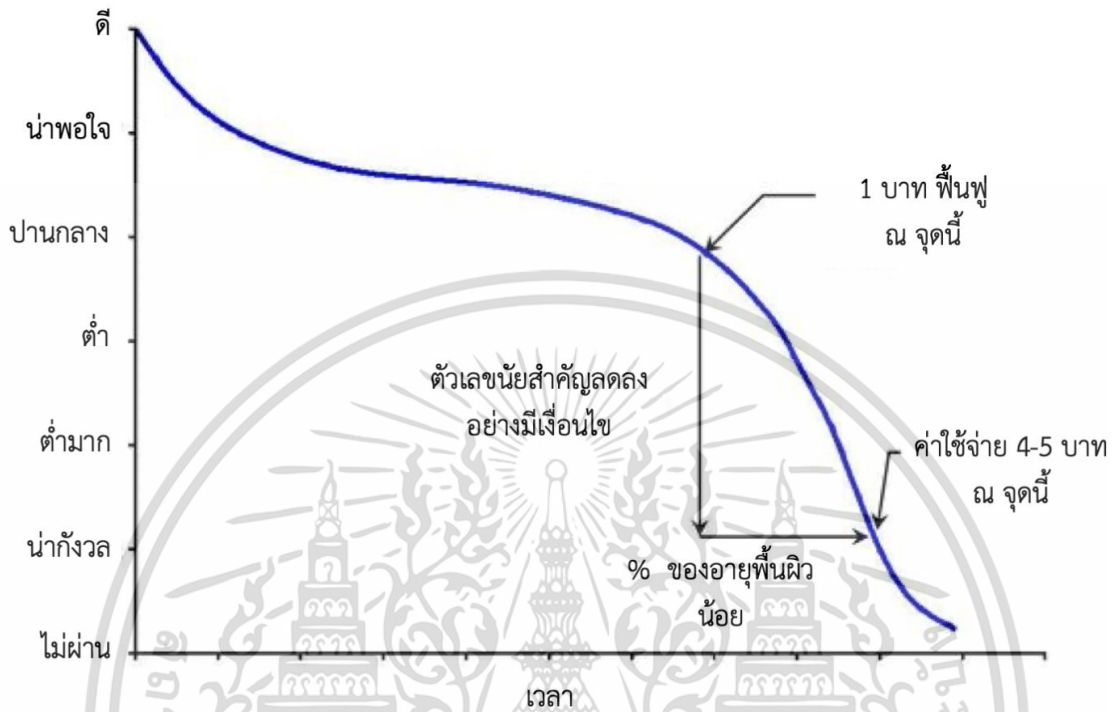
การบำรุงรักษาสนามบินเพื่อให้สนามบินและสิ่งอำนวยความสะดวกมีความปลอดภัยสำหรับผู้ใช้งาน นักบินมีความคาดหวังพื้นผิวที่มีความเรียบ สามารถระบายน้ำได้ดี มีสีเครื่องหมายที่ชัดเจนสำหรับการร่อนลง การบำรุงรักษาเชิงป้องกันนั้นช่วยเพิ่มความมั่นใจว่าระบบต่าง ๆ ที่นักบินต้องใช้งานมีความถูกต้องปลอดภัย ความปลอดภัยทางด้านการบินนั้นมีความสำคัญมากที่สุด

### 2.4.2 เศรษฐศาสตร์ (Economics)

การบำรุงรักษาเชิงป้องกันยืดอายุการใช้งานของสิ่งอำนวยความสะดวกและหลีกเลี่ยงค่าใช้จ่ายในการฟื้นฟูหรือแทนที่สิ่งอำนวยความสะดวกนั้น ๆ การบำรุงรักษาเชิงป้องกันนั้นอาจมีผลลัพธ์เมื่อถึงเวลาก็มีความจำเป็นต้องฟื้นฟูหรือแทนที่สิ่งอำนวยความสะดวกก่อนที่จะเกิดความเสียหายเมื่อมีความจำเป็น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวอย่างเช่น ประสิทธิภาพของพื้นผิวและผลกระทบทางเศรษฐศาสตร์เมื่อรอนานเกินไปสำหรับการฟื้นฟูคืนสภาพ ตามรูปที่ 2.1



ที่มา: ดัดแปลงมาจาก Preventive Maintenance at General Aviation Airports Volume 2: Guidebook (2015: 6)

รูปที่ 2.1 รูปแบบวงจรอายุพื้นผิว

#### 2.4.3 ระบบการใช้งานระยะยาว (System Longevity)

อายุโครงสร้างพื้นฐานสนามบินส่วนใหญ่สามารถยืดอายุการใช้งานได้อย่างเหมาะสมโดยการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน ยกตัวอย่างเช่น การซีลรอยแตกของพื้นผิว หรือการจัดการระบายน้ำให้สามารถระบายน้ำได้ดีเพื่อที่น้ำจะสามารถระบายจากพื้นผิวได้อย่างดี

#### 2.4.4 กฎหมายควบคุมบังคับ (Regal/Regulatory)

สนามบินอยู่ภายใต้กฎหมาย ซึ่งเป็นไปตามข้อกำหนดของสำนักงานการบินพลเรือนแห่งประเทศไทย ซึ่งมีมาตรฐานและกฎเกณฑ์ซึ่งควบคุมบังคับสนามบินต้องปฏิบัติตามเพื่อความปลอดภัยและเป็นไปตามมาตรฐานสากล

#### 2.4.5 ผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อม (Environment Impact)

โครงสร้างพื้นฐานของสนามบินสามารถส่งผลกระทบที่เป็นอันตรายต่อสิ่งแวดล้อมหากมิได้มีการปฏิบัติที่ดีเยี่ยม ตัวอย่างเช่นการปล่อยน้ำเสีย น้ำมันที่รั่วไหล หรือวัสดุที่ใช้ในการบำรุงรักษา ซึ่งในบางกรณีนั้นก็มีกฎหมายกำหนด การบำรุงรักษาจึงต้องคำนึงถึงผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อมเป็นสำคัญ

#### 2.4.6 การตลาด (Community Marketing)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สนามบินนั้นเปรียบเสมือนประตูแรกของประเทศและสังคม หากมีการบำรุงรักษาอย่างดีและแสดงให้เห็นแต่ในสิ่งที่ดี เปรียบเสมือนการสื่อถึงการเอาใจใส่ผู้มาใช้งานสิ่งอำนวยความสะดวก การพิจารณาทางด้านธุรกิจเพื่อเป็นฐานที่ตั้งของสายการบิน ไม่ใช่แค่เรื่องพื้นที่ตั้งและความสามารถของสนามบินตามที่สายการบินต้องการ แต่สายการบินจะพิจารณาสภาพและความเหมาะสมของสิ่งอำนวยความสะดวกและสนามบินด้วย

## 2.5 ระบบสัมประสิทธิ์ ACN/PCN

ค่า Aircraft Classification Number (ACN) และค่าดัชนีความแข็งแรงของโครงสร้าง Pavement Classification Number (PCN) เป็นระบบที่ใช้จัดระดับของกลุ่มของอากาศยานที่สามารถสร้างความเสียหายต่อโครงสร้างผิวทาง และจัดระดับกลุ่มของโครงสร้างผิวทางที่สามารถรองรับการใช้งานของอากาศยาน โดยระบบนี้เริ่มใช้ในยุทศวรรษที่ 90 โดย องค์การการบินระหว่างประเทศ (ICAO) เพื่อเป็นระบบหรือหลักการที่ง่ายต่อการใช้งานและเป็นที่ยอมรับในสากล สนามบินทั่วไปที่ใช้ระบบ ACN/PCN เป็นเกณฑ์ในการชี้วัดระดับความแข็งแรงของโครงสร้างทาง ต้องประกาศค่า PCN ลงใน Aeronautic Information Publication (AIP) เพื่อใช้เป็นฐานข้อมูลแก่อากาศยานแต่ละชนิดที่จะมาใช้งานสนามบินนั้นๆ ปัจจุบันสนามบินเกือบทุกแห่งทั่วโลก ทั้งสนามบินเชิงพาณิชย์และทางทหารได้ปรับมาใช้ระบบ ACN/PCN เพื่อใช้บอกค่าความแข็งแรงของโครงสร้างทาง โดยระบบ CAN/PCN จะถูกรายงานออกเป็น 2 ส่วน คือ [6]

2.5.1 ค่าสัมประสิทธิ์ของอากาศยาน (Aircraft Classification Number – ACN) ค่าสัมประสิทธิ์ของอากาศยานแต่ละชนิดเปรียบเทียบกับค่าสัมประสิทธิ์ของพื้นผิวสนามบินในส่วนต่างๆ ทั้ง ทางวิ่ง ทางขับ ที่ต้องรองรับการจราจรของอากาศยาน รวมไปถึงหลุมจอดอากาศยาน โดยทั่วไปค่าสัมประสิทธิ์ของอากาศยานที่มาใช้งานต้องน้อยกว่าค่าสัมประสิทธิ์ของพื้นผิวสนามบิน จึงจะไม่ส่งผลกระทบต่อหรือสร้างความเสียหายแก่โครงสร้างทาง หรืออายุการใช้งานโครงสร้างทางที่ถูกออกแบบไว้ โดยเฉพาะในปัจจุบันมีการผลิตเครื่องบินที่มีขนาดใหญ่ขึ้นและมีน้ำหนักมากขึ้น และยังมีปริมาณการใช้งานสนามบินที่เพิ่มขึ้น จึงอาจส่งผลกระทบต่อโครงสร้างทาง และอายุการใช้งานของพื้นผิวสนามบิน ค่า ACN/PCN จึงมีความสำคัญและมีความจำเป็นในการวางแผนการใช้งานสนามบินแต่ละแห่ง และเพื่อความปลอดภัยในการใช้งานรวมถึงการซ่อมบำรุงผิวทาง โดยค่า ACN มีหลักการคำนวณที่ชัดเจน ซึ่งโดยส่วนใหญ่จะถูกระบุจากผู้ผลิตอากาศยาน ดดยประกอบด้วยกลุ่มตัวเลขที่แสดงถึงความสัมพันธ์ของอากาศยานแต่ละชนิดต่อการรับน้ำหนักของโครงสร้างทางต่างๆ ซึ่งขึ้นอยู่กับชนิดของอากาศยาน น้ำหนักของอากาศยาน น้ำหนักบรรทุกเกียร์หลัก จำนวนล้อ แรงดันลมยาง ซึ่งจะแปลงให้อยู่ในรูปน้ำหนักล้อเดี่ยวเทียบเท่า (Equivalent single wheel load) แสดงตัวเลขของอากาศยานในขณะไร้น้ำหนักบรรทุก (Operation empty weight) และน้ำหนักบรรทุกสูงสุดขณะขึ้นบิน (Maximum take-off weight) ซึ่งตัวเลข ACN มีค่าน้อยหมายถึงมีผลกระทบต่อโครงสร้างทางน้อย และหากกรณีตัวเลข ACN มีค่ามากแสดงถึงอากาศยานมีผลกระทบต่อโครงสร้างผิวทางมาก

2.5.2 ค่าสัมประสิทธิ์ของพื้นผิวสนามบิน (Pavement Classification Number – PCN) ค่า PCN เป็นกลุ่มของตัวเลขและตัวอักษรในระดับเดียวกันกับค่า ACN โดย PCN จะแสดงถึงความสามารถในการรับเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

น้ำหนักของโครงสร้างทาง ค่า PCN มักจะถูกกำหนดเป็นค่าควบคุมการใช้งานของอากาศยานต่างๆ เปรียบเทียบกับค่า ACN สำหรับท่าอากาศยานโดยทั่วไปค่า PCN จะต้องไม่ต่ำกว่า ACN ทั้งนี้ต้องคำนึงถึงแรงดันลมยางที่อากาศยานกระทำต่อโครงสร้างทาง โดยการประเมินค่า PCN ต้องทราบข้อมูลของโครงสร้างทาง ทั้งจากแบบแปลนก่อสร้าง จากการวัด วิเคราะห์และการประเมิน โดยใช้ข้อมูลทั้งในอดีต ปัจจุบันและอนาคตเพื่อใช้ในการคำนวณหาค่า PCN ทั้งนี้การกำหนดระยะเวลาการใช้งานผิวทางในการคำนวณค่า PCN (PCN life course) จึงเป็นปัจจัยสำคัญหนึ่งที่จะทำให้ค่า PCN ปรับขึ้นลงได้ รูปแบบการรายงานค่า PCN จะแสดงให้เห็นถึงลักษณะโครงสร้างทางคือ ผิวทางแบบแข็ง (Rigid Pavement: R) และผิวทางแบบยืดหยุ่น (Flexible Pavement: F) ตามด้วยชั้นดินของโครงสร้างทาง แรงดันลมยางที่ยอมให้ ซึ่งค่า PCN สามารถใช้เลข ACN ตามอากาศยานที่ใช้งานสนามบินนั้นๆ เป็นประจำโดยที่สนามบินนั้นสามารถรองรับอากาศยานได้และไม่เกิดความเสียหาย (Using Aircraft)

## 2.6 ประกาศนักบิน (Notice to Airmen หรือ NOTAM)

ข่าวสาร เกี่ยวกับความปลอดภัยในการเดินอากาศที่จะต้องออกประกาศทันที ซึ่งเป็นข่าวสารลักษณะชั่วคราวที่มี ระยะเวลาไม่เกิน 3 เดือน หรือเป็นข่าวสารเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงอย่างถาวรที่มีนัยสำคัญต่อการปฏิบัติการ หรือเป็นการเปลี่ยนแปลงอย่างชั่วคราวที่มีระยะเวลาเกิน 3 เดือน แต่จำเป็นต้องแจ้งให้ผู้เกี่ยวข้องทราบ โดยเร็ว ทั้งนี้ไม่รวมถึงข่าวสารเกี่ยวกับความปลอดภัยในการเดินอากาศที่มีเนื้อหาหนักหรือเป็นรูปภาพ โดยเจตนาสื่อสารข้อมูลที่เกี่ยวข้องที่แสดงให้เห็นเงื่อนไขหรือการเปลี่ยนแปลงต่างๆ ของสิ่งอำนวยความสะดวกภายในท่าอากาศยาน การบริการ กระบวนการ หรือสิ่งที่เป็นอันตราย ซึ่งจำเป็นต้องบุคลากรที่จำเป็นต้องรู้ในส่วนที่เกี่ยวข้องเพื่อการดำเนินการท่าอากาศยาน [7]

ทั้งนี้สำหรับการเข้าบำรุงรักษาสนามบินที่อยู่ระหว่างการปฏิบัติการ อาจมีการปิดพื้นที่เพื่อการบำรุงรักษา ต้องคำนึงถึงความปลอดภัยเป็นสิ่งสำคัญจึงต้องมีการประกาศข่าวสารให้ผู้ปฏิบัติการโดยเฉพาะนักบินทราบเพื่อความปลอดภัย

## 2.7 การประเมินความเสียหายของพื้นผิวทาง

ความเสียหายของพื้นผิวทางจะจำแนกตามชนิดของพื้นผิวทาง ได้แก่ ความเสียหายของพื้นผิวทางชนิดยืดหยุ่น (Flexible Pavement) และความเสียหายของพื้นผิวทางชนิดแกร่งตัว (Rigid Pavement) [8]

2.7.1 ความเสียหายบนพื้นผิวทางชนิดยืดหยุ่น (Flexible Pavement Distress) มีรูปแบบความเสียหายอยู่ 16 รูปแบบ ที่ใช้สำหรับการสำรวจในสนามและที่เป็นไปตามการหลักการประเมินความเสียหาย โดยความเสียหายแต่ละประเภทถูกอ้างอิงจากรายการที่ตรวจพบได้บ่อยครั้ง ดังนี้

2.7.1.1 ผิวทางแตกลายหนังจระเข้ (Alligator or Fatigue Cracking) คือรอยแตกที่เชื่อมต่อกันเกิดจากความล้า (Fatigue Failure) ของผิวทางชนิดยืดหยุ่นภายใต้การใช้งานซ้ำๆ (Repeat Traffic Loading) ของน้ำหนักจากการจราจร จุดเริ่มต้นของรอยแตกเกิดขึ้นใต้ผิวทาง (หรือชั้นรองพื้นทาง) เมื่อความเค้นแรงดึง (Tensile Stress) และความเครียด (Strain) สูงที่สุดภายใต้น้ำหนักล้อ รอยแตกจะเริ่มต้นขยายไปที่เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พื้นผิวและมีรอยแตกแบบขนานเป็นเรื่อยไป หลังจากแบกรับน้ำหนักซ้ำๆจากการจราจร การเชื่อมต่อของรอยร้าวมีการพัฒนาคล้ายกับลวดทรงไก่ หรือผิวหนังของจระเข้ ผิวทางแตกร้าวแบบลายหนังจระเข้ถูกพิจารณาเป็น รูปแบบความเสียหายหลักทางโครงสร้าง ซึ่งแต่ละชั้นของรอยแตกจะมีความยาวไม่เกิน 0.6 เมตร

2.7.1.2 ผิวทางเยิ้ม (Bleeding) มีลักษณะ มันวาวคล้ายแก้วมีการสะท้อนแสงและมักจะมี ความเหนียวเล็กน้อย สาเหตุเกิดจากในส่วนผสมของแอสฟัลท์คอนกรีตมีปริมาณน้ำอย่างมากเกิน และหรือมี ช่องว่างอากาศ (Air Void) น้อยเกินไป การเยิ้มจะเกิดขึ้นเมื่อช่องว่างเต็มไปด้วยน้ำในช่วงที่อากาศร้อนและ เยิ้มไปบนผิวทาง อาจเป็นผลมาจากการราดแตกโค้ทในปริมาณที่มากเกินไป ซึ่งการเยิ้มในปริมาณมากอาจเป็น สาเหตุให้ค่าความฝืดของผิวทางมีค่าลดลงอย่างมีนัยสำคัญได้

2.7.1.3 รอยแตกจากการหดตัว (Block Cracking) คือการเชื่อมต่อของรอยแตกที่แบ่งพื้นผิว ลักษณะเป็นบล็อกสี่เหลี่ยมมุมฉาก ขนาดของบล็อกๆหนึ่งอยู่ที่ประมาณ 1-10 ฟุต หรือประมาณ 0.3-3 เมตร สาเหตุหลักของรอยแตกเกิดจากการหดตัวของแอสฟัลท์คอนกรีต (Shrinkage) และการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ ประจำวัน (ส่งผลให้เกิดรอบของ ความเค้น/ความเครียด) ซึ่งไม่เกี่ยวข้องกับน้ำหนัก การเกิดรอยแตกจากการ หดตัวส่วนมากชี้ให้เห็นแอสฟัลท์ที่แข็งกระด้างอย่างมีนัยยะสำคัญ รอยแตกจากการหดตัวปกติจะเกิดขึ้นเป็น วงกว้างของพื้นที่ แต่บางครั้งก็เกิดขึ้นกับพื้นที่ซึ่งไม่มีการจราจร รูปแบบความเสียหายจะแตกต่างจากรอยแตก แบบหนังจระเข้คือ รอยแตกหดตัวจะมีพื้นที่ใหญ่กว่าและมีรูปร่างของรอยแตกที่ต่างกัน

2.7.1.4 ผิวทางเป็นลอนคลื่น (Corrugation) คือเป็นรูปแบบที่เป็นสันหรือเป็นคลื่น เกิดขึ้น ตามแนวของพื้นผิว (โดยทั่วไประยะสันกว่า 5 ฟุตหรือ 1.5 เมตร) สันคลื่นจะต้องฉากกับแนวทิศทางการจราจร การเกิดความเสียหายดังกล่าวเกิดจากการจราจรและความไม่เสถียรของพื้นผิวเนื่องจากการเคลื่อนตัวแบบ พลาสติก (Plastic Surface Movement) เป็นคลื่นบนพื้นผิว เกิดจากส่วนผสมของแอสฟัลท์คอนกรีตที่ไม่มีความแข็งแรงเพียงพอ แรงยึดเหนี่ยวระหว่างชั้นของโครงสร้างทางมีไม่เพียงพอ

2.7.1.5 ผิวทางยุบตัวเป็นแอ่ง (Depression) คือระดับของพื้นผิวยุบต่ำกว่าบริเวณโดยรอบ เล็กน้อยเฉพาะจุด ในหลายกรณีการยุบตัวเป็นแอ่งเล็กน้อยจะไม่โดดเด่นแต่จะสังเกตเห็นได้หลังจากที่มีฝนตก การ ยุบตัวเป็นแอ่งจะสามารถระบุตำแหน่งโดยปราศจากน้ำฝนได้โดยสังเกตคราบน้ำที่พื้นผิว การยุบตัวเป็นแอ่ง สามารถเกิดขึ้นได้จากการทรุดตัวของชั้นดินหรือเกิดขึ้นได้จากการก่อสร้างที่ไม่ได้คุณภาพหรือการรับน้ำหนัก เกินกว่าที่ออกแบบไว้ การเป็นแอ่งของพื้นผิวทางก่อให้เกิดความขรุขระของพื้นผิว และเมื่อมีน้ำในแอ่งมากพอ ก็จะทำให้เกิดการเหินน้ำ (Hydroplaning) ของอากาศยานได้

2.7.1.6 ผิวทางกัดกร่อนจากกระแสไอพ่นของอากาศยาน (Jet Blast Erosion) พื้นผิวที่ยาง มะตอยถูกเผาไหม้หรือเกิดปฏิกิริยาคาร์บอนิก พื้นที่ที่ถูกเผาไหม้มีความสึกเฉลี่ยประมาณ 1/2 นิ้ว (13 มิลลิเมตร) ซึ่งไม่สามารถระบุความรุนแรงได้ ขึ้นอยู่กับการกัดกร่อนที่เกิดจากกระแสไอพ่น

2.7.1.7 รอยแตกผลสะท้อนจากผิวทางชั้นล่าง (Reflection Cracking) ความเสียหายนี้ เกิดขึ้นเฉพาะพื้นผิวแอสฟัลท์คอนกรีตที่ปูทับบนแผ่นคอนกรีตเท่านั้น รอยแตกสะท้อนเกิดจากการเคลื่อนตัว ของแผ่นคอนกรีตด้านล่างเนื่องจากการเปลี่ยนแปลงของความร้อนและความชื้น ไม่เกี่ยวกับน้ำหนักกดทับ อย่างไรก็ตามน้ำหนักจากการจราจรอาจทำให้พื้นผิวแอสฟัลท์แตกบริเวณรอยร้าว และก่อให้เกิดวัตถุ

แยกสารเป็นอีกสารที่ส่งผลกระทบต่อการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่ออนุญาตให้เห็นใบเซปรีเยชันด้านการศึกษา ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แปลกลบลงได้ หากเป็นรอยแตกผลสะท้อนจากรอยต่อแผ่นคอนกรีต (Joint Reflection Cracking) ระยะของแผ่นคอนกรีตด้านล่างพื้นผิวแอสฟัลท์จะช่วยระบุแนวรอยร้าวได้

2.7.1.8 รอยแตกตามยาวและรอยแตกตามขวาง (Longitudinal and Transverse Cracking) (ไม่มีการสะท้อนจากรอยต่อคอนกรีต) เกิดจากการหดตัว (Shrinkage) ที่เกิดจากปฏิกิริยาออกซิเดชัน (Oxidation) และการเสื่อมสภาพตามระยะเวลา (Age Hardening) ของผิวทาง หรืออาจมีสาเหตุมาจากการหดตัว (Contraction) ของวัสดุแอสฟัลท์คอนกรีตเนื่องจากการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิ ทั้งนี้รอยแตกตามยาวขนานกับเส้นกึ่งกลางทางวิ่ง อาจเกิดขึ้นจาก (1) รอยต่อการก่อสร้างไม่ดี (2) การหดตัวของพื้นผิวแอสฟัลท์เนื่องจากอุณหภูมิต่ำหรือการแข็งตัวของยาง (3) รอยแตกสะท้อนจากพื้นผิวด้านล่างรวมถึงรอยแตกของพื้นคอนกรีต (แต่ไม่ใช่รอยต่อพื้นคอนกรีต) รอยแตกตามขวางพาดผ่านเส้นกึ่งกลางทางทำมุมประมาณมุมฉาก อาจเกิดขึ้นจาก (2) และ (3) รูปแบบรอยแตกนี้ส่วนใหญ่ไม่เกี่ยวข้องกับน้ำหนัก

2.7.1.9 การรั่วของน้ำมัน (Oil Spillage) อาจก่อให้เกิดการเสื่อมสภาพหรือการอ่อนตัวของพื้นผิวจากน้ำมันรั่วหรือตัวทำละลายอื่นๆ ซึ่งไม่สามารถระบุระดับความเสียหายได้ โดยคราบน้ำมันไม่ใช่ความเสียหายของพื้นผิวหากความแข็งของพื้นผิวใกล้เคียงเดิมและไม่มี ความเสียหายของวัสดุหลุดร่อน

2.7.1.10 รอยปะผิวทาง (Patching and Utility Cut Patch) เกิดจากการรี้อผิวทางเดิมและแทนที่ด้วยวัสดุใหม่ การเสื่อมสภาพของพื้นผิวบริเวณที่ปะมักจะมีสภาพเร็วกว่าพื้นผิวทางเดิม และยังส่งผลกระทบต่อคุณภาพการขับเคลื่อนของอากาศยาน รอยปะจะถูกพิจารณาเป็นข้อบกพร่องไม่ว่าจะอยู่ในสภาพดีขนาดไหนก็ตาม

2.7.1.11 วัสดุมวลรวมถูกขัดสี (Polish Aggregate) เกิดจากการใช้งานจากการจราจรซ้ำๆ การขัดสีแสดงให้เห็นเมื่อบางส่วนของมวลรวมแสดงให้เห็นขึ้นเหนือแอลฟัลท์เล็กน้อยหรือมวลรวมที่แสดงขึ้นมาไม่มีส่วนที่มีความขรุขระหรือมุมที่จะก่อให้เกิดค่าความฝืดที่ดี ซึ่งไม่สามารถระบุระดับความรุนแรงได้

2.7.1.12 ผิวทางฝุ่ร่อน (Raveling and Weathering) ผิวชั้นทางแอสฟัลท์หลุดร่อนโดยมวลรวมหรือแอสฟัลท์หรือน้ำมัน อาจระบุได้โดยน้ำยางแอลฟัลท์แข็งตัวอย่างมีนัยสำคัญ โดยมีสภาพอากาศเป็นตัวเร่ง ซึ่งการหลุดร่อนดังกล่าวสามารถสังเกตได้จากสีของผิวทางแอสฟัลท์ที่ซีดจางลง

2.7.1.13 ผิวทางเป็นร่องล้อ (Rutting) ร่องบนถนนบนผิวทางที่เกิดจากการยุบตัวตามแนวล้อของอากาศยาน พื้นผิวอาจเกิดการยกตัวขึ้นตามแนวด้านข้างของร่องล้อ อย่างไรก็ตามในหลายกรณีของร่องล้อจะโดดเด่นหลังจากที่ฝนตกเท่านั้น เมื่อน้ำเต็มร่องล้อ ร่องล้อเกิดจากการเสียรูปแบบถาวร (Permanent Deformation) ของชั้นทางหรือชั้นรองพื้นทาง สาเหตุจากการอัดตัวคายนํ้าของดินหรือการเคลื่อนตัวของชั้นของวัสดุโดยน้ำหนักจากการจราจร นัยสำคัญของร่องล้อสามารถนำไปสู่การพังทลายของโครงสร้างหลักของพื้นผิว

2.7.1.14 รอยย่นพื้นผิวแอสฟัลท์ (Shoving) เกิดจากแอสฟัลท์, คอนกรีตที่ไม่มีความแข็งแรงเพียงพอ เกิดการเคลื่อนตัวแบบเฉือนระหว่างชั้นทาง หรือพื้นผิวคอนกรีตมีการขยายตัวในจุดที่ติดกันกับพื้นผิวแอสฟัลท์ (อ้างถึงการขยายตัวของพื้นผิว (Pavement Growth)) การขยายตัวส่งผลให้แอสฟัลท์บวมและแตก พื้นคอนกรีตขยายตัวเกิดจากการขยายตัวของรอยต่อที่ถูกเติมด้วยวัสดุที่ไม่สามารถอัดแน่นได้

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7.1.15 พื้นผิวแตกแบบเลื่อนไถล (Slippage Cracking) รอยแตกคล้ายรูปพระจันทร์เสี้ยว จุดจบรอยร้าวทั้งสองข้างมีทิศทางตรงข้ามกับทิศของการจราจร เกิดขึ้นจากการเบรกหรือหยุดล้ออากาศยาน เพราะพื้นผิวมีการเลื่อนและเสียรูป ส่วนมากเกิดจากกำลังของพื้นผิวดำหรือแรงยึดเหนี่ยวระหว่างชั้นผิวทางไม่ดี ซึ่งไม่มีการระบุระดับความรุนแรง

2.7.1.16 พื้นผิวบวม (Swelling) คือลักษณะพื้นผิวที่บวมขึ้นมา อาจเกิดขึ้นอย่างรุนแรงในพื้นที่เล็กๆ ที่ละน้อยหรือเป็นคลื่นที่ค่อยๆ าวขึ้น ลักษณะอย่างใดอย่างหนึ่งของการบวมสามารถเกิดขึ้นพร้อมกันจากรอยร้าวของพื้นผิว การบวมของพื้นผิวส่วนใหญ่เกิดจากแรงกระทำชั้นรองพื้นทางหรือจากดินบวม แต่การบวมเพียงเล็กน้อยสามารถเกิดจากการพุทซ์ของพื้นผิวแอสฟัลท์เหมือนการขยายของพื้นคอนกรีต

2.7.2 ความเสียหายบนพื้นผิวทางชนิดแกรงตัว (Rigid Pavement Distress) ความเสียหายบนพื้นคอนกรีตและรอยต่อมีรูปแบบความเสียหายอยู่ 15 รูปแบบ รูปแบบความเสียหายดังกล่าวสามารถนำไปใช้ได้กับแผ่นพื้นคอนกรีตธรรมดา (Concrete Plain) และแผ่นพื้นคอนกรีตเสริมเหล็ก (Reinforced Concrete) ยกเว้นรอยร้าวเส้นตรงที่ระบุว่าเป็นการแบ่งรอยต่อพื้นผิวคอนกรีตธรรมดาและพื้นผิวคอนกรีตเสริมเหล็ก โดยมีรูปแบบความเสียหาย ดังนี้

2.7.2.1 การดันตัว (Blowup) เกิดขึ้นในอากาศร้อน ส่วนมากจะเกิดเป็นรอยร้าวตามขวางหรือรอยต่อของคอนกรีตที่มีความกว้างไม่เพียงพอหรือมีการแทรกของวัสดุแปลกปลอมเข้าไปในช่องว่างของรอยต่อสำหรับการรองรับการขยายตัวของแผ่นพื้นคอนกรีตเนื่องจากปฏิกิริยาระหว่างด่างและซิลิกา ความกว้างที่เพียงพอคือการขยายตัวที่ไม่บีบอัดกันของวัสดุในช่องว่างของรอยต่อ เมื่อมีการขยายตัวที่มากเกินไปบริเวณดังกล่าวจะมีการเคลื่อนขึ้นของขอบแผ่นพื้นหรือการเบียดกันบริเวณใกล้เคียงของรอยต่อ การดันตัวสามารถตัดท่อสิ่งอำนวยความสะดวกและท่อน้ำ รูปแบบความเสียหายดังกล่าวควรซ่อมแซมอย่างทันทีเพราะส่งผลกระทบต่ออากาศยานอย่างมีนัยสำคัญ

2.7.2.2 การแตกหักตามมุม (Corner Break) คือการร้าวที่จุดตัดกันของรอยต่อแผ่นคอนกรีตที่ระยะน้อยกว่าหรือเท่ากับความยาวครึ่งหนึ่งของแผ่นคอนกรีตทั้งสองด้าน โดยวัดระยะจากมุมของแผ่นคอนกรีต การแตกหักตามมุมต่างจากการแตกหลุดเป็นเศษเล็กที่มุม โดยการแตกหักตามมุมแตกร้าวตลอดแนวตั้งของความหนาของแผ่นคอนกรีต ในขณะที่การหลุดเป็นเศษเล็กที่มุมจะตัดรอยต่อแผ่นคอนกรีตแค่ที่มุม การแตกหักตามมุมเกิดจากการรับกำลังซ้ำๆ กับการสูญเสียจุดรองรับและการโค้งงอจากความเค้นจากการโค้งงอเป็นสาเหตุส่วนใหญ่ที่ก่อให้เกิดการแตกหักตามมุม การไม่มีชั้นรองพื้นทางอาจเกิดการอัดทะลัก (Pumping) หรือการสูญเสียคุณสมบัติการถ่ายแรงระหว่างรอยต่อ

2.7.2.3 รอยแตกตามยาว รอยแตกตามขวางและรอยแตกทแยงมุม (Longitudinal, Transverse, and Diagonal Crack) รอยแตกประเภทนี้จะแบ่งพื้นคอนกรีตออกเป็นสองหรือสามส่วน โดยทั่วไปเกิดขึ้นร่วมกันจากการรับน้ำหนักซ้ำๆ จากความเค้นจากการตัดและความเครียดจากการหดตัว หากมีระดับความเสียหายต่ำโดยทั่วไปจะส่งผลให้เกิดการโค้งงอหรือส่งผลกับค่าความเสียหายตามแต่ไม่นับเป็นความเสียหายหลักทางโครงสร้าง หากมีความเสียหายระดับกลางหรือสูงจะส่งผลกับการใช้งานและจะถูกพิจารณาเป็นความเสียหายหลักทางโครงสร้าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์การใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7.2.4 การแตกร้าวจากความคงทนของวัสดุ (Durability “D” Cracking) การแตกร้าวจากความคงทนของวัสดุมักเกิดขึ้นเป็นรูปแบบของรอยแตกร้าวตามแนวที่ใกล้เคียงหรือขนานกับรอยต่อหรือรอยแตกแนวตรง การแตกร้าวจากความคงทนของวัสดุมักเกิดจากคอนกรีตไม่สามารถต้านทานต่อปัจจัยทางสภาพแวดล้อม เช่น วัฏจักรการแช่แข็งและการละลาย (Freeze-Thaw cycles) ซึ่งทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงปริมาตรตัวของวัสดุมวลรวม การแตกร้าวประเภทนี้มักทำให้เกิดการหลุดออกของคอนกรีตในช่วงระยะ 1 – 2 ฟุต (0.3 – 0.6 เมตร) ของรอยต่อหรือรอยแตก

2.7.2.5 ความเสียหายจากวัสดุยาแนวรอยต่อ (Joint Seal Damage) ความเสียหายของยาแนวรอยต่อ คือ สภาพใด ๆ ก็ตามที่ทำให้วัสดุแปลกปลอมที่ไม่สามารถบีบอัดได้ เช่น ดินหรือหินเข้าไปสะสมอยู่ในรอยต่อ หรือเกิดการซึมผ่านของน้ำ การสะสมของวัสดุแปลกปลอมจะขัดขวางการขยายตัวของแผ่นพื้น ส่งผลให้เกิดการโก่งงอ การแตกเป็นเสี่ยง ๆ หรือการหลุดร่อน การซึมผ่านของน้ำผ่านยาแนวรอยต่อที่เสียหายส่งผลให้เกิดการรดทะลัก (Pumping) และการเสื่อมสภาพของชั้นพื้นทาง (Base) ประเภทของความเสียหายของยาแนวรอยต่อ ได้แก่ การหลุดลอก (Stripping) ของยาแนวรอยต่อ การบีบอัด (Extrusion) การเจริญเติบโตของวัชพืชในร่องรอยต่อ (Weed Growth) ของยาแนวรอยต่อ การแข็งตัวของยาแนวรอยต่อ (Hardening of the filler) จากปฏิกิริยาออกซิเดชัน การสูญเสียแรงยึดเกาะของยาแนวรอยต่อที่ขอบของพื้นผิวคอนกรีต (Lose of bond to the slab edge) และไม่มีกรยาแนว (lack or absence in to the joint) ความเสียหายของยาแนวรอยต่อเกิดได้จากความกว้างของรอยต่อที่ไม่เหมาะสม การใช้ยาแนวผิดประเภท การใช้ยาแนวที่ผิดวิธี การทำความสะอาดก่อนที่จะทำการยาแนวรอยต่อที่ไม่เพียงพอและการเสื่อมสภาพเนื่องจากสภาพอากาศ หรือการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติตามอายุการใช้งาน (Aging)

2.7.2.6 รอยปะขนาดเล็ก (Small Patching) พื้นที่ที่พื้นผิวทางเดิมถูกรื้อออกและแทนที่ด้วยวัสดุที่นำมาซ่อมแซม โดยมีขนาดเล็กกว่า 5 ตารางฟุต (0.5 ตารางเมตร) หัวไปรอยปะจะมีอัตราการเสียหายหรือเสื่อมสภาพที่สูงกว่าพื้นผิวทางเดิม

2.7.2.7 รอยปะขนาดใหญ่และรอยฝังสาธารณูปโภค (Large Patching and Utility Cuts) พื้นที่ที่พื้นผิวทางเดิมถูกรื้อออกและแทนที่ด้วยวัสดุที่นำมาซ่อมแซม มีพื้นที่ใหญ่กว่า 5 ตารางฟุต (0.5 ตร.ม.) และรอยขุดฝังสาธารณูปโภค คือรอยปะที่มีการเปลี่ยนแปลงพื้นผิวทางเดิมเนื่องจากการติดตั้งระบบสาธารณูปโภคใต้ดิน

2.7.2.8 การหลุดของมวลรวม (Pop outs) การที่ชิ้นส่วนขนาดเล็กของพื้นผิวทางแตกหลุดออกมาจากผิวหน้าคอนกรีต ซึ่งมีสาเหตุมาจากพฤติกรรมกรแช่แข็งและการละลายตัวที่เกิดขึ้นร่วมกับการขยายตัวของมวลรวมและอาจเกิดปฏิกิริยาระหว่างต่างและซิลิกา รอยมวลรวมหลุดออกมักมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง ประมาณ 1-4 นิ้ว (2.5-10 ซม.) และลึกประมาณ 1/2 – 2 นิ้ว (1.3-5 เซนติเมตร) รอยมวลรวมหลุดออกอาจเกิดมวลรวมก้อนเดียวที่มีขนาดใหญ่หรือก้อนดินเหนียวที่ปนอยู่ในคอนกรีตแตกหลุดออกจากผิวหน้าคอนกรีต

2.7.2.9 การอัดทะลัก (Pumping) การโก่งหรือแอ่นตัวของแผ่นพื้นเมื่อรับแรงกระทำจะทำให้เกิดการอัดทะลัก ซึ่งมีลักษณะเฉพาะคือการที่น้ำและวัสดุที่อยู่ใต้แผ่นพื้นพุ่งออกมาจากรอยต่อหรือรอยแยกสารเป็นเอกลักษณ์สูงหรือการแข็งขึ้นเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่ออยู่ใต้เห็นไปใช้ประโยชน์ในการวัดไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แตกของพื้นผิวทาง น้ำที่พุ่งออกจากรอยแตกจะนำพามวลรวม ได้แก่ กรวด ทราย ดินเหนียว ดินเหนียวปนดินทราย เป็นต้น ที่รองรับใต้แผ่นพื้นออกมาด้วย ทำให้สูญเสียชั้นรองรับพื้นผิวทางทำให้เกิดการแตกร้าว หลักฐานที่แสดงว่ามีการอัดทะลักเกิดขึ้น ได้แก่ รอยต่างบนพื้นผิว และวัสดุชั้นพื้นทางหรือวัสดุชั้นดินคันทางปรากฏอยู่บนพื้นผิวทางใกล้กับแนวรอยต่อหรือรอยแตก การอัดทะลักที่อยู่ใกล้แนวรอยต่อบ่งบอกถึงการถ่ายแรงที่ไม่ดีของแนวรอยต่อ ยาแนวรอยต่อที่คุณภาพไม่ดี และการมีอยู่ของน้ำใต้ดิน

2.7.2.10 การหลุดเซาะ การแตกลายงา และผิวแตกร้าว (Scaling, Map Cracking and Cracking) การหลุดเซาะ (Scaling) คือ การหลุดและการสูญเสียชั้นบนสุดของผิวทาง ผิวทางไม่แข็งแรงจากการบ่ม หรือแตงผิวหน้าไม่เหมาะสม วัฏจักรการแข็งตัวและการละลายของน้ำทำให้เกิดการหลุดเซาะ การแตกลายงาหรือผิวแตก (Map Cracking and Cracking) คือ รอยร้าวเส้นบางตื้น ๆ ที่เชื่อมต่อ เป็นโครงข่าย โดยรอยร้าวจะกระจายตัวผ่านแคว้นบนของผิวทางคอนกรีตเท่านั้น ผิวแตกร้าวโดยทั่วไปเกิดจากการบ่มและการแตงผิวคอนกรีตที่ไม่เหมาะสม ซึ่งส่งผลให้เกิดการหลุดเซาะของผิวทาง

2.7.2.11 การทรุดตัวหรือการเคลื่อนตัว (Settlement or Faulting) การทรุดตัวหรือการเคลื่อนตัวจะมีความแตกต่างของระดับตามแนวรอยต่อหรือรอยแตก ซึ่งเกิดจากการยกตัวสูงขึ้นหรือการอัดตัวคายนํ้าที่ไม่สม่ำเสมอของชั้นวัสดุที่อยู่ใต้พื้นผิวทางจากการสูญเสียมวลละเอียด การยกขึ้นของพื้นที่เกิดจากการแช่แข็ง หรือการบวมตัวของดิน

2.7.2.12 การแตกเป็นเสี้ยวๆ (Shatter Slab/Intersecting cracks) แผ่นพื้นที่แตกเป็นเสี้ยวๆ คือ แผ่นพื้นที่มีรอยแตกตัดกัน ทำให้แตกหักเป็น 4 ชิ้น หรือมากกว่านั้น โดยมากมักเกิดจากแรงกระทำที่มากเกินไปเนื่องจากการจราจรหรือความไม่เหมาะสมของฐานชั้นรองรับผิวทาง

2.7.2.13 การแตกร้าวจากการหดตัว (Shrinkage Cracking) รอยแตกร้าวจากการหดตัวเป็นรอยแตกร้าวเส้นบางที่มีความยาวไม่กี่ฟุตและไม่มีรอยขยายตัดแผ่นพื้นทั้งแผ่น ความเสียหายประเภทนี้มักจะเกิดขึ้นระหว่างการแข็งตัวและการบ่มของคอนกรีต โดยรอยแตกร้าวจากการหดตัวมักจะขยายตัวตลอดความหนาของแผ่นพื้น โดยทั่วไปรอยแตกจากการหดตัวจะไม่ขยายใหญ่เกินกว่า 1/4 นิ้ว (6 มิลลิเมตร) จากพื้นผิวของแผ่นพื้นและส่วนใหญ่จะอยู่แค่บนชั้นแตงผิวเท่านั้น

2.7.2.14 การหลุดร่อนของรอยต่อ (Joint Spalling) การหลุดร่อนของรอยต่อ คือ การแตกหักของขอบพื้นผิวที่อยู่ในระยะ 2 ฟุต (0.6 เมตร) จากด้านข้างของรอยต่อ โดยทั่วไปการหลุดร่อนของรอยต่อจะไม่ขยายตัวในแนวตั้งตลอดความหนาของแผ่นพื้นแต่จะตัดเป็นมุมกับรอยต่อ การหลุดร่อนของรอยต่อมักมีสาเหตุมาจากความเค้นส่วนเกินที่รอยต่อหรือรอยแตกอันเนื่องมาจากการแทรกของวัสดุแปลกปลอมหรือคอนกรีตตามรอยต่อที่ไม่แข็งแรง (จากการใช้งานที่มากเกินไป) ร่วมกับน้ำหนักจราจร การหลุดร่อนของรอยต่อยังคงอาจเป็นผลจากการวางเหล็กเดือยไม่ตรงแนว หรือผิดตำแหน่ง

2.7.2.15 การหลุดร่อนตามมุม (Corner Spalling) การหลุดร่อนตามมุม คือ การหลุดร่อนของผิวหน้าหรือการแตกหักของแผ่นพื้นในช่วงระยะประมาณ 2 ฟุต (0.6 เมตร) จากมุม ความเสียหายนี้แตกต่างจากการแตกหักตามมุมตรงที่การหลุดร่อนตามมุม รอยแตงมักจะเริ่มจากผิวเป็นมุมลงไปตัดกับแนวรอยต่อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในขณะที่การแตกหักตามมุม จะเป็นรอยแตกตลอดความหนาของแผ่นพื้น ทั้งนี้ หากบริเวณใดมีการหลุดร่อนของรอยต่อก็มักจะมีการหลุดร่อนตามมุมเกิดควบคู่กันด้วย

2.7.3 ดัชนีสภาวะของพื้นผิว (Pavement Condition Index, PCI) คือการประเมินความเสียหายของพื้นผิวสนามบินรูปแบบหนึ่ง วิธีการประเมินวิธีนี้ถูกพัฒนาโดยคณะวิศวกรของกองทัพบกสหรัฐอเมริกา (U.S. Army Corps of Engineers) ซึ่งสมาคมวิชาชีพทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ยอมรับดัชนีสภาวะของพื้นผิว (PCI) ที่มาตรฐานการประเมินสภาวะพื้นผิวสำหรับพื้นผิวสนามบิน การประเมินสามารถแบ่งช่วงโดยอธิบายจากระดับความรุนแรง และลักษณะความเสียหาย ซึ่งแบ่งสภาวะของพื้นผิวด้วยช่วงคะแนน 0-100 โดย 0 สภาวะที่เลวร้ายที่สุดที่เป็นไปได้ และ 100 คือสภาวะยอดเยี่ยมที่สุดที่เป็นไปได้ [6]

ข้อมูลดัชนีสภาวะของพื้นผิว แบ่งได้จากการสำรวจโดยสายตาจากผู้ตรวจประเมินที่สำรวจพื้นผิวโดยการเดิน หรือการประเมินสามารถใช้ภาพถ่ายพื้นผิวคุณภาพสูงและวิเคราะห์โดยผู้ตรวจประเมินหรือโปรแกรมเฉพาะ ปัจจุบันดังกล่าวขึ้นอยู่กับวิธีการประเมินรูปแบบความเสียหาย ความรุนแรงและปริมาณ

การกำหนดหน่วยตัวอย่าง โดยระบุลักษณะพื้นที่ของพื้นผิวตามการใช้งาน และแบ่งแต่ละพื้นที่โดยอ้างอิงจากการออกแบบ, การก่อสร้างในอดีต, ปริมาณการจราจรและเงื่อนไขการใช้งาน กำหนดรูปแบบที่ชัดเจนในการสำรวจเพื่อควบคุมคุณภาพและง่ายแก่การระบุตำแหน่งของความเสียหาย หน่วยตัวอย่างทั้งหมดจะถูกเดินตรวจสอบและอธิบายโดยค่าเฉลี่ย PCI ของแต่ละพื้นที่

2.7.3.1 การคำนวณประเมินดัชนีสภาวะของพื้นผิว (PCI) สำหรับพื้นผิวแอสฟัลท์ติกคอนกรีตสำรวจความเสียหายแต่ละหน่วยตัวอย่างโดยการเดินสำรวจและจดบันทึกขนาดของหน่วยตัวอย่าง บันทึกปริมาณความเสียหาย รูปแบบความเสียหายแบ่งตามระดับความเสียหายของแต่ละรูปแบบในหน่วยตัวอย่างนั้นๆ รวบรวมแต่ละรูปแบบความเสียหายและระดับของเสียหายในหน่วยตารางฟุตหรือตารางเมตรกรอกข้อมูลความเสียหายของหน่วยตัวอย่างในตารางสำรวจความเสียหายพื้นผิวแอสฟัลท์ติกคอนกรีต ตามตารางที่ 2.1 ดำเนินการสำรวจความเสียหายในหน่วยตัวอย่างอื่นๆตามขั้นตอน

ตารางที่ 2.1 ตัวอย่างตารางสำรวจความเสียหายพื้นผิวแอสฟัลท์ติกคอนกรีต

ตารางสำรวจสภาวะความเสียหายพื้นผิวแอสฟัลท์สนามบิน สำหรับหน่วยตัวอย่าง										ภาพร่าง:	
สาขา.....		กลุ่ม.....		หน่วยตัวอย่าง.....							
สำรวจโดย.....		วันที่.....		พื้นที่.....							
1. ผิวทางแตกลายจระเข้	5. ผิวทางยุบตัวเป็นแอ่ง	9. น้ำมันรั่ว	13. ผิวทางเป็นร่องล้อ								
2. ผิวทางเอียง	6. ผิวทางกร่อนจากไอพ่น	10. รอยปะผิวทาง	14. รอยย่นพื้นผิวแอสฟัลท์								
3. รอยแตกจากการหดตัว	7. รอยแตกสะท้อนจากผิวทางชั้นล่าง	11. วัสดุมวลรวมถูกขูดสี	15. พื้นผิวแตกแบบเลื่อนไกล								
4. ผิวทางเป็นลอนคลื่น	8. รอยแตกตามยาวและตามขวาง	12. ผิวทางผุกร่อน	16. พื้นผิวบวม								
ระดับ	ปริมาณ								ผลรวม	ความหนา	ค่าความ
ความ										แน่น %	เสียหาย

ที่มา: ดัดแปลงจาก Standard Test Method for Airport Pavement Condition Index Surveys, (ASTM D5340-12: 3)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การจดบันทึกรูปแบบความเสียหายและระดับความเสียหายเมื่อรูปแบบ รอยแตก รอยร้าว มีระดับความรุนแรงที่แตกต่างกัน ต้องแยกส่วนในการประเมินและบันทึกข้อมูล แต่ถ้าไม่สามารถแยกส่วนได้ให้คิดเป็นระดับความรุนแรงที่มากที่สุด

ถ้ารอยแตกแบบลายหนังจระเข้ (Alligator Cracking) และรอยแตกแบบตามแนวร่องล้อ (Rutting) เกิดขึ้นบนพื้นที่เดียวกัน ให้บันทึกความเสียหายตามระดับความรุนแรง

ถ้าผิวทางถูกพิจารณาว่าเยิ้ม (Bleeding) จะไม่พิจารณาว่ามวลรวมผิวทางถูกขัดสี (Polished Aggregate) ในพื้นที่เดียวกันนั้น

รอยแตกจากการหดตัว (Block Cracking) ประกอบไปด้วยทั้งหมดของรอยแตกตามยาว (Longitudinal Cracking) และรอยแตกตามขวาง (Transverse Cracking) ภายในพื้นที่นั้น อย่างไรก็ตามรอยแตกผลสะท้อนจากผิวทางชั้นล่างรอยต่อ (Reflection Cracking) ไม่บันทึกรวมกับรอยแตกข้างต้น ให้บันทึกความเสียหายแยกออกจากกัน

ความเสียหายใดๆ รวมถึงรอยแตกร้าว เมื่อพบบนพื้นที่รอยปะ (Patched) ไม่ต้องบันทึก แต่ต้องพิจารณารอยแตกร้าวบนรอยปะเพราะมีผลกับรอยปะนั้นๆ โดยให้อธิบายเป็นระดับความเสียหายของรอยปะนั้นๆ

หากวัสดุมวลรวมถูกขัดสีอย่างมีนัยยะสำคัญ ควรถูกพิจารณาว่ามีนัยยะสำคัญกับความเสียหายของพื้นผิวทาง

ดำเนินการประเมินดัชนีสภาวะของพื้นผิวทันทีหลังจากการบำรุงรักษาสภาพพื้นผิว (Surface Treatment) เนื่องจากการบำรุงรักษาที่ยังคงความเสียหายเดิมคงอยู่ และการบำรุงรักษาพื้นผิว (Surface Treatment) ที่ไม่ทั่วถึงจะถูกนับเป็นการหลุดร่อนของหินผิวทาง (Raveling)

ความเสียหายของพื้นผิวทางจะก่อให้เกิด วัตถุแปลกปลอม (Foreign Object Damage: FOD) เมื่อวัสดุของผิวทางแตกหรือวัสดุหลุดเข้าไปในเครื่องยนต์ของอากาศยานหรือวัสดุที่แตกอยู่บนพื้นขณะอากาศยานเคลื่อนที่ผ่าน การประเมินความเสียหายข้างต้นไม่ใช่การประเมินที่สมบูรณ์ซึ่ง แต่สามารถนำมาใช้ตรวจวัดความเสียหายในรูปแบบต่างๆได้ ซึ่งผู้ตรวจสอบต้องทำความคุ้นเคยกับแต่ละเกณฑ์การตรวจสอบ

เมื่อบันทึกรูปแบบความเสียหาย โดยแบ่งตามรูปแบบและความรุนแรงในแต่ละหน่วยตัวอย่างแล้ว รวมปริมาณความเสียหายของแต่ละรูปแบบความเสียหายและระดับความเสียหายแล้วหารด้วยพื้นที่ทั้งหมดของหน่วยตัวอย่างแล้วคูณด้วย 100 เพื่อให้ได้เปอร์เซ็นต์ความหนาแน่นของความเสียหายและระดับความเสียหายในหน่วยตัวอย่างนั้นๆ

นำค่าเปอร์เซ็นต์ความหนาแน่นของความเสียหายเปิดตารางเปรียบเทียบหาค่าความเสียหาย (DV) แต่ละรูปแบบ ตามภาคผนวก ก ตารางแสดงค่าความเสียหายพื้นผิวแอสฟัลท์คอนกรีต ตารางที่ 1 - 16

กำหนดผลรวมค่าความเสียหายที่มากที่สุด (Highest Individual DV:HDV) และกำหนดค่า  $m$  คือจำนวนมากที่สุดที่ยอมรับได้ของความเสียหาย โดยคิดจากค่าความเสียหายที่มากที่สุดโดยคำนวณจาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

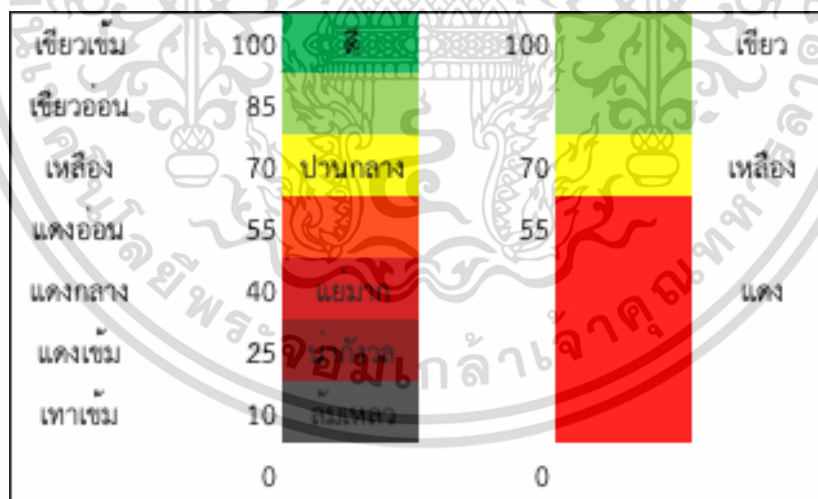
สมการ  $m = 1 + (9/95)(100 - HDV) \leq 10$  (เมื่อ HDV คือค่าความเสียหายที่มากที่สุด) หากจำนวนค่าความเสียหายน้อยกว่า  $m$  สามารถนำค่าทั้งหมดไปใช้ได้เลย

กรณีหากจำนวนมากที่สุดที่ยอมรับได้ของความเสียหาย “ $m$ ” น้อยกว่าจำนวนค่าความเสียหาย ให้ใช้จำนวนค่าความเสียหายตามจำนวนค่าความเสียหายมากที่สุดที่ยอมรับได้ โดยเลือกลบค่าความเสียหายที่มีค่าน้อยและเทียบบัญญัติไตรยางค์หากค่าความเสียหายมากที่สุดที่ยอมรับได้ไม่เป็นจำนวนเต็ม โดยตัดทอนจากค่าความเสียหายที่น้อยที่สุด

นับจำนวนค่าความเสียหาย (DV) ที่มากกว่า 5 และแทนจำนวนที่เกิน 5 โดยใช้ค่า “ $q$ ” เป็นจำนวนชุดค่าความเสียหาย เมื่อเขียนค่าความเสียหายเรียงลำดับลงในตาราง และคัดลอกค่าความเสียหายเขียนซ้ำในบรรทัดถัดไปของตารางแล้วเปลี่ยนค่าที่น้อยที่สุดที่มากกว่า 5 เป็น 5 และทำซ้ำจนกว่าค่า “ $q$ ” = 1 (ชุดค่าความเสียหาย)

ถ้าค่าความเสียหายที่มากที่สุดไม่เกิน 5 หรือเกิน 5 เพียงตัวเดียว ให้ใช้ค่าผลรวมของค่าความเสียหายเป็นค่าผลรวมความเสียหายมากที่สุด

นำผลรวมค่าความเสียหายมากที่สุด เปิดตารางหาค่าความเสียหายสะสมสำหรับพื้นผิวแอสฟัลต์ติกคอนกรีต ตามภาคผนวก ก ตารางแสดงค่าความเสียหายพื้นผิวแอสฟัลต์ติกคอนกรีต ตารางที่ 17 ค่า PCI ของพื้นผิวแอสฟัลต์ติกคอนกรีตจะเท่ากับ  $100 -$  ค่าความเสียหายสะสม คะแนนดัชนีสภาพพื้นผิวเป็นไปตามรูปที่ 2.2



ที่มา: ดัดแปลงจาก Standard Test Method for Airport Pavement Condition Index Surveys, (ASTM D5340-12: 2)

## รูปที่ 2.2 แสดงคะแนนดัชนีสภาพพื้นผิวโดยวิธี PCI

2.7.3.2 การคำนวณประเมินดัชนีสถานะของพื้นผิว (PCI) สำหรับพื้นผิวคอนกรีต สำหรับความเสียหายโดยการเดินพร้อมบันทึกแต่ละความเสียหายและระดับความรุนแรงที่เกิดขึ้นจริงบนพื้นคอนกรีตแต่ละแผ่น เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การสำรวจและจัดบันทึกความเสียหายดังกล่าวสามารถนำไปใช้ได้กับแผ่นพื้นคอนกรีตธรรมดา (Concrete Plain) และแผ่นพื้นคอนกรีตเสริมเหล็ก (Reinforced Concrete) ยกเว้นรอยร้าวเส้นตรงที่ระบุว่าเป็นการแบ่งรอยต่อพื้นผิวคอนกรีตธรรมดาและพื้นผิวคอนกรีตเสริมเหล็ก

การสำรวจความเสียหายและระดับความรุนแรงโดยเศษของคอนกรีตคือการแตกของพื้นผิวหรือการหายไปของวัสดุบริเวณรอยร้าวและรอยต่อ รอยร้าวของคอนกรีตเสริมเหล็กที่มีความกว้างน้อยกว่า 1/8 นิ้ว (3 มิลลิเมตร) คือ รอยร้าวจากการหดตัว (Shrinkage Crack) เว้นแต่แผ่นพื้นแตกมากกว่าสี่ชั้นหรือแตกละเอียด

ความกว้างของรอยร้าวควรวัดระหว่างแนวตั้งของรอยร้าว ไม่ใช่จากมุมที่มีเศษหลุดร่อนของคอนกรีต วัตถุประสงค์ที่ถูกต้องพิจารณา อธิบายได้เป็นระดับความรุนแรงของรอยแตกกว้างแต่ก็ไม่ควรให้มีอิทธิพลมากกว่าความกว้างของรอยแตก

การอุดรอยแตกกว้างให้เป็นที่น่าพอใจ หากสามารถป้องกันน้ำและการบีบอัดเข้าหากันของรอยแตกกว้างและรอยต่อแผ่นพื้น

วัสดุอุดความเสียหายของรอยต่อไม่ถูกนับรวมเป็นพื้นฐานของแผ่นพื้น ระดับความเสียหายถูกระบุโดยภาพรวมของเงื่อนไขของวัสดุอุดรอยต่อในหน่วยตัวอย่าง ไม่นับรอยต่อของแผ่นคอนกรีตเป็นเศษของคอนกรีตหากมีการอุดด้วยวัสดุอุดรอยต่อ

วัสดุอุดรอยต่อจะอยู่ในเงื่อนไขที่น่าพอใจก็ต่อเมื่อสามารถยึดหยุ่นได้ดี แข็งแรงป้องกันผนังรอยต่อและไม่หลุดออกจากรอยต่อ

ชั้นส่วนของรอยแตกที่เกิดขึ้นมากกว่าสองชั้น ที่อยู่ใกล้เคียงกันซึ่งพบใต้ชั้นผิวทางถึงชั้นรองพื้น การแตกที่หลายหลายนี้ถูกเชื่อมโยงกันกับรูปแบบชั้นส่วนของรอยแตกขนาดเล็กหรือชั้นส่วนของพื้นผิว

รอยร้าวที่มีความกว้างมากกว่า 3 นิ้ว (75 มิลลิเมตร) มีระดับความเสียหายสูงโดยไม่คำนึงถึงการอุดช่องรอยแตก

การแตกเป็นเศษตามมุมถูกระบุเป็นรอยแตกกรอง ทั้งมีและไม่มีเศษชั้นส่วน การแตกเป็นเศษตามมุมที่ขนานใกล้กับรอยแตกหลัก เม็ดหินหรือชั้นส่วนที่หลุดออกไม่นับเป็นการแตกกรอง

การแตกเป็นเศษของรอยแตกขนาดเล็กและรอยแตกย่อยตามมุม ถูกระบุเป็นรอยแตกกรองเมื่อมีขนาดความยาวน้อยกว่า 6 นิ้ว (150 มิลลิเมตร) และส่งผลกระทบต่อหน้าน้อยกว่า 10% ของความยาวรอยแตกกว้าง

การแตกเป็นเศษปานกลาง คือรอยร้าวรอง สามารถเป็นได้ทุกความยาว แต่จุดสิ้นสุดของความยาวรอยร้าวทั้งสองข้างต้องตัดกับรอยร้าวหลัก ชั้นส่วนแต่ละชั้นขนาดใหญ่กว่า 3 นิ้ว (75 มิลลิเมตร) ไม่ร้าวและแตก ชั้นส่วนที่หายไป สามารถเกิดขึ้นได้กับทุกความยาวแต่ต้องมีขนาดเล็กกว่า 3 นิ้ว (75 มิลลิเมตร) ชั้นส่วนที่มีขนาดใหญ่กว่า 3 นิ้ว (75 มิลลิเมตร) หลุดหายต้องมีผลกระทบต่อหน้าน้อยกว่า 10% ของความยาวรอยแตกกว้าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความเสียหายของพื้นผิวทางจะก่อให้เกิด วัตถุแปลกปลอม (Foreign Object Damage: FOD) เมื่อผิวของวัสดุแตกหรือหลุดเข้าไปในเครื่องยนต์ของอากาศยานหรือวัสดุที่แตกอยู่บนพื้นขณะอากาศยานเคลื่อนที่ผ่าน

เมื่อสำรวจความรุนแรงและความเสียหายของคอนกรีตแต่ละแผ่นในหน่วยตัวอย่างแล้ว ให้นำรวมจำนวนแผ่นคอนกรีตที่มีความเสียหายและความรุนแรงในระดับเดียวกันในพื้นที่หน่วยตัวอย่าง จำนวนรวมแผ่นพื้นที่ที่มีความรุนแรงและความเสียหายในระดับเดียวกันหารด้วยจำนวนรวมทั้งหมดของแผ่นพื้นที่ทั้งหมดของหน่วยตัวอย่างและคูณด้วย 100 เพื่อให้ได้เปอร์เซ็นต์ความหนาแน่นของความเสียหายและระดับความเสียหายในหน่วยตัวอย่างนั้นๆ

นำค่าเปอร์เซ็นต์ความหนาแน่นของความเสียหายเปิดตารางเปรียบเทียบหาค่าความเสียหาย (DV) แต่ละรูปแบบ ตามภาคผนวก ข ตารางแสดงค่าความเสียหายพื้นผิวคอนกรีต ตารางที่ 1-15

กำหนดผลรวมค่าความเสียหายที่มากที่สุด (Highest Individual DV:HDV) และกำหนดค่า  $m$  คือจำนวนมากที่สุดที่ยอมรับได้ของความเสียหาย โดยคิดจากค่าความเสียหายที่มากที่สุดโดยคำนวณจากสมการ

$m = 1 + (9/95)(100 - HDV) \leq 10$  (เมื่อ HDV คือค่าความเสียหายที่มากที่สุด) หากจำนวนค่าความเสียหายน้อยกว่า  $m$  สามารถนำค่าทั้งหมดไปใช้ได้เลย

กรณีหากจำนวนมากที่สุดที่ยอมรับได้ของความเสียหาย “ $m$ ” น้อยกว่าจำนวนค่าความเสียหาย ให้ใช้จำนวนค่าความเสียหายตามจำนวนค่าความเสียหายมากที่สุดที่ยอมรับได้ โดยเลือกลดค่าความเสียหายที่มีค่าน้อยและเทียบบัญญัติโดยตรงหาค่าความเสียหายมากที่สุดที่ยอมรับได้ไม่เป็นจำนวนเต็ม โดยตัดทอนจากค่าความเสียหายที่น้อยที่สุด

นับจำนวนค่าความเสียหาย (DV) ที่มากกว่า 5 และแทนจำนวนที่เกิน 5 โดยใช้ค่า “ $q$ ” เป็นจำนวนชุดค่าความเสียหาย เมื่อเขียนค่าความเสียหายเรียงลำดับลงในตาราง และคัดลอกค่าความเสียหายเขียนซ้ำในบรรทัดถัดไปของตารางแล้วเปลี่ยนค่าที่น้อยที่สุดที่มากกว่า 5 เป็น 5 และทำซ้ำจนกว่าค่า “ $q$ ” = 1 (ชุดค่าความเสียหาย)

ถ้าค่าความเสียหายที่มากที่สุดไม่เกิน 5 หรือเกิน 5 เพียงตัวเดียว ให้ใช้ค่าผลรวมของค่าความเสียหายเป็นค่าผลรวมความเสียหายมากที่สุด

นำผลรวมค่าความเสียหายมากที่สุด เปิดตารางหาค่าความเสียหายสะสมสำหรับพื้นผิวคอนกรีต ตามภาคผนวก ข ตารางแสดงค่าความเสียหายพื้นผิวคอนกรีต ตารางที่ 16 ค่า PCI ของพื้นผิวแอสฟัลท์ติกคอนกรีตจะเท่ากับ  $100 -$  ค่าความเสียหายสะสม คะแนนดัชนีสภาพพื้นผิวเป็นไปตามรูปที่ 2

2.7.4 การประเมินและให้คะแนนพื้นผิวทาง (Pavement Surface Evaluation and Rating, PASER) เป็นระบบการให้คะแนนพื้นผิวอย่างง่าย ตั้งแต่ 1 (ไม่ผ่าน) – 5 (ยอดเยี่ยม) ซึ่งวิธีนี้จะไม่ได้ให้คะแนนจากความเสียหายเพียงอย่างเดียว แต่คะแนนของความเสียหายนั้นจะขึ้นอยู่กับพื้นที่ที่ตรวจพบความเสียหายด้วย ซึ่งวิธีการให้คะแนนนั้นขึ้นอยู่กับประสบการณ์การใช้งานของแต่ละสนามบิน (แต่ละสนามบินสามารถเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กำหนดเกณฑ์ของแต่ละพื้นที่และระดับความรุนแรงจากประสบการณ์) โดยสนามบินชางงี ประเทศสิงคโปร์ (Changi Airport) ได้นำวิธี PASER มาพัฒนาการให้คะแนนความเสียหาย ซึ่งคำนึงถึงความปลอดภัย การปฏิบัติการและค่าใช้จ่ายในการซ่อมแซมตามลำดับ โดยการแบ่งพื้นที่ทางวิ่งและทางขับออกเป็น 7 พื้นที่ และพื้นที่ของหลุมจอดอากาศยานออกเป็น 5 พื้นที่ เพื่อให้น้ำหนักของดัชนีที่แตกต่างกัน ซึ่งดัชนีคะแนนความเสียหายคือ 1-7 คะแนน จะบ่งบอกถึงความรุนแรงของความเสียหายและความเร่งด่วนในการซ่อมแซม [9]

ระดับคะแนนบ่งบอกถึงความรุนแรง พื้นที่ที่เกิดความเสียหาย และความจำเป็นเร่งด่วนในการซ่อมแซม สามารถแบ่งได้ดังนี้

ระดับคะแนน 1 หมายถึง ซ่อมแซมทันทีภายในวันนี้ ไม่ได้อยู่ในแผน การปิดพื้นที่และมีความจำเป็นเร่งด่วน

ระดับคะแนน 3 หมายถึง ซ่อมแซมอย่างเร่งด่วนภายใน 3 วัน ไม่ได้อยู่ในแผน การปิดพื้นที่และมีความจำเป็นเร่งด่วน

ระดับคะแนน 5 หมายถึง เข้าแผนซ่อมแซมภายใน 2 สัปดาห์ อยู่ในแผนการปิดพื้นที่ให้ติดตามตรวจสอบและประเมิน

ระดับคะแนน 7 หมายถึง ตรวจสอบ ติดตามและประเมิน อยู่ในแผนการปิดพื้นที่ให้ติดตามตรวจสอบและประเมิน

การแบ่งพื้นที่ทางวิ่งและทางขับ แบ่งเป็น 7 พื้นที่ได้ดังนี้

โซนที่ 1 รันเวย์ทัชดาวน์โซน (Runway Touchdown Zone) คือพื้นที่ที่อากาศยานร่อนลงจอด

โซนที่ 2 แนวล้ออากาศยานบนทางวิ่ง (Runway Wheelpath) คือ พื้นผิวของทางวิ่งที่ความกว้าง 23 เมตร ทั้งสองด้านจากเส้นกึ่งกลาง

โซนที่ 3 ทางขับออกด่วน (Runway Exit) คือ จุดเลี้ยวออกจากทางวิ่งของอากาศยาน

โซนที่ 4 แนวล้ออากาศยานบนทางขับ (Taxiway Wheelpath) คือ พื้นผิวของทางขับที่ความกว้าง 9 เมตร ทั้งสองด้านจากเส้นกึ่งกลาง

โซนที่ 5 ทางขับเข้าสู่ทางขับหลังหลุมจอดอากาศยาน (Taxiway Final Approach) คือ จุดเลี้ยวเข้าทางขับหลังหลุมจอดอากาศยาน

โซนที่ 6 แนวนอกแนวล้อทางวิ่ง (Runway Off-Wheelpath) คือ พื้นที่บนทางวิ่งที่นอกเหนือจากความกว้าง 23 เมตร ทั้งสองด้านจากเส้นกึ่งกลาง

โซนที่ 7 แนวนอกแนวล้อทางขับ (Taxiway Off-Wheelpath) คือ พื้นที่บนทางขับนอกเหนือจากความกว้าง 9 เมตร ทั้งสองด้านจากเส้นกึ่งกลาง

การแบ่งพื้นที่หลุมจอดอากาศยาน แบ่งเป็น 5 พื้นที่ได้ดังนี้

โซน A พื้นที่หลุมจอดอากาศยาน (Parking Bay Zone) คือ ระยะ 12 เมตร ทั้งสองด้านของเส้นกึ่งกลางหลุมจอดอากาศยาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โซน B พื้นที่นอกหลุมจอดอากาศยาน (Parking Bay off Zone) คือ พื้นที่นอกเหนือจาก ระยะ 12 เมตร ทั้งสองด้านของเส้นกึ่งกลางหลุมจอดอากาศยาน

โซน C แนวล้ออากาศยานบนทางขับหลังหลุมจอด (Taxilane Wheelpath) คือ พื้นผิวของ ทางขับที่ความกว้าง 9 เมตร ทั้งสองด้านจากเส้นกึ่งกลาง

โซน D แนวนอกแนวล้อทางขับหลังหลุมจอด (Taxilane Off-Wheelpath) คือ พื้นที่บนทาง ขับนอกเหนือจากความกว้าง 9 เมตร ทั้งสองด้านจากเส้นกึ่งกลาง

โซน E ทางขับเข้าหลุมจอดอากาศยาน (Taxilane Final Approach) คือ จุดเลี้ยวเข้าหลุม จอดอากาศยาน

ตัวอย่างการประเมินคะแนนจากความเสียหาย (ความกว้างรอยร้าว) ตามระดับความรุนแรงและพื้นที่ ทางวิ่งและทางขับ ตามตารางที่ 2.2

**ตารางที่ 2.2** ตัวอย่างการประเมินคะแนนจากความเสียหาย (ความกว้างรอยร้าว) ตามระดับความรุนแรงและ พื้นที่ทางวิ่งและทางขับ

พื้นที่	รอยร้าว (กว้าง)	ระดับคะแนน
โซนที่ 1 Runway Touchdown Zone	Hairline < 0.5 ม.ม.	7
โซนที่ 2 Runway Wheelpath	0.5 ม.ม. – 3 ม.ม.	5
	> 3 ม.ม.	3
โซนที่ 3 Runway Exit	Hairline < 0.5 ม.ม.	7
โซนที่ 4 Taxiway Wheelpath	0.5 ม.ม. – 3 ม.ม.	7
โซนที่ 5 Taxiway Final Approach	> 3 ม.ม.	5
โซนที่ 6 Runway off Wheelpath	< 5 ม.ม.	7
โซนที่ 7 Taxiway off Wheelpath	> 5 ม.ม.	5

ที่มา: ดัดแปลงจาก Evaluation of Airport Pavement Strength, Changi Airport Group by Calvin Yeung (2018: 28)

ตัวอย่างการประเมินคะแนนจากความเสียหาย (ขนาดความเสียหาย) ตามระดับความรุนแรงและพื้นที่ ทางขับเข้าสู่หลุมจอดอากาศยานและหลุมจอดอากาศยาน ตามตารางที่ 2.3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ตารางที่ 2.3** ตัวอย่างการประเมินคะแนนจากความเสียหาย (ขนาดความเสียหาย) ตามระดับความรุนแรงและพื้นที่ทางขับเข้าสู่หลุมจอดอากาศยานและหลุมจอดอากาศยาน

พื้นที่	พื้นที่ความเสียหาย	ระดับคะแนน
โซน A Parking Bay Zone	< 0.2 x 0.2 ตร.ม.	7
โซน C Taxiway Wheelpath	0.2 x 0.2 – 0.5 x 0.5 ตร.ม.	5
โซน E Taxiway Final Approach	0.5 x 0.5 – 1 x 1 ตร.ม.	3
	> 1 x 1 ตร.ม.	1
โซน B Parking Bay off Zone	< 0.5 x 0.5 ตร.ม.	7
โซน D Taxiway off Wheelpath Zone	0.5 x 0.5 – 1 x 1 ตร.ม.	5
	> 1 x 1 ตร.ม.	3

ที่มา: ดัดแปลงจาก Evaluation of Airport Pavement Strength, Changi Airport Group by Calvin Yeung (2018: 29)

## 2.8 การประเมินโครงสร้างของพื้นผิวทาง

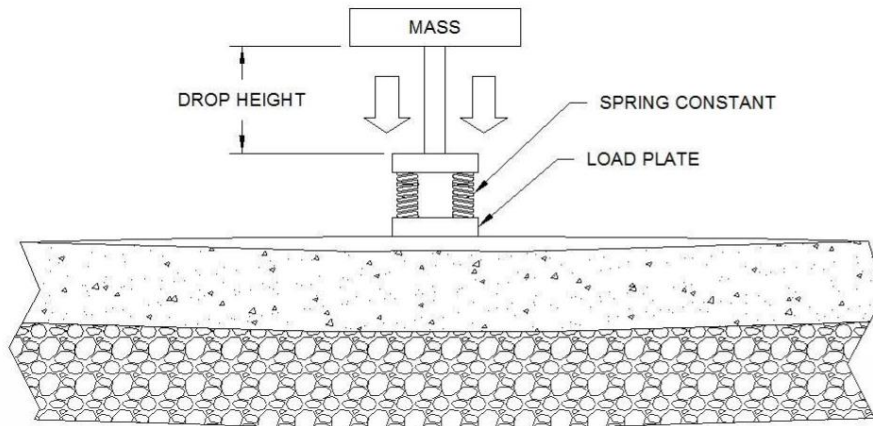
การทดสอบ วิเคราะห์และประเมินโครงสร้างชั้นผิวทางนั้นมีหลากหลายวิธีในการทดสอบ วิเคราะห์และประเมิน ซึ่งผลที่ได้ของแต่ละวิธีการนั้นก็แตกต่างกันออกไป โดยสามารถแบ่งอย่างง่ายได้เป็น 2 วิธี คือ วิธีแบบทำลายพื้นผิว (Destructive) และวิธีแบบไม่ทำลายพื้นผิว (Non – Destructive) [10]

2.8.1 การเจาะสำรวจชั้นผิวทาง (Coring) ใช้เพื่อการวัดความหนาของชั้นผิวทางและอธิบายลักษณะของผิวทาง รวมไปถึงคุณภาพของวัสดุชั้นทาง แต่ข้อเสียของการเจาะสำรวจ (Coring) ซึ่งเป็นแบบทำลายพื้นผิว (Destructive) ก็จะก่อให้เกิดความเสียหายต่อชั้นผิวทาง และการเจาะสำรวจไม่สามารถใช้การเจาะครั้งเดียวเป็นตัวแทนได้ ต้องดำเนินการเจาะให้ครอบคลุมทุกพื้นที่ หากจำเป็นต้องเก็บตัวอย่างในปริมาณมากก็จะส่งผลถึงค่าใช้จ่ายที่มากขึ้นตามมา

2.8.2 การทดสอบโดยเครื่องวัดความอ่อนตัวของโครงสร้างชั้นทาง (Heavy Falling Weight Deflectometer: HWD) [10] โดยการใช้ตุ้มน้ำหนักกระแทก เป็นการทดสอบแบบไม่ก่อให้เกิดความเสียหายต่อชั้นผิวทาง (Non – Destructive) เครื่องมือชนิดนี้ออกแบบมาเฉพาะสำหรับการทดสอบโครงสร้างผิวทาง ใช้การจำลองน้ำหนักการจราจรแบบไดนามิกที่จำลองน้ำหนักการเคลื่อนที่ของล้ออากาศยาน แสดงตามรูปที่

2.3

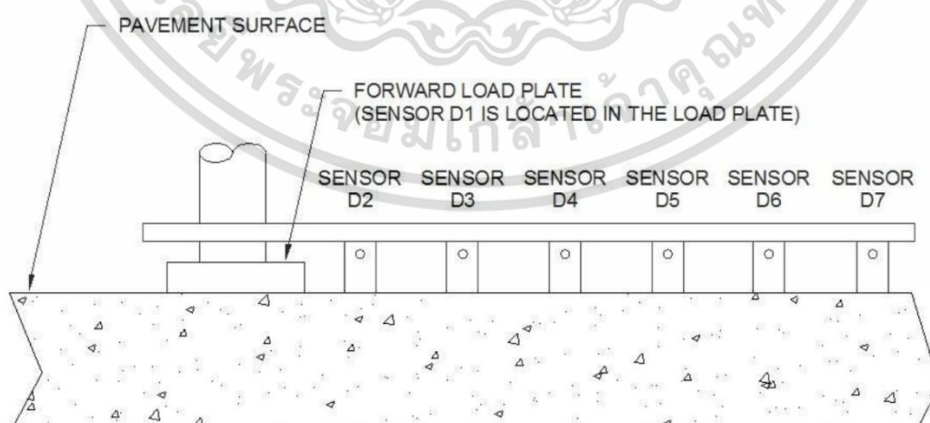
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ที่มา: Use of Nondestructive Testing in the Evaluation of Airport Pavements, U.S. Department of Transportation Federal Aviation Administration (AC No.: 150/5370-11B: 4)

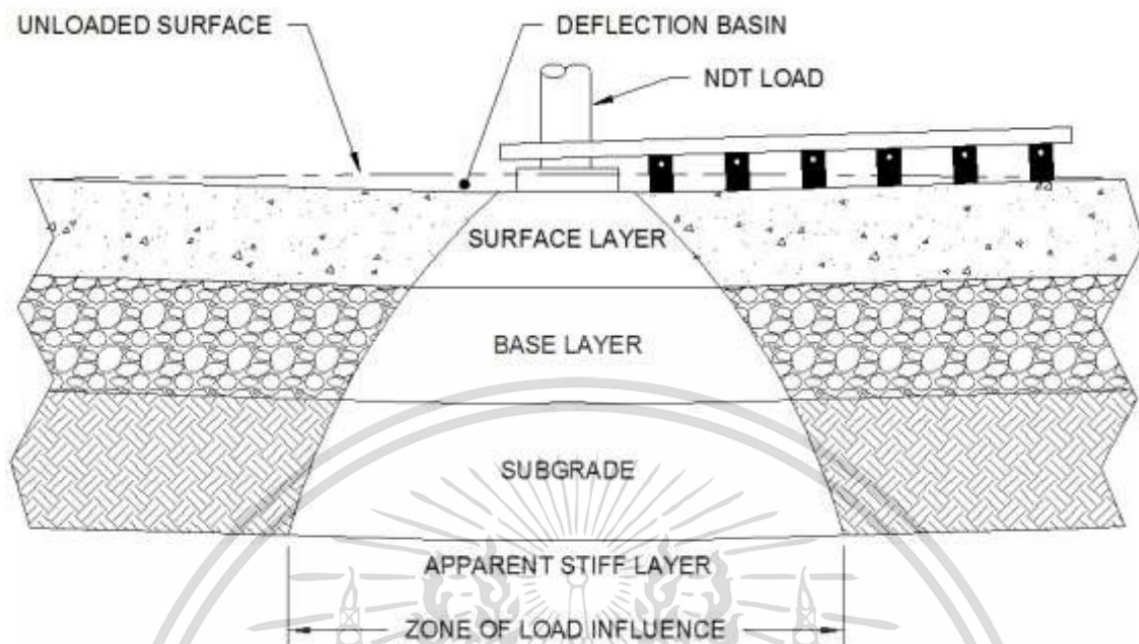
### รูปที่ 2.3 แสดงน้ำหนักที่ถูกสร้างขึ้นโดยเครื่อง Heavy Falling Weight Deflectometer: HWD

หลักการของเครื่องมือชนิดนี้จะทำการคำนวณเพื่อกำหนดน้ำหนักและความสูงสำหรับการยกตุ้มแผ่นเหล็ก เพื่อให้เกิดแรงกระแทกขณะปล่อย ในทางทฤษฎีเสมือนการจำลองให้สอดคล้องกับแรงกระทำที่เกิดจากล้อของอากาศยานขณะวิ่งผ่านจุดทดสอบ โดยทำการยกตุ้มและปล่อยให้ตกกระแทกในแนวตั้งบนสปริงยางที่ติดตั้งอยู่เหนือแผ่นเหล็กมาตรฐานที่ติดตั้งมาตรวัดแรง (Loadcell) ซึ่งวางอยู่บนพื้นผิวทาง เพื่อตรวจวัดน้ำหนักกระแทกและจะวัดแรงที่มากระแทกบนแผ่นเหล็กมาตรฐานในขณะที่เกิดการยุบตัว (Deformation) ของพื้นผิวที่เกิดการกระแทกข้างต้น การยุบตัวจะถูกวัดด้วย Geophones ที่ติดตั้งวางบนพื้นผิวในตำแหน่งที่ห่างจากแผ่นเหล็กมาตรฐานที่ระยะต่างๆ ทำให้ได้ค่าแอมพลิจูดที่สอดคล้องกับสภาพการใช้งานจริงตามรูปที่ 2.4 และรูปที่ 2.5



ที่มา: Use of Nondestructive Testing in the Evaluation of Airport Pavements, U.S. Department of Transportation Federal Aviation Administration (AC No.: 150/5370-11B : 4)

รูปที่ 2.4 แสดงแผ่นเหล็กมาตรฐานที่ติดตั้งมาตรวัดแรง (Loadcell)  
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ที่มา: Use of Nondestructive Testing in the Evaluation of Airport Pavements, U.S. Department of Transportation Federal Aviation Administration (AC No.: 150/5370-11B: 5)

### รูปที่ 2.5 แสดงรูปแบบการยุบตัวของพื้นผิว

ประเด็นที่สำคัญคือการกำหนดตำแหน่งที่ทำการทดสอบและความถี่ต้องมีการปรับให้เหมาะสมกับสภาพหน้างานและข้อจำกัดหน้างาน

การวิเคราะห์ค่าความแข็งแรง โดยเริ่มจากการวิเคราะห์ค่าความแข็งแรงโดยรวมของทุกชั้นทางในรูปของค่ามอดูลัสความแกร่งพลวัต (Dynamic Stiffness Modulus DSM)

$$DSM = \frac{\text{Applied Load}}{\text{Normalized Maximum Deflection}}$$

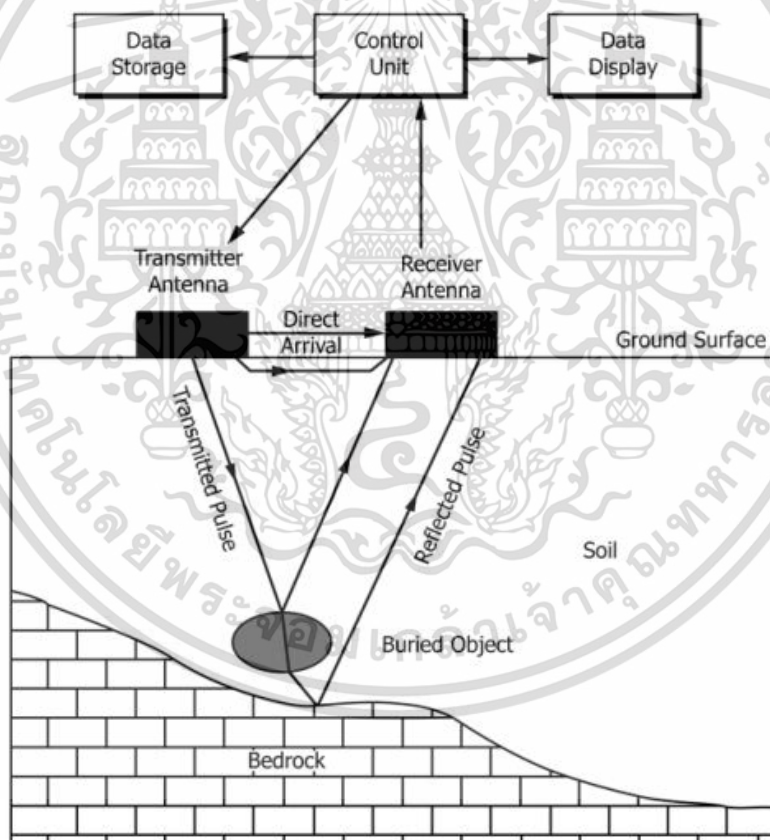
จากสมการจะเห็นได้ว่าค่า DSM เป็นค่าคุณสมบัติความแข็งแรงแบบโดยตรง มีประโยชน์ อย่างมาก เนื่องจากทำให้สามารถเปรียบเทียบความแข็งแรงของแต่ละตำแหน่งที่ทำการทดสอบได้ในทันที

การวิเคราะห์ความแข็งแรงของวัสดุในแต่ละชั้นทางสามารถดำเนินการได้ด้วยวิธีการคำนวณย้อนกลับ ค่าแองการยุบตัวที่เปรียบเทียบกับมาตรฐานแล้ว (Normalized Deflection Basin) จะใช้เป็นค่านำเข้าของ วิธีการคำนวณย้อนกลับ (Back Calculation) ซึ่งเมื่อใช้กับค่าความหนาที่ได้จากการทดสอบได้จากการทดสอบ โดยวิธี GPR หรือ Coring และอัตราส่วนปัวซอง (Poisson's Ratio) ของแต่ละชั้นทาง จะทำให้คำนวณหาค่า โมดูลัสยืดหยุ่นชั้นทาง (Layer Modulus) ในสนามขณะรับน้ำหนักจริงได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.8.3 งานทดสอบประเมินความหนาของชั้นโครงสร้าง (Ground Penetrating Radar : GPR) [11]  
 การทดสอบ GPR ใช้ประเมินความหนาของชั้นโครงสร้างทาง รวมทั้งพื้นผิว ระดับของน้ำใต้ดินและข้อบกพร่อง  
 ต่างๆ เช่น ช่องโพรง เป็นต้น

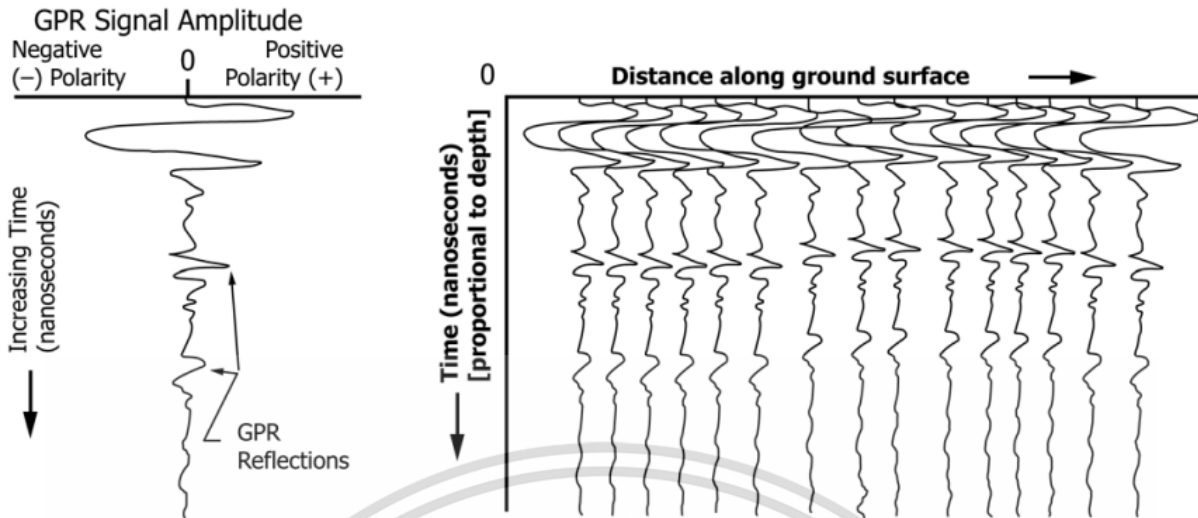
การสำรวจโดยวิธี GPR ใช้หลักการของทฤษฎีการกระจายตัวของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าในวัสดุใต้ดินการ  
 ส่งคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า (Electro-magnetic wave or EM wave) ในช่วงความถี่ประมาณ 10 MHz ถึง 1500  
 MHz ซึ่งเป็นการทดสอบแบบไม่ก่อให้เกิดความเสียหายต่อชั้นผิวทาง (Non – Destructive) ลักษณะการเก็บ  
 ข้อมูลโดยใช้คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าส่งออกมาจากอุปกรณ์หัวส่งสัญญาณ (Transmitting antenna) จากนั้นคลื่น  
 จะเคลื่อนที่ผ่านไปใ้ในเนื้อวัสดุด้วยความเร็วคงที่ค่าหนึ่งซึ่งความเร็วนั้นจะขึ้นอยู่กับวัสดุทางคุณสมบัติ  
 แม่เหล็กไฟฟ้าของวัสดุนั้นๆ หากพบการเปลี่ยนแปลงของชั้นวัสดุจะเกิดการสะท้อนของคลื่นบางส่วนกลับ  
 ขึ้นมาที่ผิวดิน ซึ่งอุปกรณ์หัวรับสัญญาณ (Receiving antenna) จะรับสัญญาณสะท้อนขึ้นมาปรากฏเป็นแถบ  
 ตามรูปที่ 2.6 และรูปแบบของคลื่นในการเก็บข้อมูลตามรูปที่ 2.7



ที่มา: Standard Guide for Using the Surface Ground Penetrating Radar Method for Subsurface Investigation,  
 (ASTM: D6432-19 : 4)

รูปที่ 2.6 แสดงการทำงานของระบบเครื่องมือ Ground Penetrating Radar (GPR)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ที่มา: Standard Guide for Using the Surface Ground Penetrating Radar Method for Subsurface Investigation, (ASTM: D6432-19: 5)

รูปที่ 2.7 แสดงคลื่น GPR และภาพตัดทิศทางการเก็บข้อมูลตามยาว

การสำรวจด้วยวิธี GPR จะแสดงในรูปแบบของ Scan Image อย่างต่อเนื่องตามระยะทางสำรวจ โดย Image จะมีลักษณะโทนสีต่างๆ ซึ่งแสดงถึงสภาพใต้พื้นผิว การสะท้อนกลับเมื่อคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้ากระทบกับวัตถุที่มีค่าคงตัวของคุณสมบัติอิเล็กโตรแมกเนติก (Electromagnetic Properties) และความเร็วในการแพร่ของคลื่นที่ต่างกัน แสดงตามตารางที่ 2.4

ตารางที่ 2.4 แสดงค่าคงตัวของไดอิเล็กทริก (Dielectric Constant) ของวัสดุชนิดต่างๆ

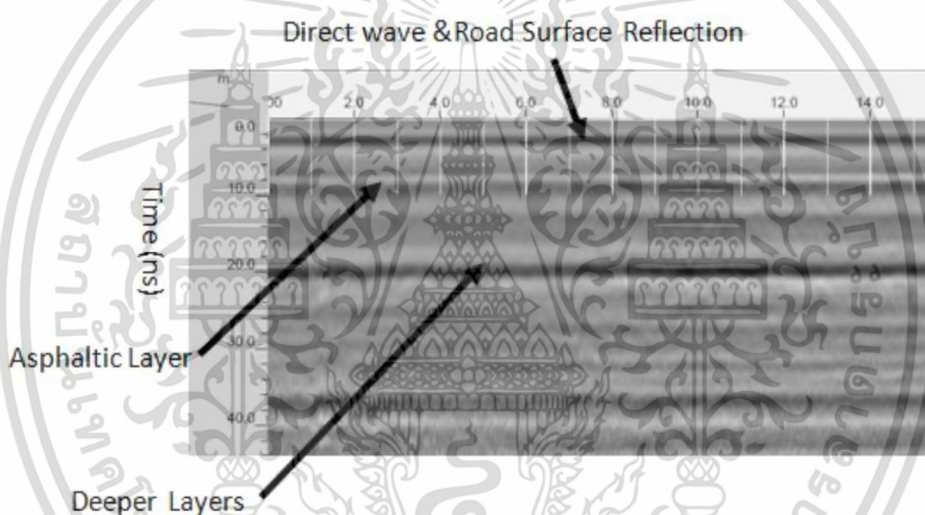
ชนิดของวัสดุ	Relative Permittivity, K	Pulse Velocities (m/Ns)
อากาศ	1	0.3
น้ำสะอาด	81	0.033
น้ำแข็ง	4	0.15
แอสฟัลท์	3-5	0.173-0.134
ดินเหนียว (ชุ่มน้ำ)	8-12	0.106-0.087
คอนกรีต	5-10	0.134-0.095
แกรนิต	5	0.134
ทราย (แห้ง)	4-6	0.15-0.12
ทราย (ชุ่มน้ำ)	25	0.055

ที่มา: ดัดแปลงจาก Standard Guide for Using the Surface Ground Penetrating Radar Method for Subsurface Investigation, (ASTM: D6432-19: 5)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการสำรวจชั้นโครงสร้างทางด้วยคลื่นเรดาร์ โดยทั่วไปจะมีลักษณะรูปที่ 2.8 ซึ่งแสดงผลในลักษณะกราฟแบบ Line Scan โดยประกอบด้วยระยะเวลาที่คลื่นเรดาร์เดินทางเข้าสู่ชั้นโครงสร้างทางและสะท้อนกลับจนถึงหัวรับสัญญาณ (Reflection Time) เทียบกับระยะทางที่ทำการสำรวจ แกนตั้งของกราฟแสดงระยะเวลาที่คลื่นสะท้อนกลับในหน่วยนาโนวินาที (Nanosecond) โดยส่วนบนสุดแสดงช่วงเวลาที่สั้นที่สุดที่สะท้อนกลับและส่วนล่างสุดของกราฟแสดงช่วงเวลานานที่สุดที่แสดงคลื่นสะท้อนกลับ และช่วงเวลาที่คลื่นสะท้อนทั้งหมดแสดงเรียกว่า “ช่วงเวลาที่จัดเก็บสัญญาณ (Time Range)”

สัญญาณในส่วนใต้สัญญาณสะท้อนจากผิวถนน จะสังเกตพบชั้นการสะท้อนของสัญญาณอื่นๆซึ่งแสดงถึงส่วนของชั้นโครงสร้างทางทั้งกรณีภายในชั้นผิวทางและชั้นโครงสร้างทางใต้ชั้นผิวทาง โดยจะต้องพิจารณาสัญญาณในส่วนนี้อย่างละเอียดในระหว่างการปรับและวิเคราะห์สัญญาณ



ที่มา: Handbook for GPR Inspection of Road Structures, Geophysical Survey Systems, Inc (GSSI) (MN43-183 Rev H: 11)

รูปที่ 2.8 แสดงตัวอย่างสำรวจชั้นโครงสร้างทางด้วยคลื่นเรดาร์

## 2.9 ความผิดของพื้นผิวทางวิ่ง

ความผิดของพื้นผิวทางเป็นเรื่องพื้นฐานของความสัมพันธ์ระหว่างล้อของอากาศยานในขณะร่อนลงกับพื้นผิวทางของทางวิ่ง เมื่ออากาศยานร่อนลงบนผิวทางวิ่งด้วยความเร็วสูงจากการขับเคลื่อนของไอพ่นนั้น อากาศยานจะสามารถลดความเร็วได้ดีขึ้นอยู่กับประสิทธิภาพของค่าความผิดระหว่าง ล้ออากาศยานกับพื้นผิวทางวิ่ง ซึ่งค่าความผิดของทางวิ่งที่เหมาะสมจะมีผลกับการขนานของอากาศยานที่สามารถร่อนลงบนทางวิ่ง เนื่องจากความยาวของทางวิ่งแต่ละเส้นนั้นไม่เท่ากัน และระยะเบรกของอากาศยานที่แตกต่างกัน ค่าความผิดของทางวิ่งจึงมีความสำคัญต่อการปฏิบัติการของอากาศยานเป็นอย่างมาก [12]

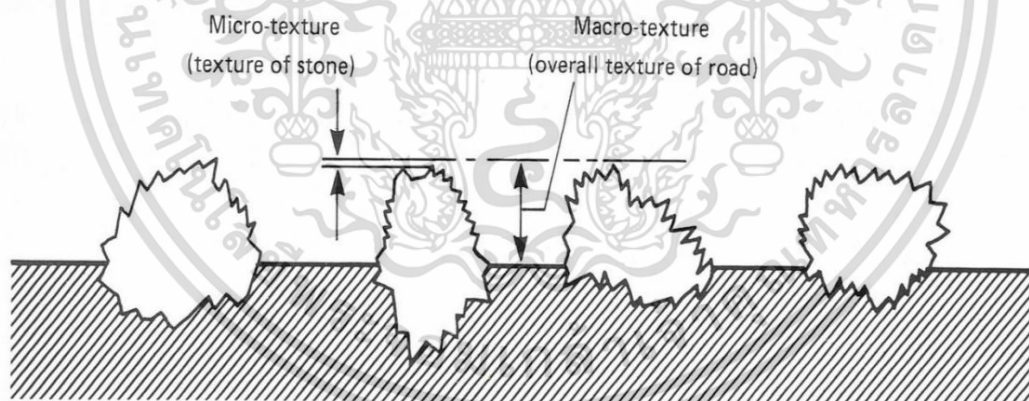
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การตรวจวัดค่าความผิดของพื้นผิวทางวิ่งเป็นเรื่องจริงจ้องอย่างมาก เพราะหลายเหตุการณ์หรืออุบัติเหตุอากาศยานไถลออกนอกทางวิ่งนั้นมีสาเหตุหลักจากค่าความผิดของพื้นผิวทางวิ่ง จึงมีการกำหนดเกณฑ์ที่ชัดเจนของระดับค่าความผิดบนพื้นผิวทางวิ่งเพื่อให้เกิดความปลอดภัยต่ออากาศยาน และมีการกำหนดค่าเฉลี่ยความลึกของผิวสัมผัสพื้นผิวทางวิ่งต้องไม่น้อยกว่า 1 มิลลิเมตร สำหรับการซ่อมบำรุงพื้นผิวใหม่

ค่าความผิดที่เพียงพอต่อพื้นผิวทางวิ่งเพื่อ 3 วัตถุประสงค์ดังนี้

1. เพื่อลดความเร่งของอากาศยานขณะร่อนลง
2. เพื่อให้อากาศยานสามารถควบคุมทิศทางขณะร่อนขึ้นและร่อนลง ขณะเกิดลมต้านข้างหรืออากาศยานไม่เสถียรจากการทำงานของเครื่องยนต์ที่ผิดปกติ
3. ล้อของอากาศยานสามารถหมุนได้ขณะที่ล้ออากาศยานสัมผัสพื้นเมื่อร่อนลง

2.9.1 ผิวสัมผัสของพื้นผิวทาง (Surface Texture) สิ่งสำคัญที่สุดที่มีผลต่อค่าความผิดของพื้นผิวทางคือผิวสัมผัสของพื้นผิวทาง วัสดุผิวสัมผัสที่แตกต่างกัน ที่สัมผัสกับยางล้ออากาศยานมีผลโดยตรงต่อค่าสัมประสิทธิ์แรงเสียดทาน การออกแบบพื้นผิวทั่วไปจะมีผิวสัมผัสหยาบ (Macrotexture) ที่เพียงพอต่ออัตราการระบายน้ำ โดยผิวสัมผัสเกิดจากอัตราส่วนที่เหมาะสมของการผสมมวลรวมหรือเทคนิคการปูผิวทาง ผิวสัมผัสของพื้นผิวแบ่งได้เป็น 2 รูปแบบ คือ ผิวสัมผัสแบบหยาบและละเอียด (Macrotexture and Microtexture) [13] ตามรูปที่ 2.9



ที่มา: Runway Surface Condition Assessment, Measurement and Reporting, (ICAO Cir329 AN/191 : 18)

### รูปที่ 2.9 แสดงผิวสัมผัสแบบหยาบและละเอียด (Macrotexture and Microtexture)

ผิวสัมผัสระหว่างยางล้ออากาศยานและทางวิ่งขึ้นอยู่กับหลากหลายปัจจัย ได้แก่ ความเร็ว, ผิวสัมผัส, รูปแบบของสิ่งตกค้างบนพื้นผิวทาง, ความหนาของคราบยางล้ออากาศยานตกค้าง, โครงสร้างของยาง, ดอกยาง, อุณหภูมิของพื้นผิว, แรงดันของยาง, ประสิทธิภาพของระบบเบรก, แรงเหวี่ยงของเบรก, อัตราส่วนการเอียงของปีก, เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไกลของล้อและฤดูกาล ซึ่งแต่ละปัจจัยนั้นมีผลต่อกันและกัน และแต่ละปัจจัยล้วนมีผลต่อค่าสัมประสิทธิ์แรงเสียดทานอย่างมีนัยสำคัญ โดยแต่ละปัจจัยมีความสำคัญเป็นอย่างมากต่อค่าความเสียดทานของพื้นผิวในสภาพเปียกและความสัมพันธ์ระหว่างค่าความฝืดและความเร็ว คือผิวสัมผัสของทางวิ่งทั้งแบบหยาบและละเอียด

2.9.2 ผิวสัมผัสละเอียด (Microtexture) ผิวสัมผัสละเอียดคือผิวสัมผัสของเม็ดหินแต่ละเม็ดซึ่งยากต่อการตรวจสอบด้วยสายตา ผิวสัมผัสละเอียดถูกพิจารณาเป็นลำดับแรกเกี่ยวกับค่าต้านทานการลื่นไถล (Skid Resistance) ที่ความเร็วต่ำ ขณะพื้นผิวเปียกที่ความเร็วสูงอาจเกิดเป็นฟิล์มน้ำเคลือบพื้นผิวจนล้ออากาศยานไม่สามารถสัมผัสกับผิวทางได้โดยตรงเนื่องจากการระบายน้ำไม่ทันของผิวสัมผัสยางล้ออากาศยาน

ผิวสัมผัสละเอียดคือคุณภาพภายในโครงสร้างของพื้นผิวทางโดยการกำหนดวัสดุที่ทนต่อการขัดผิว ปัญหาหลักของผิวสัมผัสละเอียดสามารถเปลี่ยนแปลงในระยะเวลาไม่นานและไม่สามารถตรวจสอบอย่างง่าย

2.9.3 ผิวสัมผัสหยาบ (Macrotecture) ผิวสัมผัสหยาบคือช่องว่างระหว่างเม็ดหิน ขนาดของผิวสัมผัสอาจประมาณจากสายตา ผิวสัมผัสหยาบเริ่มสร้างจากขนาดของมวลรวมหรือการปรับปรุงพื้นผิว การเขาระองถูกเพิ่มเป็นผิวสัมผัสแบบหยาบ ผิวสัมผัสแบบหยาบนั้นเป็นปัจจัยหลักที่มีผลต่อการระบายน้ำจากยางล้ออากาศยานที่ความเร็วสูงเป็นอย่างมาก

2.9.4 สัมประสิทธิ์แรงเสียดทาน (Coefficient of friction) ถูกกำหนดโดยอัตราส่วนของแรงที่ผิวสัมผัสสัมผัสที่จำเป็นต้องรักษารูปแบบความสัมพันธ์ระหว่างผิวสัมผัส (ล้ออากาศยานและพื้นผิวทาง) แรงดังกล่าวทำให้เกิดการสัมผัส (กระจายน้ำหนักของอากาศยานสู่ยางล้ออากาศยาน) ค่าสัมประสิทธิ์แรงเสียดทานใช้สัญลักษณ์  $\mu$  ซึ่งเป็นสัญลักษณ์ทั่วไปที่มีความหมายถึงความสัมพันธ์การลื่นไถลของพื้นผิวทาง ค่าสัมประสิทธิ์แรงเสียดทานสูงสุดใช้สัญลักษณ์ " $\mu_{max}$ "

2.9.5 การประเมินสภาพพื้นผิวทางวิ่ง (Measurement) การบำรุงรักษาพื้นผิวจำเป็นต้องพิจารณาดำเนินการเมื่อค่าความฝืดต่ำกว่าเกณฑ์บำรุงรักษาและหากค่าความฝืดต่ำกว่ามาตรฐานจำเป็นต้องบำรุงรักษาพื้นผิวทันทีพร้อมทั้งต้องประกาศข่าวแจ้งพื้นผิวลื่นเพื่อให้นักบินทราบ โดยสามารถแบ่งระดับของค่าความฝืดได้ดังนี้

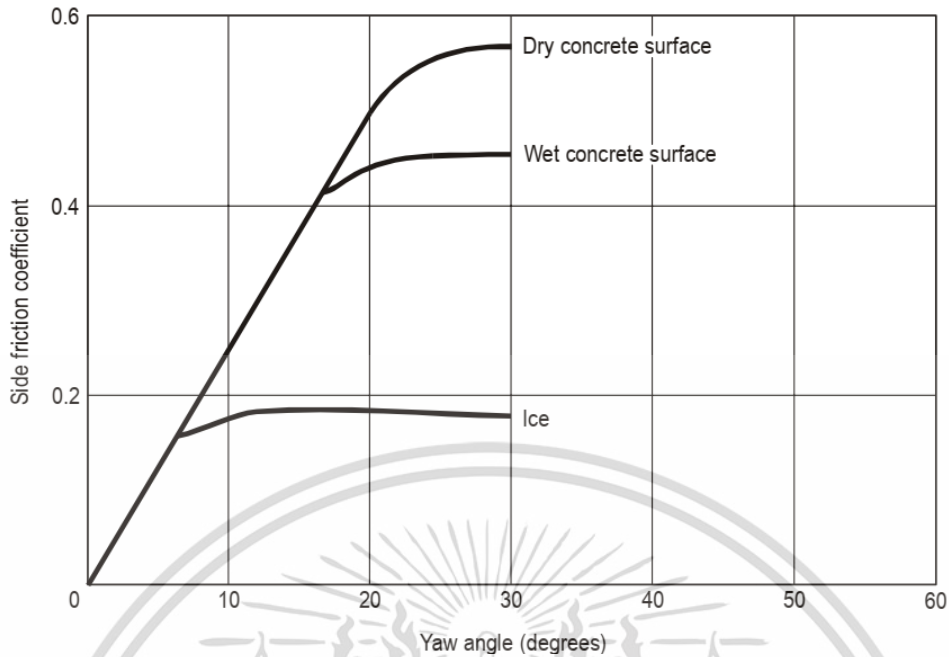
- ระดับออกแบบ ค่าความฝืดขั้นต่ำของผิวทางที่สร้างใหม่หรือผิวทางที่ซ่อมซ่อมพื้นผิวใหม่
- ระดับต่ำกว่าการบำรุงรักษา ควรพิจารณาดำเนินการบำรุงรักษา
- ระดับต่ำกว่ามาตรฐาน ต้องดำเนินการประกาศเตือนพื้นผิวลื่น หากเปียกเปียกและควร

ดำเนินการบำรุงรักษาทันที

กรณีทางวิ่งแห้ง เป็นการตรวจวัดที่ไม่บ่อย มีความจำเป็นสำหรับประเมินผิวสัมผัสเมื่อมีการซ่อมแซม

กรณีทางวิ่งเปียก เป็นการตรวจวัดตามรอบของค่าความฝืดของพื้นผิวทางวิ่งที่จำเป็น เพื่อตรวจสอบค่าความฝืดว่าอยู่ในเกณฑ์บำรุงรักษาหรือต่ำกว่าค่ามาตรฐาน ค่าความฝืดที่ลดลงจากสิ่งตกค้างบนพื้นผิวทาง โดยคราบยางล้ออากาศยานเมื่อทางวิ่งเปียกและลักษณะการระบายน้ำของผิวทาง ตามรูปที่ 2.10

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



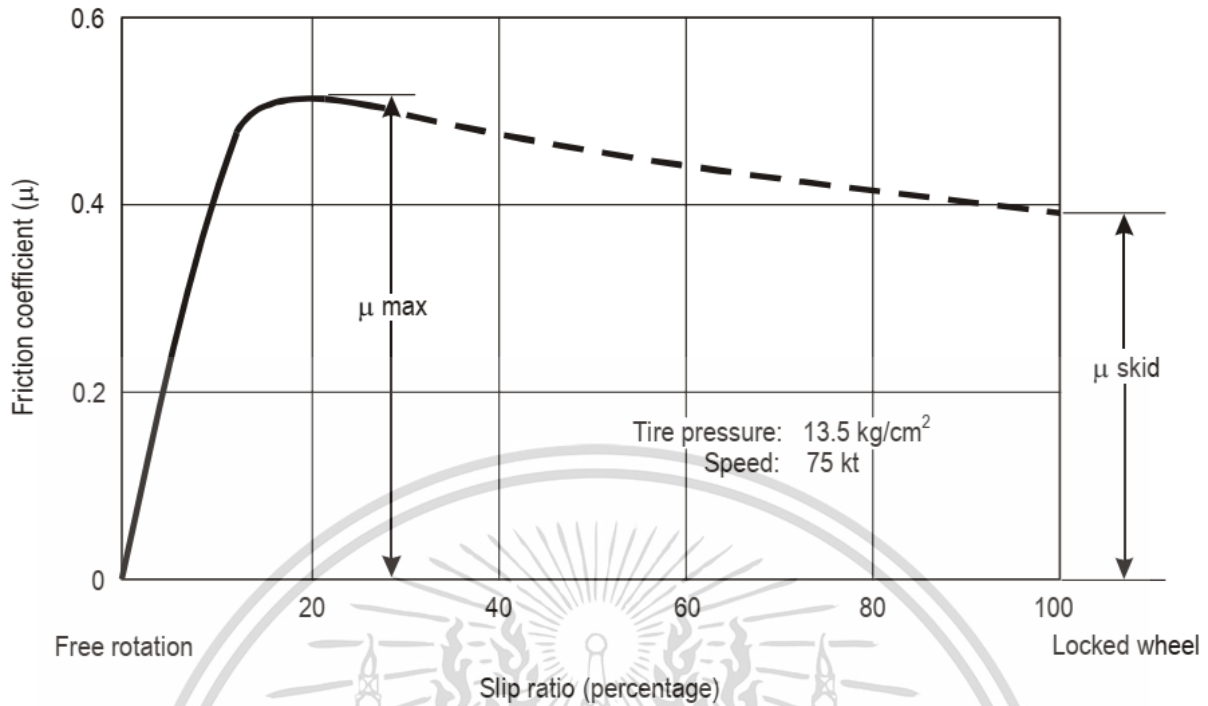
ที่มา: Airport Services Manual Part 2 Pavement Surface Conditions (Chapter1-5)

### รูปที่ 2.10 แสดงรูปแบบการเปลี่ยนแปลงของค่าสัมประสิทธิ์แรงเสียดทาน

เพื่อให้การวัดประเมินค่าความผิดครอบคลุมการใช้งานของอากาศยาน โดยทั่วไปจะดำเนินการวัดค่าความผิดจากเส้นกึ่งกลางทางวิ่ง (Center Line) ทั้งสองข้างที่ระยะประมาณ 3 เมตร หากสนามบินมีการใช้งานของอากาศยานขนาดใหญ่หรือมีเครื่องหลายขนาดก็จำเป็นต้องวัดที่ระยะ 6 เมตร เพื่อให้ครอบคลุมการใช้งานของอากาศยานทุกขนาด โดยระยะดังกล่าวคือระยะฐานล้อของอากาศยาน

2.9.6 เปอร์เซ็นการลื่นไถล (Percentage Slip) การเบรกของอากาศยานไม่ใช่ระบบป้องกันการลื่นไถล เมื่อนักบินเบรกจะเป็นการเพิ่มแรงบิด ล้ออากาศยานจะซ้กลง หากมีแรงเบรกที่เพียงพอให้เกิดแรงบิดล้ออากาศยานอาจลื่นได้ ตัวอย่าง อากาศยานร่อนลงด้วยความเร็ว 185 กิโลเมตรต่อชั่วโมง และเมื่อล้ออากาศยานสัมผัสพื้นที่มีความเร็วล้อ 148 กิโลเมตรต่อชั่วโมง ล้ออากาศยานไถลบนพื้นที่มีความเร็ว 37 กิโลเมตรต่อชั่วโมง ความเร็วที่ต่างกันดังกล่าวคือ 20 เปอร์เซ็นการลื่นไถล (Percentage Slip) ถ้าเปอร์เซ็นการลื่นไถล 100 เปอร์เซ็นคือลื่นลื่น สิ่งที่สำคัญคือเปอร์เซ็นการลื่นไถลนั้นไม่คงที่ ค่าของแรงเสียดทานเกิดขึ้นจากล้อของอากาศยาน แสดงตามตารางที่ 5 สำหรับทางวิ่งที่เปียก ดังนั้นค่าสูงสุดของแรงเสียดทานเกิดขึ้นที่เปอร์เซ็นการลื่นไถลระหว่าง 10 ถึง 20 เปอร์เซ็น ซึ่งระบบเบรกในสมัยใหม่นั้นถูกสร้างให้เพิ่มประสิทธิภาพในการเบรกให้มีเปอร์เซ็นการลื่นไถลอยู่ที่ 10 ถึง 20 เปอร์เซ็น ตามรูปที่ 2.11 และเครื่องมือวัดค่าความผิดแต่ละประเภทที่ใช้เปอร์เซ็นการลื่นไถลอยู่ที่ 10 ถึง 20 เปอร์เซ็น มีค่าความผิดตามตารางที่ 2.5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ที่มา: Airport Services Manual Part 2 Pavement Surface Conditions (Chapter1-5)

รูปที่ 2.11 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างเปอร์เซ็นต์การลื่นไถลกับค่าสัมประสิทธิ์แรงเสียดทานบนผิวทางวิ่งเปียก

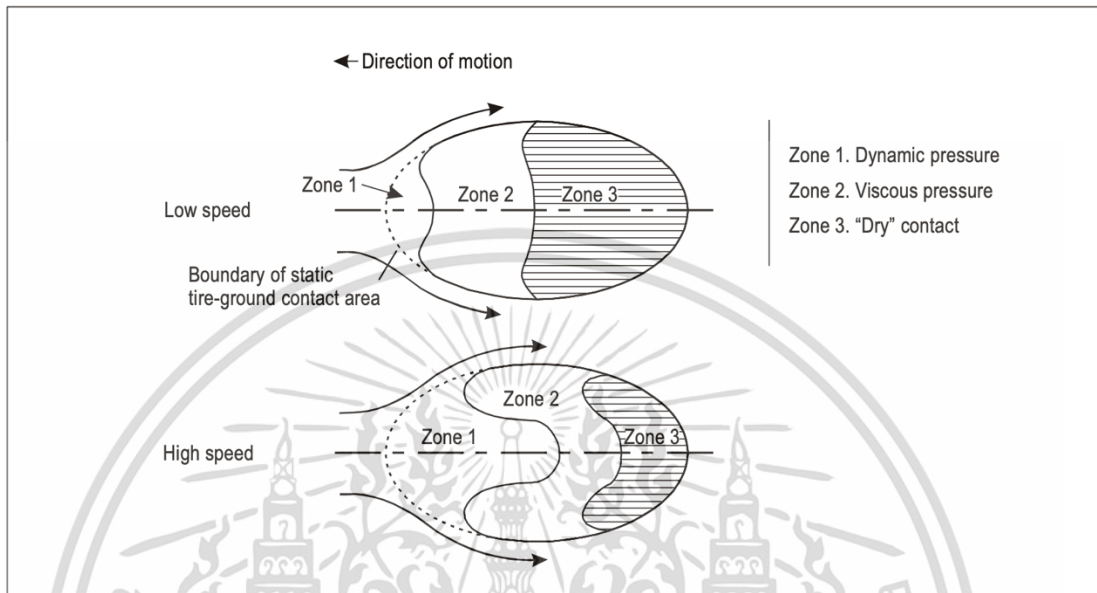
ตารางที่ 2.5 แสดงค่าความผิดพลาดจากประสบการณ์โดยการวัดผลจากรูปแบบเครื่องมือที่แตกต่างกัน

Test equipment	Test tire		Test speed (km/h)	Test water depth (mm)	Design objective for new surface	Maintenance planning level	Minimum friction level
	Type	Pressure (kPa)					
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	
Mu-meter Trailer	A	70	65	1.0	0.72	0.52	0.42
	A	70	95	1.0	0.66	0.38	0.26
Skiddometer Trailer	B	210	65	1.0	0.82	0.60	0.50
	B	210	95	1.0	0.74	0.47	0.34
Surface Friction Tester Vehicle	B	210	65	1.0	0.82	0.60	0.50
	B	210	95	1.0	0.74	0.47	0.34
Runway Friction Tester Vehicle	B	210	65	1.0	0.82	0.60	0.50
	B	210	95	1.0	0.74	0.54	0.41
TATRA Friction Tester Vehicle	B	210	65	1.0	0.76	0.57	0.48
	B	210	95	1.0	0.67	0.52	0.42
RUNAR Trailer	B	210	65	1.0	0.69	0.52	0.45
	B	210	95	1.0	0.63	0.42	0.32
GRIPTESTER Trailer	C	140	65	1.0	0.74	0.53	0.43
	C	140	95	1.0	0.64	0.36	0.24

ที่มา: Airport Services Manual Part 2 Pavement Surface Conditions (Chapter3-4)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.9.7 การเหินน้ำ (Dynamic Aquaplaning) จะเกิดขึ้นเมื่อความเร็วมากเกินไป สามารถเกิดขึ้นบนทางวิ่งได้กับทางวิ่งที่มีความขรุขระผิวสัมผัส (Macrottexture) ไม่เพียงพอเมื่อมีความเร็วมากเกินซึ่งความเร็วดังกล่าวขึ้นกับประสบการณ์ของนักบินในการร่อนขึ้นและร่อนลง ตามรูปที่ 2.12



ที่มา: Airport Services Manual Part 2 Pavement Surface Conditions (Chapter1-7)

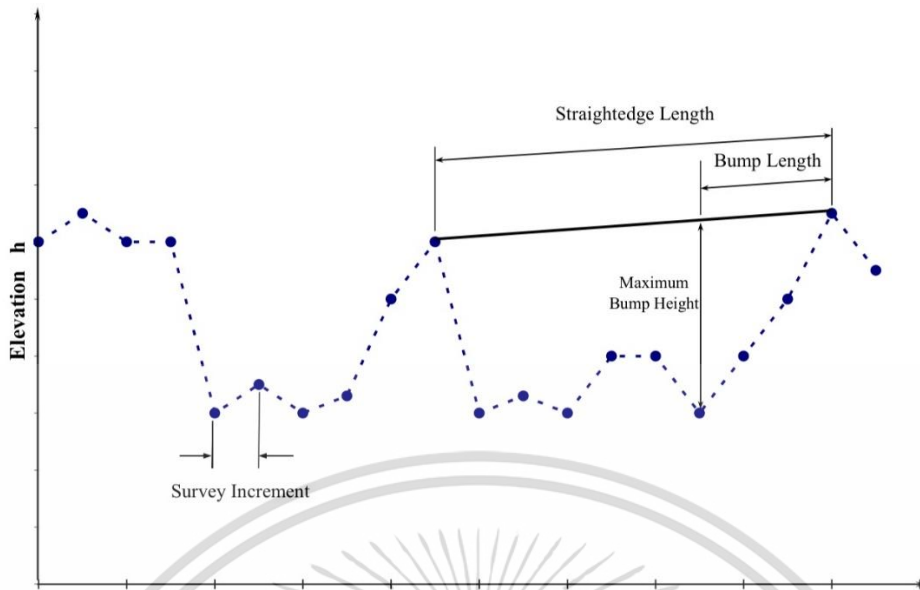
รูปที่ 2.12 แสดงการสัมผัสระหว่างล้ออากาศยานกับพื้นผิวทางวิ่ง

## 2.10 การประเมินความราบเรียบหรือความขรุขระของพื้นผิวทางวิ่ง

ความราบเรียบหรือความขรุขระของพื้นผิวทางคือคุณภาพจากประสบการณ์ของผู้โดยสาร พื้นผิวทางวิ่งต้องปราศจากสิ่งผิดปกติ หากพื้นผิวขรุขระอาจก่อให้เกิดความไม่ปลอดภัยต่อการปฏิบัติการอากาศยาน ก่อให้เกิดความเสียหายต่ออากาศยานหรือเพิ่มความล่าช้าขึ้นส่วนโครงสร้างอากาศยาน อากาศยานถูกออกแบบโดยมีระบบเพื่อลดผลกระทบจากความผิดปกติของพื้นผิว แต่ความขรุขระของพื้นผิวก็ยังส่งผลต่อเครื่องมือวัดในห้องนักบินขณะนักบินปฏิบัติการเนื่องจากเกิดการสั่นจากความขรุขระซึ่งทำให้นักบินไม่สามารถอ่านค่าจากเครื่องมือวัดได้อย่างชัดเจนส่งผลเกิดความไม่ปลอดภัยต่อการปฏิบัติการ และยังก่อให้เกิดความไม่สะดวกสบายต่อผู้โดยสารอีกด้วย [14]

วิธีโบอิงบัม (Boeing Bump Method) ใช้พื้นฐานโดยการสร้างเส้นตรงอ้างอิงระหว่างจุดสองจุดตามแนวยาวของทางวิ่งและวัดค่าความคลาดเคลื่อนของพื้นผิวทางโดยอ้างอิงจากเส้นตรง โดยความสูงบัม (Bump Height) คือค่าคลาดเคลื่อนสูงสุดทั้งทางลบและทางบวกจากเส้นตรงอ้างอิงในแนวตั้ง (เซนติเมตร) ความยาวโปรไฟล์บัม (Bump Length) คือระยะที่สั้นที่สุดจากด้านใดด้านหนึ่งของเส้นตรงอ้างอิงจากตำแหน่งที่มีการวัดความสูงบัม (เมตร) ตามรูปที่ 2.13

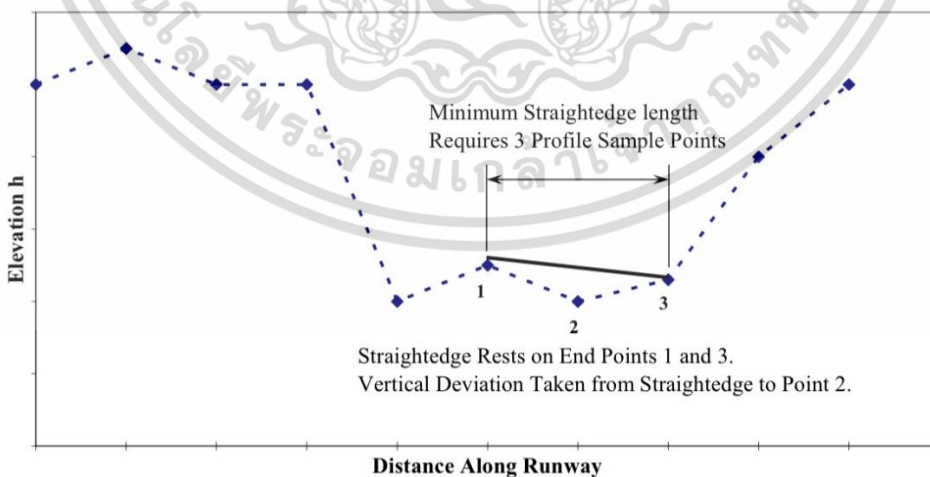
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ที่มา: Guidelines and Procedures for Measuring Airfield Pavement Roughness, U.S. Department of Transportation Federal Aviation Administration (AC No.: 150/5380-9: 4)

**รูปที่ 2.13** การวัดความยาวโปรไฟล์บัมและความสูงบัม

โบอิงบัมพิจารณาเส้นตรงอ้างอิงสูงสุดไม่เกิน 120 เมตรเพราะมีงานวิจัยโดยโบอิงที่ระยะบัมเกินกว่า 120 เมตร ไม่มีผลต่อไดนามิกของอากาศยานหรือผลกระทบทางลบกับอากาศยาน และเส้นตรงอ้างอิงขั้นต่ำต้องไม่ต่ำกว่าสามจุดอ้างอิง คือจุดเริ่มและจุดสิ้นสุดของเส้นอ้างอิง และจุดกลางคือค่าระดับที่มีการเปลี่ยนแปลงตามรูปที่ 2.14



ที่มา: Guidelines and Procedures for Measuring Airfield Pavement Roughness, U.S. Department of Transportation Federal Aviation Administration (AC No.: 150/5380-9: 4)

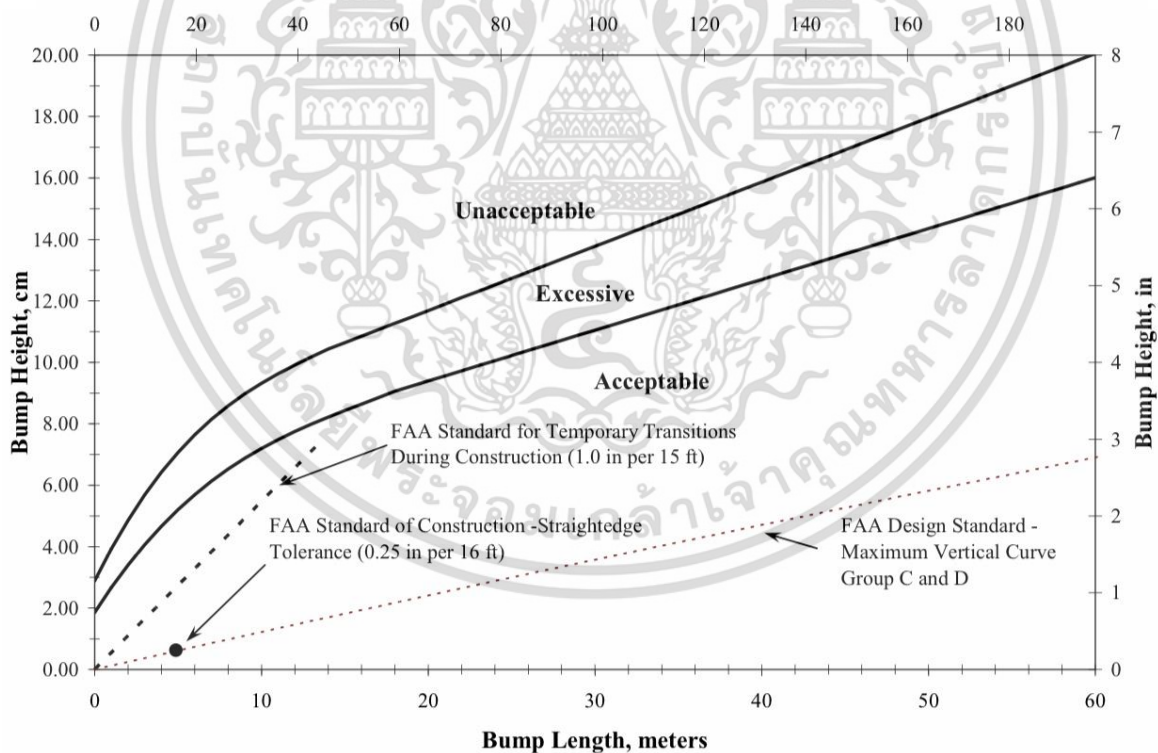
**รูปที่ 2.14** แสดงความยาวขั้นต่ำของเส้นตรงอ้างอิง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่ออนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จำนวนของเส้นตรงอ้างอิงที่มีความสัมพันธ์กับระยะห่างในการสำรวจ คือเส้นตรงอ้างอิงที่ยาวที่สุดหารด้วยระยะห่างในการสำรวจลบหนึ่ง ตัวอย่างหากมีความยาวเส้นตรงอ้างอิงยาวสุดที่ระยะ 120 เมตร และระยะห่างระหว่างจุดที่ 0.25 เมตร จำนวนเส้นตรงอ้างอิงที่มากที่สุดคือ  $(120/0.25)-1$  โดยแต่ละช่วงความยาวโปรไฟล์ตัวอย่างจะประกอบด้วย จุดเริ่มต้นของเส้นตรงอ้างอิง จุดสิ้นสุดของเส้นตรงอ้างอิงและจุดตัวอย่างตามแนวเส้นตรงอ้างอิง

ระยะห่างระหว่างจุดตัวอย่าง หากมีความถี่ที่มากขึ้นก็จะสามารถแสดงความระเอียดของผิวทางวิ่งได้ดีขึ้น ซึ่งองค์การบริหารการบินแห่งชาติ สหรัฐอเมริกา (FAA) ได้กำหนดมาตรฐานระยะห่างระหว่างจุดตัวอย่างที่ 0.25 เมตร สำหรับการวัดด้วยวิธีโบอิงบัม และระยะตามแนวความยาวโปรไฟล์ในการเก็บตัวอย่างใช้อ้างอิงที่ใกล้เคียงจากระยะล้อของอากาศยานซึ่งองค์การบริหารการบินแห่งชาติ สหรัฐอเมริกา (FAA) ได้แนะนำไว้ที่ระยะห่างจากเส้นกึ่งกลางทางวิ่งทั้งด้านซ้ายและด้านขวาที่ระยะ 3.05 เมตร และ 5.22 เมตร โดยหลีกเลี่ยงรอยต่อและโคมไฟบนผิวทางวิ่ง

ขั้นตอนการประเมินตัวแปรโบอิงบัม วัดแต่ละความสัมพันธ์ระหว่างระยะบัมและความสูงบัมและเขียนลงในกราฟเพื่อดูขอบเขตของการยอมรับได้ (Acceptable) เกินขีดจำกัด (Excessive) และไม่ผ่านเกณฑ์ (Unacceptable) ตามรูปที่ 2.15



ที่มา: Guidelines and Procedures for Measuring Airfield Pavement Roughness, U.S. Department of Transportation Federal Aviation Administration (AC No.: 150/5380-9: 7)

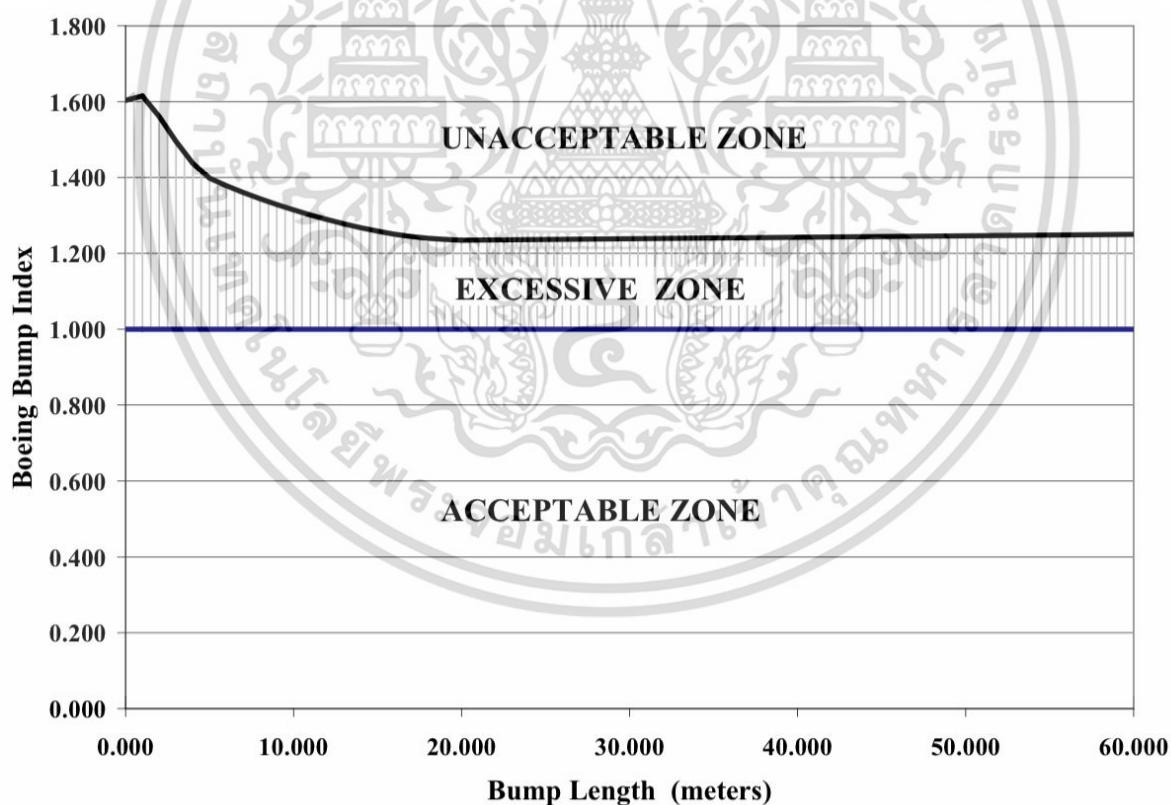
### รูปที่ 2.15 หลักเกณฑ์ความขรุขระที่ยอมรับได้ของโบอิงบัม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ดัชนีโบอิงบัม (Boeing Bump Index: BBI) มีการพัฒนาปรับปรุงวิธีการคำนวณจากวิธีโบอิง Boeing Bump โดย องค์การบริหารการบินแห่งชาติ สหรัฐอเมริกา (FAA) โดยการพิจารณาความสูงบัม (Bump Height) และความยาวโปรไฟล์บัม (Bump Length) ทุกกรณีของความยาวเส้นตรงอ้างอิง (Straightedge Length)

คำนวณค่าความสูงบัมที่ยอมรับได้ (Acceptable Bump Height) ของแต่ละแนวเส้นตรงอ้างอิง สำหรับคำนวณค่าความยาวโปรไฟล์บัม

คำนวณอัตราส่วนระหว่าง ความสูงบัมที่วัดได้ต่อสูงบัมที่ยอมรับได้ และคำนวณซ้ำทุกๆจุดตัวอย่าง ค่าดัชนีโบอิงบัม (Boeing Bump Index: BBI) สำหรับแต่ละจุดตัวอย่างคือค่าที่มากที่สุดที่ได้จากการคำนวณ หากมีค่าดัชนีความขรุขระน้อยกว่า 1 คือค่าที่อยู่ในขอบเขตของการยอมรับได้ (Acceptable) หากค่าดัชนีความขรุขระมากกว่า 1 คือค่าที่อยู่ในช่วงเกินขีดจำกัด (Excessive) หรือไม่ผ่านเกณฑ์ (Unacceptable) ตามรูปที่ 2.16 โดยองค์การบริหารการบินแห่งชาติ สหรัฐอเมริกา (FAA) ได้มีการคำนวณพัฒนาโปรแกรม ProFAA ที่ใช้ในการคำนวณค่าดัชนีโบอิงบัม



ที่มา: Guidelines and Procedures for Measuring Airfield Pavement Roughness, U.S. Department of Transportation Federal Aviation Administration (AC No.: 150/5380-9: 9)

### รูปที่ 2.16 หลักเกณฑ์ความขรุขระที่ยอมรับได้ของดัชนีโบอิงบัม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 2.11 บทวิเคราะห์

ตามพระราชบัญญัติการเดินอากาศนั้นสนามบินต้องจัดให้มีคู่มือการดำเนินงานและต้องรักษาสิ่งอำนวยความสะดวกในสนามบินซึ่งรวมไปถึงพื้นผิวของพื้นที่ผิวทางสัญจรอากาศยาน ให้เป็นไปตามที่มาตรฐานที่ถูกกำหนด โดยข้อกำหนดของสำนักงานการบินพลเรือนแห่งประเทศไทยและข้อกำหนดขององค์การการบินพลเรือนระหว่างประเทศ (ICAO) ซึ่งได้มีการกำหนดมาตรฐานของพื้นผิวของพื้นที่ผิวทางสัญจรอากาศยานไว้ และสนามบินต้องปฏิบัติตามเพื่อความปลอดภัยในการปฏิบัติการของอากาศยาน แต่ในมาตรฐานดังกล่าวนี้มิได้กล่าวถึงรายละเอียดในการดำเนินการบำรุงรักษา หลักเกณฑ์และวิธีปฏิบัติที่สนามบินแต่ละแห่งนั้นมีลักษณะภูมิอากาศ ลักษณะทางกายภาพและความสามารถในการรองรับอากาศยานที่แตกต่างกันรวมถึงความหนาแน่นของการจราจรทางอากาศที่แตกต่างกันด้วย ซึ่งส่งผลให้เกิดความเสียหายของพื้นผิวของสนามบินที่แตกต่างกัน จึงส่งผลให้การบำรุงรักษาพื้นผิวของแต่ละสนามบินนั้นมีความแตกต่างกันไปด้วย

รายละเอียดในการดำเนินการบำรุงรักษาพื้นผิวของพื้นที่ผิวทางอากาศยาน หลักเกณฑ์และวิธีปฏิบัติในการบำรุงรักษานั้น มีการเรียบเรียงจากหลายหลายหน่วยงาน หลากหลายสถาบันในหลายประเทศ ซึ่งเนื้อหารายละเอียดนั้นมีปัจจัย หลักเกณฑ์และแนวทางที่แตกต่างกันออกไป ตามแต่สภาพภูมิประเทศ ภูมิอากาศ ลักษณะทางกายภาพของแต่ละสนามบินและความถี่ในการใช้งานของพื้นผิว ซึ่งสำหรับประเทศไทยนั้นยังไม่มีแนวทางในการบำรุงรักษาพื้นผิวของพื้นที่ผิวทางสัญจรอากาศยานที่ชัดเจนและเหมาะสมสำหรับยึดถือเป็นแนวทางปฏิบัติ

## 2.12 กรอบแนวความคิด

ผลที่ได้จากการทบทวนบทความและมาตรฐานที่เกี่ยวข้องนั้น แสดงให้เห็นถึงปัจจัย หลักเกณฑ์และแนวทางในการบำรุงรักษาเชิงป้องกันที่มีความหลากหลาย ตามแต่ลักษณะทางภูมิอากาศ ภูมิประเทศ ลักษณะทางกายภาพของแต่ละสนามบินและความถี่ในการใช้งานพื้นผิวของพื้นที่ผิวทางสัญจรอากาศยาน ซึ่งสนามบินในประเทศไทยนั้นยังมีได้มีแนวทางในการปฏิบัติหรือคู่มือในการดำเนินการบำรุงรักษาเชิงป้องกันที่ชัดเจน ซึ่งผู้วิจัยได้นำข้อมูลดังกล่าวมาสร้างเป็นกรอบแนวคิดสำหรับปัจจัยและหลักเกณฑ์เพื่อเรียบเรียงให้เป็นแนวทางในการบำรุงรักษาพื้นผิวของพื้นที่ผิวทางสัญจรอากาศยานให้เป็นไปตามมาตรฐาน และเพื่อยึดเป็นแนวทางสำหรับพัฒนาต่อยอดไปเป็นคู่มือบำรุงรักษาพื้นผิวของพื้นที่ผิวทางสัญจรอากาศยานของสนามบินต่อไป โดยแบ่งออกเป็นเนื้อหาหัวข้อ ดังนี้

- 1.) การประเมินความเสียหายของพื้นผิวทาง
- 2.) การประเมินโครงสร้างของพื้นผิวทาง
- 3.) การประเมินความผิดของผิวทางวิ่ง
- 4.) การประเมินความราบเรียบหรือความขรุขระของพื้นผิวทางวิ่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 3 ระเบียบวิธีการวิจัย

### 3.1 บทนำ

ในบทนี้จะเป็นการกล่าวถึงผลที่ได้จากการทบทวนบทความและมาตรฐานต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการบำรุงรักษาท่าอากาศยานโดยเฉพาะในส่วนที่เกี่ยวข้องกับสิ่งอำนวยความสะดวก (Facilities) ในพื้นที่ผิวทางสัญจรอากาศยาน (Movement Areas) ซึ่งประกอบไปด้วย (1) ทางวิ่ง (Runway) (2) ทางขับ (Taxiway) (3) หลุมจอดอากาศยาน (Aprons) เพื่อนำมาวิเคราะห์ปัจจัย หลักเกณฑ์ และแนวทางในการดำเนินการบำรุงรักษาให้สอดคล้องกับลักษณะทางกายภาพของสนามบินในประเทศไทย

งานวิจัยเชิงคุณภาพนี้ใช้การรวบรวมข้อมูลงานวิจัยด้วยเอกสาร (Documentary Research) และการทำงานมูลจากประสบการณ์การทำงานของผู้เขียนรวมถึงการสัมภาษณ์ข้อมูลเชิงลึกจากผู้มีประสบการณ์การทำงาน ข้อมูลที่ได้รับจึงมีทั้งข้อมูลแบบปฐมภูมิ (Primary Data) และข้อมูลแบบทุติยภูมิ (Secondary data) จึงได้กำหนดรายละเอียดของงานวิจัยดังนี้

- 1.) ประเภทของงานวิจัย
- 2.) ข้อมูลที่ใช้ในการวิจัย
- 3.) วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล
- 4.) การตรวจสอบข้อมูล
- 5.) การวิเคราะห์ข้อมูล
- 6.) บทสรุป

### 3.2 ประเภทของงานวิจัย

งานวิจัยนี้เป็นงานวิจัยเชิงคุณภาพ (Qualitative Research) สุธงศ์ จันทวานิช [15] กล่าวว่า การวิจัยเชิงคุณภาพ คือ การแสวงหาความรู้โดยการพิจารณาและหาความสัมพันธ์ของปรากฏการณ์สังคมจากสภาพแวดล้อมตามความเป็นจริงในทุกมิติ โดยเน้นความสำคัญของข้อมูลด้านความรู้สึกนึกคิด ความหมาย ค่านิยมของบุคคลนอกเหนือไปจากข้อมูลเชิงปริมาณ การวิจัยชนิดนี้มักเป็นการศึกษาติดตามระยะยาว ใช้การสังเกตแบบมีส่วนร่วมและการสัมภาษณ์แบบไม่เป็นทางการเป็นหลักในการเก็บรวบรวมข้อมูล และเน้นการวิเคราะห์ข้อมูลโดยการตีความสร้างข้อสรุปแบบอุปนัย

### 3.3 ข้อมูลที่ใช้ในการวิจัย

การศึกษาวิจัยครั้งนี้ ศึกษาค้นคว้าข้อมูลงานวิจัยด้วยเอกสาร (Documentary Research) จากการทำทบทวนบทความและมาตรฐานจากแหล่งต่างๆที่เป็นไปตามข้อกำหนดของ “องค์การการบินพลเรือนระหว่างประเทศ” (International Civil Aviation Organization: ICAO) โดยการเก็บข้อมูลแบบทุติยภูมิซึ่งได้แก่บทความต่างๆ ตำราวิชาการ คู่มือและมาตรฐานทั้งในประเทศและต่างประเทศ อีกทั้งยังได้ศึกษาจากเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สัมภาษณ์บุคลากรที่มีประสบการณ์ในการดำเนินงานบำรุงรักษาสนามบินเพื่อจะได้ทราบถึงปัญหาและวิธีการดำเนินงาน รวมไปถึงการเก็บข้อมูลการดำเนินงานบำรุงรักษาจากประสบการณ์ของผู้วิจัยโดยการสังเกตเพื่อให้ได้เข้าใจวิธีการดำเนินงานยิ่งขึ้นและสามารถนำข้อมูลที่ศึกษาจากเอกสารนำมาใช้งานได้จริงและเกิดประโยชน์ โดยมีขั้นตอนดังนี้ [15]

- 1.) ศึกษาปัจจัยและหลักเกณฑ์ที่เป็นไปตามมาตรฐาน
- 2.) เปรียบเทียบปัจจัยและหลักเกณฑ์ที่จะนำไปศึกษาต่อให้เหมาะสมกับลักษณะทางกายภาพของสนามบินในประเทศไทย
- 3.) ศึกษาแนวทางในการบำรุงรักษาที่สอดคล้องกับปัจจัยและหลักเกณฑ์ตามข้อ 2.
- 4.) ศึกษาจากประสบการณ์ของผู้วิจัยจากการเข้าสังเกตพื้นที่ที่หน้างานและการทำงาน
- 5.) ศึกษาจากการสัมภาษณ์แบบมีจุดสนใจจากผู้มีประสบการณ์เพื่อให้ทราบถึงวิธีการคิด มุมมอง ปัญหาและการดำเนินงาน

3.3.1 ข้อดีของการใช้ข้อมูลเอกสาร ประโยชน์ที่นักวิจัยจะได้จากการใช้ข้อมูลเอกสารสถิติและหลักฐานต่างมีอยู่หลายประการ ดังนี้

- 1.) เอกสารและสถิติเป็นข้อมูลที่ไม่มีการเปลี่ยนแปลง และสามารถสืบค้นได้ง่าย
- 2.) มีค่าใช้จ่ายในการเก็บรวบรวมข้อมูลน้อย
- 3.) ข้อมูลเอกสารไม่มีความลำเอียงหรือไม่มีทัศนคติที่โน้มเอียงไปทางใดทางหนึ่ง ซึ่งต่างจากการเก็บข้อมูลโดยการสัมภาษณ์ ซึ่งข้อมูลจากบุคคลจะแสดงให้เห็นถึงความโน้มเอียงอย่างชัดเจนซึ่งต่างจากข้อมูลเอกสารเพราะผู้เขียนเอกสารเหล่านั้นจะมีการให้ข้อมูลที่บิดบังความโน้มเอียงของการให้ข้อมูลนั้น ด้วยเหตุนี้การวิเคราะห์เอกสารโดยเฉพาะการวิเคราะห์เนื้อหา (Content Analysis) จึงเป็นวิธีที่เหมาะสมมากสำหรับหารวบรวมและการวิเคราะห์ข้อมูลที่ไม่ต้องการให้เกิดความโน้มเอียงหรือความรู้สึกของผู้ถูกสัมภาษณ์

3.3.2 ข้อดีของการสังเกต คือจะได้ข้อมูลที่แท้จริง พฤติกรรมที่แสดงออกมาเป็นไปตามธรรมชาติแต่ข้อเสียคืออาจก่อให้เกิดอคติได้ แต่ก็มีวิธีในการตรวจสอบข้อมูลได้

3.3.3 ข้อดีของการสัมภาษณ์ ทำให้ผู้สัมภาษณ์และผู้ถูกสัมภาษณ์เข้าใจข้อมูลที่ตรงกัน และเมื่อเป็นคำถามปลายเปิดสามารถทำให้ผู้วิจัยได้คำตอบที่ละเอียดในทุก ๆ แง่มุมที่ผู้วิจัยให้ความสนใจ

### 3.4 วิธีการเก็บข้อมูล

ผู้วิจัยทำการเก็บข้อมูลโดยการค้นคว้าเอกสารบทความวรรณกรรม (Documentary Research) ที่มีความเกี่ยวข้องกับปัจจัย หลักเกณฑ์และแนวทางการบำรุงรักษาที่เป็นไปตามมาตรฐานสากลด้านการบิน โดยในการเก็บข้อมูลจะเริ่มเก็บข้อมูลในส่วนของปัจจัยและหลักเกณฑ์ที่เกี่ยวข้องกับการบำรุงรักษาพื้นที่ผิวทางสัญจรอากาศยานของสนามบินก่อนเพื่อจำแนกปัจจัยและหลักเกณฑ์ที่มีความสอดคล้องกันและวิเคราะห์ในส่วนที่สามารถนำมาใช้งานกับสนามบินในประเทศไทย ประกอบกับข้อมูลจากประสบการณ์จริงจากการเข้าที่ การดำเนินงานพร้อมการสังเกตของผู้วิจัย และได้มีการเก็บข้อมูลเชิงลึกจากการสัมภาษณ์ผู้มีประสบการณ์ในเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การบำรุงรักษาพื้นผิวทางสัญจรสนามบินได้แก่ ผู้อำนวยการส่วนสนามบิน ฝ่ายสนามบินและอาคาร ท่าอากาศยาน สุวรรณภูมิ วิศวกรชำนาญการและวิศวกรอาวุโส ส่วนสนามบิน ฝ่ายสนามบินและอาคาร ท่าอากาศยาน สุวรรณภูมิ เพื่อให้เข้าใจในปัญหาการดำเนินงานจริง แล้วจึงเริ่มนำข้อมูลแนวทางการบำรุงรักษา มาวิเคราะห์และเปรียบเทียบ เพื่อเรียบเรียงให้มีความเหมาะสม สามารถประยุกต์ใช้งานได้จริงกับสนามบินในประเทศไทยและเป็นไปตามมาตรฐานสากล [15]

### 3.5 การตรวจสอบข้อมูล

จากการเก็บข้อมูลจากการค้นคว้าเอกสารแล้วจำเป็นต้องมีการตรวจสอบข้อมูล เนื่องจากในการทำงานวิจัยเชิงคุณภาพจะมีความไม่มั่นใจในความน่าเชื่อถือของข้อมูลหรือความโน้มเอียงของผู้วิจัย ซึ่งการตรวจสอบข้อมูลที่ใช้กันมากในการวิจัยเชิงคุณภาพคือการตรวจสอบข้อมูลแบบสามเส้าซึ่งมีวิธีการดังนี้ [15]

1. การตรวจสอบสามเส้าด้านทฤษฎี (Theory Triangulation) คือการตรวจสอบว่า ถ้าผู้วิจัยใช้แนวคิดทฤษฎีที่ต่างไปจากเดิมจะทำให้การตีความข้อมูลแตกต่างกันมากน้อยเพียงใด
2. การตรวจสอบสามเส้าด้านวิธีการรวบรวมข้อมูล (Methodological Triangulation) คือการใช้วิธีการเก็บข้อมูลต่างๆกัน เพื่อรวบรวมข้อมูลเรื่องเดียวกัน เช่น ใช้วิธีสังเกตควบคู่กับการซักถามพร้อมกันนั้นก็ศึกษาข้อมูลจากแหล่งเอกสารประกอบด้วย

### 3.6 การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพนั้น เป็นการวิเคราะห์ที่ยากเนื่องจากไม่สามารถใช้เกณฑ์การชี้วัดเป็นตัวเลขได้ แต่เป็นการวิเคราะห์คุณภาพของข้อมูลจากเอกสาร หรือบทความต่างๆ ซึ่งหลักในการวิเคราะห์มีดังนี้ [15]

3.5.1 การวิเคราะห์แบบอุปนัย (Analytic Induction) วิธีตีความสร้างข้อสรุปข้อมูลจากรูปธรรมหรือปรากฏการณ์ที่มองเห็น ถ้าข้อสรุปนั้นยังไม่ได้รับการตรวจสอบยืนยัน ก็ถือว่าเป็นสมมุติฐานชั่วคราว ถ้าได้รับการยืนยันแล้วก็ถือเป็นข้อสรุปที่มีความเป็นนามธรรมระดับต้นๆ การสร้างข้อสรุปเชิงนามธรรม (Analytic Induction) จากปรากฏการณ์ที่มองเห็น เช่น นักบินขับเครื่องบิน ฯลฯ นักวิจัยต้องสรุปสิ่งเหล่านี้ให้เป็นการตั้งคำถามว่าการสร้างข้อสรุปนี้ไม่ใช่ทำในตอนท้ายของการรวบรวมข้อมูลเท่านั้น แต่เป็นสิ่งที่นักวิจัยต้องทำตลอดเวลา

3.5.2 การวิเคราะห์โดยการจำแนกชนิดข้อมูล (Typological Analysis) คือ การจำแนกชนิดข้อมูลเป็นชนิดๆ (Typological) ซึ่งในกรณีที่นักวิจัยทำการเก็บรวบรวมข้อมูลแล้ว นักวิจัยจำเป็นที่จะต้องจัดระบบข้อมูลโดยอาศัยหลักเกณฑ์ที่ผู้วิจัยกำหนดขึ้น ซึ่งการจัดกลุ่มหรือการจำแนกแบ่งวิธีการได้เป็น 2 รูปแบบคือ

3.5.2.1 การวิเคราะห์แบบใช้ทฤษฎี คือ การจำแนกชนิดในเหตุการณ์หนึ่งๆ โดยยึดแนวคิดทฤษฎีเป็นกรอบในการจำแนก ซึ่งแยกออกเป็นกรกระทำ กิจกรรม ความหมาย ความสัมพันธ์ การมีส่วนร่วมในกิจกรรมและสภาพสังคมเป็นแนวทางการจำแนก เช่นเดียวกันที่ใช้ในการสังเกต เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5.2.2 การวิเคราะห์แบบไม่ใช้ทฤษฎี คือ การจำแนกข้อมูลที่จะวิเคราะห์ตามความเหมาะสมของข้อมูล อาจใช้สามัญสำนึกหรือประสบการณ์ของผู้วิจัยก็ได้ ผู้วิจัยจะจำแนกข้อมูลเป็นชนิดต่างๆ ตามประเภทที่สัมพันธ์กับแบบแผนชีวิตที่นักวิจัยสังเกตเห็น

3.5.3 การวิเคราะห์โดยการเปรียบเทียบข้อมูล (Constant Comparison) คือ การใช้ข้อมูลเปรียบเทียบ โดยนำข้อมูลมาเทียบเป็นปรากฏการณ์ มาแยกชนิดในข้อมูลของเหตุการณ์เหล่านั้น แล้วก็นำมาเปรียบเทียบโดยความสัมพันธ์ กิจกรรมหรือมีความเกี่ยวข้องกันในแง่มุมไหนบ้าง

3.5.4 การวิเคราะห์ส่วนประกอบ (Component Analysis) การวิเคราะห์ส่วนประกอบของข้อมูลเป็นการวิเคราะห์คุณสมบัติของส่วนประกอบของข้อมูลแต่ละชุดแล้วนำคุณสมบัติของส่วนประกอบของข้อมูล มาเปรียบเทียบเพื่อหาลักษณะร่วมที่เหมือนกันและแตกต่างกัน หลังจากนั้นจึงทำการบรรยายให้เห็นถึงความหมายของข้อมูลเหล่านั้น จากนั้นสรุปข้อมูลที่เหมาะสมสำหรับการนำมาวิเคราะห์ที่เจาะลึกหรือเน้นจุดสนใจ อาจสรุปได้เป็น 5 ขั้นตอนตามลำดับดังนี้

1.) เลือกข้อมูล (ที่ทำการวิเคราะห์ จัดกลุ่มหรือกำหนดชื่อข้อมูลแล้ว) ที่นำมาแยกส่วนประกอบเพื่อหาคุณสมบัติที่ต้องการเปรียบเทียบ ซึ่งควรมีข้อมูลอย่างน้อยตั้งแต่ 2 ชุดขึ้นไป แต่ก็ไม่ควรมากเกินไปควรพิจารณาให้เหมาะสม สอดคล้องกับการเปรียบเทียบ

2.) วิเคราะห์แยกส่วนประกอบข้อมูลแต่ละชุดโดยพิจารณาว่าจะแยกส่วนประกอบของข้อมูลเป็นกี่ส่วนจากคุณสมบัติใดบ้าง ส่วนประกอบที่จะแยกควรพิจารณาว่าถ้าแยกแล้วสามารถให้คุณสมบัติที่จะนำมาเปรียบเทียบกันได้หรือไม่

3.) จดรายชื่อข้อมูลและส่วนประกอบที่จะแยกข้อมูลชุดนั้นๆ ไว้ในการดาชบันทึก เพื่อป้องกันการลืม

4.) จัดทำตารางเปรียบเทียบคุณสมบัติข้อมูลแต่ละชุดแยกตามส่วนประกอบและใส่คุณสมบัติข้อมูลแต่ละชุดแยกตามส่วนประกอบลงในตาราง ถ้าคุณสมบัติของข้อมูลและส่วนประกอบใดขาดหายไปอาจต้องเก็บข้อมูลเพิ่มเติม

5.) เปรียบเทียบคุณสมบัติของข้อมูลทั้งหมดตามส่วนประกอบ โดยพิจารณาความเหมือนและความแตกต่างและสร้างข้อสรุปที่ได้จากการเปรียบเทียบโดยบรรยายให้เห็นคุณสมบัติของข้อมูลตามส่วนประกอบ

### 3.7 บทสรุป

ระเบียบวิธีการวิจัยนี้ อธิบายลำดับขั้นตอนและวิธีการที่นำมาใช้ในการทำวิจัย ซึ่งการวิจัยเป็นการวิจัยเชิงคุณภาพโดยใช้วิธีการรวบรวมข้อมูลงานวิจัยด้วยเอกสาร อีกทั้งยังได้มีการเก็บข้อมูลจากการสัมภาษณ์เชิงลึกจากผู้มีประสบการณ์ แล้วนำข้อมูลมาตรวจสอบด้วยวิธีการตรวจสอบสามเส้าด้านข้อมูล (Data triangulation) โดยข้อมูลที่ได้มีทั้งข้อมูลแบบปฐมภูมิและทุติยภูมิ และนำข้อมูลมาวิเคราะห์แบบอุปนัย (Analytic Induction) การจำแนกชนิดของข้อมูล (Typological Analysis) และการวิเคราะห์โดยการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เปรียบเทียบข้อมูล (Constant Comparison) เพื่อนำมาสร้างกรอบแนวคิดแนวทางในการบำรุงรักษา  
พื้นผิวพื้นที่เคลื่อนไหว โดยข้อมูลที่ได้จากการรวบรวมได้ถูกจำแนก วิเคราะห์และสร้างข้อสรุปในบทถัดไป



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 4

# ผลการวิจัย

### 4.1 บทนำ

การบำรุงรักษาพื้นที่ผิวทางสัญจรอากาศยานของสนามบินซึ่งประกอบด้วย ทางวิ่ง ทางขับและลานจอดอากาศยานของสนามบินในประเทศไทยมีความสำคัญอย่างยิ่ง เนื่องจากสนามบินต้องได้มาตรฐานและมีความปลอดภัยตามหลักสากลอีกทั้งต้องให้ผู้มาใช้บริการมีความสะดวกสบาย

สนามบินส่วนใหญ่ในประเทศไทยเปิดให้บริการมาแล้วหลายปี รองรับการให้บริการของผู้โดยสารและอากาศยานอย่างต่อเนื่องอีกทั้งน้ำหนักของอากาศยานรุ่นใหม่ที่มีน้ำหนักมากเกินกว่าขีดความสามารถของพื้นผิวที่มีการออกแบบไว้ ซึ่งส่งผลให้พื้นผิวพื้นที่เคลื่อนไหวจำเป็นต้องได้รับการบำรุงรักษาในเชิงป้องกัน เพื่อความปลอดภัยที่อาจเกิดขึ้นจากสภาพพื้นผิว และสามารถรองรับการให้บริการได้โดยส่งผลกระทบต่อปฏิบัติการของอากาศยานน้อยที่สุด การตรวจสอบและประเมินสภาพของพื้นผิวเป็นจุดเริ่มต้นของการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน พื้นผิวทางอากาศยานของสนามบินนั้นใช้ค่า PCN ตามข้อกำหนดของสำนักงานการบินพลเรือนแห่งประเทศไทย ฉบับที่ ๑๔ ว่าด้วยมาตรฐานสนามบินและเป็นไปตามขององค์การการบินพลเรือนระหว่างประเทศ (ICAO) ใน International Standard and Recommended Practices Annex 14 Aerodromes เพื่อบ่งบอกสถานะโครงสร้างของพื้นผิวทางสนามบิน ซึ่งการประเมินค่าดัชนี PCN และการประเมินสภาพของพื้นผิวทางสนามบินนั้น ประกอบด้วยหลากหลายปัจจัย โดยได้อ้างอิงปัจจัยที่มีความสำคัญต่อสภาพพื้นผิวทางสนามบินจาก Airport Cooperative Research Program (ACRP SYNTHESIS 22) Common Airport Pavement Maintenance Practices ซึ่งจากประสบการณ์การทำงานด้านบำรุงรักษาพื้นผิวทางสนามบินของผู้เขียนเห็นว่าปัจจัยดังกล่าวนี้เป็นปัจจัยหลักต่อค่าสถานะและการประเมินสภาพพื้นผิวทางของสนามบิน อีกทั้งยังสอดคล้องกับประสบการณ์ทำงานของผู้เขียนและข้อกำหนดของสำนักงานการบินพลเรือนแห่งประเทศไทย ฉบับที่ ๑๔ ว่าด้วยมาตรฐานสนามบินและเป็นไปตามขององค์การการบินพลเรือนระหว่างประเทศ (ICAO) ใน International Standard and Recommended Practices Annex 14 Aerodromes ซึ่งให้ความสำคัญกับปัจจัยข้างต้นเช่นเดียวกัน จึงได้ใช้ปัจจัยดังกล่าวซึ่งประกอบด้วย ความเสียหายของพื้นผิวทาง โครงสร้างของพื้นผิวทาง ความผิดของพื้นผิวทางวิ่งและความราบเรียบของพื้นผิวทางวิ่งมาเป็นเกณฑ์เพื่อจัดทำแนวทางในการบำรุงรักษาพื้นที่ผิวทางอากาศยานของสนามบิน โดยได้รวบรวม วิเคราะห์ เปรียบเทียบ เรียบเรียงและสรุปหลักเกณฑ์แนวทางการบำรุงรักษาพื้นผิวทางอากาศยานของสนามบินจากแต่ละปัจจัยข้างต้น เพื่อให้สามารถใช้ในการจัดทำแผนการบำรุงรักษาสนามบินเชิงป้องกันหรือใช้เป็นแนวทางสำหรับจัดทำคู่มือบำรุงรักษาสนามบินเพื่อให้เป็นบรรทัดฐานในการบำรุงรักษาของแต่ละสนามบินต่อไป

### 4.2 การประเมินความเสียหายของพื้นผิวทาง

ความเสียหายของพื้นผิวทางได้มีการจำแนกความเสียหายตามลักษณะของพื้นผิวและรูปแบบความเสียหายที่ต่างกันไป ซึ่งการประเมินสภาพความเสียหายของพื้นผิวโดยวิธีดัชนี PCI หรือวิธีการให้คะแนนเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

PASER นั้น มีรูปแบบลักษณะการประเมินที่คล้ายกัน โดยเป็นประเมินแบบแยกประเภทของพื้นผิว แต่การประเมินทั้งสองแบบนี้ได้มีการแยกรูปแบบความเสียหายและระดับความรุนแรงของความเสียหายอย่างชัดเจน แต่แตกต่างกันที่พื้นที่ในการเก็บข้อมูลเพื่อประเมิน การประเมินระดับความรุนแรงของความเสียหายโดยการสังเกตของผู้ตรวจประเมิน โดยพิจารณาการหลุดแตกของพื้นผิวทางเป็นวัตถุแปลกปลอม และการวัดขนาดของความเสียหายโดยการวัดความกว้างรอยร้าว ความยาว พื้นที่ความเสียหายและความลึกของแอ่งหรือหลุม เพื่อนำข้อมูลที่ได้ไปคำนวณเป็นค่าดัชนีหรือคะแนนที่บ่งบอกความรุนแรงของความเสียหายของพื้นผิวทาง

การประเมินสภาพพื้นผิวโดยวิธี PCI เป็นการประเมินความเสียหายโดยการเก็บข้อมูลแยกตามลักษณะของพื้นผิว และแบ่งพื้นผิวเป็นหน่วยตัวอย่าง เก็บข้อมูลความเสียหายแยกตามรูปแบบและระดับความรุนแรงโดยมีหลักเกณฑ์ที่ชัดเจน การคำนวณดัชนี PCI นั้นจะคิดปริมาณความเสียหายและความรุนแรงในหน่วยตัวอย่างเปรียบเทียบกับพื้นที่ต่อหน่วยตัวอย่างเพื่อให้ได้ค่าดัชนีที่บ่งบอกความเสียหายของพื้นผิวทาง ณ บริเวณหน่วยตัวอย่างนั้น ๆ ซึ่งการเก็บข้อมูลและการประเมินวิธี PCI เป็นการเก็บข้อมูลที่มีความละเอียดสูงสามารถแบ่งพื้นที่เป็นหน่วยตัวอย่างได้ตามความเหมาะสมของการใช้งาน แต่การเก็บข้อมูลที่มีรายละเอียดกับพื้นที่ขนาดใหญ่ ต้องใช้บุคลากรและใช้เวลานาน อีกทั้งผู้เก็บข้อมูลต้องมีความรู้ความเข้าใจในรูปแบบ ระดับของความเสียหายและหลักเกณฑ์ต่าง ๆ เป็นอย่างดีเพื่อจะได้เก็บข้อมูลเพื่อมาคำนวณค่าดัชนีได้สะท้อนกับความเป็นจริง อีกทั้งวิธีการคำนวณดัชนี PCI ค่อนข้างยุ่งยากซึ่งจำเป็นต้องใช้ผู้ที่มีความรู้ความเข้าใจในหลักการและการคำนวณจึงจะสามารถประเมินผลค่าดัชนี PCI ได้ แต่ปัจจุบันได้มีการนำ Laser Scanner มาใช้ในการเก็บข้อมูลและแสดงผลเป็น Point Cloud ซึ่งจะเป็นเครื่องทุนแรงที่ดีในการเก็บข้อมูล พร้อมทั้งยังสามารถใช้โปรแกรมในการวิเคราะห์ Point Cloud ที่เก็บข้อมูลมา ตั้งค่าการแบ่งพื้นที่ตัวอย่างในโปรแกรมจำแนกแยกประเภทความเสียหายและความรุนแรงเพื่อวิเคราะห์และประเมินค่าดัชนี PCI แต่วิธีการดังกล่าวจำเป็นต้องมีอุปกรณ์ Laser Scanner อีกทั้งยังต้องมีผู้เชี่ยวชาญในการตั้งค่าและกำหนดตัวแปรในโปรแกรมในการแปลงค่าและประมวลผลเพื่อให้ได้ค่าดัชนีที่ใกล้เคียงกับความเป็นจริง วิธีนี้จึงยังคงมีค่าใช้จ่ายที่ค่อนข้างสูงทั้งในด้านอุปกรณ์และผู้เชี่ยวชาญ

การประเมินสภาพพื้นผิวโดยวิธี PASER เป็นการประเมินความเสียหายโดยไม่ได้แบ่งแยกประเภทของพื้นผิวแต่จะมีเกณฑ์น้ำหนักคะแนนที่แตกต่างกันตามรูปแบบความเสียหาย และพิจารณาความเสียหายที่ละจุดจุดของความเสียหาย ดังนั้นวิธี PCI มีความสามารถในการบอกภาพรวมความเสียหายของพื้นผิวทางได้ดีกว่าวิธี PASER เนื่องจากประเมินจากพื้นที่หน่วยตัวอย่างและเก็บข้อมูลความเสียหายทั้งหมด แต่วิธี PASER เหมาะสำหรับการใช้ประเมินสภาพเพื่อจัดทำแผนสำหรับการซ่อมบำรุงและเพื่อความปลอดภัยประจำวันมากกว่า เนื่องจากการประเมินโดยวิธี PASER เน้นการพิจารณาเป็นแต่ละความเสียหายไม่จำเป็นต้องประเมินทุกความเสียหายในพื้นที่ จึงสามารถเลือกประเมินความเสียหายที่เด่นชัดและไม่ปลอดภัยได้ และข้อดีของวิธีนี้คือการการแบ่งน้ำหนักคะแนนตามพื้นที่และหลักเกณฑ์ของความเสียหายแต่ละรูปแบบโดยน้ำหนักคะแนนจากผู้ตรวจสอบประเมินจะสามารถบอกถึงความจำเป็นเร่งด่วนในการซ่อมบำรุง จึงง่ายต่อการวางแผนในการบำรุงรักษาเชิงป้องกันเพื่อความปลอดภัยต่ออากาศยาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สนามบินในประเทศไทยหลายสนามบินประสบปัญหาเรื่องความเสียหายของพื้นผิวทาง เนื่องจากไม่สามารถคาดการณ์ได้ว่าจะเกิดความเสียหายบริเวณไหนและเวลาไหน อีกทั้งบุคลากรที่ไม่เพียงพอ ผู้วิจัยจึงได้สรุปแนวทางในการประเมินสภาพความเสียหายของพื้นผิวทางวิ่งโดยให้สามารถใช้งานได้จริงเพื่อจะได้เป็นประโยชน์กับสนามบินในประเทศไทยโดยประยุกต์การประเมินโดยวิธีของ PASER เพื่อใช้ในการตรวจสอบประเมินสภาพพื้นผิวทางของสนามบิน แต่รูปแบบความเสียหายของพื้นผิวทางที่มีหลากหลายรูปแบบ ผู้วิจัยจึงมีความเห็นว่าควรจะต้องเก็บข้อมูลโดยใช้ขนาดของความเสียหายเป็นหลักโดยวัดจากพื้นที่ความเสียหาย ความยาวและความกว้างของรอยร้าว และการหลุดร่อนหรือโอกาสการหลุดเป็นเศษจนก่อให้เกิดวัตถุแปลกปลอม (FOD) เพื่อให้ง่ายในการเก็บข้อมูลสำหรับบุคลากรที่มีอยู่อย่างจำกัด โดยหลักเกณฑ์ความเสียหายของพื้นผิวทางดังกล่าวสามารถนำข้อมูลความเสียหายของวิธี PCI มาประยุกต์ใช้หลักเกณฑ์เบื้องต้นสำหรับเก็บข้อมูลโดยอ้างอิงระดับความเสียหายตาม Standard Test Method for Airport Pavement Condition Index Surveys, ASTM D5340-12 และพัฒนาปรับปรุงให้เหมาะสมกับสนามบินนั้น ๆ และเก็บข้อมูลประเมินความเสียหายของพื้นผิวทางโดยใช้วิธี PASER เป็นวิธีการประเมินตาม Evaluation of Airport Pavement Strength, Changi Airport Group by Calvin Yeung โดยการให้น้ำหนักคะแนนตามพื้นที่ความรุนแรงของความเสียหายและยังสามารถบอกความเร่งด่วนในการเข้าดำเนินการได้ เป็นวิธีการประเมินที่ง่ายต่อการประเมินสภาพและการให้คะแนนความเสียหายโดยทีมงานตรวจประเมิน สามารถวางแผนการซ่อมแซมได้อย่างมีประสิทธิภาพโดยเฉพาะการซ่อมแซมในระยะสั้นและระยะกลาง และเป็นการแก้ไขปัญหาการเกิดความเสียหายและการซ่อมแบบฉุกเฉินซึ่งอาจก่อให้เกิดอันตรายต่ออากาศยานได้ ซึ่งแนวทางการประเมินการซ่อมแซมทั้งสองวิธียังสอดคล้องกับมาตรฐาน ICAO Airport Service Manual Doc 9137 Part 9 Airport Maintenance Practices อย่างไรก็ตามวิธี PASER ไม่สามารถบ่งบอกภาพรวมประสิทธิภาพหรืออายุการใช้งานของพื้นผิวสนามบินได้ จึงควรมีการเก็บข้อมูลและประเมินโดยวิธี PCI ควบคู่กันไปด้วย ซึ่งควรทำการประเมินทุกระยะเวลา 2-5 ปี เพื่อประเมินสภาพของพื้นผิวและอายุการใช้งานว่ายังสามารถใช้งานได้ตามอายุที่ออกแบบไว้หรือต้องดำเนินการบำรุงรักษาจนถึงอายุการใช้งาน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับปริมาณการจราจรของอากาศยาน น้ำหนักของอากาศยาน การทรุดตัว ฯลฯ โดยแนวทางการประเมินสภาพความเสียหายของพื้นผิวทางดังกล่าวสามารถพัฒนาปรับปรุงให้เป็นหลักเกณฑ์การประเมินสำหรับจัดทำแผนการบำรุงรักษาหรือคู่มือบำรุงรักษาสนามบินต่อไป

#### 4.3 การประเมินโครงสร้างของพื้นผิวทาง

การประเมินความแข็งแรงของชั้นผิวทางใช้การประเมินโดยเครื่อง Heavy Falling Weight Deflectometer (HWD) โดยการหาค่ามอดูลัสความแกร่งพลวัต (Dynamic stiffness, DSM หรือ Impulse stiffness, ISM) และนำมาคำนวณย้อนกลับโดยคำนวณร่วมกับค่าความหนาที่ได้จากการทดสอบ GPR หรือ Coring การทดสอบ Heavy Falling Weight Deflectometer (HWD) จึงจำเป็นต้องดำเนินการควบคู่กับการตรวจสอบความหนาของชั้นผิวทาง และคำนวณโดยใช้ค่าอัตราส่วนปัวส์ซองของแต่ละชั้นทางเพื่อให้สามารถคำนวณหาค่าโมดูลัสยืดหยุ่นชั้นทาง (Layer Moduli) ในสนามขณะรับน้ำหนักจริงได้

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เครื่อง Heavy Falling Weight Deflectometer (HWD) เป็นที่นิยมและยอมรับกันในปัจจุบัน เพราะเป็นการประเมินพื้นผิวแบบไม่ทำลายพื้นผิวทาง (Nondestructive) คือไม่ก่อให้เกิดความเสียหายต่อพื้นผิวทางจึงลดความเสี่ยงในการก่อให้เกิดอุบัติเหตุอันตราย เครื่องมือดังกล่าวเป็นอุปกรณ์สำหรับการทดสอบโดยใช้การยกตุ้มเหล็กและปล่อยลงกระทบพื้นโดยน้ำหนักตุ้มและความสูงของการยกตุ้มจะเป็นการจำลองการเคลื่อนที่ผ่านของอากาศยาน เมื่อตุ้มกระทบลงพื้นเครื่องมือดังกล่าวจะวัดค่าการแอ่นตัวหรือยุบตัวของผิวทาง (Deflection Basin) ซึ่งการกำหนดตำแหน่งการทดสอบเป็นไปตามมาตรฐานขององค์การบริหารการบินแห่งชาติ สหรัฐอเมริกา (FAA: AC No. 150/5370-11B) สอดคล้องกับข้อกำหนดสำนักงานการบินพลเรือนแห่งประเทศไทย ฉบับที่ ๑๔ ว่าด้วยมาตรฐานสนามบินและเป็นไปตามขององค์การการบินพลเรือนระหว่างประเทศ (ICAO) ใน International Standard and Recommended Practices Annex 14 Aerodromes ในการประเมินโครงสร้างชั้นทางและค่าดัชนี PCN ซึ่งพื้นที่การวัดต้องครอบคลุมพื้นที่การใช้งานและครอบคลุมทุกส่วนของพื้นผิวทาง เช่น กึ่งกลางพื้น รอยต่อพื้น และมุมพื้น เมื่อทำการทดสอบจะได้ค่ามอดูลัสความแกร่งพลวัต (Dynamic stiffness, DSM หรือ Impulse stiffness, ISM) ซึ่งนำค่าที่ได้มาวิเคราะห์ด้วยวิธีผลรวมสะสมอีกครั้ง (Cumulative Sum) เพื่อแบ่งช่วงหรือพื้นมีในการวิเคราะห์ให้สอดคล้องกับโครงสร้างจริง แล้วจึงคำนวณย้อนกลับเพื่อหาค่าโมดูลัสยืดหยุ่นของชั้นทาง (Layer Moduli) เมื่อนำค่าที่ได้เปรียบเทียบกับค่าออกแบบและปริมาณการจราจรของอากาศยานก็จะสามารถทราบถึงอายุการใช้งานของชั้นผิวทางและความแข็งแรงได้ การใช้เครื่องมือหรืออุปกรณ์ข้างต้นต้องมีการสอบทานค่าก่อนการใช้งานเพื่อให้ได้ค่าที่เป็นไปตามมาตรฐาน อีกทั้งยังต้องดำเนินงานโดยบุคลากรที่มีความรู้ความสามารถในการใช้เครื่องมืออุปกรณ์

การทดสอบ Ground Penetrating Radar (GPR) เป็นการทดสอบความหนาของชั้นผิวทางตามมาตรฐาน ASTM D6432-11 เป็นการทดสอบแบบไม่ทำลายพื้นผิวทาง (Nondestructive) โดยใช้การกระจายตัวของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า ซึ่งจำเป็นต้องสำรวจควบคู่ไปกับแนวสำรวจของ Heavy Falling Weight Deflectometer (HWD) เพราะความหนาจากการทดสอบ GPR จะนำมาใช้ในการคำนวณย้อนกลับเพื่อหาค่าโมดูลัสยืดหยุ่นของผิวทางแต่ละชั้น

การทดสอบโดยการเจาะเก็บตัวอย่าง (Coring) เพื่อตรวจสอบความหนาของชั้นผิวทางเช่นเดียวกันกับวิธี Ground Penetrating Radar (GPR) แต่การเจาะเก็บตัวอย่างจะส่งผลให้พื้นผิวทางเกิดความเสียหาย แต่วิธีนี้นั้นจะสามารถเห็นความหนาของชั้นผิวทางที่ชัดเจน จึงใช้การเจาะเก็บตัวอย่างในการสุ่มเพื่อตรวจสอบการทดสอบวิธี GPR ว่าได้ค่าความหนาที่ใกล้เคียงกับความเป็นจริง

การประเมินโครงสร้างผิวทางทั้ง 3 วิธี มีวัตถุประสงค์ที่ต่างกันและต้องดำเนินการควบคู่กันไป เพื่อให้ได้ค่าความแข็งแรงของผิวทางที่ใกล้เคียงกับความเป็นจริง การประเมินโครงสร้างพื้นผิวทางนั้นควรมีการประเมินทุกๆ 2-5 ปี เพื่อประเมินความแข็งแรงและตรวจสอบอายุการใช้งานของพื้นผิวทาง อีกทั้งเพื่อเป็นการวางแผนในการบำรุงรักษาระยะยาวหรือยืดอายุการใช้งานของพื้นผิวทาง โดยความถี่ในการประเมินขึ้นอยู่กับปริมาณการจราจรของอากาศยาน น้ำหนักของอากาศยาน การทรุดตัว ความเสียหายของพื้นผิวทาง ฯลฯ โดยแนวทางการประเมินโครงสร้างของพื้นผิวทางดังกล่าวสามารถใช้เป็นแนวทางในการตรวจสอบประเมินตามรอบหรือเขียนในคู่มือหรือแผนบำรุงรักษาสนามบินต่อไปได้

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

#### 4.4 การประเมินความผิดของผิวทางวิ่ง

ความผิดของผิวทางวิ่งเป็นสิ่งสำคัญต่อความปลอดภัยของอากาศยานขณะอากาศยานร้อนขึ้นและร้อนลง เพราะค่าความผิดของผิวทางมีส่วนช่วยในการควบคุมทิศทางของอากาศยาน ช่วยป้องกันของอากาศยาน ล้อขณะร้อนลงและมีส่วนสำคัญในการชะลอความเร็วของอากาศยานขณะร้อนลง ค่าความผิดของผิวทางที่ลดลงโดยเฉพาะเมื่อผิวทางวิ่งเปียก เกิดจากการที่ผิวทางไม่สามารถระบายน้ำได้ทันเนื่องจากสิ่งตกค้างบนผิวทาง โดยเฉพาะคราบยางล้ออากาศยานที่ตกค้างบนผิวทาง คราบยางล้ออากาศยานจะไปเติมเต็มช่องว่างระหว่างเม็ดหินส่งผลให้ความผิดของพื้นผิวลดลงโดยเฉพาะเวลาพื้นผิวเปียก อีกทั้งหากพื้นผิวมีการใช้งานมานานความคมของเม็ดหินลดลงก็จะส่งผลให้ค่าความผิดของพื้นผิวลดลงด้วย

การวัดค่าความผิดของผิวทางวิ่งสามารถดำเนินการได้ 3 วิธี คือ

1.) การประเมินค่าความผิดของผิวทางวิ่งด้วยสายตา กรณีไม่มีอุปกรณ์ในการวัดค่าความผิดสามารถประเมินค่าความผิดเบื้องต้นได้ด้วยสายตา ทุกท่าอากาศยานจำเป็นต้องมีการสำรวจค่าความผิดของพื้นผิวทางวิ่งเพื่อให้แน่ใจว่าพื้นผิวทางวิ่งของท่าอากาศยานสามารถรองรับการปฏิบัติการของอากาศยานแบบไอพ่นได้ และหากทางวิ่งเปียกสภาพพื้นผิวไม่เสื่อมโทรมต่ำกว่ามาตรฐาน ซึ่งมีแนวทางในการปฏิบัติการสำรวจค่าความผิดด้วยสายตาตามความถี่การใช้งานหรือน้ำหนักของอากาศยานตามตารางที่ 4.1

ข้อมูลจากตารางข้างต้นจำเป็นต้องมีการเก็บข้อมูลจำนวนเที่ยวบินร้อนลงและลักษณะของอากาศยานเพื่อนำมาคำนวณจำนวนหาค่าเฉลี่ยจำนวนอากาศยานต่อวันต่อทางวิ่งและน้ำหนักรวมของอากาศยานที่ใช้งานทางวิ่งต่อปีสำหรับเลือกใช้ความถี่ในการตรวจสอบค่าความผิดของทางวิ่งที่เหมาะสม และสามารถกำหนดความถี่ในการกำจัดคราบยางล้ออากาศยานเบื้องต้นเพื่อบำรุงรักษาทางวิ่งให้มีค่าความผิดอยู่ในมาตรฐาน

ตารางที่ 4.1 ตารางแสดงความถี่การสำรวจค่าความผิดโดยสายตา

เครื่องบินไอพ่นร้อนลงบนรันเวย์ ต่อวัน	น้ำหนักของอากาศยานบนรันเวย์ ต่อปี (ล้านกิโลกรัม)	ความถี่ในการสำรวจค่าความผิดขั้นต่ำ
น้อยกว่า 15	น้อยกว่า 447	ปีละ 1 รอบ
16-30	448-838	1 รอบต่อ 6 เดือน
31-90	839-2,404	1 รอบต่อ 3 เดือน
91-150	2,405-3,969	1 รอบต่อเดือน
151-210	3,970-5,535	1 รอบต่อ 2 สัปดาห์
มากกว่า 210	มากกว่า 5,535	1 รอบต่อสัปดาห์
การคำนวณโดยความถี่และน้ำหนักต้องเลือกค่ามากกว่าเพื่อเลือกความถี่การตรวจสอบที่เหมาะสม		

ที่มา: ดัดแปลงมาจาก Airport Services Manual Part 2 Pavement Surface Conditions (A2-1)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การสังเกตปริมาณคราบยางที่ตกค้างบนพื้นผิวทางวิ่งนั้นสามารถเปรียบเทียบกับบริเวณที่อากาศยานร้อนลงกับบริเวณที่ไม่มีการร้อนลงของอากาศยานเพื่อคาดคะเนโดยสายตาเป็นเปอร์เซ็นต์ตกค้างบนพื้นผิวทางและสังเกตความกว้างของขนาดคราบยางบนพื้นผิวทางโดยสามารถประมาณเป็นค่าความผิดของผิวทางวิ่งได้ตามตารางที่ 4.2

**ตารางที่ 4.2** แสดงวิธีการตรวจสอบและประมาณการคราบยางสะสมโดยสายตา

การจำแนกคราบยางที่ตกค้างบนพื้นผิวทางวิ่ง	การประมาณการเปอร์เซ็นต์คราบยางที่ตกค้างบริเวณที่ล้อสัมผัสพื้น	ลักษณะคราบยางบนพื้นผิวทางวิ่งจากการสังเกต	ค่าความผิดประมาณการเฉลี่ย 150 เมตรบริเวณที่ล้ออากาศยานสัมผัสพื้น	ข้อแนะนำในการปฏิบัติการของอากาศยาน
บางมาก	น้อยกว่า 5%	มีคราบยางรอยล้อเป็นช่วงๆ พื้นผิว 95% ไม่มีคราบยาง	0.65 หรือมากกว่า	ไม่มี
บาง	6-20%	เริ่มมีรอยยางล้ออากาศยานทับกัน 80-94% ไม่มีคราบยาง	0.55-0.64	ไม่มี
บางปานกลาง	21-40%	ระยะ 6 เมตรจากเส้นกึ่งกลางมีคราบยางสะสม 60-79% ไม่มีคราบยาง	0.50-0.54	ติดตามอย่างใกล้ชิด
ปานกลาง	41-60%	ระยะ 12 เมตรจากเส้นกึ่งกลางมีคราบยางสะสม 40-59% ไม่มีคราบยาง	0.40-0.49	วางแผนล้างคราบยางภายใน 120 วัน
หนาแน่นปานกลาง	61-80%	ระยะ 12 เมตรจากเส้นกึ่งกลาง 30-69% มีคราบยางสะสม 20-39% ไม่มีคราบยาง	0.30-0.39	วางแผนล้างคราบยางภายใน 90 วัน
หนาแน่น	81-95%	70-95% มีคราบยางสะสม มีความเงาและเป็นแผ่น 5-19% ไม่มีคราบยาง	0.20-0.29	วางแผนล้างคราบยางภายใน 60 วัน
หนาแน่นมาก	96-100%	มีคราบยางปกคลุมทั่วพื้นที่ มีความเงาและเป็นแผ่น 0-4% ไม่มีคราบยาง	น้อยกว่า 0.19	วางแผนล้างคราบยางภายใน 30 วันหรือให้เร็วที่สุด

ที่มา: ดัดแปลงมาจาก Airport Services Manual Part 2 Pavement Surface Conditions (A2-2)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.) การประเมินค่าความผิดของผิวทางวิ่งโดยการใช้อยู่ระยะเบรกจากรถยนต์ โดยรถยนต์ที่ขับมาด้วยความเร็วแล้วเบรกให้ล้อล็อกจนรถหยุด โดยวัดระยะจากระยะที่เริ่มเบรกจนรถหยุดหนึ่งแทนค่าในสมการและจับเวลาจากระยะที่เริ่มเบรกจนรถหยุดแล้วนำมาคำนวณตามสมการด้านล่าง (วัดทั้งสองทิศทางของทางวิ่ง)

$$\mu \text{ ระยะทาง} = V^2 / 2gS$$

$$\mu \text{ เวลา} = V / tg$$

เมื่อ  $V$  คือความเร็วรถขณะเบรก (เมตรต่อวินาที)

$S$  คือระยะเบรก (เมตร)

$t$  คือเวลาเมื่อรถหยุด (วินาที)

$g$  คือความเร่งของแรงโน้มถ่วง (เมตรต่อวินาทีกำลังสอง)

เมื่อได้ค่า  $\mu$  ระยะทาง และ  $\mu$  เวลา ในแต่ละทิศของทางวิ่งมาแล้วนั้นให้นำค่ามาเฉลี่ยเป็นค่าความผิดของทางวิ่ง ซึ่งวิธีการดังกล่าวอาจมีความคลาดเคลื่อนของเวลาจากบุคคลและความคลาดเคลื่อนของระยะไกลของรถซึ่งจะส่งผลต่อค่าความผิดอาจมีความคลาดเคลื่อนตามไปด้วย

3.) การประเมินค่าความผิดของทางวิ่งโดยเครื่องมือวัดค่าความผิด เครื่องมือวัดค่าความผิดนั้นมีหลายหลายประเภทที่ใช้ในท่าอากาศยานทั่วโลก ซึ่งแต่ละประเภทนั้นก็ได้นำงานวิจัยและทดสอบว่าเครื่องมือดังกล่าวสามารถแสดงความสัมพันธ์ของค่าความผิดกับสภาพพื้นผิวเปียกที่ถูกสร้างขึ้นอย่างเพียงพอ โดยค่าความผิดดังกล่าวสามารถใช้เป็นเพียงข้อมูลในการบำรุงรักษาเท่านั้น ไม่สามารถใช้วัดประสิทธิภาพการเบรกของอากาศยานได้อย่างสมบูรณ์ โดยเครื่องมือวัดค่าความผิดแต่ละประเภทนั้นจะมีค่าความผิดมาตรฐานที่กำหนดแตกต่างกันขึ้นอยู่กับบริษัทผู้ผลิตและกฎหมายของแต่ละพื้นที่ตามตารางที่ 2.5

การประเมินค่าความผิดของผิวทางวิ่งเป็นไปตาม ICAO Airport Services Manual Doc 9137 Part 2 Pavement Surface Conditions และสอดคล้องกับข้อกำหนดสำนักงานการบินพลเรือนแห่งประเทศไทย ฉบับที่ ๑๔ ว่าด้วยมาตรฐานสนามบินและเป็นไปตามขององค์การการบินพลเรือนระหว่างประเทศ (ICAO) ใน International Standard and Recommended Practices Annex 14 Aerodromes โดยวิธีการประเมินค่าความผิดที่มีความน่าเชื่อถือที่สุดนั้นคือการใช้อุปกรณ์ในการวัดค่าความผิด เนื่องจากอุปกรณ์แต่ละประเภทนั้นได้ผ่านการเก็บข้อมูลและประเมินค่าความแม่นยำมาแล้วจากบริษัทผู้ผลิต โดยเกณฑ์ค่าความผิดเป็นไปตามที่บริษัทผู้ผลิตอุปกรณ์แต่ละบริษัทกำหนดและในการใช้งานแต่ละครั้งจำเป็นต้องดำเนินการสอบทานค่าให้ เป็นไปตามข้อกำหนดของบริษัทผู้ผลิตอุปกรณ์เพื่อให้ได้ค่าที่มีความแม่นยำ โดยความถี่ในการวัดประเมินสามารถอ้างอิงถึงความถี่การประเมินค่าความผิดด้วยสายตาตามตารางที่ 4.1 ซึ่งขึ้นอยู่กับปริมาณการจราจรของอากาศยานหรือน้ำหนักของอากาศยาน หากปริมาณการจราจรหรือน้ำหนักของอากาศยานมากเกินกว่าที่ระบุไว้ในตาราง และรอบการตรวจตามตารางไม่เพียงพอควรเพิ่มรอบการตรวจสอบให้ถี่ขึ้นเพื่อความปลอดภัยในการปฏิบัติการของอากาศยาน

หากสนามบินไม่มีอุปกรณ์ในการประเมินค่าความผิดของผิวทางวิ่ง สนามบินควรมีการจัดหาอุปกรณ์เพื่อประเมินอย่างน้อยปีละ 1 ครั้ง เพื่อเป็นการสอบทานค่าความผิดของทางวิ่งว่ายังคงอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และหากมีปริมาณการจราจรของอากาศยานหรือน้ำหนักอากาศยานที่ใช้งานบนทางวิ่งเข้าเกณฑ์ตามตารางที่ 4.1 ก็ให้ใช้การประเมินโดยสายตาเป็นเกณฑ์ในการบำรุงรักษาต่อไป ส่วนการประเมินโดยการใช้ระยะเบรก จากระยะนั้นไม่เป็นที่นิยมใช้ เนื่องจากสามารถประเมินได้ในบางพื้นที่หรือถ้าต้องการให้ครอบคลุมก็ต้องทำการประเมินหลายรอบ ซึ่งมีความคลาดเคลื่อนสูงพอๆกับการประเมินโดยสายตาแต่มีวิธีการยุ่งยากกว่ามาก การประเมินโดยสายตาจากผู้มีประสบการณ์เหมาะสมในการประเมินขั้นต้น เพราะง่ายต่อการประเมิน ใช้เวลาน้อยและสามารถดำเนินการได้ตลอดเวลาที่มีการเข้าพื้นที่ทางวิ่ง

หากอุปกรณ์ตรวจวัดความฝืดไม่สามารถใช้งานได้ ควรจัดให้มีการประเมินโดยสายตาแทนการใช้ อุปกรณ์เพื่อประเมินสภาพและเพื่อวางแผนการบำรุงรักษาต่อไป ทดแทนการประเมินโดยอุปกรณ์เพื่อรักษา ค่าความฝืดของพื้นผิวทางวิ่งให้อยู่ในระดับมาตรฐาน

การล้างคราบยางล้ออากาศยานตกค้างบนพื้นผิวทางวิ่ง การทำความสะอาดพื้นผิวทางวิ่งเพื่อเพิ่มค่าความฝืดบนพื้นผิวโดยการกำจัดสิ่งตกค้างบนพื้นผิวทางวิ่งเพื่อให้ค่าความฝืดของพื้นผิวทางวิ่งอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานโดยเฉพาะพื้นที่บริเวณแนวร่อนซึ่งเป็นพื้นที่ที่ล้ออากาศยานสัมผัสพื้น (Touchdown) และอากาศยานเบรกเพื่อชะลอความเร็ว (Braking) ซึ่งการล้างคราบยางยังเป็นการเพิ่มผิวสัมผัสหยาบ (Macrotecture) และผิวสัมผัสละเอียด (Microtexture) อีกด้วย ปัจจุบันวิธีที่นิยมใช้สำหรับการทำความสะอาดพื้นผิวทางวิ่งมีอยู่ 3 วิธี คือ

1.) การใช้ยาเคมี (Chemical Removal) คือการใช้ยาเคมีทำให้คราบยางที่ติดอยู่บนพื้นผิวนุ่มขึ้นและใช้รถขัดพื้นขัดเพื่อให้คราบยางที่ตกค้างบนพื้นผิวทางหลุดออกจากพื้นผิว โดยยาเคมีนั้นได้มีการพัฒนาให้เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม ข้อดีคือ ไม่ส่งผลกระทบต่อพื้นผิวทางวิ่ง แต่ข้อเสียคือราคาสูงและต้องใช้คนจำนวนมาก

2.) การใช้แรงดันสูง (Ultra High Pressure) การใช้เครื่องฉีดน้ำแรงดันสูงที่แรงดันตั้งแต่ 1,000 – 2,800 บาร์ โดยการใช้การควบคุมเครื่องจักรผ่านระบบทั้งหมด อีกทั้งยังมีระบบที่สามารถดูเศษสิ่งตกค้างระหว่างการกำจัดคราบยางกลับเข้าถึงบรรจุเพื่อไม่ให้มีเศษสิ่งตกค้างหลงเหลือบนพื้นผิวทางและเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม สามารถใช้คนในการดำเนินการเพียงหนึ่งคนและเคลื่อนย้ายออกจากพื้นที่ได้เร็ว แต่หากพื้นที่ที่มีคราบยางหนามากอาจต้องดำเนินการซ้ำและหากใช้แรงดันน้ำแรงเกินไปอาจส่งผลให้เม็ดหินหรือความเสียหายต่อมวลรวมได้

3.) การยิงด้วยลูกเหล็ก (Shotblasting) การยิงลูกเหล็กขนาดเล็กให้กระแทกพื้นผิวเพื่อให้ผิวหน้าหลุดและดูดกลับเข้าถึงบรรจุ การยิงด้วยลูกเหล็กสามารถฟื้นฟูผิวสัมผัสละเอียดได้ดีเพราะจะทำให้เม็ดหินมวลรวมมีความคม แต่หากใช้ความรุนแรงที่มากเกินไปก็อาจทำให้พื้นผิวเกิดความเสียหายได้ วิธีการยิงลูกเหล็กเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมแต่มีราคาต่ำดำเนินการที่ค่อนข้างสูงเมื่อเปรียบเทียบกับวิธีการอื่นๆและอาจก่อให้เกิดวัตถุแปลกปลอมเนื่องจากการตกหล่นของลูกเหล็ก โดยต้องมีการเก็บลูกเหล็กโดยใช้แม่เหล็กเพิ่มเติมและไม่สามารถดำเนินการหากพื้นผิวเปียกได้

การล้างคราบยางล้ออากาศยานตกค้างบนพื้นผิวทางวิ่งตาม ICAO Airport Services Manual Doc 9137 Part 2 Pavement Surface Conditions สอดคล้องกับข้อกำหนดสำนักงานการบินพลเรือนแห่งประเทศไทยเป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อผู้ดูแลเห็นว่าเว็บไซต์ของหน่วยงานนี้มีความไม่ถูกต้องใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประเทศไทย ฉบับที่ ๑๔ ว่าด้วยมาตรฐานสนามบินและเป็นไปตามขององค์การการบินพลเรือนระหว่างประเทศ (ICAO) ใน International Standard and Recommended Practices Annex 14 Aerodromes ความถี่ในการดำเนินการนั้นขึ้นอยู่กับค่าความผิดบนผิวทางวิ่งที่ได้จากการประเมินค่าความผิดซึ่งแปรผันโดยตรงการปริมาณการจราจรอากาศยานและน้ำหนักของอากาศยาน อุปกรณ์ที่นิยมใช้ในปัจจุบันนั้นและมีประสิทธิภาพในการกำจัดคราบยางสูง คือการใช้น้ำแรงดันสูงในการล้างคราบยางและการยิงด้วยลูกเหล็ก เนื่องจากมีประสิทธิภาพในการดำเนินงานสูง ใช้บุคลากรน้อย อีกทั้งกรณีเกิดเหตุการณ์ที่มีความจำเป็นต้องคืนพื้นที่ก็สามารถออกจากพื้นที่ได้ทันที แต่สำหรับวิธีการยิงด้วยลูกเหล็กนั้นนิยมใช้สำหรับการฟื้นฟูสภาพผิวสัมผัสสระเยียดมากกว่า เพราะลูกเหล็กจะทำให้เม็ดหินมวลรวมแตกและเกิดความคม แต่หากใช้บ่อยครั้งอาจส่งให้เกิดความเสียหายต่อพื้นผิวทางได้ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับประสบการณ์ของผู้ขับเครื่องจักรในการตั้งแรงดันและความเร็วของรถด้วย ซึ่งจากการศึกษาข้อมูลของผู้วิจัยการล้างคราบยางล้ออากาศยานด้วยวิธีการใช้น้ำแรงดันสูงจึงเป็นที่นิยมมากกว่าเพราะส่งผลกระทบต่อความเสียหายของพื้นผิวน้อยกว่าการล้างคราบยางล้ออากาศยานด้วยการยิงลูกเหล็ก ส่วนการล้างโดยการใช้ยาเคมีนั้นให้ประสิทธิภาพที่ต่ำกว่าการล้างด้วยแรงดันน้ำและการล้างด้วยการยิงลูกเหล็กแต่มีต้นทุนที่ต่ำกว่าหรืออาจใช้ในกรณีที่มีการซ่อมแซมเครื่องจักรหรือเหมาะสำหรับท่าอากาศยานที่มีปริมาณความหนาแน่นของการจราจรต่ำ ซึ่งท่าอากาศยานต้องเปรียบเทียบความคุ้มค่าของการซื้อเครื่องจักรอุปกรณ์กับการจัดจ้างเพื่อเปรียบเทียบความคุ้มค่าเมื่อเทียบกับการใช้งานตามจำนวนปริมาณการจราจรของอากาศยาน ณ ท่าอากาศยานนั้น ๆ

#### 4.5 การประเมินความราบเรียบหรือความขรุขระของพื้นผิวทางวิ่ง

การประเมินความราบเรียบหรือความขรุขระของพื้นผิวทางตาม Guidelines and Procedures for Measuring Airfield Pavement Roughness, U.S. Department of Transportation Federal Aviation Administration AC No.: 150/5380-9 สอดคล้องกับข้อกำหนดสำนักงานการบินพลเรือนแห่งประเทศไทย ฉบับที่ ๑๔ ว่าด้วยมาตรฐานสนามบินและเป็นไปตามขององค์การการบินพลเรือนระหว่างประเทศ (ICAO) ใน International Standard and Recommended Practices Annex 14 Aerodromes เป็นการประเมินเพื่อตรวจสอบความผิดปกติของพื้นผิวทางวิ่งเพื่อไม่ให้เกิดอันตรายกับผู้โดยสารและอากาศยานโดยอาจส่งผลกระทบต่อเครื่องมือวัดในห้องนักบินขณะนักบินปฏิบัติการเนื่องจากเกิดการสั่นจากความขรุขระ อีกทั้งยังส่งผลกระทบต่อความสะดวกสบายของผู้โดยสาร โดยการประเมินความราบเรียบพื้นผิวทางวิ่งของแต่ละสนามบินนั้นขึ้นอยู่กับการใช้งานทางวิ่ง การทรุดตัวและความเสียหายที่เกิดขึ้นกับพื้นผิวทางวิ่ง โดยควรมีการประเมินอย่างสม่ำเสมอ หากสนามบินมีปริมาณการจราจรที่คับคั่ง พื้นผิวมีการทรุดตัวหรือเกิดความเสียหายควรมีการประเมินความราบเรียบของพื้นผิวทางวิ่งทุก ๆ 1-2 ปี แต่หากสนามบินที่มีปริมาณการจราจรน้อยและพื้นผิวอยู่ในสภาพดี ความถี่ในการประเมินความราบเรียบอาจเป็นทุก ๆ 3-5 ปี ขึ้นอยู่กับการใช้งาน สภาพพื้นผิว ความเสียหายและการทรุดตัว อีกทั้งควรมีการสำรวจค่าระดับพื้นผิวทางวิ่งในทางขวางควบคู่กันไปด้วยเพื่อประเมินค่าความชันในการระบายน้ำของพื้นผิวทางวิ่งให้อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานตามที่ องค์การการบินพลเรือนระหว่างประเทศ (ICAO) กำหนด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การประเมินความราบเรียบหรือความขรุขระของพื้นผิวทางที่เป็นที่ยอมรับโดยทั่วกัน คือการประเมินโดยวิธีโบอิงบัม (Boeing Bump Method) และดัชนีโบอิงบัม (Boeing Bump Index) ซึ่งการคำนวณหาดัชนีดังกล่าวนี้ ต้องดำเนินการเก็บค่าระดับทุก ๆ ระยะ 0.25 เมตร ที่เส้นกึ่งกลางทางวิ่งและที่ระยะ 3.05 เมตร และ 5.22 เมตร ทั้งด้านซ้ายและด้านขวาจากเส้นกึ่งกลางทางวิ่ง โดยการเก็บข้อมูลสามารถดำเนินการได้ 3 วิธีดังนี้

1. การเก็บข้อมูลโดยใช้กล้องระดับ วิธีนี้เหมาะกับสนามบินที่มีทางวิ่งระยะสั้นและมีงบประมาณที่จำกัดเนื่องจาก การเก็บข้อมูลสำหรับใช้ในการคำนวณความราบเรียบต้องเก็บที่ความถี่ 0.25 เมตร วิธีนี้จึงเป็นวิธีที่อาจใช้เวลาและหากกล้องระดับเป็นชนิดอ่านค่าเองอาจเกิดความคลาดเคลื่อนสูง

2. การเก็บข้อมูลโดยใช้อุปกรณ์ Manual rolling inclinometer profiler เป็นอุปกรณ์แบบเซ็นติเมตรตามโดยอุปกรณ์ดังกล่าวจะบันทึกค่าระดับตามระยะที่กำหนดแบบต่อเนื่อง วิธีนี้เหมาะกับสนามบินที่มีทางวิ่งระยะสั้นเพราะต้องใช้เวลาในการเดินในความเร็วที่สม่ำเสมอตามที่กำหนดในคู่มือการใช้งานอุปกรณ์ และหากความเร็วในการเดินไม่สม่ำเสมออาจส่งผลให้ค่าระดับมีความคลาดเคลื่อนได้

3. การเก็บข้อมูลโดยใช้อุปกรณ์ High Speed Inertial laser profiler เป็นอุปกรณ์เลเซอร์ติดที่รถยนต์พร้อมระบบ GPS โดยเลเซอร์เก็บค่าระดับตามระยะที่กำหนดและบันทึกค่า โดยการใช้ระบบบันทึกค่าควบคุมทิศทางโดยใช้ระบบ GPS และควบคุมความเร็วรถโดยใช้ Course Control ของรถยนต์ ซึ่งเมื่อความเร็วรถคงที่ก็จะได้ค่าที่มีความคลาดเคลื่อนต่ำ และใช้เวลาไม่นานในการเก็บข้อมูลเหมาะกับสนามบินขนาดใหญ่ที่มีทางวิ่งที่มีความยาวมาก

การเก็บข้อมูลโดยวิธีข้างต้นขึ้นอยู่กับความเหมาะสมของแต่ละสนามบิน งบประมาณและเวลาในการดำเนินการของแต่ละสนามบินนั้น ๆ ค่าระดับที่ได้จากการเก็บข้อมูลสามารถนำมาคำนวณค่าความราบเรียบของพื้นผิวทางวิ่งโดยโปรแกรม ProFAA ที่ถูกพัฒนาขึ้นโดยองค์การบริหารการบินแห่งชาติ สหรัฐอเมริกา (FAA) เพื่อวิเคราะห์ค่าดัชนีโบอิงบัม (Boeing Bump Index) ของพื้นผิวทางวิ่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 5

# สรุปและข้อเสนอแนะ

### 5.1 บทสรุป

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาแนวทางเบื้องต้นในการบำรุงรักษาสนามบินเชิงป้องกันในส่วนของพื้นผิวทางสัญจรอากาศยานโดยได้รวบรวมปัจจัย หลักเกณฑ์ และแนวทางในการดำเนินการบำรุงรักษาที่เป็นไปตามมาตรฐาน งานวิจัยนี้จึงเลือกใช้การวิจัยเชิงคุณภาพโดยการศึกษา พิจารณาและหาความสัมพันธ์ของปรากฏการณ์สังคมจากสภาพแวดล้อมตามความเป็นจริงในทุกมิติ แล้วอาศัยวิธีการพรรณนาอธิบายความสำคัญซึ่งจะแตกต่างกับการวิจัยเชิงปริมาณที่มุ่งหาข้อเท็จจริงและข้อสรุปเชิงปริมาณ เน้นการใช้ข้อมูลที่เป็นตัวเลขเป็นหลักฐานยืนยันความถูกต้องเป็นสำคัญ ประสบการณ์ทำงานของผู้เขียนและการสัมภาษณ์โดยตรงกับบุคลากรในหน่วยงานผู้มีส่วนเกี่ยวข้องในการบำรุงรักษาพื้นผิวพื้นที่ผิวทางสัญจรอากาศยาน เพื่อให้เข้าใจปัญหาในการดำเนินงานและสรุปแนวทางการบำรุงรักษาเชิงป้องกันได้อย่างมีประสิทธิภาพ

การศึกษาวิจัยนี้เริ่มจากการทบทวนวรรณกรรม บทความต่าง ๆ กฎหมาย มาตรฐานและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการบำรุงรักษาเชิงป้องกันของพื้นผิวของพื้นที่ผิวทางสัญจรอากาศยาน โดยได้วิเคราะห์ปัจจัยที่เกี่ยวข้องเพื่อสร้างกรอบแนวคิด (การประเมินความเสียหายของพื้นผิวทาง การประเมินโครงสร้างของพื้นผิวทาง การประเมินความถี่ของผิวทางวิ่ง และการประเมินความราบเรียบหรือความขรุขระของพื้นผิวทางวิ่ง) จาก Airport Cooperative Research Program (ACRP SYNTHESIS 22) Common Airport Pavement Maintenance Practices ซึ่งผู้วิจัยได้วิเคราะห์และเปรียบเทียบมีความคิดเห็นว่าปัจจัยทั้ง 4 ด้านดังกล่าวมีความสอดคล้องกับข้อกำหนดของสำนักงานการบินพลเรือนแห่งประเทศไทย ฉบับที่ ๑๔ ว่าด้วยมาตรฐานสนามบินและเป็นไปตามขององค์การการบินพลเรือนระหว่างประเทศ (ICAO) ใน International Standard and Recommended Practices Annex 14 Aerodromes ซึ่งให้ความสำคัญกับปัจจัยข้างต้นเช่นเดียวกัน หลังจากนั้นได้นำปัจจัยดังกล่าวมาศึกษาหลักการ วิเคราะห์ส่วนประกอบและเปรียบเทียบข้อมูลเพื่อให้ได้เป็นแนวทางในการบำรุงรักษาพื้นผิวทางสัญจรอากาศยานเชิงป้องกันในแต่ละปัจจัยขั้นต้น

การวางโครงสร้างแบบสัมภาษณ์เพื่อศึกษาปัญหาจากการดำเนินงานจริง และข้อจำกัดในการดำเนินงานที่แตกต่างกันโดยอาศัยกรอบแนวคิดที่ได้จากการทบทวนวรรณกรรมข้างต้น เพื่อกำหนดกรอบของประเด็นที่จะทำการสัมภาษณ์ให้ชัดเจนและตรงตามวัตถุประสงค์

จากการทบทวนวรรณกรรม บทความต่าง ๆ กฎหมาย มาตรฐานและงานวิจัยรวมถึงจากการสัมภาษณ์ผู้มีส่วนเกี่ยวข้องข้างต้นนั้น สามารถสรุปปัจจัยที่มีความสำคัญสำหรับการบำรุงรักษาพื้นผิวทางอากาศยานได้ 4 ปัจจัย ดังนี้

1.) ความเสียหายของพื้นผิวทาง โดยแนวทางในการบำรุงรักษาพื้นผิวทางอากาศยานจากความเสียหายคือ การประเมินสภาพพื้นผิวทางที่ผู้วิจัยได้ทำการศึกษามานั้น มีอยู่ 2 วิธี คือ

1.1) การประเมินโดยวิธี PCI มีลักษณะการประเมินโดยการแบ่งพื้นที่เป็นหน่วยตัวอย่าง แล้วดำเนินการเก็บข้อมูลความเสียหายโดยแบ่งแยกประเภทความเสียหาย ระดับความรุนแรงของเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความเสียหายและโอกาสในการเกิดวัตถุอันตราย จากนั้นนำข้อมูลความเสียหายที่เก็บมาเปิดตาราง เปรียบเทียบค่าความเสียหายและคำนวณเป็นเปอร์เซ็นต์ความเสียหายต่อพื้นที่หน่วยตัวอย่าง ซึ่งวิธีดังกล่าวมีความละเอียดและประเมินออกมาเป็นค่าที่แสดงให้เห็นเปอร์เซ็นต์ความเสียหายภาพรวมของพื้นที่หน่วยตัวอย่างนั้นๆ

1.2) การประเมินโดยวิธี PASER มีลักษณะการประเมินแบบประเมินทีละความเสียหายซึ่งการให้คะแนนก็ขึ้นอยู่กับ ขนาด ความรุนแรงของความเสียหายและโอกาสเกิดวัตถุอันตรายรวมทั้งพื้นที่ที่พบความเสียหาย มีผลกับระดับความรุนแรง ซึ่งระดับความรุนแรงของวิธี PASER จะบอกถึงเร่งด้วยในการซ่อมแซม ซึ่งวิธีการดังกล่าวเป็นการประเมินเพื่อความปลอดภัยเป็นหลักแต่จะไม่สามารถบอกถึงสภาพพื้นผิวภาพรวมได้

2.) โครงสร้างของพื้นผิวทางอุปกรณ์ที่ใช้เป็นหลักคือเครื่องมือ Heavy Falling Weight Deflectometer (HWD) ซึ่งเป็นการทดสอบที่ไม่ก่อให้เกิดความเสียหายต่อพื้นผิวทาง โดยการหาค่ามอดูลัสความแกร่งพลวัต (Dynamic stiffness, DSM หรือ Impulse Stiffness, ISM) และนำมาคำนวณย้อนกลับโดยคำนวณร่วมกับความหนาของพื้นผิวทางแต่ละชั้นที่ได้จากการทดสอบ GPR หรือ Coring ซึ่งจำเป็นต้องดำเนินการทดสอบควบคู่กันไปเพื่อให้ได้ค่าความหนามาทำการคำนวณ และค่าอัตราส่วนปัวส์ของแต่ละชั้นทาง จะทำให้สามารถคำนวณหาค่ามอดูลัสยืดหยุ่นชั้นทาง (Layer Moduli) ในสนามขณะรับน้ำหนักจริงได้

3.) ความผิดของทางวิ่ง เพื่อความปลอดภัยในการร่อนลงของอากาศยาน โดยความผิดที่ลดลงส่วนใหญ่เกิดขึ้นจากการสะสมของคราบยางล้ออากาศยานและความเสียหายของพื้นผิว ความถี่ในการวัดค่าความผิดขึ้นอยู่กับปริมาณและน้ำหนักของอากาศยานที่ใช้งานทางวิ่ง การวัดค่าความผิดของพื้นผิวสามารถดำเนินการได้ 3 วิธี คือ

3.1) การประเมินด้วยสายตาจากผู้มีประสบการณ์ เป็นการประเมินเบื้องต้นโดยการสังเกตสีและลักษณะของพื้นผิวที่มีการเปลี่ยนแปลงไปจากสภาพปกติ

3.2) การประเมินโดยใช้ระยะเบรกของรถยนต์ ใช้ระยะเบรกและความเร็วของรถ เพื่อคำนวณย้อนกลับหาค่าความผิดของพื้นผิว

3.3) การประเมินโดยใช้อุปกรณ์วัดค่าความผิดของพื้นผิวทาง เครื่องมือวัดค่าความผิดนั้นมีหลายหลายประเภทที่ใช้ในท่าอากาศยานทั่วโลก ซึ่งแต่ละประเภทนั้นก็ได้นำงานวิจัยและทดสอบว่าเครื่องมือดังกล่าวสามารถแสดงความสัมพันธ์ของค่าความผิดของพื้นผิวได้อย่างมีนัยสำคัญและน่าเชื่อถือ

4.) ความราบเรียบหรือความขรุขระของพื้นผิวทางที่เป็นที่ยอมรับโดยทั่วกัน คือการประเมินโดยวิธีโบอิงบัม (Boeing Bump Method) และดัชนีโบอิงบัม (Boeing Bump Index) ซึ่งความราบเรียบมีผลต่อความเสียหายของอุปกรณ์ของอากาศยานและความสะดวกสบายของผู้โดยสาร การเก็บข้อมูลเพื่อมาทำการคำนวณสามารถดำเนินการได้ 3 วิธี คือ

4.1) การเก็บข้อมูลโดยใช้กล้องระดับ

4.2) การเก็บข้อมูลโดยใช้อุปกรณ์ Manual rolling inclinometer profiler

4.3) การเก็บข้อมูลโดยใช้อุปกรณ์ High Speed Inertial laser profiler

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาค้นคว้าเท่านั้น เมื่ออนุญาตให้เผยแพร่โดยไม่เสียค่าใช้จ่าย  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปัจจุบันมีโปรแกรมที่ใช้ในการคำนวณความราบเรียบหรือความขรุขระของพื้นผิวทางวิ่ง โปรแกรม ProFAA ถูกพัฒนาขึ้นโดยโดยองค์การบริหารการบินแห่งชาติ สหรัฐอเมริกา (FAA) เพื่อวิเคราะห์ค่าดัชนีโบอิงบัม (Boeing Bump Index) ของพื้นผิวทางวิ่ง

## 5.2 ข้อเสนอแนะ

แนวทางการบำรุงรักษาพื้นผิวทางสัญจรอากาศยานของสนามบินดังกล่าวสามารถนำไปใช้งานเป็นแนวทางในการดำเนินงานจริง หรือพัฒนาวิจัยต่อเพื่อให้มีความชัดเจนและเหมาะสมกับสนามบินที่มีแตกต่างกัน

### 5.2.1 ข้อเสนอแนะสำหรับภาคอุตสาหกรรม

การบำรุงรักษาหรือการบำรุงรักษาเชิงป้องกันดำเนินการโดยคำนึงถึงความปลอดภัยเป็นหลัก โดยการดำเนินการบำรุงรักษาก่อนเกิดความเสียหายจากการใช้งานและความเสียหายตามอายุการใช้งาน แนวทางในการบำรุงรักษาพื้นผิวทางสัญจรอากาศยานข้างต้นรวบรวมจากปัจจัยที่มีความสำคัญ 4 ด้าน โดยตามความเห็นของผู้วิจัยประกอบกับการสัมภาษณ์จากผู้มีประสบการณ์ด้านการบำรุงรักษาพื้นผิวทางสัญจรอากาศยานมีข้อเสนอแนะเพื่อให้เหมาะสมกับการนำมาประยุกต์ใช้งานจริงและให้เหมาะสมกับสนามบินในประเทศไทยดังนี้

1.) การประเมินความเสียหายของพื้นผิวทาง สนามบินควรมีการสำรวจความเสียหายของพื้นผิวเป็นประจำโดยเริ่มจากการประยุกต์จากวิธี PASER โดยเน้นที่การประเมินที่โอกาสก่อให้เกิดวัตถุอันตราย ขนาดของความเสียหาย และพื้นที่ที่เกิดความเสียหายโดยไม่ต้องแยกประเภทของความเสียหาย เพื่อให้ง่ายต่อการประเมินของผู้ประเมินสภาพพื้นผิวทางหน่วยงานที่มีประสบการณ์และความรู้ที่แตกต่างกัน เพื่อดำเนินการประเมินเบื้องต้นและจัดแผนการในการบำรุงรักษาให้ทันท่วงทีก่อนจะเกิดความเสียหายและเป็นอันตรายต่ออากาศยาน ส่วนการประเมินในภาพรวมนั้นควรใช้วิธีการ PCI โดยอาจใช้วิธีการจ้างเพื่อสำรวจโดยอุปกรณ์เพื่อความรวดเร็วแม่นยำ อีกทั้งยังมีผู้เชี่ยวชาญในการใช้เครื่องมืออุปกรณ์และมีการสอบเทียบค่าอุปกรณ์อย่างสม่ำเสมอ โดยความถี่ในการประเมินนั้นขึ้นอยู่กับการใช้งานพื้นผิวทางและสภาพของพื้นผิวทาง อาจดำเนินการประเมินทุก ๆ 2-5 ปี เพื่อตรวจสอบอายุการใช้งานของพื้นผิวและวางแผนในการบำรุงรักษาเชิงป้องกันต่อไปในระยะยาวต่อไป

2.) การประเมินโครงสร้างของพื้นผิวโดยอุปกรณ์ Heavy Falling Weight Deflectometer (HWD) ต้องดำเนินการควบคู่กับการทดสอบ GPR เพื่อหาความหนาของชั้นทางแต่ละชั้นและทำการตรวจสอบโดยการ Coring การหาค่าความแข็งแรงของโครงสร้างอาจดำเนินการประเมินทุกๆ 2-5 ปี ควบคู่ไปพร้อมๆกันกับการประเมินความเสียหายของพื้นผิว เพื่อตรวจสอบอายุการใช้งานของพื้นผิวและวางแผนในการบำรุงรักษาเชิงป้องกันต่อไป อาจใช้การจากสำรวจโดยใช้ผู้เชี่ยวชาญในการใช้เครื่องมืออุปกรณ์และมีการสอบเทียบค่าอุปกรณ์อย่างสม่ำเสมอเพื่อให้ได้ข้อมูลที่มีความถูกต้องแม่นยำ

3.) การประเมินค่าความผิดของพื้นผิวทางวิ่งควรประเมินตามปริมาณการจราจรหรือน้ำหนักของอากาศยานที่ใช้ทางวิ่ง โดยความถี่ในการประเมินให้เป็นไปตามความถี่ในการประเมินโดยสายตาซึ่งหากมีเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อุปกรณ์ที่ใช้ในการวัดค่าความผิด ควรใช้อุปกรณ์เป็นหลักโดยอุปกรณ์ต้องมีการสอบเทียบค่าอย่างสม่ำเสมอ ก่อนการใช้งานเพราะจะทำให้ค่าที่มีความน่าเชื่อถือ แต่หากอุปกรณ์ชำรุดหรือไม่มีอุปกรณ์สามารถใช้ประเมินโดยสายตาจากผู้มีประสบการณ์ได้ ส่วนการประเมินโดยใช้ระยะเบรคนั้นมีความยุ่งยากกว่าการใช้สายตาและมีความคลาดเคลื่อนเช่นเดียวกับการใช้สายตา ผู้วิจัยจึงมีความเห็นจากประสบการณ์ว่าการใช้สายตาในการประเมินค่าความผิดเพื่อประเมินคราบยางที่ตกค้างนั้นเพียงพอเพราะจากการสังเกตบนพื้นผิวทางวิ่งจะสังเกตเห็นคราบยางได้อย่างชัดเจนหากมีการตกค้างของคราบยางล้ออากาศยาน แต่ควรมีการจัดหาอุปกรณ์เพื่อตรวจสอบประเมินค่าความผิดของทางวิ่งอย่างน้อยปีละ 1 ครั้ง เพื่อประเมินค่าความผิดที่แน่นอนและเพื่อความปลอดภัย

4.) การประเมินความราบเรียบหรือค่าความขรุขระของพื้นผิวทางวิ่ง ที่เป็นที่ยอมรับใช้วิธีการคำนวณแบบดัชนีโบอิงบัม (Boeing Bump Index) โดยวิธีการเก็บข้อมูลขึ้นอยู่กับความเหมาะสม โดยส่วนใหญ่นิยมใช้อุปกรณ์ High Speed Inertial laser Profiler หรือเลเซอร์สแกนเนอร์เนื่องจากใช้เวลาน้อยและง่ายต่อการเก็บข้อมูลในพื้นที่ขนาดใหญ่ จากการเก็บข้อมูลความราบเรียบหรือความขรุขระตามแนวความยาวของทางวิ่งแล้ว ควรเก็บข้อมูลค่าระดับเพิ่มเติมตามแนวขวางเพื่อตรวจสอบค่าความลาดชันว่ายังอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน จากประสบการณ์ทำงานของผู้เขียนหากพื้นผิวผ่านการใช้งานจนก่อให้เกิดความขรุขระก็อาจจะส่งผลต่อความลาดชันทางข้างไม่เป็นไปตามข้อกำหนดของสำนักงานการบินพลเรือนแห่งประเทศไทย ฉบับที่ ๑๔ ว่าด้วยมาตรฐานสนามบินและเป็นไปตามขององค์การการบินพลเรือนระหว่างประเทศ (ICAO) ใน International Standard and Recommended Practices Annex 14 Aerodromes ซึ่งส่งผลต่อการระบายน้ำโดยตรง และอาจส่งผลต่อค่าความผิดขณะพื้นผิวทางวิ่งเปียก

#### 5.2.2 ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยต่อไป

แนวทางการบำรุงรักษาพื้นผิวทางสัญจรอากาศยานของสนามบินดังกล่าวเป็นหลักการเบื้องต้นในการดำเนินการ เพื่อให้ผู้ปฏิบัติงานเข้าใจในหลักการและสามารถนำไปใช้เป็นแนวทางหรือจัดทำแผนในการดำเนินการบำรุงรักษาเบื้องต้น หรือพัฒนาต่อยอดให้มีรายละเอียดที่ชัดเจนเพื่อเขียนเป็นคู่มือบำรุงรักษาของสนามบิน โดยการพัฒนางานวิจัยแต่ละด้านให้สอดคล้องกับสนามบินนั้น ๆ ทั้งเรื่องทรัพยากร ปริมาณการจราจร และด้านอื่น ๆ ให้ครอบคลุมเพื่อให้เกิดประสิทธิภาพและมีความคุ้มค่าสูงสุดในการบำรุงรักษาต่อสนามบิน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## เอกสารอ้างอิง

- [1] ระเบียบกรมการบินพลเรือน ว่าด้วยมาตรฐานของคู่มือการดำเนินงานสนามบิน พ.ศ. ๒๕๕๖.
- [2] พระราชบัญญัติ การเดินอากาศ พ.ศ. ๒๔๙๗.
- [3] ข้อกำหนดของสำนักงานการบินพลเรือนแห่งประเทศไทย ฉบับที่ ๑๔ ว่าด้วยมาตรฐานสนามบิน พ.ศ.๒๕๖๒
- [4] Aerodromes Volume I Aerodrome Design and Operations Eighth Edition, July 2018, International Standard and Recommended Practices Annex14 to the Convention on International Civil Aviation.
- [5] Preventive Maintenance at General Aviation Airports Volume2: Guidebook (2015), Airport Cooperative Research Program; Transportation Research Board; National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine.
- [6] Standardized Method of Reporting Airport Pavement Strength – PCN, U.S. Department of Transportation Federal Aviation Administration AC No: 150/5335-5C (2014)
- [7] Aeronautical Information Service, International Standard and Recommended Practices Annex15 to the Convention on International Civil Aviation (2010).
- [8] Standard Test Method for Airport Pavement Condition Index Surveys, ASTM D5340-12 (2012).
- [9] Evaluation of Airport Pavement Strength, Changi Airport Group by Calvin Yeung (2018).
- [10] Use of Nondestructive Testing in the Evaluation of Airport Pavements, U.S. Department of Transportation Federal Aviation Administration AC No.: 150/5370-11B (2011).
- [11] Standard Guide for Using the Surface Ground Penetrating Radar Method for Subsurface Investigation, ASTM: D6432-19 (2019).
- [12] Airport Services Manual Part 2 Pavement Surface Conditions (2002).
- [13] Runway Surface Condition Assessment, Measurement and Reporting, ICAO Cir329 AN/191 (2012) .
- [14] Guidelines and Procedures for Measuring Airfield Pavement Roughness, U.S. Department of Transportation Federal Aviation Administration AC No.: 150/5380-9 (2009).
- [15] สุภางค์ จันทวานิช. วิธีการวิจัยเชิงคุณภาพ. สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2547.
- [16] Handbook for GPR Inspection of Road Structures, Geophysical Survey Systems, Inc (GSSI) (2017).
- [17] AIRPORT COOPERATIVE RESEARCH PROGRAM (ACRP) SYNTHESIS 22 Common Airport Pavement Maintenance Practices A Synthesis of Airport Practice (2011).

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



## ภาคผนวก

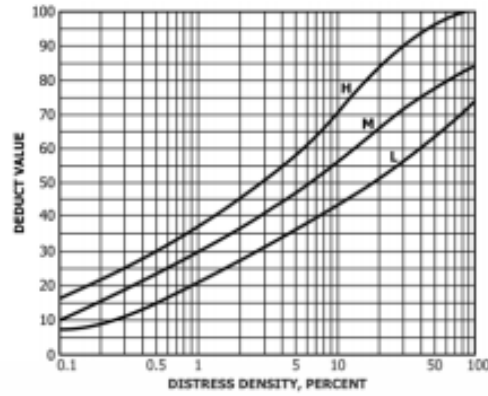
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาคผนวก ก.

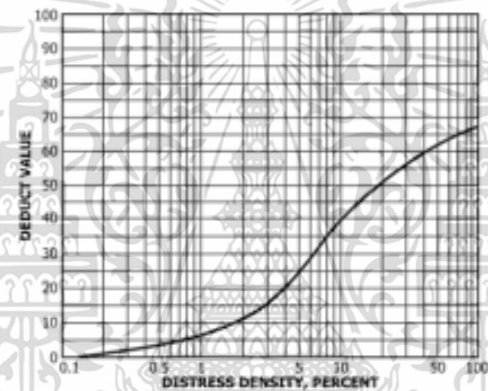
รูปภาพค่าความเสียหายของพื้นผิวแอสฟัลท์คอนกรีต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



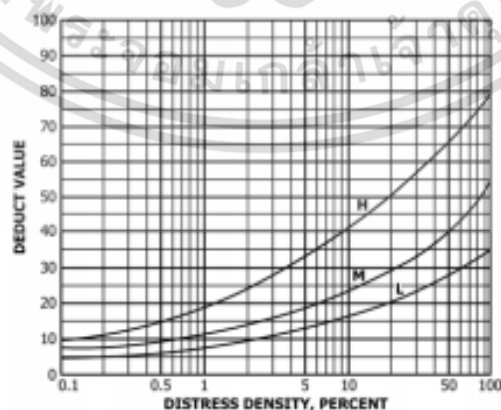
ที่มา : Standard Test Method for Airport Pavement Condition Index Surveys, (ASTM D5340-2012. : 45)

รูปที่ 1ก ค่าความเสียหายผิวทางแตกถายหนึ่งจระเข้



ที่มา : Standard Test Method for Airport Pavement Condition Index Surveys, (ASTM D5340-2012. : 45)

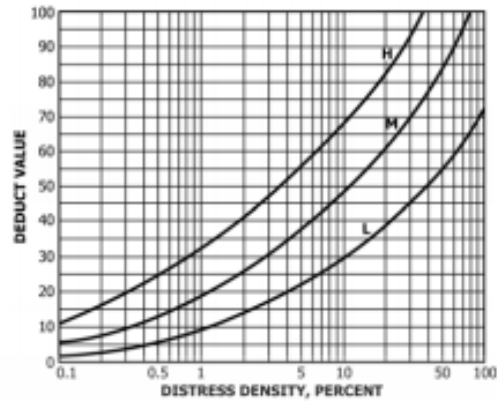
รูปที่ 2ก ค่าความเสียหายผิวทางเี่ยม



ที่มา : Standard Test Method for Airport Pavement Condition Index Surveys, (ASTM D5340-2012. : 45)

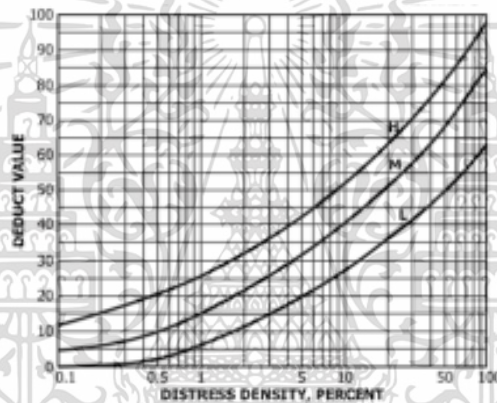
รูปที่ 3ก ค่าความเสียหายรอยแตกจากการหดตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



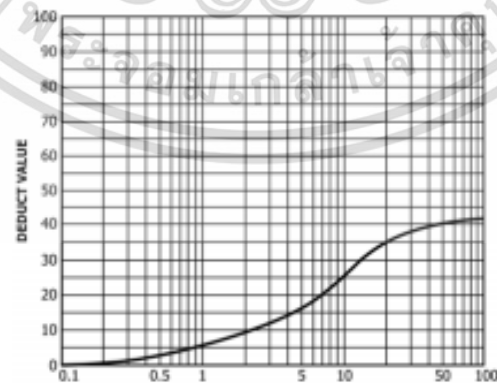
ที่มา : Standard Test Method for Airport Pavement Condition Index Surveys, (ASTM D5340-2012. : 46)

#### รูปที่ 4ก ค่าความเสียหายผิวทางเป็นลอนคลื่น



ที่มา : Standard Test Method for Airport Pavement Condition Index Surveys, (ASTM D5340-2012. : 46)

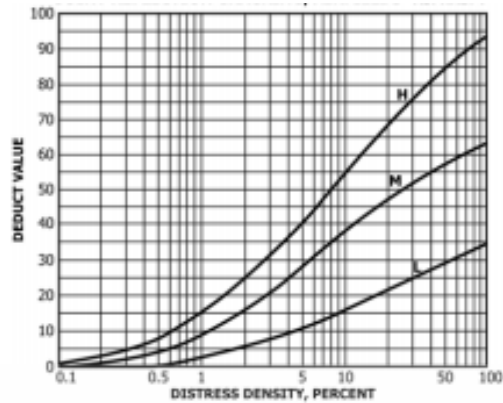
#### รูปที่ 5ก ค่าความเสียหายผิวทางยวบตัวเป็นแอ่ง



ที่มา : Standard Test Method for Airport Pavement Condition Index Surveys, (ASTM D5340-2012. : 46)

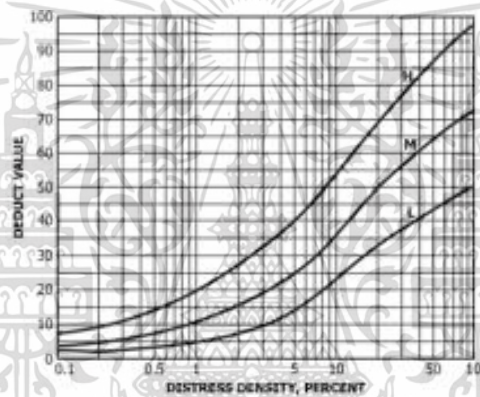
#### รูปที่ 6ก ค่าความเสียหายผิวทางผุกร่อนจากไอพ่นอากาศยาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



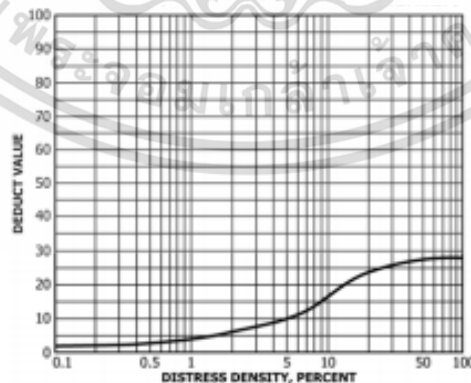
ที่มา : Standard Test Method for Airport Pavement Condition Index Surveys, (ASTM D5340-2012. : 46)

### รูปที่ 7ก ค่าความเสียหายผิวทางแตกสะท้อนจากผิวทางชั้นล่าง



ที่มา : Standard Test Method for Airport Pavement Condition Index Surveys, (ASTM D5340-2012. : 46)

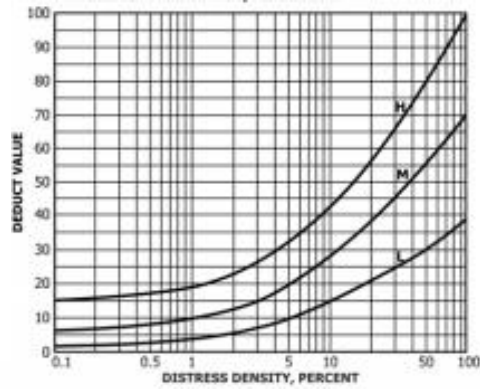
### รูปที่ 8ก ค่าความเสียหายจากรอยแตกตามยาวและรอยแตกตามขวาง



ที่มา : Standard Test Method for Airport Pavement Condition Index Surveys, (ASTM D5340-2012. : 47)

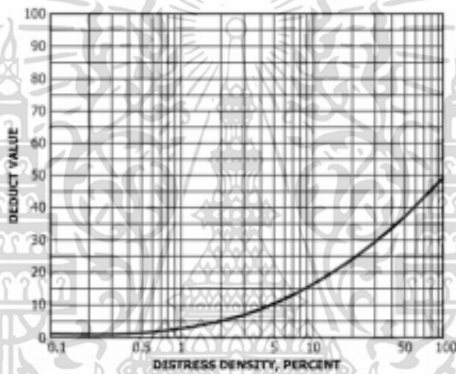
### รูปที่ 9ก ค่าความเสียหายจากน้ำมันรั่ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



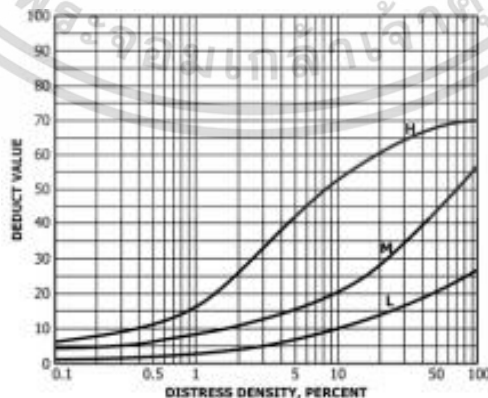
ที่มา : Standard Test Method for Airport Pavement Condition Index Surveys, (ASTM D5340-2012. : 47)

### รูปที่ 10ก ค่าความเสียหายจากรอยปะ



ที่มา : Standard Test Method for Airport Pavement Condition Index Surveys, (ASTM D5340-2012. : 47)

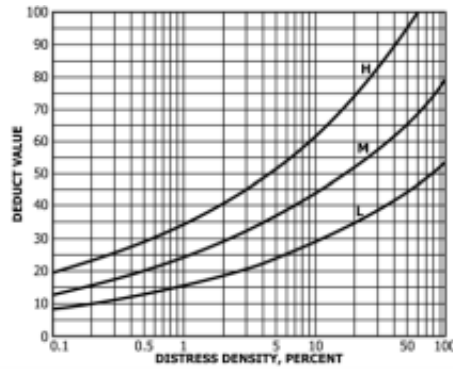
### รูปที่ 11ก ค่าความเสียหายจากวัสดุมวลรวมถูกขีดสี



ที่มา : Standard Test Method for Airport Pavement Condition Index Surveys, (ASTM D5340-2012. : 47)

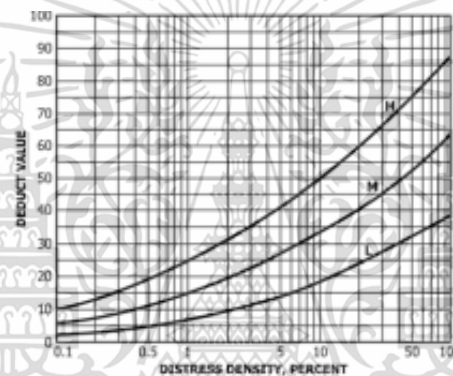
### รูปที่ 12ก ค่าความเสียหายจากผิวทางผุกร่อน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



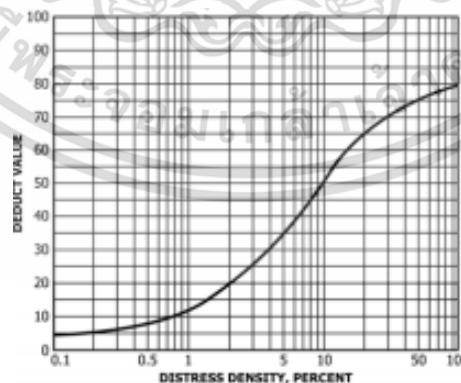
ที่มา : Standard Test Method for Airport Pavement Condition Index Surveys, (ASTM D5340-2012. : 47)

รูปที่ 13ก ค่าความเสียหายจากรอยร่องล้อ



ที่มา : Standard Test Method for Airport Pavement Condition Index Surveys, (ASTM D5340-2012. : 48)

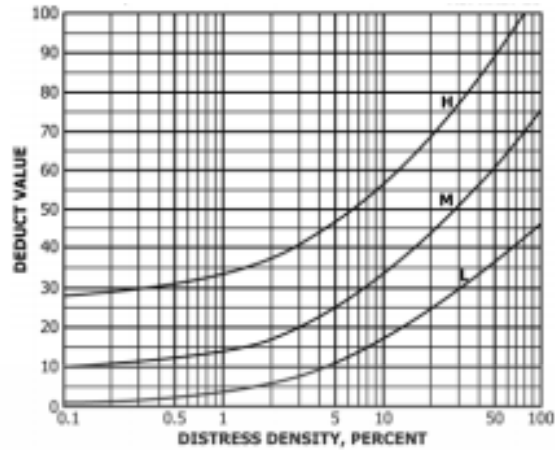
รูปที่ 14ก ค่าความเสียหายจากรอยย่นพื้นผิวแอสฟัลท์



ที่มา : Standard Test Method for Airport Pavement Condition Index Surveys, (ASTM D5340-2012. : 48)

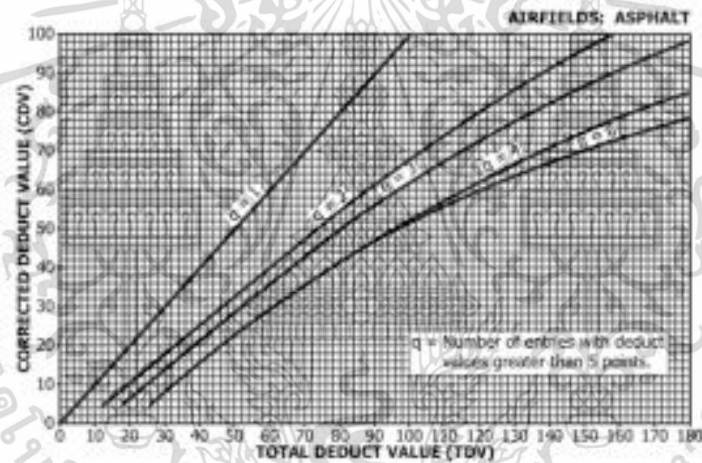
รูปที่ 15ก ค่าความเสียหายจากพื้นผิวแตกแบบเลื่อนไถล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ที่มา : Standard Test Method for Airport Pavement Condition Index Surveys, (ASTM D5340-2012. : 48)

รูปที่ 16ก ค่าความเสียหายจากพื้นผิวบวมน้ำ



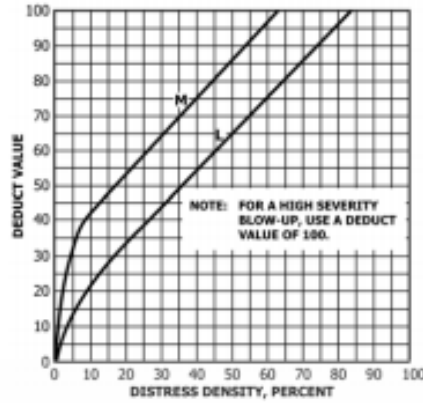
ที่มา : Standard Test Method for Airport Pavement Condition Index Surveys, (ASTM D5340-2012. : 49)

รูปที่ 17ก ค่าความเสียหายสำหรับพื้นผิวแอสฟัลท์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

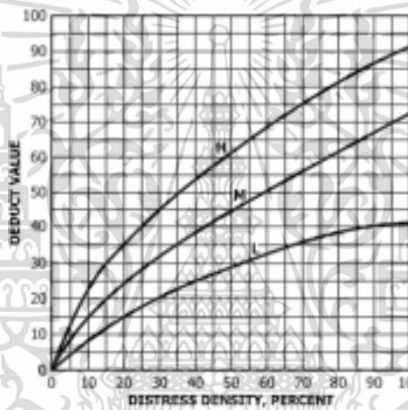


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



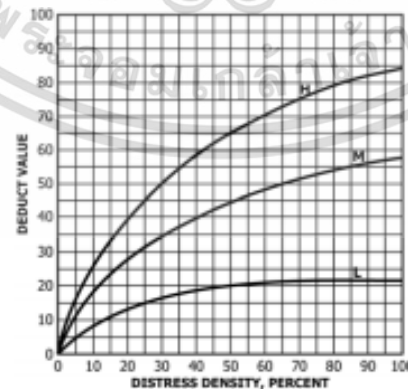
ที่มา : Standard Test Method for Airport Pavement Condition Index Surveys, (ASTM D5340-2012. : 49)

**รูปที่ 1ข** ค่าความเสียหายจากการดันตัว



ที่มา : Standard Test Method for Airport Pavement Condition Index Surveys, (ASTM D5340-2012. : 49)

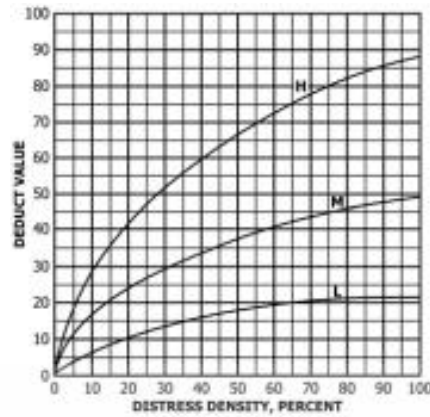
**รูปที่ 2ข** ค่าความเสียหายจากการแตกหักตามมุม



ที่มา : Standard Test Method for Airport Pavement Condition Index Surveys, (ASTM D5340-2012. : 49)

**รูปที่ 3ข** ค่าความเสียหายจากการแตกตามยาว รอยแตกตามขวางและรอยแตกทแยงมุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ที่มา : Standard Test Method for Airport Pavement Condition Index Surveys, (ASTM D5340-2012. : 50)

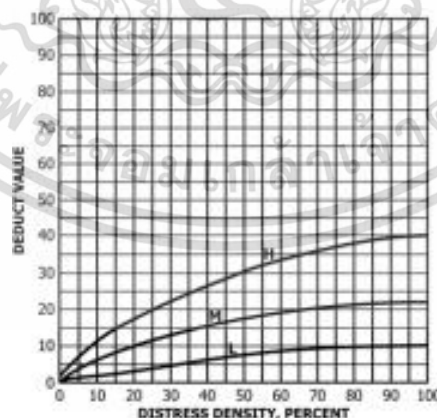
#### รูปที่ 4ข ค่าความเสียหายรอยแตกร้าวจากความคงทนของวัสดุ

ตารางที่ 1ข ระดับความเสียหายวัสดุอุดรอยต่อแผ่นคอนกรีต

ความเสียหายของวัสดุอุดรอยต่อแผ่นคอนกรีต วัดระดับความรุนแรงจากภาพรวมเป็นส่วนๆ

ระดับความเสียหาย	
ความเสียหายรุนแรง	12 จุด
ความเสียหายปานกลาง	7 จุด
ความเสียหายต่ำ	2 จุด

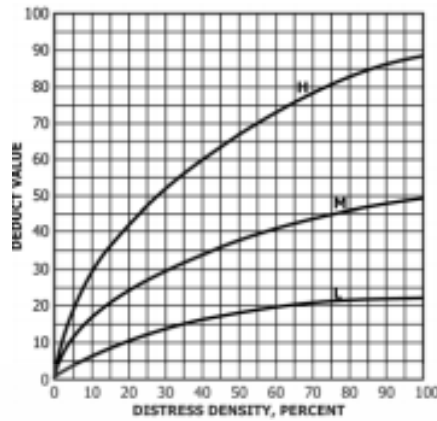
ที่มา : ดัดแปลงจาก Standard Test Method for Airport Pavement Condition Index Surveys, (ASTM D5340-2012. : 50)



ที่มา : Standard Test Method for Airport Pavement Condition Index Surveys, (ASTM D5340-2012. : 50)

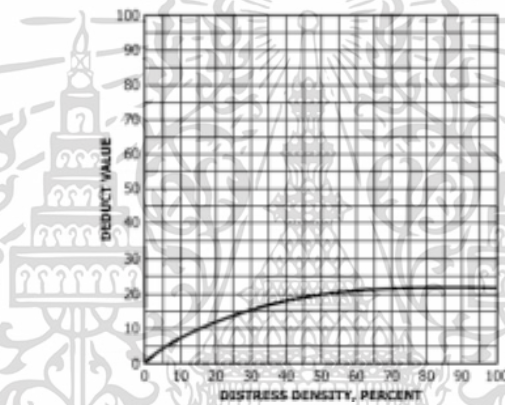
#### รูปที่ 5ข ค่าความเสียหายรอยปะขนาดเล็ก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



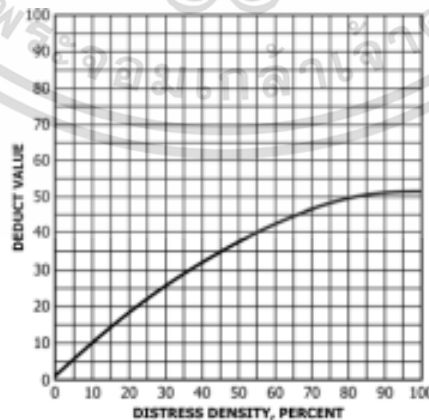
ที่มา : Standard Test Method for Airport Pavement Condition Index Surveys, (ASTM D5340-2012. : 50)

**รูปที่ 6ข ค่าความเสียหายรอยปะขนาดใหญ่และรอยฝังสารฐานบล็อค**



ที่มา : Standard Test Method for Airport Pavement Condition Index Surveys, (ASTM D5340-2012. : 50)

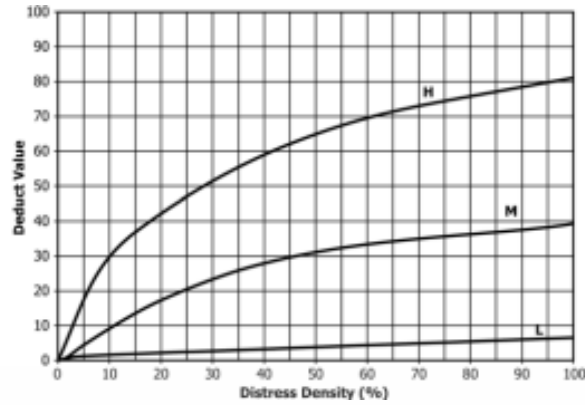
**รูปที่ 7ข ค่าความเสียหายจากการหลุดของมวลรวม**



ที่มา : Standard Test Method for Airport Pavement Condition Index Surveys, (ASTM D5340-2012. : 50)

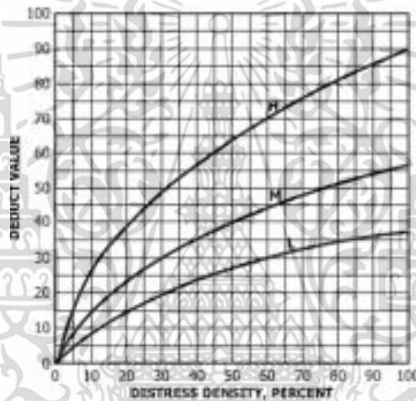
**รูปที่ 8ข ค่าความเสียหายจากการอัดทะลัก**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



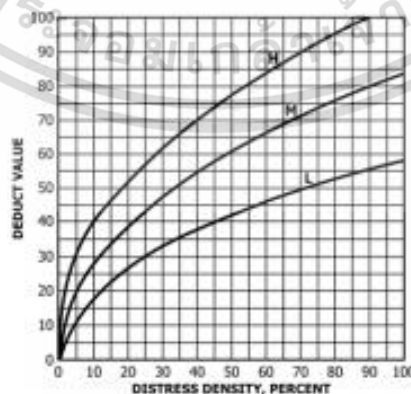
ที่มา : Standard Test Method for Airport Pavement Condition Index Surveys, (ASTM D5340-2012. : 51)

### รูปที่ 9 ข ค่าความเสียหายจากการหลุดเซาะ การแตกกระจาย และผิวแตกร้าว



ที่มา : Standard Test Method for Airport Pavement Condition Index Surveys, (ASTM D5340-2012. : 51)

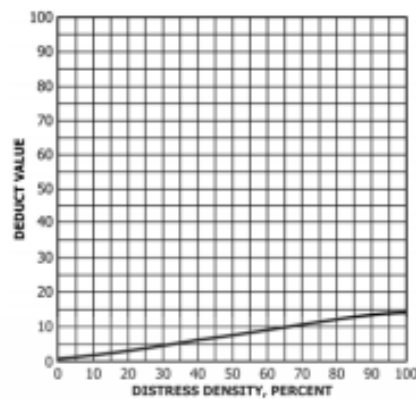
### รูปที่ 10 ข ค่าความเสียหายจากการทรุดตัวหรือการเคลื่อนตัว



ที่มา : Standard Test Method for Airport Pavement Condition Index Surveys, (ASTM D5340-2012. : 51)

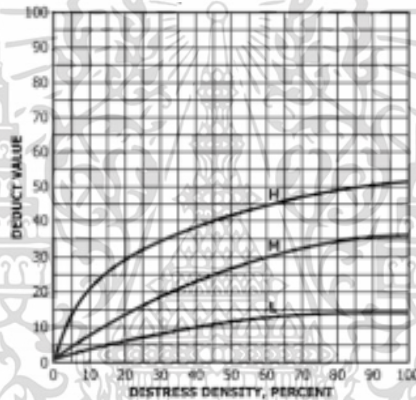
### รูปที่ 11 ข ค่าความเสียหายจากการแตกเป็นเสี่ยงๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



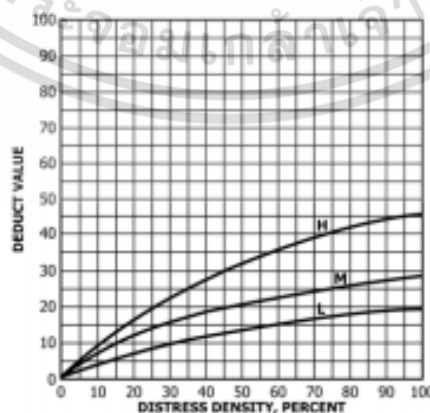
ที่มา : Standard Test Method for Airport Pavement Condition Index Surveys, (ASTM D5340-2012. : 51)

รูปที่ 12x ค่าความเสียหายจากการแตกร้าวการหดตัว



ที่มา : Standard Test Method for Airport Pavement Condition Index Surveys, (ASTM D5340-2012. : 51)

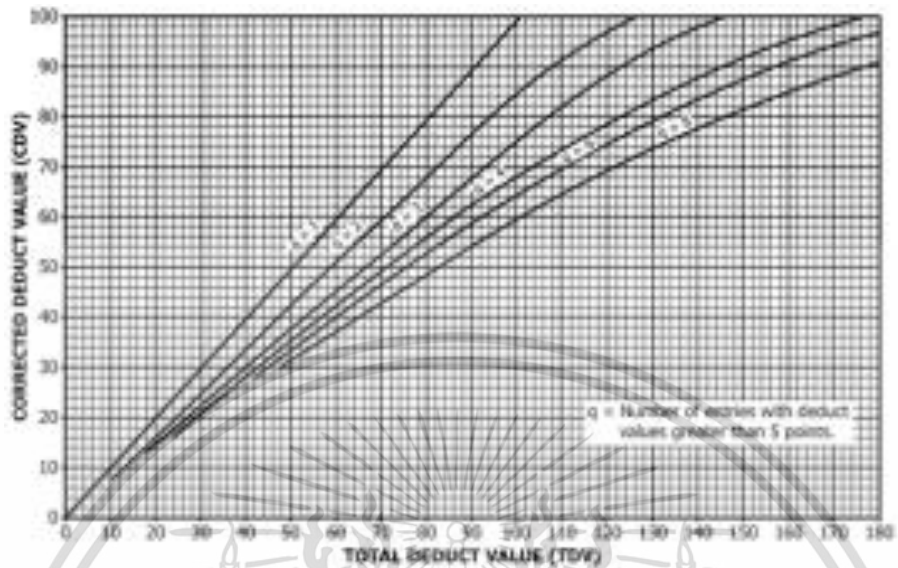
รูปที่ 13x ค่าความเสียหายจากการหลุดร่อนของรอยต่อ



ที่มา : Standard Test Method for Airport Pavement Condition Index Surveys, (ASTM D5340-2012. : 51)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### รูปที่ 14x ค่าความเสียหายจากการหลุดร่อนตามมุม



ที่มา : Standard Test Method for Airport Pavement Condition Index Surveys, (ASTM D5340-2012. : 52)

### รูปที่ 15x ค่าความเสียหายสำหรับพื้นผิวคอนกรีต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## แบบสัมภาษณ์ (Interview Form)

แนวทางการบำรุงรักษาพื้นที่ผิวทางสัญจรอากาศยานของสนามบิน

หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิศวกรรมโยธา สิ่งแวดล้อม และการจัดการงานก่อสร้าง คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กรุงเทพมหานคร

แบบสัมภาษณ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต ณ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ซึ่งมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาแนวทางการบำรุงรักษาพื้นผิวของพื้นที่เคลื่อนไหวของสนามบิน

ข้อมูลที่ได้จากการสอบถามจะถูกใช้เพื่อการศึกษาเท่านั้น และจะถูกเก็บไว้เป็นความลับ ไม่มีทางเป็นไปได้ที่จะระบุหรืออ้างถึงท่านผู้ตอบแบบสอบถามได้เลย หลังจากการศึกษานี้เสร็จสิ้นลงข้อมูลที่ได้จากท่านจะถูกทำลายทันที เพื่อให้ข้อมูลที่ได้เกิดประโยชน์สูงสุดกรุณาตอบตามความเป็นจริง การตอบแบบสอบถามนี้แบ่งเป็น 2 ส่วน ใช้เวลาประมาณ 30 นาที

ขอบพระคุณท่านเป็นอย่างสูงในการให้สัมภาษณ์ครั้งนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### คำแนะนำแบบสัมภาษณ์

การสัมภาษณ์จะแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ

ส่วนที่ 1. จะเป็นการสอบถามถึงข้อมูลทั่วไปของผู้ให้การสัมภาษณ์

ส่วนที่ 2. จะเป็นการสอบถามข้อมูลรายละเอียดเชิงลึกเกี่ยวกับกระบวนการจัดการความเสี่ยงในโครงการก่อสร้าง จากประสบการณ์หรือในมุมมองของผู้ให้การสัมภาษณ์

#### เริ่มเข้าสู่การสัมภาษณ์

- คำอธิบาย ชี้แจงถึงวัตถุประสงค์และขอบเขตของงานวิจัย
  - ทำความเข้าใจถึงเนื้อหาของงานวิจัย ขั้นตอนการเก็บข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูล
    - ประโยชน์ที่จะได้รับจากผลของงานวิจัย
- คำถามทั่วไป (ตรวจสอบคุณสมบัติของผู้ถูกสัมภาษณ์)

#### 1.1 เพศของผู้สัมภาษณ์

- ( ) 1. เพศชาย ( ) 2. เพศหญิง

#### 1.2 อายุ

- ( ) 1. อายุ 25-30 ปี ( ) 2. อายุ 31-35 ปี ( ) 3. อายุ 36-40 ปี  
( ) 4. อายุ 41-50 ปี ( ) 5. อายุ 50 ปีขึ้นไป

#### 1.3 ประสบการณ์ทำงานบำรุงรักษาหรืองานในเขตการบิน

- ( ) 1. 5-10 ปี ( ) 2. 11-20 ปี ( ) 3. 20 ปีขึ้นไป

#### 1.4 ระดับการศึกษา

- ( ) 1. มัธยมศึกษาตอนปลาย / ปวช. ( ) 2. ปวส. / อนุปริญญา  
( ) 3. ปริญญาตรี ( ) 4. ปริญญาโท/เอก

#### 1.5 ตำแหน่ง

- ( ) 1. วิศวกรชำนาญการ ( ) 2. วิศวกรอาวุโส  
( ) 3. วิศวกร ( ) 4. ช่างโยธา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำถามที่เฉพาะเจาะจงเกี่ยวกับการบำรุงรักษาพื้นผิวพื้นที่ผิวทางสัญจรอากาศยาน

1.การประเมินความเสียหายของพื้นผิวทาง

- ปัญหาด้านบุคลากรที่พบในการบำรุงรักษาพื้นที่ผิวทางอากาศยาน

---



---



---

- ปัญหาด้านความปลอดภัยที่พบระหว่างการดำเนินงาน

---



---



---

- ปัญหาด้านเวลาหรือกรอบเวลาในการดำเนินงาน

---



---



---

- ปัญหาด้านมาตรฐานและคุณภาพในการบำรุงรักษาพื้นที่ผิวทางอากาศยาน

---



---



---

2.การประเมินโครงสร้างของพื้นผิวทาง

- ปัญหาด้านบุคลากรที่พบในการบำรุงรักษาพื้นที่ผิวทางอากาศยาน

---



---



---

- ปัญหาด้านความปลอดภัยที่พบระหว่างการดำเนินงาน

---



---



---

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ปัญหาด้านเวลาหรือกรอบเวลาในการดำเนินงาน

---



---



---

- ปัญหาด้านมาตรฐานและคุณภาพในการบำรุงรักษาพื้นที่ผิวทางอากาศยาน

---



---



---

### 3.การประเมินความถี่ของผิวทางวิ่ง

- ปัญหาด้านบุคลากรที่พบในการบำรุงรักษาพื้นที่ผิวทางอากาศยาน

---



---



---

- ปัญหาด้านความปลอดภัยที่พบระหว่างการดำเนินงาน

---



---



---

- ปัญหาด้านเวลาหรือกรอบเวลาในการดำเนินงาน

---



---



---

- ปัญหาด้านมาตรฐานและคุณภาพในการบำรุงรักษาพื้นที่ผิวทางอากาศยาน

---



---



---

### 4.การประเมินความราบเรียบหรือความขรุขระของพื้นผิวทางวิ่ง

- ปัญหาด้านบุคลากรที่พบในการบำรุงรักษาพื้นที่ผิวทางอากาศยาน

---



---



---

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ปัญหาด้านความปลอดภัยที่พบระหว่างการดำเนินงาน

---



---



---

- ปัญหาด้านเวลาหรือกรอบเวลาในการดำเนินงาน

---



---



---

- ปัญหาด้านมาตรฐานและคุณภาพในการบำรุงรักษาพื้นที่ผิวทางอากาศยาน

---



---



---



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สรุปคำตอบจากการสัมภาษณ์

## 1. การประเมินความเสียหายของพื้นผิวทาง

- ปัญหาด้านบุคลากรที่พบในการบำรุงรักษาพื้นที่ผิวทางอากาศยาน
  - ผู้เก็บข้อมูลไม่มีความรู้ในการจำแนกประเภทความเสียหายทุกคน
  - ผู้เก็บข้อมูลไม่สามารถแยกหรือบอกระดับความรุนแรงได้
  - จำนวนจำกัดของผู้เก็บข้อมูล
- ปัญหาด้านความปลอดภัยที่พบระหว่างการดำเนินงาน
  - ความเสียหายของพื้นผิวที่อาจก่อให้เกิดอันตรายต่ออากาศยาน
  - ปิดพื้นที่ขณะเข้าดำเนินการสำรวจ
- ปัญหาด้านเวลาหรือกรอบเวลาในการดำเนินงาน
  - ระยะเวลาในการสำรวจ
  - ระยะเวลาในการซ่อมแซม
- ปัญหาด้านมาตรฐานและคุณภาพในการบำรุงรักษาพื้นที่ผิวทางอากาศยาน
  - เกณฑ์การให้คะแนนของผู้ตรวจประเมินอาจไม่เท่ากัน
  - การซ่อมชั่วคราวหรือได้มีดีเท่าที่ควรเนื่องจากเวลาน้อย

## 2. การประเมินโครงสร้างของพื้นผิวทาง

- ปัญหาด้านบุคลากรที่พบในการบำรุงรักษาพื้นที่ผิวทางอากาศยาน
  - ความชำนาญในการใช้เครื่องมืออุปกรณ์ของบุคลากร
- ปัญหาด้านความปลอดภัยที่พบระหว่างการดำเนินงาน
  - การทดสอบหรือเก็บตัวอย่างผิวทางอาจก่อให้เกิดความเสียหายกับพื้นผิวทาง
- ปัญหาด้านเวลาหรือกรอบเวลาในการดำเนินงาน
  - ระยะเวลาในการประเมิน
- ปัญหาด้านมาตรฐานและคุณภาพในการบำรุงรักษาพื้นผิวของพื้นที่เคลื่อนไหวน
  - การสอบเทียบเครื่องมืออุปกรณ์

## 3. การประเมินความผิดของผิวทางวิ่ง

- ปัญหาด้านบุคลากรที่พบในการบำรุงรักษาพื้นที่ผิวทางอากาศยาน
  - ความชำนาญในการใช้เครื่องมืออุปกรณ์
- ปัญหาด้านความปลอดภัยที่พบระหว่างการดำเนินงาน
  - การเคลื่อนย้ายเครื่องจักรอุปกรณ์ออกจากทางวิ่งหากมีเหตุฉุกเฉิน
  - การดำเนินงานในเวลากลางคืน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- การประเมินโดยไม่ใช้เครื่องมืออุปกรณ์มีผลต่อค่าความผิดพลาดที่คลาดเคลื่อนซึ่งอาจส่งผลต่อความปลอดภัยของอากาศยาน
  - ปัญหาด้านเวลาหรือกรอบเวลาในการดำเนินงาน
    - ระยะเวลาในการดำเนินงานที่จำกัด
  - ปัญหาด้านมาตรฐานและคุณภาพในการบำรุงรักษาพื้นที่ผิวทางอากาศยาน
    - การสอบเทียบเครื่องมืออุปกรณ์ก่อนใช้งาน
    - การประเมินโดยไม่ใช้เครื่องมืออุปกรณ์อาจได้ค่าที่มีความคลาดเคลื่อนสูง
4. การประเมินความราบเรียบหรือความขรุขระของพื้นผิวทางวิ่ง
- ปัญหาด้านบุคลากรที่พบในการบำรุงรักษาพื้นที่ผิวทางอากาศยาน
    - ความชำนาญในการใช้เครื่องมืออุปกรณ์
    - ความชำนาญในการใช้โปรแกรมการคำนวณ
  - ปัญหาด้านความปลอดภัยที่พบระหว่างการดำเนินงาน
    - การทำงานในเวลากลางคืน
  - ปัญหาด้านเวลาหรือกรอบเวลาในการดำเนินงาน
    - การเก็บข้อมูลอาจใช้เวลานาน
  - ปัญหาด้านมาตรฐานและคุณภาพในการบำรุงรักษาพื้นที่ผิวทางอากาศยาน
    - วิธีการเก็บข้อมูลที่แตกต่างกัน
    - การสอบเทียบเครื่องมือและอุปกรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



## ประวัติผู้เขียน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ประวัติผู้เขียน

ชื่อ – นามสกุล	นายณธีพัฒน์ กิจการนันทศรี
วัน เดือน ปีเกิด	14 พฤษภาคม 2535
ที่อยู่	81-83 ถ.พานิช ต.หน้าเมือง อ.เมืองฉะเชิงเทรา จ.ฉะเชิงเทรา 24000
ประวัติการศึกษา	พ.ศ. 2557 วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรมโยธา (หลักสูตรนานาชาติ) มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
ประสบการณ์ทำงาน	
พ.ศ. 2558-2559	วิศวกรโยธา บริษัท เบคา (ไทยแลนด์) จำกัด
พ.ศ. 2559-2560	วิศวกรโยธา บริษัท โตโยต้า มอเตอร์ (ประเทศไทย) จำกัด
พ.ศ. 2560-ปัจจุบัน	วิศวกรโยธา บริษัท ท่าอากาศยานไทย จำกัด (มหาชน)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้