การประเมินระดับความเสี่ยงของต้นไม้ในเมืองด้วยเทคโนโลยีเครื่องสแกนเลเซอร์ภาคพื้นดิน

นายวาริน ชุบขุนทด

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมสำรวจ ภาควิชาวิศวกรรมสำรวจ
คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2563
ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Risk Assessment of urban trees using a terrestrial laser scanning technology

Mr. Warin Chupkhunthod

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Engineering in Survey Engineering
Department of Survey Engineering
FACULTY OF ENGINEERING
Chulalongkorn University
Academic Year 2020

Copyright of Chulalongkorn University

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การประเมินระดับความเสี่ยงของต้นไม้ในเมืองด้วยเทคโนโลยีเครื่องสแกนเลเซอร์ภาคพื้นดิน
โดย	นายวาริน ชุบขุนทด
สาขาวิชา	วิศวกรรมสำรวจ
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก	ดร.ชัยโชค ไวภาษา
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พรเทพ เหมือนพงษ์

คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

..... คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์
(ศาสตราจารย์ ดร.สุพจน์ เตชวรสินสกุล)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.ไพศาล สันติธรรมนนท์)

..... อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก
(ดร.ชัยโชค ไวภาษา)

..... อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พรเทพ เหมือนพงษ์)

..... กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กนก วีรวงศ์)

..... กรรมการภายนอกมหาวิทยาลัย
(ดร.วิโรจน์ ละอองมณี)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

วาริน ชุบขุนทด : การประเมินระดับความเสี่ยงของต้นไม้ในเมืองด้วยเทคโนโลยีเครื่องสแกนเลเซอร์ภาคพื้นดิน. (Risk Assessment of urban trees using a terrestrial laser scanning technology) อ.ที่ปรึกษาหลัก : ดร.ชัยโชค ไวภาษา, อ.ที่ปรึกษาร่วม : ผศ. ดร.พรเทพ เหมือนพงษ์

ต้นไม้ในเมืองมีความสำคัญต่อการดำรงชีวิตของคนเมือง ทั้งในด้านการควบคุมสภาพอากาศ ให้ร่มเงา ลดความร้อน และลดมลพิษ แต่อย่างไรก็ตามต้นไม้เหล่านี้อาจเกิดการเสื่อมโทรมและสร้างความเสียหายต่อชีวิตและทรัพย์สินของผู้คนที่สัญจรไปมา จึงจำเป็นต้องมีการประเมินความเสี่ยงของต้นไม้ในเมืองโดยผู้ประเมินความเสี่ยง แต่ปัจจุบันเมืองไทยมีผู้ประเมินจำนวนน้อย จึงต้องใช้เทคโนโลยีสมัยใหม่เข้ามาทำงานด้านรุกขกรรม งานวิจัยในครั้งนี้ แสดงให้เห็นถึงความสามารถในการเก็บข้อมูลต้นไม้ของ TLS และประเมินความเสี่ยงของต้นไม้ได้อย่างแม่นยำ จากข้อมูลต้นจามจุรีทั้งหมด 4 ต้น ข้อมูล TLS สามารถประเมินค่าระดับความเสี่ยงเท่ากับผู้ประเมินความเสี่ยงทั้งหมด 3 ต้น แตกต่างอยู่ 1 ต้น โดยมีค่า R^2 เท่ากับ 0.818 และค่า RMSE เท่ากับ 0.353 แม้ว่าการศึกษาในครั้งนี้จะให้ผลดีแต่จำนวนตัวอย่างมีน้อยซึ่งอาจไม่เป็นตัวแทนที่ดีของประชากรจึงจำเป็นต้องมีการศึกษาเพิ่มเติมในอนาคตโดยเพิ่มจำนวนตัวอย่างและชนิดของพรรณไม้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

สาขาวิชา วิศวกรรมสำรวจ ลายมือชื่อนิสิต .....

ปีการศึกษา 2563 ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาหลัก .....

ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาร่วม .....

6070310721 : MAJOR SURVEY ENGINEERING

KEYWORD: Terrestrial Laser Scanner, Tree risk assessment, Arborist, Samanea saman

Warin Chupkhunthod : Risk Assessment of urban trees using a terrestrial laser scanning technology. Advisor: Ph.D. CHAICHOKE VAIPHASA Co-advisor: Asst. Prof. Ph.D. Ponthep Meunpong

Trees in urban areas are essential to the sustenance of the people. The urban tree provides climate controls, shades, heat reduction and pollution reduction. However, when these trees deteriorate, they can accidentally cause damages to lives and properties of the city dwellers. It is therefore necessary to assess the risks of urban trees to prevent the accident. This has to be done by professional Tree Risk Assessor. As the number of qualified Tree Risk Assessor in Bangkok is inadequate, it is necessary to find supports from modern technologies. This research demonstrates the capability of modern terrestrial laser scanners (TLS) for assessing the risks. The measurements from the TLS instrument was statistically comparable to the results from a professional Tree Risk Assessor with an R^2 of 0.818 and an RMSE of 0.353. Since the number of samples is rather small, it is recommended that the number of samples and tree species should be increased in future studies to confirm the outcome of this study.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

Field of Study: Survey Engineering Student's Signature .....

Academic Year: 2020 Advisor's Signature .....

Co-advisor's Signature .....

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี ด้วยความอนุเคราะห์ ความช่วยเหลือ และความเอาใจใส่ของอาจารย์ ดร.ชัยโชค ไวภาษา อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่ได้สละเวลาอันมีค่าแก่ผู้วิจัย เพื่อให้คำปรึกษาและแนะนำตลอดจนตรวจทานแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นระหว่างการดำเนินงานด้วยความเอาใจใส่เป็นอย่างยิ่ง และเป็นกำลังใจในการทำงานจนวิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จสมบูรณ์ลุล่วงได้ด้วยดี อีกทั้งผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พรเทพ เหมือนพงษ์ อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม ที่ให้ความอนุเคราะห์ ช่วยเหลือให้คำแนะนำในการทำงานด้านรุกขกรรม ให้ข้อคิดเห็นต่าง ๆ อันเป็นประโยชน์อย่างยิ่งในการทำวิจัย เพื่อให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.ไพศาล สันติธรรมนนท์ ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กนก วีรวงศ์ และอาจารย์ ดร.วิโรจน์ ละอองมณี กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ เป็นอย่างสูงที่ท่านได้เสียสละเวลามาเพื่อสอบ ตรวจสอบ และให้คำแนะนำเพื่อแก้ไขวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ให้สมบูรณ์มากยิ่งขึ้น อีกทั้งผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณสมาคมรุกขกรรมไทย Thai Arboriculture Association (TAA) ที่ให้คำแนะนำ ช่วยเหลือและติดต่อประสานงานกับผู้เชี่ยวชาญในงานด้านรุกขกรรม ขอกราบขอบพระคุณบริษัท Topcon Instruments Thailand จำกัด ที่ให้ความอนุเคราะห์ในการใช้เครื่อง TLS ทำให้ผู้วิจัยทำงานได้สะดวก รวดเร็วจนกระทั่งสำเร็จการศึกษาในครั้งนี้ และขอกราบขอบพระคุณสาขาวิศวกรรมสำรวจ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงอีสาน นครราชสีมา ที่สนับสนุนทุนการศึกษาในการศึกษาในครั้งนี้

สุดท้ายนี้ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณบิดามารดา และครอบครัว ที่สนับสนุนและให้กำลังใจจนงานวิจัยสำเร็จด้วยดี และขอขอบคุณเพื่อน ๆ พี่ ๆ ทุกคน ที่คอยช่วยเหลือ ให้คำแนะนำ และเป็นกำลังใจให้กับผู้วิจัยตลอดมา

วาริน ชุบขุนทด

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

สารบัญ

หน้า

.....ค

บทคัดย่อภาษาไทย.....ค

.....ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....ง

กิตติกรรมประกาศ.....จ

สารบัญ.....ฉ

สารบัญตาราง.....ซ

สารบัญรูปภาพ.....ญ

บทที่ 1 บทนำ.....1

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....1

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....3

1.3 ขอบเขตของการวิจัย.....4

1.4 ประโยชน์ที่จะได้รับจากการวิจัย.....4

บทที่ 2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง.....5

2.1 การประเมินความเสี่ยงของต้นไม้ตามมาตรฐานการประเมินความเสี่ยงของต้นไม้ ISA.....5

2.2 เครื่องสแกนเลเซอร์ภาคพื้นดิน.....10

2.3 ซอฟต์แวร์ Scan Master.....12

2.4 ซอฟต์แวร์ CloudCompare.....12

2.5 การกำหนดหลักเกณฑ์การประเมินความเสี่ยง.....12

2.6 การคำนวณค่าความคลาดเคลื่อน.....13

บทที่ 3 วิธีดำเนินการศึกษา.....15

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

3.1 พื้นที่ศึกษา 15
3.2 ข้อมูลที่ใช้ในงานวิจัย 16
3.3 16
3.4 การเก็บข้อมูลด้วยเครื่องสแกนเลเซอร์ภาคพื้นดิน 17
บทที่ 4 ผลการดำเนินงานวิจัย 19
4.1 ผลการประเมินความเสี่ยงของต้นจามจุรีโดย TLS 19
4.2 ผลการประเมินความเสี่ยงของต้นจามจุรีโดยผู้ประเมินความเสี่ยง 31
4.3 ผลการคำนวณค่าความคลาดเคลื่อน 40
บทที่ 5 อภิปราย และสรุปผลการวิจัย 50
5.1 อภิปรายผล และสรุปผล 50
ศัพทานุกรม 54
บรรณานุกรม 55
ภาคผนวก 58
ประวัติผู้เขียน 74

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 2.1 แบบฟอร์มการประเมินความเสี่ยงของต้นไม้ระดับ 1 Limited Visual Assessment ของ ISA 7

ตารางที่ 2.2 แบบฟอร์มการประเมินความเสี่ยงของต้นไม้ระดับ 2 Basic Tree Risk Assessment ของ ISA 8

ตารางที่ 2.3 แบบฟอร์มการประเมินความเสี่ยงของต้นไม้ระดับ 2 Basic Tree Risk Assessment ของ ISA 9

ตารางที่ 2.4 ระดับความเสี่ยงโดยรวม (กรมป่าไม้, 2561) 13

ตารางที่ 4.1 ประเมินความเสี่ยงต้นจามจุรี tcu_01 โดยข้อมูล TLS 23

ตารางที่ 4.2 ประเมินความเสี่ยงต้นจามจุรี tcu_02 โดยข้อมูล TLS 25

ตารางที่ 4.3 ประเมินความเสี่ยงต้นจามจุรี tcu_03 โดยข้อมูล TLS 27

ตารางที่ 4.4 ประเมินความเสี่ยงต้นจามจุรี tcu_04 โดยข้อมูล TLS 29

ตารางที่ 4.5 ข้อมูลเบื้องต้นของต้นจามจุรีจากเครื่อง TLS 31

ตารางที่ 4.6 ประเมินความเสี่ยงต้นจามจุรี tcu_01 โดยข้อมูลภาคสนาม 32

ตารางที่ 4.7 ประเมินความเสี่ยงต้นจามจุรี tcu_02 โดยข้อมูลภาคสนาม 34

ตารางที่ 4.8 ประเมินความเสี่ยงต้นจามจุรี tcu_03 โดยข้อมูลภาคสนาม 36

ตารางที่ 4.9 ประเมินความเสี่ยงต้นจามจุรี tcu_04 โดยข้อมูลภาคสนาม 38

ตารางที่ 4.10 ข้อมูลเบื้องต้นของต้นจามจุรีจากเก็บข้อมูลภาคสนาม 40

ตารางที่ 4.11 ค่าความคลาดเคลื่อนของ DBH (m) ระหว่าง TLS กับ การเก็บข้อมูลภาคสนาม 40

ตารางที่ 4.12 ค่าความคลาดเคลื่อนของ Height ระหว่าง TLS กับ การเก็บข้อมูลภาคสนาม 41

ตารางที่ 4.13 ค่าความคลาดเคลื่อนของ Crown cover ระหว่าง TLS กับ การเก็บข้อมูลภาคสนาม 42

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 4.14 ค่าความคลาดเคลื่อนระดับความเสี่ยงของ tcu_01 ระหว่าง TLS กับ การเก็บข้อมูลภาคสนาม 43

ตารางที่ 4.15 ค่าความคลาดเคลื่อนระดับความเสี่ยงของ tcu_02 ระหว่าง TLS กับ การเก็บข้อมูลภาคสนาม 44

ตารางที่ 4.16 ค่าความคลาดเคลื่อนระดับความเสี่ยงของ tcu_03 ระหว่าง TLS กับ การเก็บข้อมูลภาคสนาม 45

ตารางที่ 4.17 ค่าความคลาดเคลื่อนระดับความเสี่ยงของ tcu_04 ระหว่าง TLS กับ การเก็บข้อมูลภาคสนาม 46

ตารางที่ 4.18 ค่าการระดับความเสี่ยงโดยรวม Overall tree risk rating ระหว่างผู้ประเมินความเสี่ยง กับ TLS 48

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

สารบัญรูปภาพ

หน้า

รูปที่ 1.1 ไม้ตระกูลไทรล้มจนมีผู้เสียชีวิตในวันที่ 13 พฤษภาคม 2557 (voicetv, 2017).....2

รูปที่ 2.1 เครื่องสแกนเลเซอร์ภาคพื้นดิน..... 10

*รูปที่ 2.2 แบบจำลองการสแกนของการสแกน single-scan (a) multi-scan (b) และ MSS (c) โดยที่ R คือรัศมีวงกลมของการเก็บตัวอย่าง * คือศูนย์กลางการเก็บตัวอย่าง O คือตำแหน่งของต้นไม้ ดาวคือเป้าหมายอ้างอิงซึ่งใช้ในการสแกนแบบหลาย TLS เท่านั้น สี่เหลี่ยมสีเทาคือตำแหน่งการสแกน*
..... 11

รูปที่ 3.1 ต้นจามจุรีทรงปลูก 15

รูปที่ 3.2 แบบจำลองต้นไม้แบบ single-tree..... 17

รูปที่ 3.3 การตั้งเครื่อง TLS เพื่อเก็บข้อมูล Point cloud..... 17

รูปที่ 3.4 การตั้งค่าเครื่อง TLS..... 18

รูปที่ 3.5 การเก็บข้อมูลภาคสนาม..... 18

รูปที่ 4.1 แบบจำลอง 3 มิติ ของต้นจามจุรี tcu_01 19

รูปที่ 4.2 แบบจำลอง 3 มิติ ของต้นจามจุรี tcu_02 20

รูปที่ 4.3 แบบจำลอง 3 มิติ ของต้นจามจุรี tcu_03..... 20

รูปที่ 4.4 แบบจำลอง 3 มิติ ของต้นจามจุรี tcu_04 21

รูปที่ 4.5 การวัด DBH ของต้นจามจุรี ด้วยโปรแกรม cloudcompare..... 21

รูปที่ 4.6 การวัด Crown spread dia. ด้วยโปรแกรม cloudcompare 22

รูปที่ 4.7 การวัด Height ด้วยโปรแกรม cloudcompare..... 22

รูปที่ 4.8 การประเมินความเสี่ยงของต้นจามจุรีโดยผู้ประเมินความเสี่ยง..... 31

รูปที่ 4.9 ความสัมพันธ์ของค่า DBH (m) ที่วัดโดยผู้ประเมินความเสี่ยง กับ TLS..... 41

รูปที่ 4.10 ความสัมพันธ์ของค่า Height ที่วัดโดยผู้ประเมินความเสี่ยง กับ TLS..... 42

รูปที่ 4.11 ความสัมพันธ์ของค่า Crown cover ที่วัดโดยผู้ประเมินความเสี่ยง กับ TLS..... 43

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

รูปที่ 4.12 ความสัมพันธ์ของค่าระดับความเสี่ยงของ tcu_01 44

รูปที่ 4.13 ความสัมพันธ์ของค่าระดับความเสี่ยงของ tcu_02 45

รูปที่ 4.14 ความสัมพันธ์ของค่าระดับความเสี่ยงของ tcu_03 46

รูปที่ 4.15 ความสัมพันธ์ของค่าระดับความเสี่ยงของ tcu_04 47

รูปที่ 4.16 แสดงค่าความคลาดเคลื่อน MSE และRMSE เปรียบเทียบกับ Overall tree risk rating จากข้อมูลภาคสนาม กับ TLS 48

รูปที่ 4.17 แสดงความสัมพันธ์ของ Overall tree risk rating จาก การเก็บข้อมูลภาคสนาม กับ TLS 49

รูปที่ 5.1 โพรงบริเวณลำต้น tcu_01 50

รูปที่ 5.2 ต้นจามจุรีจากข้อมูล TLS โดย CloudCompare 51

รูปที่ 5.3 ต้นจามจุรีจากข้อมูล TLS ตัดแต่งโดย CloudCompare 52

รูปที่ 5.4 ต้นจามจุรีจากข้อมูล TLS ตัดแต่งโดย CloudCompare 52

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

มาตรฐานการประเมินความเสี่ยงของต้นไม้ของสมาคมรุกขกรรมนานาชาติ (International Society of Arboriculture; ISA) ซึ่งมีการรับรองจากสถาบันมาตรฐานแห่งชาติของสหรัฐอเมริกา (American National Standards Institute; ANSI) เพื่อใช้ในหน่วยงานด้านป่าไม้ของอเมริกาในการสนับสนุนโครงการในท้องถิ่นเพื่อจัดทำแผนผังต้นไม้สาธารณะ (ANSI, 2017) สำหรับผู้จัดการต้นไม้ในเขตเมือง หรือ “รุกขกร” มาตรฐานดังกล่าวจะช่วยให้ภาครัฐ และท้องถิ่นสามารถกำหนดวิธีการ และแผนการทำงานที่เหมาะสมสำหรับการดูแลต้นไม้ตามหลักรุกขกรรม

มาตรฐานการประเมินความเสี่ยงของต้นไม้ ISA เป็นมาตรฐานการประเมินความเสี่ยงของต้นไม้ที่ได้รับการอ้างอิงตามมาตรฐาน ANSI A300 (Part 9)-2017; Tree Risk Assessment a. Tree Failure (ANSI, 2017) โดยมีระดับการประเมินความเสี่ยงแตกต่างกันคือ 3 ระดับ คือ ระดับ 1 การประเมินภาพต้นไม้โดยใช้สายตา (visual assessment) ในกรณีที่มีต้นไม้จำนวนมากซึ่งอาจทำได้โดยการประมาณ ระดับ 2 การประเมินโดยรอบต้นไม้รวมไปถึงส่วนเรือนยอด ลำต้น และราก และมีการประเมินตามหลักการของการประเมินความเสี่ยงของต้นไม้ (Tree Risk Assessment Qualification : TRAQ) การประเมินระดับ 2 มักจะดำเนินการโดยใช้แบบฟอร์มการประเมินความเสี่ยงต้นไม้ขั้นพื้นฐานของ ISA ระดับ 3 การประเมินความเสี่ยงระดับสูงที่ต้องการรายละเอียดของการประเมินที่มากขึ้นนอกเหนือจากระดับ 2 เช่น การประเมินทางอากาศ การตรวจจับการผุกร่อนโดยการเจาะ การตรวจด้วยเอกซเรย์ และการตรวจสอบราก การประยุกต์ใช้ในทางปฏิบัติการประเมินความเสี่ยงของต้นไม้กลายเป็นคุณสมบัติที่สามารถทำได้จากการประเมินความเสี่ยงโดยการสอนผู้ประเมินผลให้ทำตามรูปแบบที่สอดคล้องกันในการตรวจสอบต้นไม้หากผู้ประเมินความเสี่ยงที่มีคุณสมบัติเหมาะสมจะสามารถประเมินต้นไม้ได้อย่างถูกต้องเป็นกลาง ตัวอย่างเช่น การสังเกตเห็นรูปแบบการเติบโต ประโยชน์และโทษของต้นไม้ตรงกับการประเมินเพื่อให้เข้าใจได้อย่างถูกต้องเกี่ยวกับความเสี่ยงของต้นไม้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

เมื่อมีการประเมินความเสี่ยงที่ถูกต้องสมเหตุสมผลจะส่งผลให้ต้นไม้ในเมืองสุขภาพดีทำให้ช่วยควบคุมการมองเห็น หรือปิดบังความไม่เป็นระเบียบสวยงาม ควบคุมสภาพอากาศ ให้ร่มเงา บังลม ลดความร้อน และลดมลพิษ อย่างไรก็ตามหากผู้ประเมินความเสี่ยงประเมินต้นไม้ได้ไม่ถูกต้อง สมเหตุสมอาจจะผลส่งผลให้ต้นไม้ในเมืองเหล่านี้เกิดการเสื่อมโทรมโดยมีสาเหตุจากงานก่อสร้าง เช่นการบดอัดดินบริเวณโคนต้นทำให้ต้นไม้ได้รับน้ำและแร่ธาตุน้อยลง การถูกตัดรากส่วนใหญ่เกิดกับต้นไม้ที่อยู่ติดกับอาคาร เปลือกถูกทำลายจากการเฉี่ยวชนโดยรถบรรทุก กิ่งและใบถูกตัดหรืออาจมีฝุ่นจับทำให้ไม่สามารถปรุงอาหารได้ และสาเหตุจากภัยธรรมชาติเช่น ลมฝนที่รุนแรงทำให้ดินอ่อนเป็นสาเหตุให้ต้นไม้ล้มได้ สายฟ้าที่ผ่าลงมาสร้างความร้อนทำให้น้ำภายในต้นไม้ระเหยและหักโค่นลงได้ จากปัจจัยต่าง ๆ ที่กล่าวมาอาจทำให้ต้นไม้ใหญ่ในเมืองหักโค่นล้มขวางพื้นผิวการจราจร ซึ่งแต่ละครั้งล้วนสร้างความเสียหายต่อชีวิตและทรัพย์สินของประชาชนดังรูปที่ 1.1 ไม้ตระกูลไทรที่อยู่ในซอยชิดลมล้มลงและพาดสายสื่อสาร ดึงให้เสาโทรคมนาคมล้มทับจนมีผู้เสียชีวิต ปัญหาประเภทนี้เกิดมาแล้วหลายครั้ง และยังรอการแก้ไขอย่างถูกวิธีและเห็นผลอย่างยั่งยืน เหตุการณ์ดังกล่าวทำให้นายกรัฐมนตรีกำชับให้หน่วยงานต่าง ๆ ให้พัฒนารุกขกรเพื่อให้มีความเชี่ยวชาญในการดูแลรักษาต้นไม้ให้ปลอดภัยและสวยงาม

รูปที่ 1.1 ไม้ตระกูลไทรล้มจนมีผู้เสียชีวิตในวันที่ 13 พฤษภาคม 2557 (voicetv, 2017)

ในปัจจุบันเมืองไทยมีผู้เชี่ยวชาญการประเมินความเสี่ยงระดับ 2 ด้วยการใช้แบบฟอร์มของ ISA จำนวนน้อยมาก จากปัญหาดังกล่าวมีเทคโนโลยีและวิธีการที่ทันสมัยสามารถช่วยประเมินความเสี่ยงของต้นไม้ต่อความเสียหายของทรัพย์สินและการบาดเจ็บของผู้คนที่อยู่ภายในบริเวณต้นไม้คือ เทคโนโลยีการสแกนด้วยเลเซอร์ภาคพื้นดิน (Terrestrial laser scan : TLS) มีศักยภาพในการทำแบบจำลอง 3มิติ ในพื้นที่ขนาดเล็ก ให้ความละเอียดสูง และไม่ทำลายต้นไม้ให้เกิดความเสียหายคือทำได้ง่ายเหมาะสำหรับใช้สร้างแบบจำลองของต้นไม้ เครื่องสแกนเลเซอร์แบบ TLS ช่วยรวบรวมข้อมูลที่ถูกต้องเพื่ออธิบายลักษณะโครงสร้างของต้นไม้ในระดับต่าง ๆ ตั้งแต่ระดับกิ่งก้านไปจนถึงยอด (Kuronen et al., 2019; X. Liang et al., 2016) ข้อมูล TLS ถูกนำมาใช้ในการรวบรวมคุณสมบัติพื้นฐานของต้นไม้ที่มีความแม่นยำค่อนข้างสูง เช่น เส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอก (Diameter at Breast Height : DBH) และความสูงของต้นไม้ เป็นสิ่งที่ถูกวัดเพื่อใช้เป็นพารามิเตอร์บ่อยที่สุดและถือเป็นพารามิเตอร์ที่สำคัญที่สุด (Kuronen et al., 2019; Newnham et al., 2015; Pitkänen et al., 2019; Zhou et al., 2018) ระบุค่าความถูกต้องของตำแหน่งของต้นไม้ (Chen et al., 2018; Holopainen et al., 2013; X. Liang & Hyyppä, 2013) สามารถวัดมวลและมวลทรงพุ่มของต้นไม้ได้เพื่อช่วยให้สามารถประเมินการตัดแต่งมวลชีวภาพ (Fernández-Sarría et al., 2019; Kankare et al., 2018; Olofsson & Holmgren, 2017) จากข้อมูลที่กล่าวมาแสดงให้เห็นว่า TLS เป็นเทคนิคที่สามารถนำไปใช้ในการเก็บข้อมูลต้นไม้ได้อย่างรวดเร็วและมีประสิทธิภาพ

ผู้วิจัยจึงมีแนวคิดที่นำ TLS เข้ามาช่วยเก็บข้อมูลภาพ 3 มิติของต้นไม้เพื่อให้สามารถกรอกแบบฟอร์มการประเมินความเสี่ยงของต้นไม้ของ ISA ได้อย่างถูกต้องแม่นยำและช่วยให้การทำงานของผู้ประเมินความเสี่ยงมีประสิทธิภาพมากขึ้น จากข้อมูลภาพ 3 มิติที่ได้จาก TLS ทำให้รุกขกรสามารถประเมินงานและวางแผนการทำงาน เตรียมเครื่องมือที่เหมาะสมก่อนออกทำงาน จึงทำให้ประหยัดงบประมาณ ประหยัดเวลาและยังไม่พบว่ามีการศึกษานี้ในไทยมาก่อน ดังนั้นการศึกษาในครั้งนี้สนใจที่กรณีศึกษาต้นจามจุรีที่ ร.๙ ทรงปลูก จำนวน 4 ต้น ภายในจุฬลงกรณ์มหาวิทยาลัย

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อเปรียบเทียบการประเมินความเสี่ยงของต้นไม้ระหว่างการประเมินความเสี่ยงของต้นไม้โดยไม่ใช้เทคโนโลยี TLS กับการประเมินความเสี่ยงของต้นไม้โดยใช้เทคโนโลยี TLS

1.3 ขอบเขตของการวิจัย

1.3.1) เก็บข้อมูลของต้นไม้ด้วย TLS แบบวิธี แบบจำลองโครงสร้างเชิงปริมาตร (Quantitative Structure Models : QSM)

1.3.2) ประเมินความเสี่ยงของต้นไม้ตามมาตรฐานการประเมินความเสี่ยงของต้นไม้ ISA ระดับ 2 เปรียบเทียบค่าระดับความเสี่ยงโดยรวมที่วัดได้จากเครื่อง TLS กับค่าที่วัดได้จากวิธีการเก็บข้อมูลภาคสนาม

1.3.3) พื้นที่ศึกษาคือ บริเวณจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ซึ่งต้นไม้ที่ทำการศึกษาคือ ต้นจามจุรีที่ ร.๙ ทรงปลูก จำนวน 4 ต้น เนื่องจากวันที่ 8 มิถุนายน 2562 ต้นจามจุรีที่ ร.๙ ทรงปลูกโค่นล้มลง ทำให้มีเจ้าหน้าที่ที่เกี่ยวข้องเข้าไปดูแลต้นจามจุรีที่เหลือ เพื่อไม่ให้เกิดการโค่นล้ม

1.4 ประโยชน์ที่จะได้รับจากการวิจัย

1.4.1) เพื่อหาวิธีการที่สามารถลดภาระงานภาคสนามในการประเมินความเสี่ยงเพราะผู้ประเมินความเสี่ยง

1.4.2) ช่วยรุกขกรประเมินงานและวางแผนการทำงาน เตรียมเครื่องมือที่เหมาะสมก่อนออกทำงานด้วยความแม่นยำกว่าเดิม

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

บทที่ 2
ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1 การประเมินความเสี่ยงของต้นไม้ตามมาตรฐานการประเมินความเสี่ยงของต้นไม้ ISA

การประเมินความเสี่ยงของต้นไม้สามารถทำได้ในระดับต่าง ๆ ขึ้นอยู่กับเป้าหมายที่ต้องการประเมินตามมาตรฐานแห่งชาติอเมริกัน ANSI A300 (Part 9)-2017 Tree Risk Assessment a. Tree Failure และสมาคมรุกขกรรมนานาชาติ (ISA) ซึ่งได้แบ่งการประเมินความเสี่ยงของต้นไม้ออกเป็น 3 ระดับคือ

1) ระดับ 1 Limited Visual Assessment

2) ระดับ 2 Basic Tree Risk Assessment

3) ระดับ 3 Advanced Tree Risk Assessment

ระดับ 1 Limited Visual Assessment การประเมินความเสี่ยงด้วยสายตา ซึ่งจะมีขีดจำกัดในการมองเห็นหรือผู้ประเมินความเสี่ยงทำการประเมินภาพอย่างรวดเร็วจากการเดินผ่าน การขับรถผ่าน โดยทั่วไปแล้วจะมองหาข้อบกพร่องที่เห็นได้ชัดเช่น ต้นไม้ที่ตายแล้ว กิ่งแตก หรือมีรูขนาดใหญ่ การประเมินในระดับนี้มักจะสงวนไว้สำหรับการประเมินอย่างรวดเร็วของประชากรต้นไม้ขนาดใหญ่และส่วนใหญ่จะใช้สำหรับป่าไม้ในเมืองและการจัดการใช้งานทางสาธารณูปโภคดังตารางที่ 2.1 การตรวจสอบอย่างจำกัดทำให้สามารถประเมินต้นไม้ได้มากขึ้นเมื่อเทียบกับการประเมินระดับ 2 และระดับ 3 การประเมินความเสี่ยงจากสายตาอาจไม่รวมถึงคำแนะนำในการลดความเสี่ยง บางครั้งมันถูกใช้เป็นการคัดกรองเบื้องต้นเพื่อช่วยกำหนดว่าต้นไม้ใดต้องการการตรวจสอบในระดับที่สูงขึ้น

ระดับ 2 Basic Tree Risk Assessment การประเมินขั้นพื้นฐานเป็นระดับการประเมินที่นิยมใช้ในการประเมินความเสี่ยงของต้นไม้ ดังตารางที่ 2.2 และตารางที่ 2.3 ซึ่งการประเมินระดับ 2 ประกอบด้วยการตรวจสอบต้นไม้และพื้นที่โดยรอบอย่างละเอียดและการวิเคราะห์ข้อมูลที่รวบรวมได้อย่างสมบูรณ์ ในระหว่างการประเมินเบื้องต้นผู้ประเมินจะเดินไปรอบ ๆ ต้นไม้เพื่อหาข้อบกพร่องจากรากถึงพุ่มยอดด้านบน การประเมินความเสี่ยงขั้นพื้นฐานอาจรวมถึงการใช้เครื่องมือง่ายๆ เช่นกล้องส่องทางไกล ค้อน และเครื่องมือสำหรับตรวจบาดแผล เพื่อช่วยรับข้อมูลเกี่ยวกับข้อบกพร่องที่อาจ

เกิดขึ้น การประเมินความเสี่ยงขั้นพื้นฐานยังรวมถึงการวิเคราะห์ข้อมูลที่รวบรวมระหว่างการตรวจสอบและรายการตัวเลือกการบรรเทาที่เป็นไปได้

ระดับ 3 Advanced Tree Risk Assessment การประเมินขั้นสูงให้ข้อมูลละเอียดโดยเฉพาะข้อบกพร่องเกี่ยวกับชิ้นส่วนต้นไม้เป้าหมายภายใต้เงื่อนไขของสถานที่ การประเมินต้นไม้ที่ดำเนินการในระดับนี้มักจะใช้เวลานานและมีค่าใช้จ่ายสูงกว่าเนื่องจากต้องใช้เครื่องมือและทักษะพิเศษ โดยทั่วไปแล้วการประเมินขั้นสูงจะถูกสงวนไว้สำหรับต้นไม้ที่มีมูลค่าสูงหรือต้นไม้ที่มีความสำคัญทางประวัติศาสตร์ การประเมินระดับ 3 ประกอบด้วย

- การตรวจสอบเรือนยอดทางอากาศ
- การตรวจสอบการผุภายในต้นไม้
- การตรวจสอบรากใต้พื้นดิน
- การวัดการเปลี่ยนแปลงเมื่อเวลาผ่านไป (เช่นการเอียงของลำต้น)
- การทดสอบการรับน้ำหนักหรือทดสอบแบบดึง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 2.1 แบบฟอร์มการประเมินความเสี่ยงของต้นไม้ ระดับ 1 Limited Visual Assessment ของ ISA

Tree Risk Assessment
Level 1: Example Field Form

May 10, 2013

Tree Risk Assessment **Note: Use of this form does NOT imply ISA TRAQ Credentials**

Level I Limited Visual Assessment (see ANSI A300 Standard, and/or ISA BMP)

Client, Manager, or Owner: _____ **Arborist:** _____ **CA#:** _____ **Date:** _____

MapId	Species (Common)	DBH	Height	Recommendations	Comments	Species Code
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
11						
12						
13						
14						
15						
16						

Recommendations:

Inspect	Assess	Mitigate
I1: Inspection - Routine (Annual)	A2: Risk - Level II	PR: Prune
I2: Inspection - Routine (Multi-year)	A3: Risk - Level III	PC: Prune - Critical
IS: Inspection - Storm Event (Also implies annual)		RE: Remove
OT: Other Inspection or Opinion Needed		RC: Remove - Critical

Urban Forestry South
Athens, Georgia

Page: 1 of 2

Tree Risk Assessment
Level 1: Example Field Form

May 10, 2013

Tree Risk Assessment: Specification and Scope of Work

Level I Limited Visual Assessment (see ANSI A300 Standard, and/or ISA BMP)
Specification:

Client, Manager, or Owner: _____ **Arborist:** _____ **Certified Arborist #:** _____

Scope of Work: (Complete all that apply)

Geographic: _____ Type of Report: (written) or (oral)
Species: _____ Client Discussion Date: _____
Size Class: _____ Timeline: _____ (Assess) _____ (Report)
General Target Zones: _____ (Human occupancy levels)

Major Defects and Tree Conditions (From ISA BMP Page 11 and edited for local use)

Root collar/Root plate - loss of support
Decay (root, trunk, structural limbs)
Cracks (trunk, structural limbs, branches >2")
Codominant stems (and/or Included bark)
Dead parts
Broken and/or hanging branches
Unusual tree architecture (lean, taper, limb/branch distribution, cultural)

Site and Envrionmental Conditions to Consider (Edited for local use)

Construction activity
Flooding
Infrastructure conflicts
Storm events

Residual Risk

Report on residual risk following mitigation

References:

ANSI A300 (Part 9)-2011 Tree Risk Assessment; a. Tree Structure Assessment
Tree Care Industry Association, Inc.
Best Management Practices: Tree Risk Assessment (2011), Smiley, E.T., and N. Matheny, S. Lilly
International Society of Arboriculture, Champaign, IL
Tree Risk Assessment: Manual (2013), Dunster, J., Smiley, E.T., Matheny N., Lilly, S.
International Society of Arboriculture, Champaign, IL

Urban Forestry South
Athens, Georgia

Page: 2 of 2

ตารางที่ 2.2 แบบฟอร์มการประเมินความเสี่ยงของต้นไม้ระดับ 2 Basic Tree Risk Assessment ของ ISA

ISA Basic Tree Risk Assessment Form

Client _____ Date _____ Time _____-_____
Address / Tree Location _____ Tree No. _____ Sheet _____ of _____
Tree Species _____ DBH _____ Height _____ Crown Spread Dia. _____
Assessor(s) _____ Time Frame _____ Tools _____

Target Assessment

Target N°	Target Description	Within drip line	Within 1 x Ht	Within 1.5x Ht	Occupancy 1 – rare, 2 – occasional, 3 – frequent, 4 – constant	Practical to move target	Restriction practical
1							
2							
3							
4							

Site Factors

History of failures ☐No ☐Yes _____ **Topography** ☐Flat ☐Slope _____% **Aspect** _____
Site changes ☐None ☐Grade change ☐Site clearing ☐Changed soil hydrology ☐Root cuts Describe _____
Soil conditions ☐Limited volume ☐Saturation ☐Shallow ☐Compaction ☐Pavement over roots _____% Describe _____
Local climate Prevailing wind direction _____ Common ☐High winds ☐Ice ☐Snow ☐High rain Describe _____

Tree Health

Vigor ☐Low ☐Medium ☐High **Foliage** ☐No foliage ____Normal ____Chlorotic ____Necrotic **Pests, abiotic** _____

Load Factors

Wind exposure ☐Protected ☐Partial ☐Full ☐Wind funneling _____ **Relative crown size** ☐Small ☐Medium ☐Large
Crown density ☐Sparse ☐Norm ☐Dense **Interior branches** ☐Few ☐Norm ☐Dense **Form** ☐Symmetric ☐Minor asymmetry ☐ Asymmetric
Witches broom/Vine/Mistletoe/Moss ☐No ☐Yes _____ **Mass above main defect** ☐Low ☐Med ☐ High _____

Defects and Conditions Affecting the Likelihood of Failure

— Crown —

Dead Twigs/Branches ☐ _____% overall Max. dia: _____
Broken branches/Hangers ☐ N° _____ Max. dia: _____
Unbalanced ☐ LCR _____%
Pruning history
Topped ☐ Reduced ☐ Raised ☐ Thinned ☐ Lion-tailed ☐
Main Concern(s): _____
Likelihood of failure: Imminent ☐ Probable ☐ Possible ☐ Improbable ☐

— Branches —

Dead/Missing bark ☐ Cracks ☐
Previous failures ☐ Similar branches present? _____
Sapwood damage/Decay ☐ Cankers/Galls/Burls ☐ Conks ☐
Lightning damage ☐ Heartwood decay ☐
Cavity/Nest hole ____% circ. Over-extended branches ☐
Flush Cuts ☐ Weak attachments ☐ N° _____
Response growth: _____
Main Concern(s): _____
Likelihood of failure: Imminent ☐ Probable ☐ Possible ☐ Improbable ☐

— Trunk —

Dead/missing bark ☐ Abnormal bark texture/color ☐
Codominant stems ☐ Included bark ☐ Cracks ☐
Sapwood damage/Decay ☐ Cankers/Galls/Burls ☐ Sap ooze ☐
Lightning damage ☐ Heartwood decay ☐ Conks/mushrooms ☐
Cavity/Nest hole _____% circ. depth _____
Lean _____° Corrected? _____
Trunk taper: ☐Low ☐Medium ☐High
Response growth: _____
Main Concern(s): _____
Likelihood of failure: Imminent ☐ Probable ☐ Possible ☐ Improbable ☐

— Roots —

Collar buried/Not visible ☐ depth _____ Stem girdling ☐
Dead/Missing ☐ Decay ☐ Conks/Mushrooms ☐
Ooze ☐ Cavity ☐ _____% circ.
Cracks ☐ Cut/Damaged roots ☐ distance from trunk _____
Root plate lifting ☐ Soil weakness ☐
Response growth: _____
Main Concern(s): _____
Likelihood of failure: Imminent ☐ Probable ☐ Possible ☐ Improbable ☐

Page 1 of 2

ตารางที่ 2.3 แบบฟอร์มการประเมินความเสี่ยงของต้นไม้ ระดับ 2 Basic Tree Risk Assessment ของ ISA

Risk Assessment

Condition N°	Tree Part	Conditions of Concern	Part Size	Fall Distance	Target N°	Target Protection	Likelihood: Failure: Improbable	Failure: Possible	Failure: Probable	Failure: Imminent	Impact: Very Low	Impact: Low	Impact: Medium	Impact: High	Failure & Impact: Unlikely	Failure & Impact: Somewhat	Failure & Impact: Likely	Failure & Impact: Very Likely	Consequences: Negligible	Consequences: Minor	Consequences: Significant	Consequences: Severe	Part Risk Rating (from Table2)
1																							
2																							
3																							
4																							

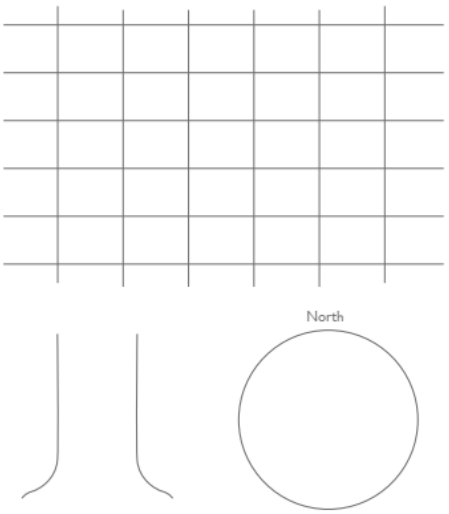
Table 1. Guide to estimating the likelihood of failure and impact.

Likelihood of Failure	Likelihood of Impacting Target			
	Very Low	Low	Medium	High
Imminent	Unlikely	Somewhat likely	Likely	Very likely
Probable	Unlikely	Unlikely	Somewhat likely	Likely
Possible	Unlikely	Unlikely	Unlikely	Somewhat likely
Improbable	Unlikely	Unlikely	Unlikely	Unlikely

Table 2. Guide to estimating level of risk.

Likelihood of Failure & Impact	Consequences of the Tree Failure			
	Negligible	Minor	Significant	Severe
Very likely	Low	Moderate	High	Extreme
Likely	Low	Moderate	High	High
Somewhat likely	Low	Low	Moderate	Moderate
Unlikely	Low	Low	Low	Low

Notes, explanations, descriptions: _____



Mitigation Options _____ **RR** _____

_____ **RR** _____

_____ **RR** _____

_____ **RR** _____

Tree Risk Rating Low ☐ Moderate ☐ High ☐ Extreme ☐ **Work Priority** 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐

Residual Risk (RR) Low ☐ Moderate ☐ High ☐ Extreme ☐ **Inspection Interval** _____

Data ☐Final ☐Preliminary – **Advanced assessment needed** ☐No ☐Yes-Type/Reason _____

Inspection limitations ☐None ☐Visibility ☐Access ☐Vines ☐Root Collar Buried. Describe _____

Thus datasheet was produced by the International Society of Arboriculture (ISA) and is intended for use by Tree Risk Assessment Qualified (TRAQ) arborists – 2012

Page 2 of 2

2.2 เครื่องสแกนเลเซอร์ภาคพื้นดิน

เครื่องสแกนเลเซอร์ภาคพื้นดิน Terrestrial laser scanner Topcon GLS-2000 รุ่นล่าสุดผลิตเมื่อปี 2013 เป็นเครื่องมือที่ใช้เลเซอร์ที่วัดสภาพแวดล้อมโดยใช้ LiDAR สำหรับวัดระยะและมุมที่แม่นยำผ่านกลไกการเบี่ยงเบนลำแสงช่วงที่ตามองเห็น (optical beam deflection) เพื่อสร้างภาพ 3 มิติจากพื้นผิววัตถุเป้าหมาย มีเทคนิคหลักสองอย่างสำหรับการวัดระยะด้วยการสแกนเลเซอร์ในปัจจุบันคือ phase shift (PS) การใช้เลเซอร์อย่างต่อเนื่องและการปรับช่วงกว้างของลำแสงเพื่อแยกแยะช่วงที่ความถี่สูง และ time-off-Flight (ToF) การใช้เวลาที่แม่นยำในการกำหนดช่วงเวลาและความเร็วแสงซึ่งเป็นที่นิยมใช้ในปัจจุบัน โดยมีการปล่อยสัญญาณไปยังวัตถุแล้วมีการสะท้อนกลับของสัญญาณซึ่งถูกบันทึกไปยังเครื่องรับ ซึ่งสามารถรับสัญญาณได้ทั้งแบบ One return และ Multi-return โดย Multi-return จะให้ point cloud ของภาพ 3 มิติที่มีความหนาแน่นมากกว่า One return Petrie and Toth (2009), Reshetyuk (2009) and Vosselman and Maas (2011). การสแกน TLS สามารถจับภาพที่มีความหนาแน่นสูงกว่าล้านจุดต่อวินาทีที่ระยะ 100–300 เมตรและความแม่นยำในการวัดอยู่ที่หลักมิลลิเมตร ในปัจจุบัน ราคา ขนาด และน้ำหนักของเครื่องสแกน TLS ลดลงอย่างรวดเร็วให้ความละเอียดเชิงพื้นที่ และความเร็วในการวัดเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง เช่น FARO Leica Geosystems และTrimble นอกจากนี้ยังให้ข้อมูลสีคือ สีแดง สีเขียว และสีน้ำเงิน สำหรับ point cloud ที่วัดได้

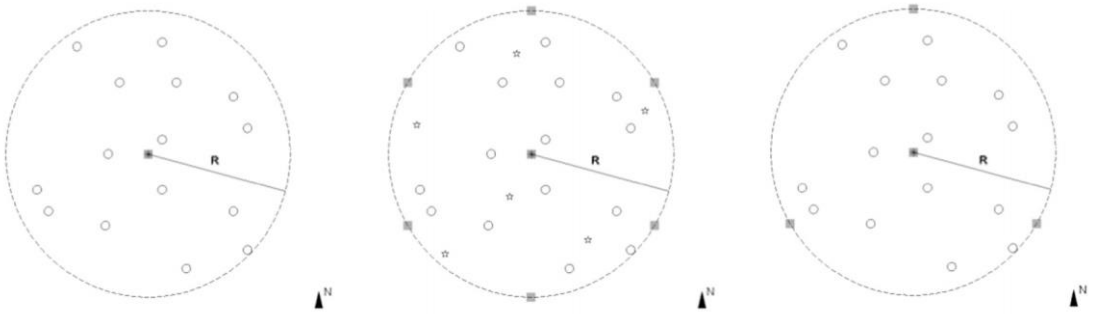
รูปที่ 2.1 เครื่องสแกนเลเซอร์ภาคพื้นดิน

การเก็บข้อมูลของต้นไม้ด้วยเครื่อง TLS มีวิธีการเก็บ 3 วิธีคือ single-scan multi-scan และmulti-single-scan (MSS)

1) วิธี single-scan ทำการตั้งเครื่องสแกนเลเซอร์ภาคพื้นดินไว้ตรงกลางของพื้นที่ตัวอย่าง แล้วดำเนินการสแกนแบบ Full field of view (เช่น 360 × 310 องศา) ข้อมูลที่ได้จากการสแกนจะถูกเก็บเป็น Single scan point cloud วิธีนี้มีการตั้งค่าการเก็บข้อมูลที่ง่ายและความเร็วสูงสุด สามารถวัดได้ภายใน 20 นาที ใช้เวลาในการสแกน 2–10 นาทีและใช้อีก 5–10 นาทีในการตั้งค่าเครื่องสแกน ปัญหาคือการถูกบดบังเพียงบางส่วนของต้นไม้เช่น ลำต้น กิ่ง และพุ่มไม้ (Xinlian Liang et al., 2012; Yao et al., 2011)

2) วิธี multi-scan เป็นเทคนิคที่แม่นยำที่สุดสำหรับการทำตัวอย่างต้นไม้ และมีศักยภาพครอบคลุมพื้นผิวลำต้นเต็มรูปแบบเนื่องจากต้นไม้ถูกสแกนจากหลายครั้ง อย่างไรก็ตามวิธี multi-scan ใช้เวลาในการเก็บข้อมูลภาคสนามและความสามารถในการประมวลผลข้อมูลมากขึ้น เนื่องจากใช้เป้าหมายการอ้างอิงและมีการลงทะเบียนข้อมูล

3) วิธี MSS การชดเชยปัญหาการถูกบดบังเพียงบางส่วนของต้นไม้เช่น ลำต้น กิ่ง และพุ่มไม้ในวิธี single-scan (X. Liang & Hyyppä, 2013) ใช้เวลาในการเก็บข้อมูลภาคสนามและความสามารถในการประมวลผลข้อมูลต่ำกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับวิธี multi-scan เนื่องจากไม่ได้ใช้เป้าหมายการอ้างอิงและการลงทะเบียนข้อมูล ความท้าทายของการใช้วิธี MSS คือการจับคู่ของชุดข้อมูลหลายชุด



*รูปที่ 2.2 แบบจำลองการสแกนของการสแกน single-scan (a) multi-scan (b) และ MSS (c) โดยที่ R คือรัศมีวงกลมของการเก็บตัวอย่าง * คือศูนย์กลางการเก็บตัวอย่าง O คือตำแหน่งของต้นไม้ ดาวคือเป้าหมายอ้างอิงซึ่งใช้ในการสแกนแบบหลาย TLS เท่านั้น สี่เหลี่ยมสีเทาคือตำแหน่งการสแกน*

2.3 ซอฟต์แวร์ Scan Master

ซอฟต์แวร์ Scan Master คือซอฟต์แวร์ประมวลผลระบบ point cloud แบบ 3 มิติมีเครื่องมือสำหรับแก้ไขการประมวลผลและส่งข้อมูล point cloud จากเครื่องสแกนเลเซอร์ Topcon GLS-2000 หลังจากทำงานภาคสนามเสร็จ ซอฟต์แวร์ Scan Master รองรับการนำเข้าชุดข้อมูล การดูชุดข้อมูล และการทำความสะอาดชุดข้อมูล point cloud ที่เก็บรวบรวมไว้ จัดหาเครื่องมือหลายอย่างสำหรับการลงทะเบียน จากนั้นอ้างอิงหมุดควบคุมทางภูมิศาสตร์จากการทำสำรวจ สามารถแยกวัตถุจากเครื่องมือสำหรับการสร้างและแก้ไขวัตถุ เช่น polylines, mesh, edge และ plane

การส่งออกข้อมูลไปยังแอพพลิเคชั่นอื่น ๆ สามารถส่งออก clouds หรือวัตถุไปยังแอพพลิเคชั่นอื่น ๆ แอพพลิเคชั่นที่ได้รับความนิยมสูงสุดในปัจจุบันจำนวนมากสามารถยอมรับรูปแบบของ point cloud เช่น Topcon (clr) และ CloudCompare ได้โดยตรงทำให้การทำงานคล่องตัวยิ่งขึ้น

2.4 ซอฟต์แวร์ CloudCompare

CloudCompare คือแอพพลิเคชั่นสำหรับจัดการและเปรียบเทียบ point cloud แบบ 3 มิติ ที่ได้มาด้วยเครื่อง TLS CloudCompare สามารถจัดการกับ point cloud ขนาดใหญ่กว่า 10 ล้านจุด ซอฟต์แวร์สามารถคำนวณระยะระหว่าง point cloud สองจุด วัดปริมาตร และสามารถแยกพื้นผิว เช่น ลำต้น กิ่ง ทรงพุ่ม

2.5 การกำหนดหลักเกณฑ์การประเมินความเสี่ยง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

วิธีการที่สามารถนำมาใช้ในการประเมินความเสี่ยงมีหลากหลายวิธีการ และไม่มีวิธีการทางคณิตศาสตร์ที่มีสูตรการคำนวณที่แน่นอน หลักเกณฑ์การประเมินความเสี่ยงประกอบด้วย ระดับของโอกาสหรือความถี่ของการเกิดความเสี่ยง และระดับของผลกระทบที่อาจเกิดขึ้นจากความเสี่ยง ซึ่งใช้หลักในการประเมินความเสี่ยงโดยรวมเพื่อประมาณค่าระดับความเสี่ยงของกรมป่าไม้ ปีงบประมาณ 2561 (กรมป่าไม้, 2561) มาประยุกต์ใช้กับแบบฟอร์มการประเมินความเสี่ยงต้นไม้ ISA เพื่อกำหนดค่าความเสี่ยงโดยรวมดังตารางที่ 2.4

ตารางที่ 2.4 ระดับความเสี่ยงโดยรวม (กรมป่าไม้, 2561)

ตารางหลักเกณฑ์ในการกำหนดระดับของโอกาสหรือความถี่ของการเกิดความเสี่ยง		
ระดับ	รายละเอียด	หลักเกณฑ์การพิจารณา (ความเป็นไปได้/โอกาสที่จะเกิดขึ้น)
Extreme (4)	เกิดขึ้นเป็นปกติ/เป็นประจำ	51 – 99%
High (3)	มีโอกาสอย่างมากที่จะเกิดขึ้น	26 - 50%
Moderate (2)	มีโอกาสที่จะเกิดขึ้นปานกลาง	11 - 25%
Low (1)	มีโอกาสที่จะเกิดขึ้นนาน ๆ ครั้ง	1 - 10%

2.6 การคำนวณค่าความคลาดเคลื่อน

2.6.1 ค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (Mean square error: MSE) เป็นค่าที่ใช้วัดความแม่นยำพารามิเตอร์ของต้นไม้เพื่อประเมินความเสี่ยง ในตารางการประเมินความเสี่ยงของ ISA ระดับ 2 มีสูตรในการคำนวณดังนี้

$$MSE = \frac{\sum_{i=1}^{n}(x_t - \hat{x}_t)^2}{n} \quad (1)$$

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

2.6.2 รากของค่าคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (Root Mean square error: RMSE) เป็นค่าที่ใช้วัดความแม่นยำของตัวประมาณที่วัดจากรากที่สองของค่าคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย มีสูตรในการคำนวณดังนี้

$$RMSE = \sqrt{MSE} = \sqrt{\frac{\sum_{t=1}^{n}(x_t - \hat{x}_t)^2}{n}} \quad (2)$$

2.6.3 ค่า R-Squared คือสถิติที่ใช้วัดตัวแบบคณิตศาสตร์ที่มีความสมรูปกับข้อมูลมากน้อยอย่างไร หรือรู้จักกันในอีกความหมายหนึ่งว่าเป็น ค่าสัมประสิทธิ์แสดงการตัดสินใจ (Coefficient of Determination) หรือ ค่าสัมประสิทธิ์แสดงการตัดสินใจเชิงซ้อน (Coefficient of Multiple Determination) สำหรับการวิเคราะห์การถดถอยแบบพหุคูณ (Multiple Regression)

$$SS_{error} = \sum(Y_i - \hat{Y})^2 \quad (3)$$

$$SS_{total} = \sum(Y_i - \bar{Y})^2 \quad (4)$$

$$SS_{regression} = SS_{total} - SS_{error} \quad (5)$$

$$R^2 = \frac{SS_{regression}}{SS_{total}} \quad (6)$$

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทที่ 3
วิธีดำเนินการศึกษา

3.1 พื้นที่ศึกษา

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ได้รับพระราชดำริให้ประดิษฐานจากโรงเรียนข้าราชการพลเรือน ฯ ขึ้นเป็น “จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย” เมื่อ 26 มีนาคม พ.ศ. 2459 จากพระบาทสมเด็จพระมงกุฎเกล้าเจ้าอยู่หัว เพื่อเป็นพระบรมราชานุสาวรีย์เฉลิมพระเกียรติแห่งสมเด็จพระบรมชนกาธิราช โดยมีต้นจามจุรีเป็นสัญลักษณ์อย่างหนึ่งของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เนื่องจากที่ตั้งของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย มีจามจุรีขึ้นอยู่อย่างหนาแน่น ทางสถาบันจึงนำต้นจามจุรีมาเป็นไม้ประจำมหาวิทยาลัย เมื่อวันที่ ๑๕ มกราคม ๒๕๐๕ พระบาทสมเด็จพระปรมินทรมหาภูมิพลอดุลยเดช เสด็จพระราชดำเนินไปยังจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย พระราชทานต้นจามจุรีแก่มหาวิทยาลัยจำนวน ๕ ต้น ดังรูปที่ 3.1 ซึ่งพระองค์ทรงนำมาจากพระราชวังไกลกังวล หัวหิน และทรงปลูกด้วยพระองค์เอง บริเวณด้านหน้าหอประชุมจุฬาฯ ต้นจามจุรีเป็นต้นไม้ขนาดใหญ่ สูง 15-20 เมตร กิ่งก้านมีขนาดใหญ่ เรือนยอดแผ่วงกว้างโค้งตรงกลางและลาดลงหาขอบคล้ายรูปร่ม กว้างถึงประมาณ 30 เมตร

รูปที่ 3.1 ต้นจามจุรีทรงปลูก

3.2 ข้อมูลที่ใช้ในงานวิจัย

3.2.1 ประเมินความเสี่ยงของต้นไม้ในเมืองโดยเครื่อง TLS

ในงานวิจัยนี้มีการประเมินความเสี่ยงของต้นไม้โดยใช้เทคโนโลยี TLS เก็บข้อมูลต้นจามจุรีที่ พระบาทสมเด็จพระปรมินทรมหาภูมิพลอดุลยเดช ทรงปลูกบริเวณด้านหน้าหอประชุมจุฬาฯ จำนวน 4 ต้น จากนั้นทำการสร้างแบบจำลองต้นไม้ 3มิติ โดยใช้ ซอฟต์แวร์ Scan Master และทำการประเมินความเสี่ยงของต้นไม้ด้วยวิธีการกรอกแบบฟอร์มการประเมินความเสี่ยงของ ISA ระดับที่ 2 จากแบบจำลองต้นไม้ 3 มิติ การประเมินความเสี่ยงของต้นไม้ภาคสนามโดยผู้ประเมินความเสี่ยงของต้นไม้ที่ได้รับการรับรองโดย ISA (ISA Qualified Tree Risk Assessor) ผศ.ดร.พรเทพ เหมือนพงษ์ ภาควิชาวนวัฒนวิทยา คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

3.2.2 ประเมินความเสี่ยงของต้นไม้ในเมืองโดยเก็บข้อมูลภาคสนามของผู้ประเมินความเสี่ยง

การประเมินความเสี่ยง เก็บข้อมูลต้นจามจุรีที่ พระบาทสมเด็จพระปรมินทรมหาภูมิพลอดุลยเดช ทรงปลูกบริเวณด้านหน้าหอประชุมจุฬาฯ จำนวน 4 ต้น ผู้ประเมินทำการประเมินความเสี่ยงระดับ 2 ด้วยการใช้แบบฟอร์มการประเมินความเสี่ยงของ ISA จากการตรวจวัดเก็บข้อมูลด้วยวิธีพื้นฐาน และการประเมินด้วยการสังเกตด้วยตา

3.3 วิธีการสร้างแบบจำลองต้นไม้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

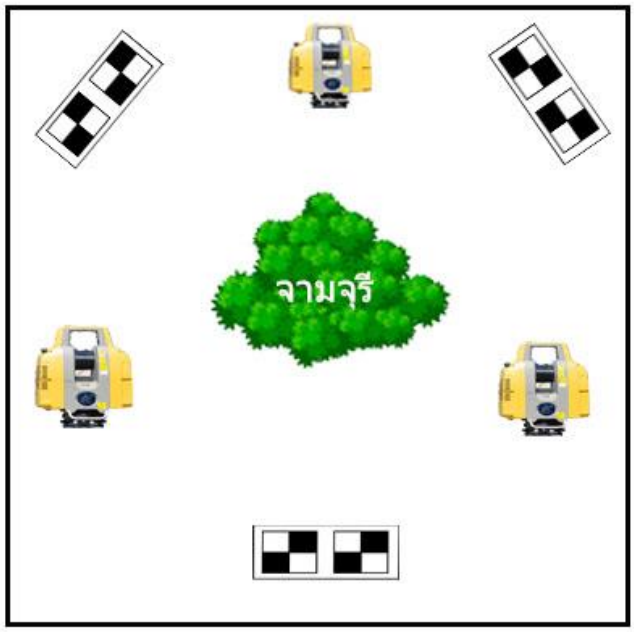
การสร้างแบบจำลองต้นไม้เป็นพื้นฐานสำหรับการประเมินลักษณะของต้นไม้ ถูกสร้างขึ้นในรูปแบบ single-tree เป็นแบบจำลองที่มีรายละเอียดที่ดีเหมาะในการใช้งาน เช่นการจำลองความเสมือนจริงดังรูปที่ 3.2 ในการสร้างแบบจำลองต้นไม้ข้อมูลจะถูกบันทึกใน point cloud เท่าที่จะทำได้เพื่อสร้างแบบจำลองที่มีรายละเอียดสมบูรณ์ สมมติฐานนี้ส่วนใหญ่ใช้ในกรณีที่ต้นไม้สมบูรณ์อยู่ห่างกันเช่น ต้นไม้ริมถนนในเมือง (Lefsky & McHale, 2008; Vonderach et al., 2012) หรืออาจอยู่ใกล้กันแต่จะต้องสแกนจากหลายทิศทางตัวอย่างเช่น ต้นไม้ทุกต้นถูกสแกนจาก 3 หรือ 4 ตำแหน่งรอบ ๆ ตามรูปแบบงานวิจัยของ Dassot et al. (2012) Schilling et al. (2012) และ Delagrange et al., (2014) ซึ่งยากหรือเป็นไปไม่ได้แม้แต่จะวัด และหากจะทำการวัดจำเป็นต้องมีการตัด ยากที่จะปฏิบัติได้อย่างมีประสิทธิภาพหรือแม่นยำ

รูปที่ 3.2 แบบจำลองต้นไม้แบบ single-tree

3.4 การเก็บข้อมูลด้วยเครื่องสแกนเลเซอร์ภาคพื้นดิน

3.4.1 ตั้งสถานีเครื่องสแกนเลเซอร์ภาคพื้นดิน และเป้าอ้างอิง

สแกนตัวอย่างเก็บข้อมูล point cloud แบบ 3มิติ เก็บข้อมูลของต้นไม้ด้วยวิธี multi-scan ในรูปแบบ single-tree ในการสแกนตัวอย่าง 1 ตัวอย่าง ต้องตั้งเครื่อง TLS อย่างน้อย 3 สถานี และต้องตั้งเป้าอ้างอิงอย่างน้อย 3 จุด โดยแต่ละสถานีต้องมองเห็นเป้าอ้างอิงอย่างน้อย 2 จุด จุดละ 2 เป้า เพื่อทำการ Register ข้อมูลจุดพิกัดดังแสดงในรูปที่ 3.3



รูปที่ 3.3 การตั้งเครื่อง TLS เพื่อเก็บข้อมูล Point cloud

3.4.2 ขั้นตอนการเก็บข้อมูลภาคสนาม

หาจุดตั้งเครื่อง TLS และจุดตั้งเป้าอ้างอิง รูปที่ 3.4 การตั้งค่าเครื่อง TLS โดยเริ่มจากตั้งชื่อเป้าหมายคือ tcu_01 tcu_02 tcu_03 และ tcu_04 ตามลำดับ จากนั้นตั้งค่ากล้องเพื่อถ่ายภาพ 360 องศา ตั้งค่าPanorama เป็น Wide, Resolution เป็น High60deg และ Exposure เป็น Auto กด OK ต่อมา ตั้งค่าการสแกน โดยเลือก Resolution เท่ากับ 6.3mm@10m แล้วเลือก Scan Mode เป็น High Speed สุดท้ายเลือก Pulse Select เป็น First จากนั้นกด OK แล้วกด Scan

รูปที่ 3.4 การตั้งค่าเครื่อง TLS

การเก็บข้อมูลภาคสนามโดยใช้เครื่อง TLS เก็บข้อมูล point cloud แบบ 3มิติ ของต้นจามจุรีที่พระบาทสมเด็จพระปรมินทรมหาภูมิพลอดุลยเดช ทรงปลูกบริเวณด้านหน้าหอประชุมจุฬาฯ จำนวน 4 ต้น ดังรูปที่ 3.5

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

รูปที่ 3.5 การเก็บข้อมูลภาคสนาม

บทที่ 4
ผลการดำเนินงานวิจัย

4.1 ผลการประเมินความเสี่ยงของต้นจามจุรีโดย TLS

ในงานวิจัยนี้ได้ทำการเก็บข้อมูลต้นจามจุรีที่ พระบาทสมเด็จพระปรมินทรมหาภูมิพลอดุลยเดช ทรงปลูกบริเวณด้านหน้าหอประชุมจุฬาฯ จำนวน 4 ต้น คือ tcu_01 tcu_02 tcu_03 และ tcu_04 จากการเก็บข้อมูลต้นจามจุรีโดยเครื่องมือ TLS สร้างแบบจำลอง point cloud แบบ 3 มิติ ด้วยโปรแกรม Scan Master และวัดค่าพารามิเตอร์ด้วยโปรแกรม cloudcompare ซึ่งแบบจำลอง point cloud แบบ 3 มิติแสดงดังรูปที่ 4.1 ถึง 4.4

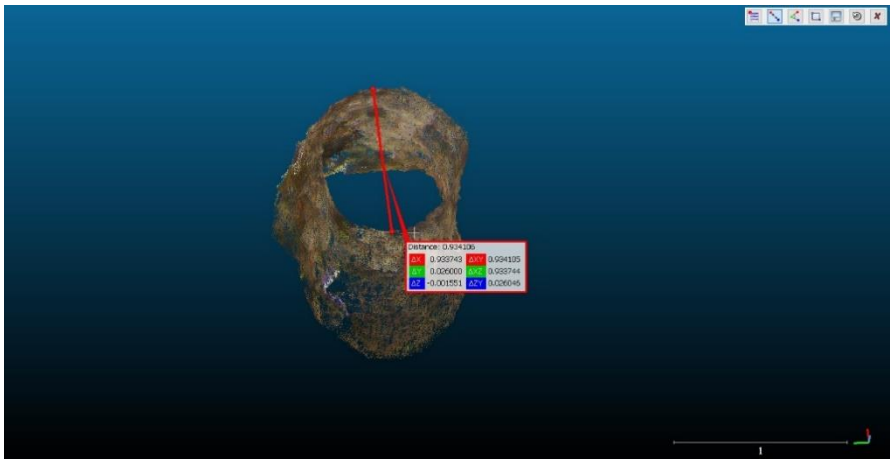
รูปที่ 4.1 แบบจำลอง 3 มิติ ของต้นจามจุรี tcu_01

รูปที่ 4.2 แบบจำลอง 3 มิติ ของต้นจามจุรี tcu_02

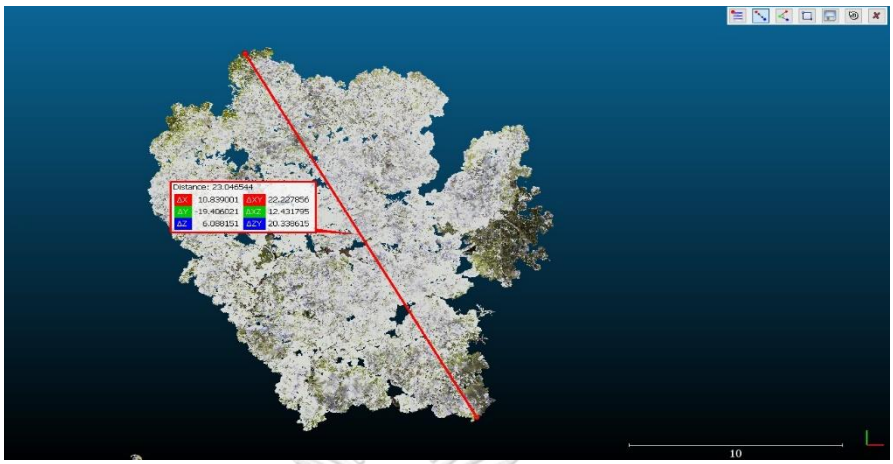
รูปที่ 4.3 แบบจำลอง 3 มิติ ของต้นจามจุรี tcu_03

รูปที่ 4.4 แบบจำลอง 3 มิติ ของต้นจามจุรี tcu_04

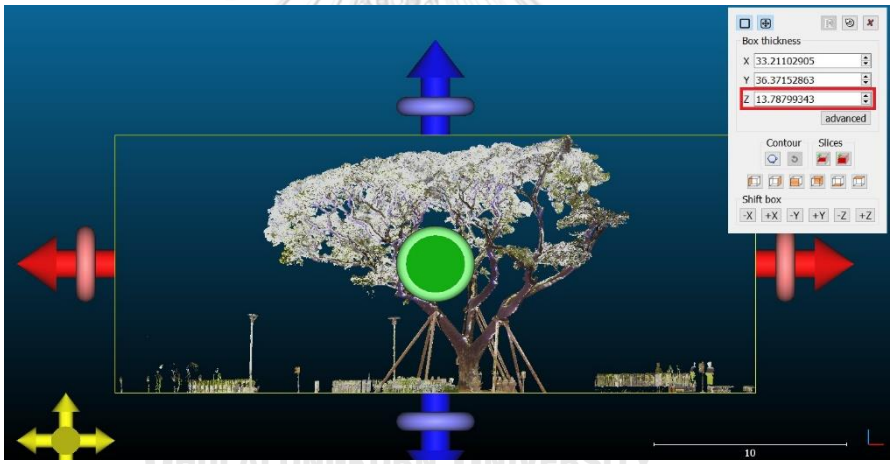
การประเมินความเสี่ยงของต้นจามจุรี ใช้ข้อมูลจากเครื่อง TLS ตารางที่ 4.1 ถึง 4.4 ตารางการประเมินความเสี่ยงต้นไม้โดยข้อมูล TLS ตั้งแต่ tcu_01 ถึง tcu_04 โดยวัดข้อมูลเบื้องต้นของต้นจามจุรีได้ดังตารางที่ 4.5 จากการประเมินความเสี่ยงข้อมูลต้นไม้ที่วัดจากเครื่อง TLS ทำการวัดสามส่วน คือ DBH (วัดที่ความสูงจากพื้นดินประมาณ 1.3 เมตร) ความสูง และความกว้างของเรือนยอด วัดค่าด้วยโปรแกรม cloudcompare ดังรูปที่ 4.5 ถึง 4.6 ดังตารางที่ 4.5 DBH มีค่าเท่ากับ1.1 0.91 และ0.9 High มีค่าเท่ากับ 14.1 13.9 14.4 และ15.5 ความกว้างของเรือนยอด เท่ากับ 22.5 19.7 21.5 และ29.6 ตามลำดับ การประเมินความเสี่ยงโดยรวม tcu_01 เท่ากับ High(3) tcu_02 เท่ากับ Low(1) tcu_03 เท่ากับ Low(1) และtcu_04 มีค่าเท่ากับ moderate(2)



รูปที่ 4.5 การวัด DBH ของต้นจามจุรี ด้วยโปรแกรม cloudcompare

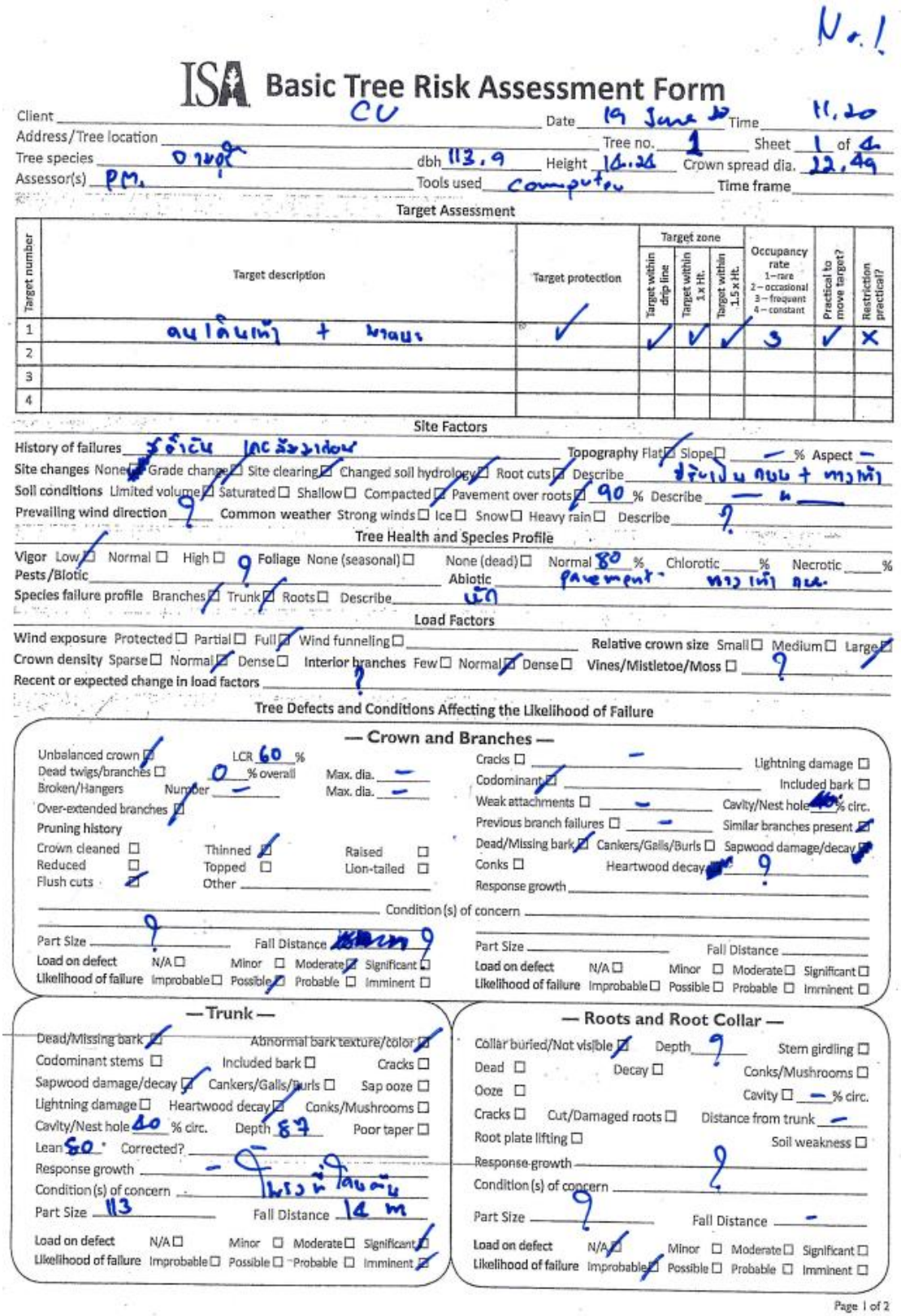


รูปที่ 4.6 การวัด Crown spread dia. ด้วยโปรแกรม cloudcompare



รูปที่ 4.7 การวัด Height ด้วยโปรแกรม cloudcompare

ตารางที่ 4.1 ประเมินความเสี่ยงต้นจามจุรี tcu_01 โดยข้อมูล TLS



No.1

ISA Basic Tree Risk Assessment Form

Client CU Date 19 June 22 Time 11.20
Address/Tree location Tree no. 1 Sheet 1 of 4
Tree species ต้นจามจุรี dbh 113.9 Height 16.26 Crown spread dia. 22.49
Assessor(s) PM. Tools used computer Time frame

Target Assessment

Target number	Target description	Target protection	Target zone: Target within drip line	Target zone: Target within 1 x Ht.	Target zone: Target within 1.5 x Ht.	Occupancy rate (1=rare, 2=occasional, 3=frequent, 4=constant)	Practical to move target?	Restriction practical?
1	ลานโล่งเก้า + ทางเ	✓	✓	✓	✓	3	✓	X
2								
3								
4								

Site Factors

History of failures รอดำเนิน เคยล้มมาแล้ว
Topography Flat ☐ Slope ☐ — % Aspect —
Site changes None ☐ Grade change ☐ Site clearing ☑ Changed soil hydrology ☐ Root cuts ☐ Describe ปรับเป็นลานโล่ง + ทางเท้า
Soil conditions Limited volume ☐ Saturated ☐ Shallow ☐ Compacted ☐ Pavement over roots ☑ 90 % Describe — ต้น —
Prevailing wind direction ? Common weather Strong winds ☐ Ice ☐ Snow ☐ Heavy rain ☐ Describe ?

Tree Health and Species Profile

Vigor Low ☐ Normal ☐ High ☐ ? Foliage None (seasonal) ☐ None (dead) ☐ Normal 80 % Chlorotic ___ % Necrotic ___ %
Pests/Biotic ___ Abiotic pavement. ทางเท้า ลาน.
Species failure profile Branches ☐ Trunk ☐ Roots ☐ Describe ปกติ

Load Factors

Wind exposure Protected ☐ Partial ☐ Full ☐ Wind funneling ☐ ___ Relative crown size Small ☐ Medium ☐ Large ☐
Crown density Sparse ☐ Normal ☐ Dense ☐ Interior branches Few ☐ Normal ☐ Dense ☐ Vines/Mistletoe/Moss ☐ ?
Recent or expected change in load factors ?

Tree Defects and Conditions Affecting the Likelihood of Failure

— Crown and Branches —

Unbalanced crown ☐ LCR 60 %
Dead twigs/branches ☐ 0 % overall
Broken/Hangers Number — Max. dia. —
Over-extended branches ☐ Max. dia. —
Pruning history
Crown cleaned ☐ Thinned ☐ Raised ☐
Reduced ☐ Topped ☐ Lion-tailed ☐
Flush cuts ☐ Other ___
Part Size ? Fall Distance ?
Load on defect N/A ☐ Minor ☐ Moderate ☐ Significant ☐
Likelihood of failure Improbable ☐ Possible ☐ Probable ☐ Imminent ☐

Cracks ☐ — Lightning damage ☐
Codominant ☐ ___ Included bark ☐
Weak attachments ☐ — Cavity/Nest hole 40 % circ.
Previous branch failures ☐ — Similar branches present ☐
Dead/Missing bark ☐ Cankers/Galls/Burls ☐ Sapwood damage/decay ☐
Conks ☐ Heartwood decay ?
Response growth ___
Condition(s) of concern ___
Part Size ___ Fall Distance ___
Load on defect N/A ☐ Minor ☐ Moderate ☐ Significant ☐
Likelihood of failure Improbable ☐ Possible ☐ Probable ☐ Imminent ☐

— Trunk —

Dead/Missing bark ☐ Abnormal bark texture/color ☐
Codominant stems ☐ Included bark ☐ Cracks ☐
Sapwood damage/decay ☐ Cankers/Galls/Burls ☐ Sap ooze ☐
Lightning damage ☐ Heartwood decay ☐ Conks/Mushrooms ☐
Cavity/Nest hole 40 % circ. Depth 87 Poor taper ☐
Lean 50 ° Corrected? —
Response growth —
Condition(s) of concern ?
Part Size 113 Fall Distance 14 m
Load on defect N/A ☐ Minor ☐ Moderate ☐ Significant ☐
Likelihood of failure Improbable ☐ Possible ☐ Probable ☐ Imminent ☐

— Roots and Root Collar —

Collar buried/Not visible ☐ Depth ? Stem girdling ☐
Dead ☐ Decay ☐ Conks/Mushrooms ☐
Ooze ☐ Cavity ☐ — % circ.
Cracks ☐ Cut/Damaged roots ☐ Distance from trunk —
Root plate lifting ☐ Soil weakness ☐
Response growth ?
Condition(s) of concern ?
Part Size ? Fall Distance —
Load on defect N/A ☐ Minor ☐ Moderate ☐ Significant ☐
Likelihood of failure Improbable ☐ Possible ☐ Probable ☐ Imminent ☐

Page 1 of 2

Risk Categorization

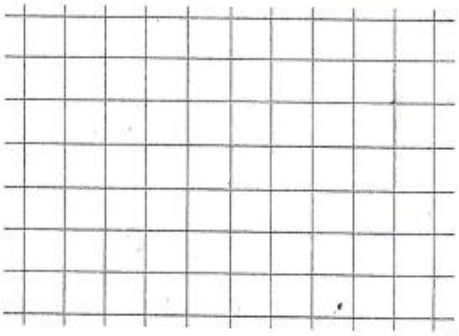
Target (Target number or description)	Tree part	Condition(s) of concern	Likelihood: Failure: Improbable	Failure: Possible	Failure: Probable	Failure: Imminent	Impact: Very low	Impact: Low	Impact: Medium	Impact: High	Failure & Impact (from Matrix 1): Unlikely	Somewhat	Likely	Very likely	Consequences: Negligible	Minor	Significant	Severe	Risk rating (from Matrix 2)
1. ต้น	ลำต้น	ผุกลวงขนาดใหญ่				✓			✓				✓					✓	High
ขนาดเส้นรอบวง 1.50 เมตร																			

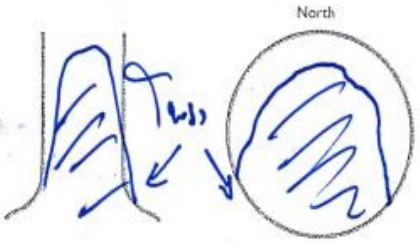
Matrix 1. Likelihood matrix.

Likelihood of Failure	Likelihood of Impact: Very low	Low	Medium	High
Imminent	Unlikely	Somewhat likely	Likely	Very likely
Probable	Unlikely	Unlikely	Somewhat likely	Likely
Possible	Unlikely	Unlikely	Unlikely	Somewhat likely
Improbable	Unlikely	Unlikely	Unlikely	Unlikely

Matrix 2. Risk rating matrix.

Likelihood of Failure & Impact	Consequences of Failure: Negligible	Minor	Significant	Severe
Very likely	Low	Moderate	High	Extreme
Likely	Low	Moderate	High	High
Somewhat likely	Low	Low	Moderate	Moderate
Unlikely	Low	Low	Low	Low





Notes, explanations, descriptions

Mitigation options

1. ตัดออก — Residual risk
2. ตัดต้น — Residual risk
3. _____ Residual risk
4. _____ Residual risk

Overall tree risk rating: Low ☐ Moderate ☐ High ☑ Extreme ☐

Overall residual risk: None ☐ Low ☐ Moderate ☐ High ☑ Extreme ☐ Recommended inspection interval 3 M.

Data ☑ Final ☐ Preliminary Advanced assessment needed ☐ No ☐ Yes-Type/Reason —

Inspection limitations ☐ None ☐ Visibility ☐ Access ☐ Vines ☐ Root collar buried Describe

This datasheet was produced by the International Society of Arboriculture (ISA) — 2017

ตารางที่ 4.2 ประเมินความเสี่ยงต้นจามจุรี tcu_02 โดยข้อมูล TLS

No.2.

ISA Basic Tree Risk Assessment Form

Client CU Date Time 11.57

Address/Tree location Tree no. 2 Sheet 2 of 4

Tree species ... dbh 63.4 Height 14.74 Crown spread dia. 22.87

Assessor(s) ... Tools used Time frame

Target Assessment

Target number	Target description	Target protection	Target zone: Target within drip line	Target zone: Target within 1x Ht.	Target zone: Target within 1.5x Ht.	Occupancy rate 1=rare 2=occasional 3=frequent 4=constant	Practical to move target?	Restriction practical?
1	...	✓	✓	✓	✓	3	✓	X
2								
3								
4								

Site Factors

History of failures 9 Topography Flat ☐ Slope ☐ — % Aspect —

Site changes None ☐ Grade change ☐ Site clearing ☐ Changed soil hydrology ☐ Root cuts ☐ Describe ... ไม่มี

Soil conditions Limited volume ☐ Saturated ☐ Shallow ☐ Compacted ☐ Pavement over roots ☐ 80 % Describe —

Prevailing wind direction 9 Common weather Strong winds ☐ Ice ☐ Snow ☐ Heavy rain ☐ Describe 9

Tree Health and Species Profile

Vigor Low ☐ Normal ☐ High ☐ Foliage None (seasonal) ☐ None (dead) ☐ Normal 70 % Chlorotic ___ % Necrotic ___ %

Pests/Biotic 9 Abiotic ไม่มี

Species failure profile Branches ☐ Trunk ☐ Roots ☐ Describe ...

Load Factors

Wind exposure Protected ☐ Partial ☐ Full ☐ Wind funnelling ☐ Relative crown size Small ☐ Medium ☐ Large ☐

Crown density Sparse ☐ Normal ☐ Dense ☐ Interior branches Few ☐ Normal ☐ Dense ☐ Vines/Mistletoe/Moss ☐ 9

Recent or expected change in load factors 9

Tree Defects and Conditions Affecting the Likelihood of Failure

— Crown and Branches —

Unbalanced crown ☐ LCR 60 %

Dead twigs/branches ☐ 1 % overall Max. dia. 6 cm

Broken/Hangers Number — Max. dia. —

Over-extended branches ☐

Pruning history

Crown cleaned ☐ Thinned ☐ Raised ☐

Reduced ☐ Topped ☐ Lion-tailed ☐

Flush cuts ☐ Other

กิ่งแห้ง 6 cm

Part Size ... Fall Distance ...

Load on defect N/A ☐ Minor ☐ Moderate ☐ Significant ☐

Likelihood of failure Improbable ☐ Possible ☐ Probable ☐ Imminent ☐

Cracks ☐ — Lightning damage ☐

Codominant ☐ Included bark ☐

Weak attachments ☐ 9 Cavity/Nest hole — % circ.

Previous branch failures ☐ — Similar branches present ☐

Dead/Missing bark ☐ Cankers/Galls/Burls ☐ Sapwood damage/decay ☐

Conks ☐ Heartwood decay ☐ —

Response growth

Condition(s) of concern

Part Size ... Fall Distance ...

Load on defect N/A ☐ Minor ☐ Moderate ☐ Significant ☐

Likelihood of failure Improbable ☐ Possible ☐ Probable ☐ Imminent ☐

— Trunk —

Dead/Missing bark ☐ Abnormal bark texture/color ☐

Codominant stems ☐ Included bark ☐ Cracks ☐

Sapwood damage/decay ☐ Cankers/Galls/Burls ☐ Sap ooze ☐

Lightning damage ☐ Heartwood decay ☐ Conks/Mushrooms ☐

Cavity/Nest hole — % circ. Depth — Poor taper ☐

Lean — ° Corrected? —

Response growth —

Condition(s) of concern Codominant stem

Part Size ... Fall Distance ...

Load on defect N/A ☐ Minor ☐ Moderate ☐ Significant ☐

Likelihood of failure Improbable ☐ Possible ☐ Probable ☐ Imminent ☐

— Roots and Root Collar —

Collar buried/Not visible ☐ Depth 9 Stem girdling ☐

Dead ☐ Decay ☐ Conks/Mushrooms ☐

Ooze ☐ Cavity ☐ ___ % circ.

Cracks ☐ Cut/Damaged roots ☐ Distance from trunk ___

Root plate lifting ☐ Soil weakness ☐

Response growth

Condition(s) of concern 9

Part Size — Fall Distance —

Load on defect N/A ☐ Minor ☐ Moderate ☐ Significant ☐

Likelihood of failure Improbable ☐ Possible ☐ Probable ☐ Imminent ☐

Page 1 of 2

Risk Categorization

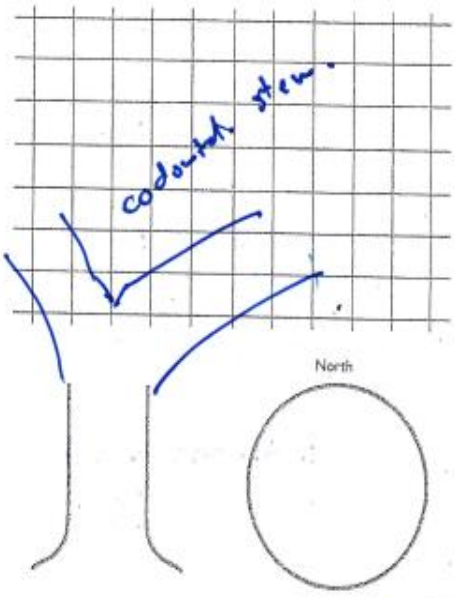
Target (Target number or description)	Tree part	Condition(s) of concern	Likelihood: Failure: Improbable	Failure: Possible	Failure: Probable	Failure: Imminent	Impact: Very low	Impact: Low	Impact: Medium	Impact: High	Failure & Impact (from Matrix 1): Unlikely	Failure & Impact: Somewhat likely	Failure & Impact: Likely	Failure & Impact: Very likely	Consequences: Negligible	Consequences: Minor	Consequences: Significant	Consequences: Severe	Risk rating (from Matrix 2)
A																			
				✓					✓		✓							✓	Low
		codominant																	
	stem																		

Matrix 1. Likelihood matrix.

Likelihood of Failure	Likelihood of Impact: Very low	Low	Medium	High
Imminent	Unlikely	Somewhat likely	Likely	Very likely
Probable	Unlikely	Unlikely	Somewhat likely	Likely
Possible	Unlikely	Unlikely	Unlikely	Somewhat likely
Improbable	Unlikely	Unlikely	Unlikely	Unlikely

Matrix 2. Risk rating matrix.

Likelihood of Failure & Impact	Consequences of Failure: Negligible	Minor	Significant	Severe
Very likely	Low	Moderate	High	Extreme
Likely	Low	Moderate	High	High
Somewhat likely	Low	Low	Moderate	Moderate
Unlikely	Low	Low	Low	Low



Notes, explanations, descriptions

Mitigation options

1. _____ Residual risk co-dominant
2. _____ Residual risk _____
3. _____ Residual risk _____
4. _____ Residual risk _____

Overall tree risk rating Low ☐ Moderate ☐ High ☐ Extreme ☐

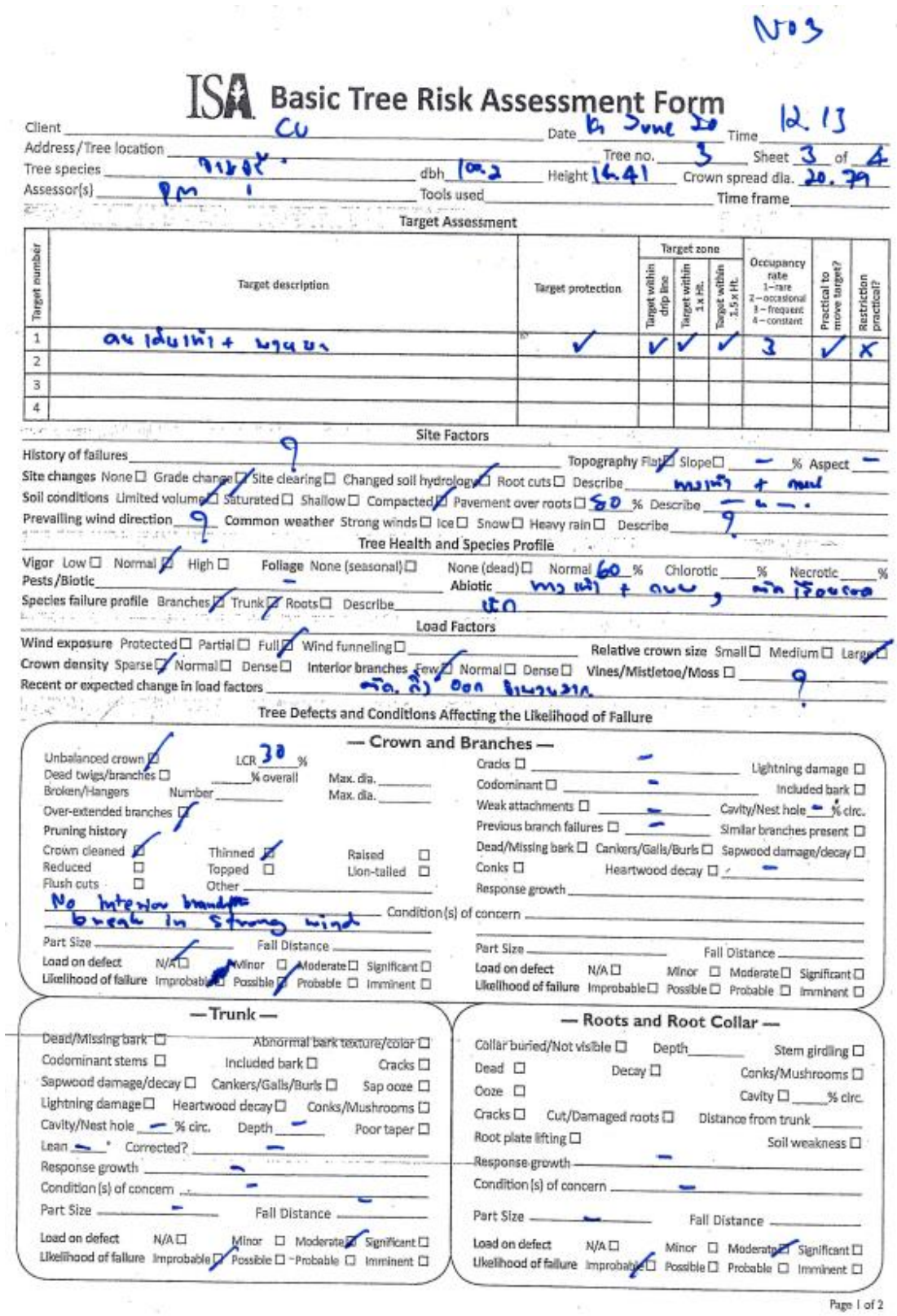
Overall residual risk None ☐ Low ☐ Moderate ☐ High ☐ Extreme ☐ Recommended inspection interval 6M

Data ☐ Final ☐ Preliminary Advanced assessment needed ☐ No ☐ Yes-Type/Reason –

Inspection limitations ☐ None ☐ Visibility ☐ Access ☐ Vines ☐ Root collar buried Describe –

This datasheet was produced by the International Society of Arboriculture (ISA) — 2017

ตารางที่ 4.3 ประเมินความเสี่ยงต้นจามจุรี tcu_03 โดยข้อมูล TLS



ISA Basic Tree Risk Assessment Form

Client CU Date 6 June 20 Time 12.13

Address/Tree location Tree no. 3 Sheet 3 of 4

Tree species ... dbh 10.2 Height 16.41 Crown spread dia. 20.79

Assessor(s) PM Tools used Time frame

Target Assessment

Target number	Target description	Target protection	Target zone: Target within drip line	Target zone: Target within 1 x Ht.	Target zone: Target within 1.5 x Ht.	Occupancy rate 1–rare 2–occasional 3–frequent 4–constant	Practical to move target?	Restriction practical?
1	...	✓	✓	✓	✓	3	✓	X
2								
3								
4								

Site Factors

History of failures 9 Topography Flat ☑ Slope ☐ — % Aspect —

Site changes None ☐ Grade change ☐ Site clearing ☐ Changed soil hydrology ☐ Root cuts ☐ Describe ...

Soil conditions Limited volume ☐ Saturated ☐ Shallow ☐ Compacted ☑ Pavement over roots ☐ 80 % Describe —

Prevailing wind direction 9 Common weather Strong winds ☐ Ice ☐ Snow ☐ Heavy rain ☐ Describe 9

Tree Health and Species Profile

Vigor Low ☐ Normal ☑ High ☐ Foliage None (seasonal) ☐ None (dead) ☐ Normal 60 % Chlorotic ___ % Necrotic ___ %

Pests/Biotic — Abiotic ...

Species failure profile Branches ☑ Trunk ☑ Roots ☐ Describe ...

Load Factors

Wind exposure Protected ☐ Partial ☐ Full ☑ Wind funneling ☐ Relative crown size Small ☐ Medium ☐ Large ☑

Crown density Sparse ☐ Normal ☑ Dense ☐ Interior branches Few ☑ Normal ☐ Dense ☐ Vines/Mistletoe/Moss ☐ 9

Recent or expected change in load factors ...

Tree Defects and Conditions Affecting the Likelihood of Failure

— Crown and Branches —

Unbalanced crown ☑ LCR 30 %

Dead twigs/branches ☐ ___% overall Max. dia. ___

Broken/Hangers Number ___ Max. dia. ___

Over-extended branches ☑

Pruning history

Crown cleaned ☑ Thinned ☑ Raised ☐

Reduced ☐ Topped ☐ Lion-tailed ☐

Flush cuts ☐ Other ___

No interior branches break in strong wind

Condition(s) of concern ...

Part Size ___ Fall Distance ___

Load on defect N/A ☐ Minor ☐ Moderate ☐ Significant ☐

Likelihood of failure Improbable ☐ Possible ☑ Probable ☐ Imminent ☐

Cracks ☐ — Lightning damage ☐

Codominant ☐ — Included bark ☐

Weak attachments ☐ — Cavity/Nest hole — % circ.

Previous branch failures ☐ — Similar branches present ☐

Dead/Missing bark ☐ Cankers/Galls/Burls ☐ Sapwood damage/decay ☐

Conks ☐ Heartwood decay ☐ —

Response growth ...

Condition(s) of concern ...

Part Size ___ Fall Distance ___

Load on defect N/A ☐ Minor ☐ Moderate ☐ Significant ☐

Likelihood of failure Improbable ☐ Possible ☐ Probable ☐ Imminent ☐

— Trunk —

Dead/Missing bark ☐ Abnormal bark texture/color ☐

Codominant stems ☐ Included bark ☐ Cracks ☐

Sapwood damage/decay ☐ Cankers/Galls/Burls ☐ Sap ooze ☐

Lightning damage ☐ Heartwood decay ☐ Conks/Mushrooms ☐

Cavity/Nest hole — % circ. Depth — Poor taper ☐

Lean — ° Corrected? —

Response growth —

Condition(s) of concern —

Part Size — Fall Distance —

Load on defect N/A ☐ Minor ☐ Moderate ☑ Significant ☐

Likelihood of failure Improbable ☐ Possible ☐ Probable ☐ Imminent ☐

— Roots and Root Collar —

Collar buried/Not visible ☐ Depth ___ Stem girdling ☐

Dead ☐ Decay ☐ Conks/Mushrooms ☐

Ooze ☐ Cavity ☐ ___% circ.

Cracks ☐ Cut/Damaged roots ☐ Distance from trunk ___

Root plate lifting ☐ Soil weakness ☐

Response growth —

Condition(s) of concern —

Part Size — Fall Distance —

Load on defect N/A ☐ Minor ☐ Moderate ☑ Significant ☐

Likelihood of failure Improbable ☐ Possible ☐ Probable ☐ Imminent ☐

Page 1 of 2

Risk Categorization

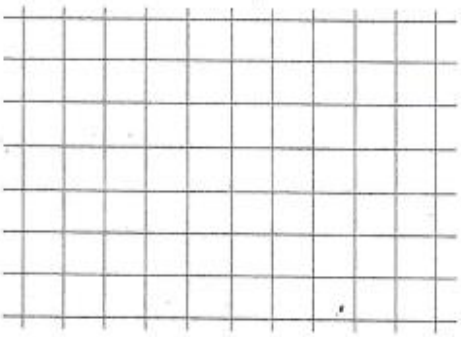
Target (Target number or description)	Tree part	Condition(s) of concern	Likelihood: Failure: Improbable	Likelihood: Failure: Possible	Likelihood: Failure: Probable	Likelihood: Failure: Imminent	Likelihood: Impact: Very low	Likelihood: Impact: Low	Likelihood: Impact: Medium	Likelihood: Impact: High	Likelihood: Failure & Impact (from Matrix 1): Unlikely	Likelihood: Failure & Impact (from Matrix 1): Somewhat	Likelihood: Failure & Impact (from Matrix 1): Likely	Likelihood: Failure & Impact (from Matrix 1): Very likely	Consequences: Negligible	Consequences: Minor	Consequences: Significant	Consequences: Severe	Risk rating (from Matrix 2)
ตนโคนต้น	Crown	no interior branch		✓					✓		✓					✓			Low
+ ทรงพุ่ม																			

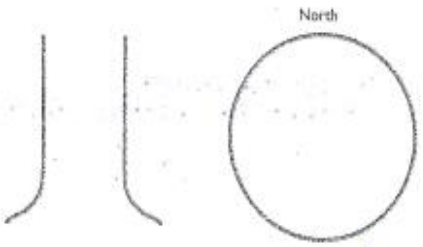
Matrix 1. Likelihood matrix.

Likelihood of Failure	Likelihood of Impact: Very low	Low	Medium	High
Imminent	Unlikely	Somewhat likely	Likely	Very likely
Probable	Unlikely	Unlikely	Somewhat likely	Likely
Possible	Unlikely	Unlikely	Unlikely	Somewhat likely
Improbable	Unlikely	Unlikely	Unlikely	Unlikely

Matrix 2. Risk rating matrix.

Likelihood of Failure & Impact	Consequences of Failure: Negligible	Minor	Significant	Severe
Very likely	Low	Moderate	High	Extreme
Likely	Low	Moderate	High	High
Somewhat likely	Low	Low	Moderate	Moderate
Unlikely	Low	Low	Low	Low





Notes, explanations, descriptions

Mitigation options

1. ตัดแต่งกิ่งที่ยื่นออกมา Residual risk ต่ำ เหมาะสม
2. _____ Residual risk _____
3. _____ Residual risk _____
4. _____ Residual risk _____

Overall tree risk rating Low ☐ Moderate ☐ High ☐ Extreme ☐

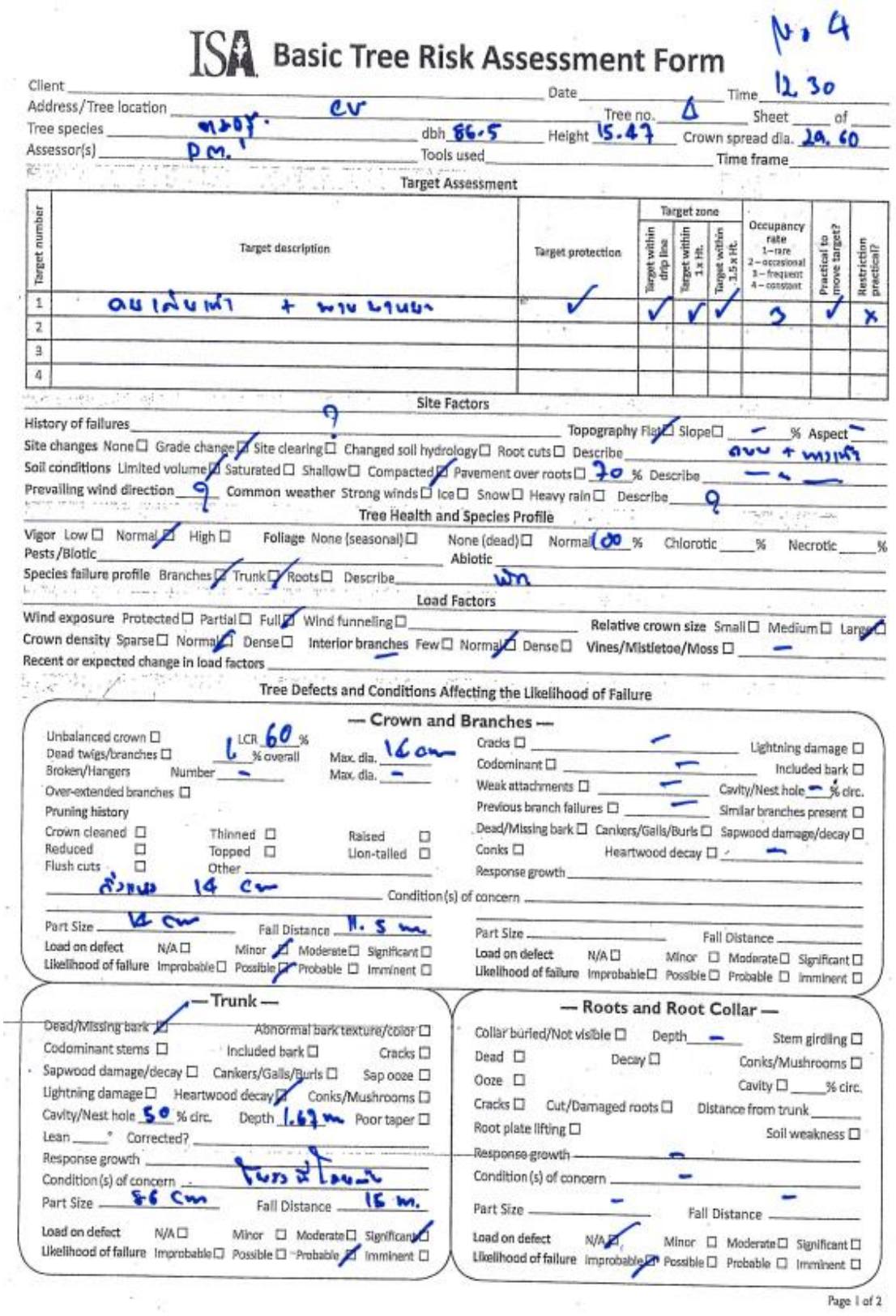
Overall residual risk None ☐ Low ☐ Moderate ☐ High ☐ Extreme ☐ Recommended inspection interval 6 M

Data ☐ Final ☐ Preliminary Advanced assessment needed ☐ No ☐ Yes-Type/Reason _____

Inspection limitations ☐ None ☐ Visibility ☐ Access ☐ Vines ☐ Root collar buried Describe _____

This datasheet was produced by the International Society of Arboriculture (ISA) — 2017

ตารางที่ 4.4 ประเมินความเสี่ยงต้นจามจุรี tcu_04 โดยข้อมูล TLS



ISA Basic Tree Risk Assessment Form

No. 4

Client _____ Date _____ Time 12.30

Address/Tree location _____ CU Tree no. 4 Sheet ____ of ____

Tree species ____ dbh 86.5 Height 15.47 Crown spread dia. 29.60

Assessor(s) P.M. Tools used _____ Time frame _____

Target Assessment

Target number	Target description	Target protection	Target zone: Target within drip line	Target zone: Target within 1 x Ht.	Target zone: Target within 1.5 x Ht.	Occupancy rate 1–rare 2–occasional 3–frequent 4–constant	Practical to move target?	Restriction practical?
1	ถนนเส้นหน้า + พาน ศูนย์	✓	✓	✓	✓	3	✓	X
2								
3								
4								

Site Factors

History of failures 9

Topography Flat ☐ Slope ☐ – % Aspect –

Site changes None ☐ Grade change ☐ Site clearing ☐ Changed soil hydrology ☐ Root cuts ☐ Describe ถนน + พาน ศูนย์

Soil conditions Limited volume ☐ Saturated ☐ Shallow ☐ Compacted ☐ Pavement over roots ☐ 70 % Describe – – –

Prevailing wind direction 9 Common weather Strong winds ☐ Ice ☐ Snow ☐ Heavy rain ☐ Describe 9

Tree Health and Species Profile

Vigor Low ☐ Normal ☐ High ☐ Foliage None (seasonal) ☐ None (dead) ☐ Normal (90 % Chlorotic ____ % Necrotic ____ %

Pests/Biotic _____ Abiotic _____

Species failure profile Branches ☐ Trunk ☐ Roots ☐ Describe ____ พาน

Load Factors

Wind exposure Protected ☐ Partial ☐ Full ☐ Wind funneling ☐ _____ Relative crown size Small ☐ Medium ☐ Large ☐

Crown density Sparse ☐ Normal ☐ Dense ☐ Interior branches Few ☐ Normal ☐ Dense ☐ Vines/Mistletoe/Moss ☐ –

Recent or expected change in load factors _____

Tree Defects and Conditions Affecting the Likelihood of Failure

— Crown and Branches —

Unbalanced crown ☐ LCR 60 %

Dead twigs/branches ☐ 6 % overall Max. dia. 16 cm

Broken/Hangers Number – Max. dia. –

Over-extended branches ☐

Pruning history

Crown cleaned ☐ Thinned ☐ Raised ☐

Reduced ☐ Topped ☐ Lion-tailed ☐

Flush cuts ☐ Other _____

ส่วนหน้า 14 cm Condition(s) of concern _____

Part Size 14 cm Fall Distance 11.5 m.

Load on defect N/A ☐ Minor ☐ Moderate ☐ Significant ☐

Likelihood of failure Improbable ☐ Possible ☐ Probable ☐ Imminent ☐

Cracks ☐ – Lightning damage ☐

Codominant ☐ – Included bark ☐

Weak attachments ☐ – Cavity/Nest hole – % circ.

Previous branch failures ☐ – Similar branches present ☐

Dead/Missing bark ☐ Cankers/Galls/Burls ☐ Sapwood damage/decay ☐

Conks ☐ Heartwood decay ☐ –

Response growth _____

Condition(s) of concern _____

Part Size _____ Fall Distance _____

Load on defect N/A ☐ Minor ☐ Moderate ☐ Significant ☐

Likelihood of failure Improbable ☐ Possible ☐ Probable ☐ Imminent ☐

— Trunk —

Dead/Missing bark ☐ Abnormal bark texture/color ☐

Codominant stems ☐ Included bark ☐ Cracks ☐

Sapwood damage/decay ☐ Cankers/Galls/Burls ☐ Sap ooze ☐

Lightning damage ☐ Heartwood decay ☐ Conks/Mushrooms ☐

Cavity/Nest hole 50 % circ. Depth 1.63 m Poor taper ☐

Lean ____ ° Corrected? _____

Response growth _____

Condition(s) of concern โพรง + โคนเน่า

Part Size 86 cm Fall Distance 15 m.

Load on defect N/A ☐ Minor ☐ Moderate ☐ Significant ☐

Likelihood of failure Improbable ☐ Possible ☐ Probable ☐ Imminent ☐

— Roots and Root Collar —

Collar buried/Not visible ☐ Depth – Stem girdling ☐

Dead ☐ Decay ☐ Conks/Mushrooms ☐

Ooze ☐ Cavity ☐ ____ % circ.

Cracks ☐ Cut/Damaged roots ☐ Distance from trunk _____

Root plate lifting ☐ Soil weakness ☐

Response growth –

Condition(s) of concern –

Part Size – Fall Distance –

Load on defect N/A ☐ Minor ☐ Moderate ☐ Significant ☐

Likelihood of failure Improbable ☐ Possible ☐ Probable ☐ Imminent ☐

Page 1 of 2

Risk Categorization

Target (Target number or description)	Tree part	Condition(s) of concern	Likelihood: Failure: Improbable	Failure: Possible	Failure: Probable	Failure: Imminent	Impact: Very low	Impact: Low	Impact: Medium	Impact: High	Failure & Impact (from Matrix 1): Unlikely	Failure & Impact: Somewhat likely	Failure & Impact: Likely	Failure & Impact: Very likely	Consequences: Negligible	Consequences: Minor	Consequences: Significant	Consequences: Severe	Risk rating (from Matrix 2)
1.ต้น ใหญ่ + ตายยืน	กิ่ง	แห้ง หัก		✓					✓		✓					✓			Low
2. ต้น ใหญ่ + ตายยืน	ลำต้น	โพรง โค่น			✓				✓			✓						✓	Mo.

Matrix 1. Likelihood matrix.

Likelihood of Failure	Likelihood of Impact: Very low	Low	Medium	High
Imminent	Unlikely	Somewhat likely	Likely	Very likely
Probable	Unlikely	Unlikely	Somewhat likely	Likely
Possible	Unlikely	Unlikely	Unlikely	Somewhat likely
Improbable	Unlikely	Unlikely	Unlikely	Unlikely

Matrix 2. Risk rating matrix.

Likelihood of Failure & Impact	Consequences of Failure: Negligible	Minor	Significant	Severe
Very likely	Low	Moderate	High	Extreme
Likely	Low	Moderate	High	High
Somewhat likely	Low	Low	Moderate	Moderate
Unlikely	Low	Low	Low	Low

North

Notes, explanations, descriptions

Mitigation options

1. ตัดกิ่ง แห้ง — Residual risk ลิเมิน โพรง
2. ตัด ต้น — Residual risk — Y —
3. ตัดออก — Residual risk No
4. _____ — Residual risk _____

Overall tree risk rating: Low ☐ Moderate ☑ High ☐ Extreme ☐

Overall residual risk: None ☐ Low ☐ Moderate ☐ High ☑ Extreme ☐ Recommended inspection interval 3 M

Data ☑ Final ☐ Preliminary Advanced assessment needed ☐ No ☐ Yes-Type/Reason —

Inspection limitations ☐ None ☐ Visibility ☐ Access ☐ Vines ☐ Root collar buried Describe —

This datasheet was produced by the International Society of Arboriculture (ISA) — 2017

ตารางที่ 4.5 ข้อมูลเบื้องต้นของต้นจามจุรีจากเครื่อง TLS

ตัวอย่าง	DBH	High	Crown cover
tcu_01	1.2	14.1	22.5
tcu_02	0.9	13.9	19.7
tcu_03	1	14.4	21.5
tcu_04	0.9	15.5	29.6

4.2 ผลการประเมินความเสี่ยงของต้นจามจุรีโดยผู้ประเมินความเสี่ยง

การประเมินความเสี่ยงจากการเก็บข้อมูลภาคสนาม โดยใช้ผู้ประเมินคนเดียวกันในการประเมินความเสี่ยงของต้นจามจุรีทรงปลูก และประเมินภายหลังจากการประเมินความเสี่ยงจากข้อมูลที่ได้จากเครื่อง TLS เพื่อป้องกันการเอนเอียงของข้อมูล ดังรูปที่ 4.8 การลงพื้นที่เก็บข้อมูลต้นไม้และวัดค่าข้อมูลเบื้องต้นของต้นจามจุรี มีค่า DBH เท่ากับ 1.1, 1, 1.1 และ1.8 High มีค่าเท่ากับ 12,12,12 และ14 ความกว้างของเรือนยอด มีค่าเท่ากับ 12, 18, 14 และ14 ตามลำดับ ดังตารางที่ 4.10 การประเมินความเสี่ยงจากการเก็บข้อมูลภาคสนามภายหลังการประเมินความเสี่ยงจากข้อมูล TLS แสดงในรูปที่ 4.6 ถึง 4.9 โดย tcu_01 คือ Field4, tcu_02 คือ Field1, tcu_03 คือ Field2 และtcu_04 คือ Field3 วัดค่าการประเมินความเสี่ยงโดยรวมของต้นจามจุรีที่ได้มีค่าเท่ากับ tcu_01 เท่ากับ Moderate(2), tcu_02 เท่ากับ Low(1), tcu_03 เท่ากับ Low(1) และ tcu_04 เท่ากับ Moderate(2)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูปที่ 4.8 การประเมินความเสี่ยงของต้นจามจุรีโดยผู้ประเมินความเสี่ยง

ตารางที่ 4.6 ประเมินความเสี่ยงต้นจามจุรี tcu_01 โดยข้อมูลภาคสนาม

Field 1

ISA Basic Tree Risk Assessment Form

Com 1

Client _____ Date _____ Time _____

Address / Tree location CU Tree no. 1 Sheet 1 of 1

Tree species ราชพฤกษ์ dbh 1.1 m Height 12 m Crown spread dia. 12m

Assessor(s) 1 PM Tools used _____ Time frame _____

Target Assessment

Target number	Target description	Target protection	Target zone: Target within drip line	Target within 1 x Ht.	Target within 1.5 x Ht.	Occupancy rate (1=rare, 2=occasional, 3=frequent, 4=constant)	Practical to remove target?	Restriction practical?
1	ลานจอดรถ + อาคารแบบ	✓	✓	✓	✓	3	✓	✓
2								
3								
4								

Site Factors

History of failures ล้ม ?

Topography Flat ☐ Slope ☐ — % Aspect —

Site changes None ☐ Grade change ☑ Site clearing ☐ Changed soil hydrology ☑ Root cuts ☑ Describe —

Soil conditions Limited volume ☐ Saturated ☐ Shallow ☐ Compacted ☑ Pavement over roots ☑ 50 % Describe ลานจอดรถ + อาคาร

Prevailing wind direction W Common weather Strong winds ☐ Ice ☐ Snow ☐ Heavy rain ☐ Describe ร้อน

Tree Health and Species Profile

Vigor Low ☐ Normal ☑ High ☐ Foliage None (seasonal) ☐ None (dead) ☐ Normal 100 % Chlorotic ___ % Necrotic ___ %

Pests/Biotic — Abiotic ลานจอดรถ + อาคาร

Species failure profile Branches ☑ Trunk ☑ Roots ☐ Describe ตัน

Load Factors

Wind exposure Protected ☑ Partial ☐ Full ☐ Wind funneling ☐ _____ Relative crown size Small ☐ Medium ☑ Large ☐

Crown density Sparse ☐ Normal ☑ Dense ☐ Interior branches Few ☐ Normal ☑ Dense ☐ Vines/Mistletoe/Moss ☐ —

Recent or expected change in load factors _____

Tree Defects and Conditions Affecting the Likelihood of Failure

— Crown and Branches —

Unbalanced crown ☐ LCR 50 %

Dead twigs/branches ☐ — % overall Max. dia. —

Broken/Hangers Number — Max. dia. —

Over-extended branches ☐

Pruning history

Crown cleaned ☑ Thinned ☑ Raised ☐

Reduced ☐ Topped ☐ Lion-tailed ☐

Flush cuts ☑ Other _____

— Condition(s) of concern _____

Part Size — Fall Distance —

Load on defect N/A ☑ Minor ☐ Moderate ☐ Significant ☐

Likelihood of failure Improbable ☑ Possible ☐ Probable ☐ Imminent ☐

Cracks ☐ _____ Lightning damage ☐

Codominant ☑ ลำต้นแยกออกเป็น 4 Included bark ☐

Weak attachments ☑ — Cavity/Nest hole — % circ.

Previous branch failures ☐ — Similar branches present ☐

Dead/Missing bark ☐ Cankers/Galls/Burls ☐ Sapwood damage/decay ☐

Conks ☐ Heartwood decay ☐ —

Response growth _____

Condition(s) of concern _____

Part Size _____ Fall Distance _____

Load on defect N/A ☐ Minor ☐ Moderate ☐ Significant ☐

Likelihood of failure Improbable ☐ Possible ☐ Probable ☐ Imminent ☐

— Trunk —

Dead/Missing bark ☑ Abnormal bark texture/color ☐

Codominant stems ☑ Included bark ☐ Cracks ☐

Sapwood damage/decay ☐ Cankers/Galls/Burls ☐ Sap ooze ☐

Lightning damage ☐ Heartwood decay ☑ Conks/Mushrooms ☐

Cavity/Nest hole 40 % circ. Depth ? Poor taper ☐

Lean 60 ° Corrected? —

Response growth —

Condition(s) of concern โพรงขนาดใหญ่

Part Size 1.1 m Fall Distance 12 m

Load on defect N/A ☐ Minor ☐ Moderate ☑ Significant ☐

Likelihood of failure Improbable ☐ Possible ☐ Probable ☑ Imminent ☐

— Roots and Root Collar —

Collar buried/Not visible ☐ Depth _____ Stem girdling ☑

Dead ☑ Decay ☐ Conks/Mushrooms ☐

Ooze ☐ Cavity ☐ ____ % circ.

Cracks ☐ Cut/Damaged roots ☑ Distance from trunk _____

Root plate lifting ☐ Soil weakness ☐

Response growth —

Condition(s) of concern out

Part Size 20 cm Fall Distance _____

Load on defect N/A ☐ Minor ☐ Moderate ☑ Significant ☐

Likelihood of failure Improbable ☐ Possible ☑ Probable ☐ Imminent ☐

Risk Categorization

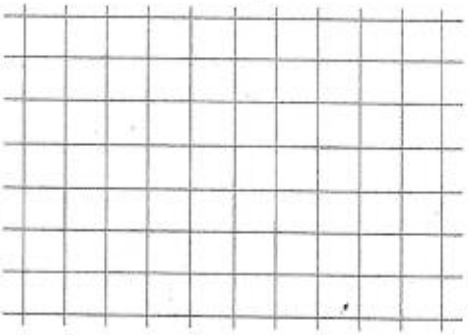
Target (Target number or description)	Tree part	Condition(s) of concern	Likelihood: Failure: Improbable	Failure: Possible	Failure: Probable	Failure: Imminent	Impact: Very low	Impact: Low	Impact: Medium	Impact: High	Failure & Impact (from Matrix 1): Unlikely	Failure & Impact: Somewhat likely	Failure & Impact: Likely	Failure & Impact: Very likely	Consequences: Negligible	Consequences: Minor	Consequences: Significant	Consequences: Severe	Risk rating (from Matrix 2)
1	ลำต้น	ผุ + โพรง			✓				✓			✓						✓	Mo
1	รา	ผุ		✓					✓		✓							✓	Low

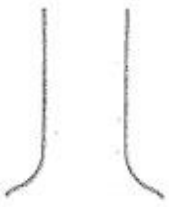
Matrix 1. Likelihood matrix.

Likelihood of Failure	Likelihood of Impact: Very low	Low	Medium	High
Imminent	Unlikely	Somewhat likely	Likely	Very likely
Probable	Unlikely	Unlikely	Somewhat likely	Likely
Possible	Unlikely	Unlikely	Unlikely	Somewhat likely
Improbable	Unlikely	Unlikely	Unlikely	Unlikely

Matrix 2. Risk rating matrix.

Likelihood of Failure & Impact	Consequences of Failure: Negligible	Minor	Significant	Severe
Very likely	Low	Moderate	High	Extreme
Likely	Low	Moderate	High	High
Somewhat likely	Low	Low	Moderate	Moderate
Unlikely	Low	Low	Low	Low





Notes, explanations, descriptions

Mitigation options

1. ตัดแต่ง — Residual risk Mo
2. _____ — Residual risk Low
3. _____ — Residual risk _____
4. _____ — Residual risk _____

Overall tree risk rating: Low ☐ Moderate ☑ High ☐ Extreme ☐

Overall residual risk: None ☐ Low ☐ Moderate ☑ High ☐ Extreme ☐ Recommended inspection interval 6 m

Data ☑ Final ☐ Preliminary Advanced assessment needed ☐ No ☐ Yes-Type/Reason —

Inspection limitations ☑ None ☐ Visibility ☐ Access ☐ Vines ☐ Root collar buried Describe —

This datasheet was produced by the International Society of Arboriculture (ISA) — 2017

ตารางที่ 4.7 ประเมินความเสี่ยงต้นจามจุรี tcu_02 โดยข้อมูลภาคสนาม

Fill 1

ISA Basic Tree Risk Assessment Form

Com 8

Client CU Date Time

Address/Tree location ม.3 ม.1,V 3.5 Tree no. 1 Sheet 1 of 4

Tree species ต้นจามจุรี dbh 10.m Height 12m Crown spread dia. 18 m

Assessor(s) PM Tools used Basic Time frame

Target Assessment

Target number	Target description	Target protection	Target zone: Target within drip line	Target zone: Target within 1 x Ht.	Target zone: Target within 1.5 x Ht.	Occupancy rate 1=rare 2=occasional 3=frequent 4=constant	Practical to move target?	Restriction practical?
1	ลานจอดรถ + บาทหน	✓	✓	✓	✓	3	✓	✗
2								
3								
4								

Site Factors

History of failures ล้ม

Topography Flat ☑ Slope ☐ — % Aspect —

Site changes None ☐ Grade change ☑ Site clearing ☐ Changed soil hydrology ☑ Root cuts ☑ Describe หญ้าเก่า คอน ตกรัง

Soil conditions Limited volume ☐ Saturated ☐ Shallow ☐ Compacted ☑ Pavement over roots ☑ 60 % Describe —"—

Prevailing wind direction W Common weather Strong winds ☐ Ice ☐ Snow ☐ Heavy rain ☐ Describe ปกติ

Tree Health and Species Profile

Vigor Low ☐ Normal ☐ High ☑ — Foliage None (seasonal) ☐ None (dead) ☐ Normal 100 % Chlorotic ___ % Necrotic ___ %

Pests/Biotic — Abiotic หญ้าเก่า คอน

Species failure profile Branches ☑ Trunk ☑ Roots ☐ Describe เอน

Load Factors

Wind exposure Protected ☑ Partial ☐ Full ☐ Wind funneling ☐ — Relative crown size Small ☐ Medium ☑ Large ☐

Crown density Sparse ☑ Normal ☐ Dense ☐ Interior branches Few ☑ Normal ☐ Dense ☐ Vines/Mistletoe/Moss ☐ —

Recent or expected change in load factors —

Tree Defects and Conditions Affecting the Likelihood of Failure

— Crown and Branches —

Unbalanced crown ☑ LCR 60 %

Dead twigs/branches ☐ 1 % overall Max. dia. 5 cm

Broken/Hangers Number — Max. dia. —

Over-extended branches ☑

Pruning history

Crown cleaned ☑ Thinned ☑ Raised ☐

Reduced ☐ Topped ☐ Lion-tailed ☐

Flush cuts ☑ Other ส่วนหนึ่ง

Condition(s) of concern —

Part Size 5 cm Fall Distance —

Load on defect N/A ☑ Minor ☐ Moderate ☐ Significant ☐

Likelihood of failure Improbable ☐ Possible ☐ Probable ☑ Imminent ☐

Cracks ☐ — Lightning damage ☐

Codominant ☑ — Included bark ☐

Weak attachments ☐ — Cavity/Nest hole — % circ.

Previous branch failures ☐ — Similar branches present ☑

Dead/Missing bark ☐ Cankers/Galls/Burls ☑ Sapwood damage/decay ☐

Conks ☐ Heartwood decay ☐ —

Response growth —

Condition(s) of concern —

Part Size — Fall Distance —

Load on defect N/A ☐ Minor ☐ Moderate ☐ Significant ☐

Likelihood of failure Improbable ☐ Possible ☐ Probable ☐ Imminent ☐

— Trunk —

Dead/Missing bark ☐ Abnormal bark texture/color ☑

Codominant stems ☑ Included bark ☐ Cracks ☐

Sapwood damage/decay ☐ Cankers/Galls/Burls ☑ Sap ooze ☐

Lightning damage ☐ Heartwood decay ☐ Conks/Mushrooms ☐

Cavity/Nest hole — % circ. Depth — Poor taper ☐

Lean 50 ° Corrected? —

Response growth —

Condition(s) of concern โพล

Part Size 60 cm Fall Distance 6 m.

Load on defect N/A ☐ Minor ☐ Moderate ☑ Significant ☐

Likelihood of failure Improbable ☐ Possible ☑ Probable ☐ Imminent ☐

— Roots and Root Collar —

Collar buried/Not visible ☐ Depth — Stem girdling ☐

Dead ☑ Decay ☑ Conks/Mushrooms ☐

Ooze ☐ Cavity ☑ 40 % circ.

Cracks ☐ Cut/Damaged roots ☑ Distance from trunk —

Root plate lifting ☐ Soil weakness ☐

Response growth —

Condition(s) of concern ผุ ตาย

Part Size 25 cm Fall Distance 16m

Load on defect N/A ☐ Minor ☐ Moderate ☑ Significant ☐

Likelihood of failure Improbable ☐ Possible ☑ Probable ☐ Imminent ☐

Risk Categorization

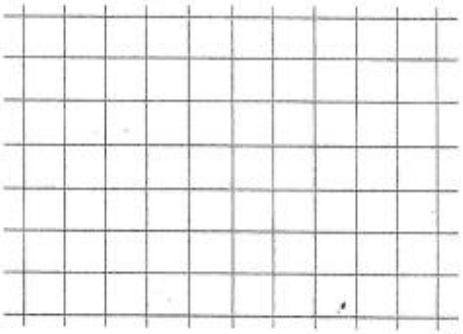
Target (Target number or description)	Tree part	Condition(s) of concern	Likelihood: Failure: Improbable	Likelihood: Failure: Possible	Likelihood: Failure: Probable	Likelihood: Failure: Imminent	Likelihood: Impact: Very low	Likelihood: Impact: Low	Likelihood: Impact: Medium	Likelihood: Impact: High	Likelihood: Failure & Impact (from Matrix 1): Unlikely	Likelihood: Failure & Impact (from Matrix 1): Somewhat likely	Likelihood: Failure & Impact (from Matrix 1): Likely	Likelihood: Failure & Impact (from Matrix 1): Very likely	Consequences: Negligible	Consequences: Minor	Consequences: Significant	Consequences: Severe	Risk rating (from Matrix 2)
1 ตน ใต้แม่ห้วยหมน	กิ่ง	แห้ง 5 cm		✓					✓		✓				✓				Low
1 —	ลำต้น	โพรง 50'		✓					✓		✓							✓	Low
1 —	รก	หัก/หู		✓					✓		✓							✓	Low

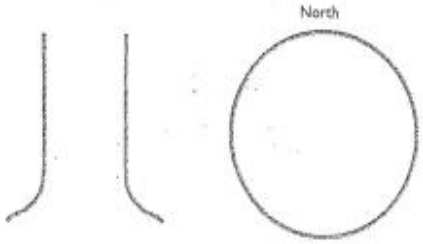
Matrix 1. Likelihood matrix.

Likelihood of Failure	Likelihood of Impact: Very low	Low	Medium	High
Imminent	Unlikely	Somewhat likely	Likely	Very likely
Probable	Unlikely	Unlikely	Somewhat likely	Likely
Possible	Unlikely	Unlikely	Unlikely	Somewhat likely
Improbable	Unlikely	Unlikely	Unlikely	Unlikely

Matrix 2. Risk rating matrix.

Likelihood of Failure & Impact	Consequences of Failure: Negligible	Minor	Significant	Severe
Very likely	Low	Moderate	High	Extreme
Likely	Low	Moderate	High	High
Somewhat likely	Low	Low	Moderate	Moderate
Unlikely	Low	Low	Low	Low





Notes, explanations, descriptions

Mitigation options

1. ตัดกิ่ง แห้ง — Residual risk 10w
2. ตัดต้น — Residual risk 10w
3. _____ Residual risk _____
4. _____ Residual risk _____

Overall tree risk rating: Low ☑ Moderate ☐ High ☐ Extreme ☐

Overall residual risk: None ☐ Low ☐ Moderate ☑ High ☐ Extreme ☐ Recommended inspection interval 6 m

Data: ☑ Final ☐ Preliminary Advanced assessment needed ☐ No ☐ Yes-Type/Reason —

Inspection limitations: ☑ None ☐ Visibility ☐ Access ☐ Vines ☐ Root collar buried Describe —

This datasheet was produced by the International Society of Arboriculture (ISA) — 2017

ตารางที่ 4.8 ประเมินความเสี่ยงต้นจามจุรี tcu_03 โดยข้อมูลภาคสนาม

Field 2
com 3

ISA Basic Tree Risk Assessment Form

Client _____ Date _____ Time _____
Address/Tree location _____ Tree no. 2 Sheet 2 of 6
Tree species จามจุรี dbh 110 cm Height 12 m Crown spread dia. 14 m
Assessor(s) _____ Tools used _____ Time frame _____

Target Assessment

Target number	Target description	Target protection	Target zone: Target within drip line	Target zone: Target within 1x Ht.	Target zone: Target within 1.5x Ht.	Occupancy rate (1–rare, 2–occasional, 3–frequent, 4–constant)	Practical to move target?	Restriction practical?
1	ถนน เส้น แห่ง + ร่มเงา	✓	✓	✓	✓	3	✓	✓
2								
3								
4								

Site Factors

History of failures ตัด
Topography Flat ☐ Slope ☐ — % Aspect —
Site changes None ☐ Grade change ☑ Site clearing ☐ Changed soil hydrology ☑ Root cuts ☐ Describe —
Soil conditions Limited volume ☐ Saturated ☐ Shallow ☐ Compacted ☐ Pavement over roots ☐ ____% Describe ตัดราก
Prevailing wind direction W Common weather Strong winds ☐ Ice ☐ Snow ☐ Heavy rain ☐ Describe ฝน

Tree Health and Species Profile

Vigor Low ☐ Normal ☐ High ☐ Foliage None (seasonal) ☐ None (dead) ☐ Normal 100 % Chlorotic ____% Necrotic ____%
Pests/Biotic — Abiotic ไม่แห็น ลม
Species failure profile Branches ☑ Trunk ☑ Roots ☐ Describe W ๆ

Load Factors

Wind exposure Protected ☐ Partial ☑ Full ☐ Wind funneling ☐ _____ Relative crown size Small ☐ Medium ☐ Large ☑
Crown density Sparse ☐ Normal ☑ Dense ☐ Interior branches Few ☑ Normal ☐ Dense ☐ Vines/Mistletoe/Moss ☐ —
Recent or expected change in load factors ตัดกิ่ง

Tree Defects and Conditions Affecting the Likelihood of Failure

— Crown and Branches —

Unbalanced crown ☑ LCR 70 %
Dead twigs/branches ☐ — % overall Max. dia. —
Broken/Hangers Number — Max. dia. —
Over-extended branches ☐
Pruning history
Crown cleaned ☑ Thinned ☑ Raised ☐
Reduced ☐ Topped ☐ Lion-tailed ☐
Flush cuts ☑ Other _____
over extend branch Condition(s) of concern _____
Part Size 20 cm Fall Distance 6 m
Load on defect N/A ☐ Minor ☐ Moderate ☐ Significant ☐
Likelihood of failure Improbable ☐ Possible ☐ Probable ☑ Imminent ☐

Cracks ☐ — Lightning damage ☐
Codominant ☑ _____ Included bark ☐
Weak attachments ☐ _____ Cavity/Nest hole —% circ.
Previous branch failures ☐ — Similar branches present ☐
Dead/Missing bark ☐ Cankers/Galls/Burls ☐ Sapwood damage/decay ☐
Conks ☐ Heartwood decay ☐ —
Response growth _____
Condition(s) of concern _____
Part Size _____ Fall Distance _____
Load on defect N/A ☐ Minor ☐ Moderate ☐ Significant ☐
Likelihood of failure Improbable ☐ Possible ☐ Probable ☐ Imminent ☐

— Trunk —

Dead/Missing bark ☑ Abnormal bark texture/color ☐
Codominant stems ☐ Included bark ☐ Cracks ☐
Sapwood damage/decay ☐ Cankers/Galls/Burls ☐ Sap ooze ☐
Lightning damage ☐ Heartwood decay ☐ Conks/Mushrooms ☐
Cavity/Nest hole — % circ. Depth — Poor taper ☐
Lean 45 ° Corrected? —
Response growth —
Condition(s) of concern 1124
Part Size 40 cm Fall Distance 12m
Load on defect N/A ☐ Minor ☐ Moderate ☑ Significant ☐
Likelihood of failure Improbable ☐ Possible ☑ Probable ☐ Imminent ☐

— Roots and Root Collar —

Collar buried/Not visible ☐ Depth _____ Stem girdling ☐
Dead ☐ Decay ☐ Conks/Mushrooms ☐
Ooze ☐ Cavity ☐ ____% circ.
Cracks ☐ Cut/Damaged roots ☑ Distance from trunk _____
Root plate lifting ☐ Soil weakness ☐
Response growth _____
Condition(s) of concern cut
Part Size 25 cm Fall Distance 12m
Load on defect N/A ☐ Minor ☐ Moderate ☑ Significant ☐
Likelihood of failure Improbable ☐ Possible ☑ Probable ☐ Imminent ☐

Page 1 of 2

Risk Categorization

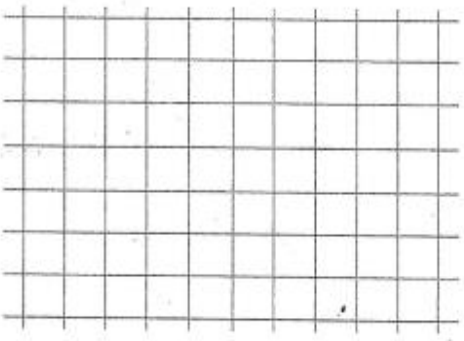
Target (Target number or description)	Tree part	Condition(s) of concern	Likelihood: Failure: Improbable	Failure: Possible	Failure: Probable	Failure: Imminent	Impact: Very low	Impact: Low	Impact: Medium	Impact: High	Failure & Impact (from Matrix 1): Unlikely	Failure & Impact: Somewhat	Failure & Impact: Likely	Failure & Impact: Very likely	Consequences: Negligible	Consequences: Minor	Consequences: Significant	Consequences: Severe	Risk rating (from Matrix 2)
1	กิ่ง	over extend		✓					✓		✓							✓	Low
1	ต้น	โพรง		✓					✓		✓							✓	Low
1	รอก	ไม่มี		✓					✓		✓							✓	Low

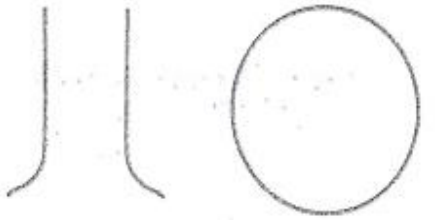
Matrix 1. Likelihood matrix.

Likelihood of Failure	Likelihood of Impact: Very low	Low	Medium	High
Imminent	Unlikely	Somewhat likely	Likely	Very likely
Probable	Unlikely	Unlikely	Somewhat likely	Likely
Possible	Unlikely	Unlikely	Unlikely	Somewhat likely
Improbable	Unlikely	Unlikely	Unlikely	Unlikely

Matrix 2. Risk rating matrix.

Likelihood of Failure & Impact	Consequences of Failure: Negligible	Minor	Significant	Severe
Very likely	Low	Moderate	High	Extreme
Likely	Low	Moderate	High	High
Somewhat likely	Low	Low	Moderate	Moderate
Unlikely	Low	Low	Low	Low





Notes, explanations, descriptions

Mitigation options

1. ตัดกิ่ง over extend — Residual risk 10ม
2. ตัดต้น — Residual risk 10ม
3. _____ — Residual risk _____
4. _____ — Residual risk _____

Overall tree risk rating: Low ☑ Moderate ☐ High ☐ Extreme ☐

Overall residual risk: None ☐ Low ☐ Moderate ☑ High ☐ Extreme ☐ Recommended inspection interval 6 m

Data ☑ Final ☐ Preliminary Advanced assessment needed ☐ No ☐ Yes-Type/Reason +

Inspection limitations ☑ None ☐ Visibility ☐ Access ☐ Vines ☐ Root collar buried Describe -

This datasheet was produced by the International Society of Arboriculture (ISA) — 2017

ตารางที่ 4.9 ประเมินความเสี่ยงต้นจามจุรี tcu_04 โดยข้อมูลภาคสนาม

Field 3

com 4

ISA Basic Tree Risk Assessment Form

Client _____ Date _____ Time _____

Address/Tree location _____ Tree no. 3 Sheet 3 of 4

Tree species ____ dbh 1.8 m Height 14 m Crown spread dia. 14m

Assessor(s) ____ Tools used _____ Time frame _____

Target Assessment

Target number	Target description	Target protection	Target zone: Target within drip line	Target zone: Target within 1 x Ht.	Target zone: Target within 1.5 x Ht.	Occupancy rate (1=rare 2=occasional 3=frequent 4=constant)	Practical to move target?	Restriction practical?
1		✓	✓	✓	✓	3	✓	✗
2								
3								
4								

Site Factors

History of failures ____

Topography Flat ✓ Slope ☐ ___ % Aspect ___

Site changes None ☐ Grade change ☐ Site clearing ☐ Changed soil hydrology ☐ Root cuts ☐ Describe ____

Soil conditions Limited volume ☐ Saturated ☐ Shallow ☐ Compacted ☐ Pavement over roots ☐ 50 % Describe ____

Prevailing wind direction W Common weather Strong winds ☐ Ice ☐ Snow ☐ Heavy rain ☐ Describe ____

Tree Health and Species Profile

Vigor Low ☐ Normal ☐ High ☐ Foliage None (seasonal) ☐ None (dead) ☐ Normal 100 % Chlorotic ___ % Necrotic ___ %

Pests/Biotic ____ Abiotic ____

Species failure profile Branches ☐ Trunk ☐ Roots ☐ Describe ____

Load Factors

Wind exposure Protected ☐ Partial ☐ Full ☐ Wind funneling ☐ ____ Relative crown size Small ☐ Medium ☐ Large ☐

Crown density Sparse ☐ Normal ☐ Dense ☐ Interior branches Few ☐ Normal ☐ Dense ☐ Vines/Mistletoe/Moss ☐ ____

Recent or expected change in load factors ____

Tree Defects and Conditions Affecting the Likelihood of Failure

— Crown and Branches —

Unbalanced crown ☐ LCR 50 %

Dead twigs/branches ☐ ___ % overall

Broken/Hangers Number ___ Max. dia. ___

Overextended branches ☐

Pruning history

Crown cleaned ☐ Thinned ☐ Raised ☐

Reduced ☐ Topped ☐ Lion-tailed ☐

Flush cuts ☐ Other ____

Condition(s) of concern ____

Part Size ____ Fall Distance ____

Load on defect N/A ☐ Minor ☐ Moderate ☐ Significant ☐

Likelihood of failure Improbable ☐ Possible ☐ Probable ☐ Imminent ☐

Cracks ☐ ____ Lightning damage ☐

Codominant ☐ ____ Included bark ☐

Weak attachments ☐ ____ Cavity/Nest hole ___ % circ.

Previous branch failures ☐ ____ Similar branches present ☐

Dead/Missing bark ☐ Cankers/Galls/Burls ☐ Sapwood damage/decay ☐

Conks ☐ Heartwood decay ☐ ____

Response growth ____

Part Size ____ Fall Distance ____

Load on defect N/A ☐ Minor ☐ Moderate ☐ Significant ☐

Likelihood of failure Improbable ☐ Possible ☐ Probable ☐ Imminent ☐

— Trunk —

Dead/Missing bark ☐ Abnormal bark texture/color ☐

Codominant stems ☐ Included bark ☐ Cracks ☐

Sapwood damage/decay ☐ Cankers/Galls/Burls ☐ Sap ooze ☐

Lightning damage ☐ Heartwood decay ☐ Conks/Mushrooms ☐

Cavity/Nest hole 60 % circ. Depth ? Poor taper ☐

Lean 20 ° Corrected? ____

Response growth ____

Condition(s) of concern ____

Part Size 1.20 m Fall Distance 14m

Load on defect N/A ☐ Minor ☐ Moderate ☐ Significant ☐

Likelihood of failure Improbable ☐ Possible ☐ Probable ☐ Imminent ☐

— Roots and Root Collar —

Collar buried/Not visible ☐ Depth ____ Stem girdling ☐

Dead ☐ Decay ☐ Conks/Mushrooms ☐

Ooze ☐ Cavity ☐ ___ % circ.

Cracks ☐ Cut/Damaged roots ☐ Distance from trunk ____

Root plate lifting ☐ Soil weakness ☐

Response growth ____

Condition(s) of concern ____

Part Size 25 cm Fall Distance ____

Load on defect N/A ☐ Minor ☐ Moderate ☐ Significant ☐

Likelihood of failure Improbable ☐ Possible ☐ Probable ☐ Imminent ☐

Page 1 of 2

Risk Categorization

Target (Target number or description)	Tree part	Condition(s) of concern	Likelihood: Failure: Improbable	Likelihood: Failure: Possible	Likelihood: Failure: Probable	Likelihood: Failure: Imminent	Likelihood: Impact: Very low	Likelihood: Impact: Low	Likelihood: Impact: Medium	Likelihood: Impact: High	Likelihood: Failure & Impact (from Matrix 1): Unlikely	Likelihood: Failure & Impact (from Matrix 1): Somewhat likely	Likelihood: Failure & Impact (from Matrix 1): Likely	Likelihood: Failure & Impact (from Matrix 1): Very likely	Consequences: Negligible	Consequences: Minor	Consequences: Significant	Consequences: Severe	Risk rating (from Matrix 2)
1	ลำต้น	ผุ โพรง			✓				✓			✓						✓	M
																			3
1	ราก	ตัด ขาด		✓					✓		✓							✓	Low

Matrix 1. Likelihood matrix.

Likelihood of Failure	Likelihood of Impact: Very low	Low	Medium	High
Imminent	Unlikely	Somewhat likely	Likely	Very likely
Probable	Unlikely	Unlikely	Somewhat likely	Likely
Possible	Unlikely	Unlikely	Unlikely	Somewhat likely
Improbable	Unlikely	Unlikely	Unlikely	Unlikely

Matrix 2. Risk rating matrix.

Likelihood of Failure & Impact	Consequences of Failure: Negligible	Minor	Significant	Severe
Very likely	Low	Moderate	High	Extreme
Likely	Low	Moderate	High	High
Somewhat likely	Low	Low	Moderate	Moderate
Unlikely	Low	Low	Low	Low

North

Notes, explanations, descriptions

Mitigation options อันดับ

1. _____ Residual risk _____
2. _____ Residual risk _____
3. _____ Residual risk _____
4. _____ Residual risk _____

Overall tree risk rating Low ☐ Moderate ☑ High ☐ Extreme ☐ Moderate

Overall residual risk None ☐ Low ☐ Moderate ☑ High ☐ Extreme ☐ **Recommended inspection interval** 3 M

Data ☑ Final ☐ Preliminary **Advanced assessment needed** ☐ No ☐ Yes-Type/Reason _____

Inspection limitations ☑ None ☐ Visibility ☐ Access ☐ Vines ☐ Root collar buried Describe _____

This datasheet was produced by the International Society of Arboriculture (ISA) — 2017

ตารางที่ 4.10 ข้อมูลเบื้องต้นของต้นจามจุรีจากเก็บข้อมูลภาคสนาม

ตัวอย่าง	DBH (m)	High (m)	Crown cover (m)
tcu_01	1.1	12	12
tcu_02	1	12	18
tcu_03	1.1	12	14
tcu_04	1.8	14	14

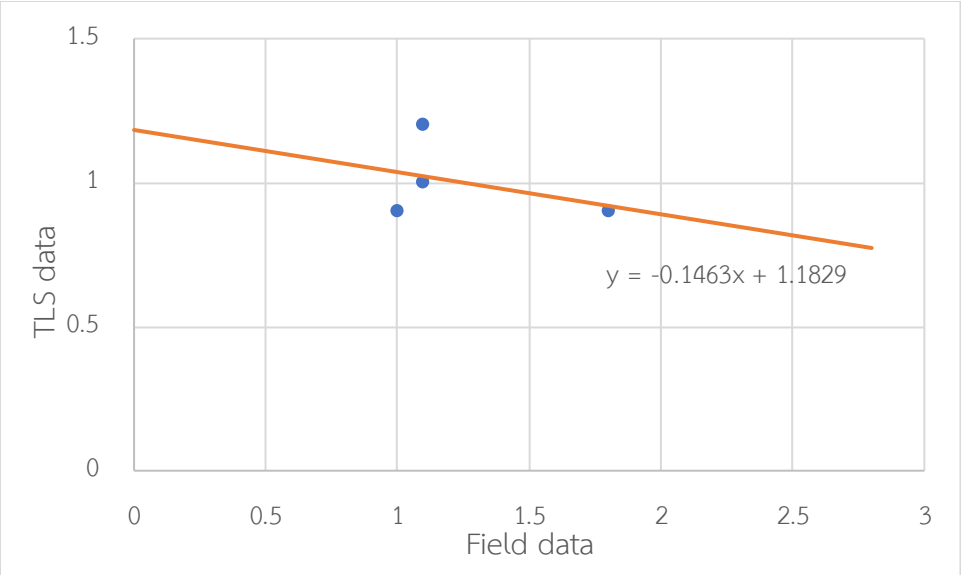
4.3 ผลการคำนวณค่าความคลาดเคลื่อน

ต้นจามจุรีตัวอย่างทั้งหมด 4 ต้น มี DBH ที่วัดจากข้อมูล TLS เท่ากับ 1.2 0.9 1 และ0.9 เมตร วัดโดยผู้ประเมินเท่ากับ 1.1 1 1.1 และ1.8 เมตร ตามลำดับ ดังตารางที่ 4.11 แสดงค่าความคลาดเคลื่อน DBH เท่ากับ 0.62 0.74 1.06 และ1.98 เมตร ตามลำดับ ค่า MSE เท่ากับ 0.01 ค่า RMSE เท่ากับ 0.11 ดังตารางที่ 4.11 และรูปที่ 4.6 แสดงความสัมพันธ์ของค่า DBH ที่วัดโดยผู้ประเมินความเสี่ยง กับ TLS

ตารางที่ 4.11 ค่าความคลาดเคลื่อนของ DBH (m) ระหว่าง TLS กับ การเก็บข้อมูลภาคสนาม

Tree name	TLS data (m) Y	Field data (m) X	y = -0.1463x + 1.1829	Error (m)
tcu_01	1.2	1.1	0.48	0.62
tcu_02	0.9	1	0.26	0.74
tcu_03	1	1.1	0.04	1.06
tcu_04	0.9	1.8	-0.18	1.98
MSE	0.01			
RMSE	0.11			

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

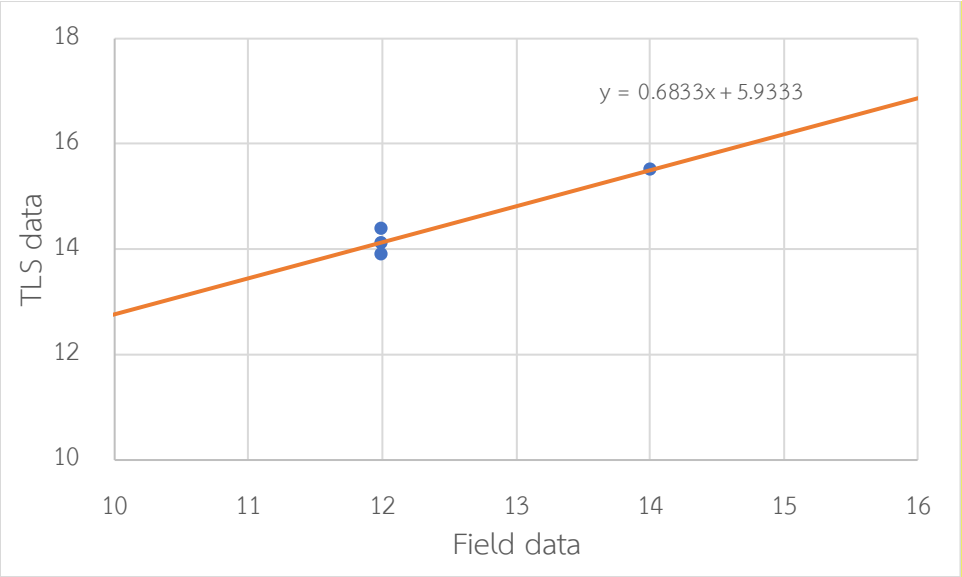


รูปที่ 4.9 ความสัมพันธ์ของค่า DBH (m) ที่วัดโดยผู้ประเมินความเสี่ยง กับ TLS

ตารางที่ 4.12 แสดงค่า High ของต้นจามจุรีที่วัดได้จากเครื่อง TLS มีค่าเท่ากับ 14.1 13.9 14.4 และ15.5 ค่าที่วัดโดยผู้ประเมินมีค่าเท่ากับ 12 12 12 และ14 ตามลำดับ ค่าความคลาดเคลื่อน High ของต้นจามจุรีเท่ากับ 0.1 -0.1 0.4 และ0.5 จากค่าความคลาดเคลื่อนที่ได้สามารถคำนวนค่า MSE เท่ากับ 0.11 ค่า RMSE เท่ากับ 0.33 รูปที่ 4.10 แสดงความสัมพันธ์ของค่า Height ที่วัดโดยผู้ประเมินกับ TLS

ตารางที่ 4.12 ค่าความคลาดเคลื่อนของ Height ระหว่าง TLS กับ การเก็บข้อมูลภาคสนาม

Tree name	TLS data (m) Y	Field data (m) X	y = 0.6833x + 5.9333	Error (m)
tcu_01	14.1	12	14	0.1
tcu_02	13.9	12	14	-0.1
tcu_03	14.4	12	14	0.4
tcu_04	15.5	14	15	0.5
MSE	0.11			
RMSE	0.33			



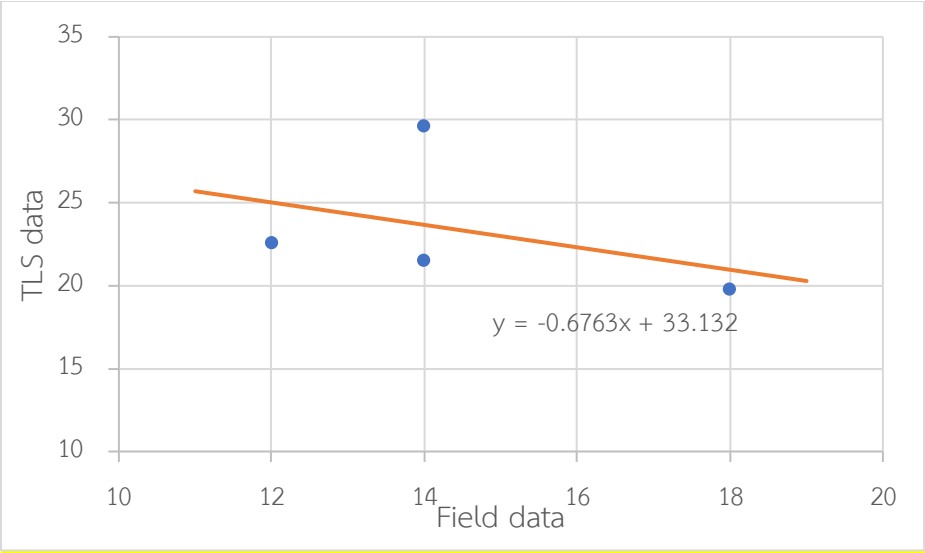
รูปที่ 4.10 ความสัมพันธ์ของค่า Height ที่วัดโดยผู้ประเมินความเสี่ยง กับ TLS

ตารางที่ 4.13 แสดงค่า Crown cover ของต้นจามจุรีซึ่งวัดโดย TLS มีค่าเท่ากับ 22.5 19.7 21.5 และ29.6 ค่าที่วัดได้จากผู้ประเมินมีค่าเท่ากับ 12 18 14 และ14 ดังแสดงในรูปที่ 4.11 โดยมีค่าความคลาดเคลื่อนเท่ากับ -2.52 -1.26 -2.16 และ5.94 ตามลำดับ ค่า MSE เท่ากับ 11.96 ค่า RMSE เท่ากับ 3.46

ตารางที่ 4.13 ค่าความคลาดเคลื่อนของ Crown cover ระหว่าง TLS กับ การเก็บข้อมูลภาคสนาม

Tree name	TLS data (m) Y	Field data (m) X	y = -0.6763x + 33.132	error
tcu_01	22.5	12	25.02	-2.52
tcu_02	19.7	18	20.96	-1.26
tcu_03	21.5	14	23.66	-2.16
tcu_04	29.6	14	23.66	5.94
MSE	11.96			
RMSE	3.46			

CHULALONGKORN UNIVERSITY



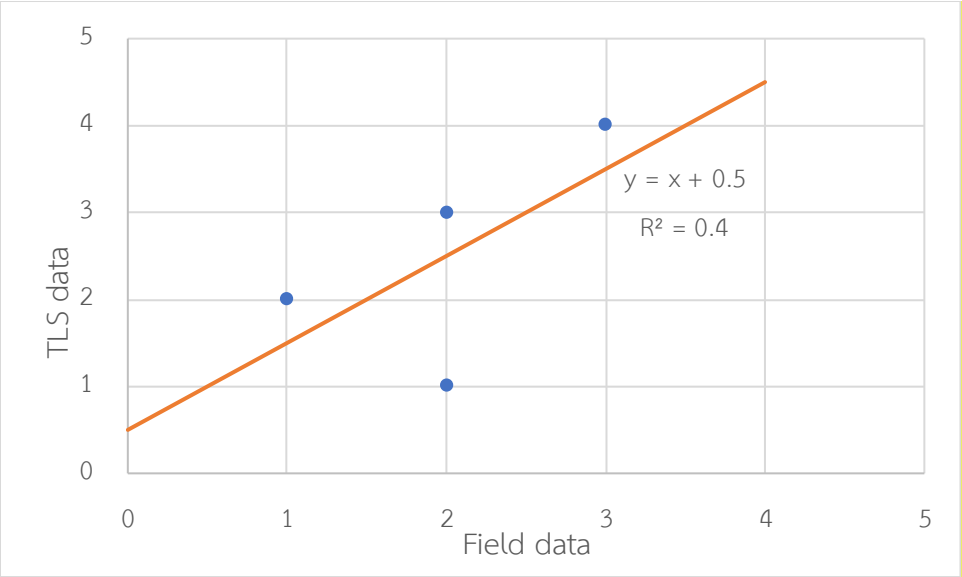
รูปที่ 4.11 ความสัมพันธ์ของค่า Crown cover ที่วัดโดยผู้ประเมินความเสี่ยง กับ TLS

การประเมินความเสี่ยงของต้นจามจุรีทั้งหมด 4 ต้น ระหว่างการเก็บข้อมูลภาคสนามของผู้ประเมินกับเครื่อง TLS จึงสามารถนำค่าระดับความเสี่ยงของต้นจามจุรีทั้ง 4 ต้น คำนวณหาค่าความคลาดเคลื่อน MSE RMSE และ R^2 ดังตารางที่ 4.14 tcu_01 ค่าความคลาดเคลื่อนที่ได้จากการประเมินความเสี่ยงของผู้ประเมินโดยใช้เครื่อง TLS กับการสำรวจภาคสนาม เท่ากับ 0.5 0.5 -1.5 และ0.5 ตามลำดับ ค่า MSE เท่ากับ 0.75 RMSE เท่ากับ 0.87 และ R^2 เท่ากับ 0.4 ดังรูปที่ 4.12 แสดงค่าความสัมพันธ์ของระดับความเสี่ยงต้นจามจุรี tcu_01

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ตารางที่ 4.14 ค่าความคลาดเคลื่อนระดับความเสี่ยงของ tcu_01 ระหว่าง TLS กับ การเก็บข้อมูลภาคสนาม

Likelihood of Failure	TLS data Y	Field data X	y = x + 0.5	error
Crown and Branches	2	1	1.5	0.5
Trunk	4	3	3.5	0.5
Root and Root collar	1	2	2.5	-1.5
Overall tree risk rating	3	2	2.5	0.5
MSE	0.75			
RMSE	0.87			
R^2	0.4			



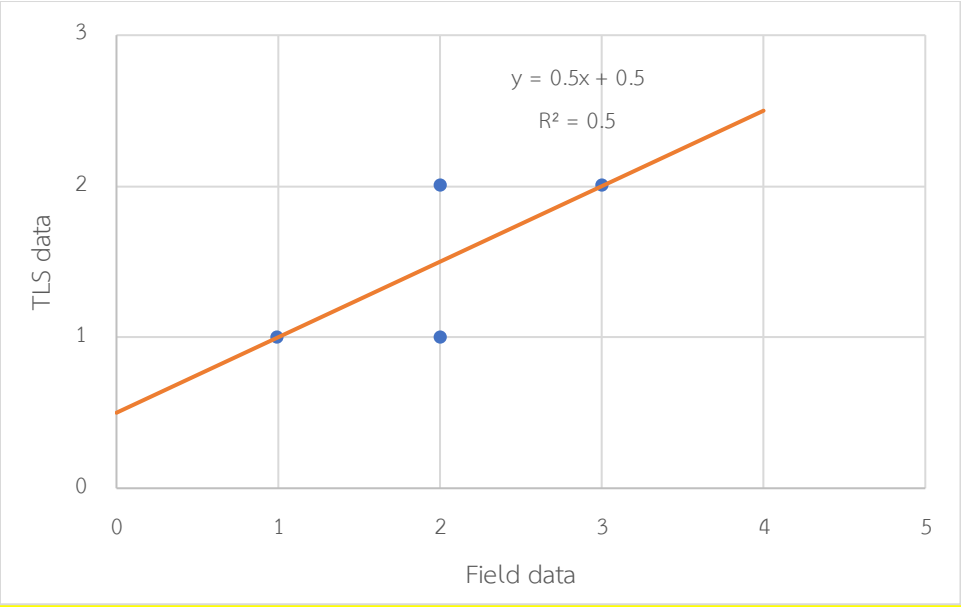
รูปที่ 4.12 ความสัมพันธ์ของค่าระดับความเสี่ยงของ tcu_01

ตารางที่ 4.15 แสดงค่าความคลาดเคลื่อน tcu_02 จากการประเมินความเสี่ยงโดยข้อมูล TLS กับการเก็บข้อมูลภาคสนามของต้นไม้มีค่าเท่ากับ 0 0.5 -0.5 และ0 ตามลำดับ และมีค่า MSE เท่ากับ 0.13 RMSE เท่ากับ 0.35 และ R^2 เท่ากับ 0.5 ดังแสดงในรูปที่ 4.13 แสดงถึงค่าความสัมพันธ์ระดับความเสี่ยงของต้นจามจุรี tcu_02

ตารางที่ 4.15 ค่าความคลาดเคลื่อนระดับความเสี่ยงของ tcu_02 ระหว่าง TLS กับ การเก็บข้อมูลภาคสนาม

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

Likelihood of Failure	TLS data Y	Field data X	y = 0.5x + 0.5	error
Crown and Branches	2	3	2	0
Trunk	2	2	1.5	0.5
Root and Root collar	1	2	1.5	-0.5
Overall tree risk rating	1	1	1	0
MSE	0.13			
RMSE	0.35			
R^2	0.5			



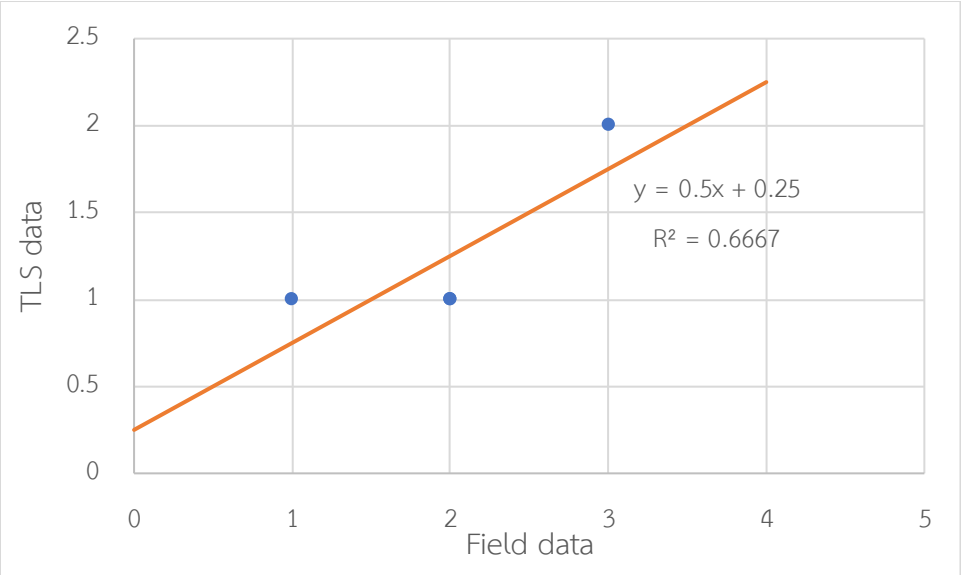
รูปที่ 4.13 ความสัมพันธ์ของค่าระดับความเสี่ยงของ tcu_02

ตารางที่ 4.16 แสดงค่าความคลาดเคลื่อน tcu_03 จากการประเมินความเสี่ยงของผู้ประเมินโดยใช้ข้อมูล TLS กับการเก็บข้อมูลภาคสนามมีค่าเท่ากับ 0.25 -0.25 -0.25 และ0.25 สามารถคำนวณ MSE เท่ากับ 0.06 RMSE เท่ากับ 0.25 และ R^2 เท่ากับ 0.67 ดังรูปที่ 4.14 แสดงความสัมพันธ์ของค่าระดับความเสี่ยงของต้นจามจุรี tcu_03

ตารางที่ 4.16 ค่าความคลาดเคลื่อนระดับความเสี่ยงของ tcu_03 ระหว่าง TLS กับ การเก็บข้อมูลภาคสนาม

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

Likelihood of Failure	TLS data Y	Field data X	y = 0.5x + 0.25	error
Crown and Branches	2	3	1.75	0.25
Trunk	1	2	1.25	-0.25
Root and Root collar	1	2	1.25	-0.25
Overall tree risk rating	1	1	0.75	0.25
MSE	0.06			
RMSE	0.25			
R^2	0.67			



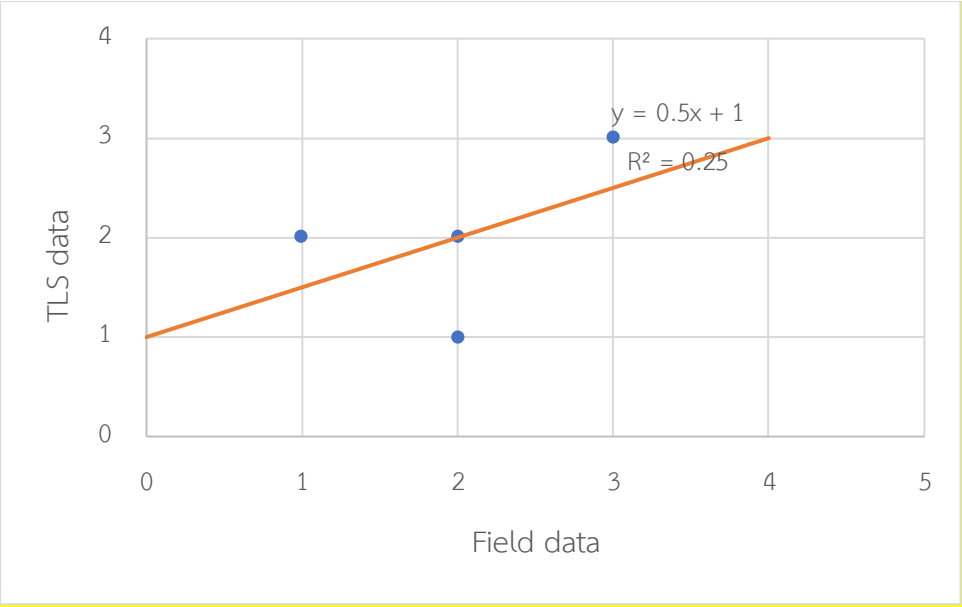
รูปที่ 4.14 ความสัมพันธ์ของค่าระดับความเสี่ยงของ tcu_03

ตารางที่ 4.17 แสดงค่าความคลาดเคลื่อน tcu_04 จากการประเมินความเสี่ยงโดยผู้ประเมินด้วยข้อมูล TLS กับ การเก็บข้อมูลภาคสนามมีค่าเท่ากับ 0.5 0.5 -1 และ0 เมื่อคำนวณค่า MSE เท่ากับ 0.38 RMSE เท่ากับ 0.61 และ R^2 เท่ากับ 0.25 ดังแสดงในรูปที่ 4.15 แสดงความสัมพันธ์ของค่าระดับความเสี่ยงของจากข้อมูล TLS กับการสำรวจภาคสนามของต้นจามจุรี tcu_04

ตารางที่ 4.17 ค่าความคลาดเคลื่อนระดับความเสี่ยงของ tcu_04 ระหว่าง TLS กับ การเก็บข้อมูลภาคสนาม

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

Likelihood of Failure	TLS data Y	Field data X	y = 0.5x + 1	error
Crown and Branches	2	1	1.5	0.5
Trunk	3	3	2.5	0.5
Root and Root collar	1	2	2	-1
Overall tree risk rating	2	2	2	0
MSE	0.38			
RMSE	0.61			
R^2	0.25			



รูปที่ 4.15 ความสัมพันธ์ของค่าระดับความเสี่ยงของ tcu_04

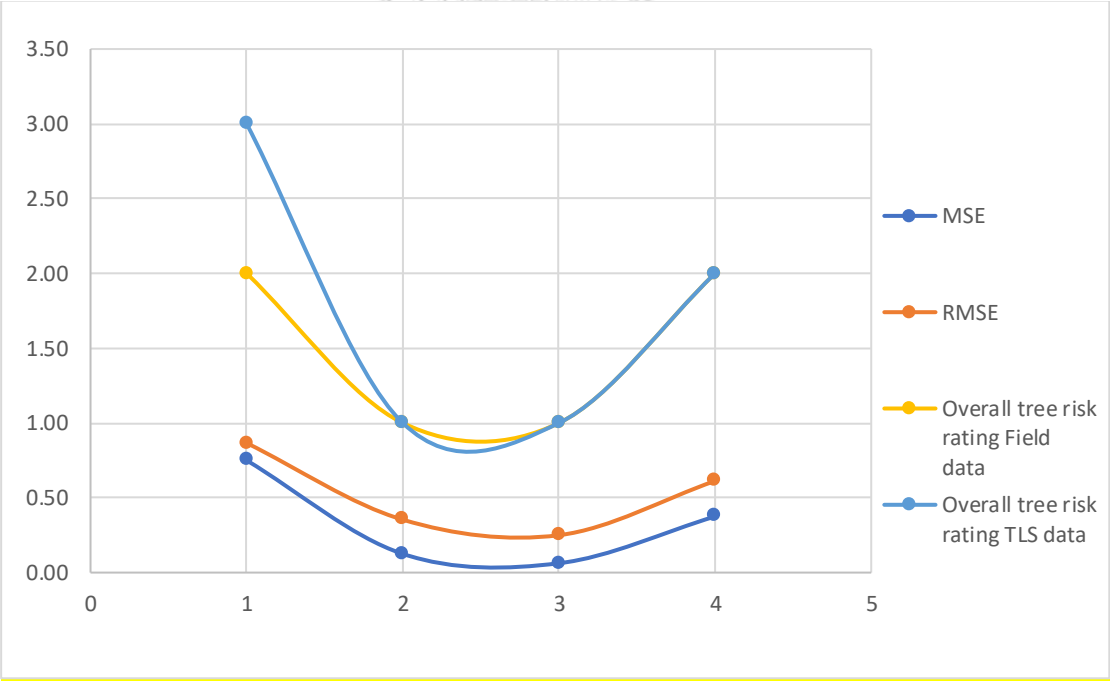
จากการคำนวณค่าความคลาดเคลื่อน MSE RMSE และ R^2 นำค่าที่ได้มาพลอตกราฟดังรูปที่ 4.16 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าความคลาดเคลื่อนที่ได้จากการประเมินความเสี่ยงระหว่างข้อมูลภาคสนามกับข้อมูล TLS จะเห็นได้ว่า tcu_01 มีค่า MSE และ RMSE สูงกว่า tcu_02 tcu_03 และ tcu_04 ในขณะที่ค่า R^2 ของ tcu_01 มีค่าต่ำกว่าตัวอย่างต้นอื่น ๆ และเมื่อเปรียบเทียบค่า MSE และ RMSE กับค่าระดับความเสี่ยงโดยรวมของต้นจามจุรี จะเห็นได้ว่ากราฟมีทิศทางเดียวกัน ต้นจามจุรี tcu_01 มีค่า MSE และRMSE สูงจึงส่งผลให้ค่าความเสี่ยงโดยรวมของ tcu_01 มีค่าแตกต่างกันระหว่างข้อมูลภาคสนามกับข้อมูล TLS

ตารางที่ 4.18 ค่าประเมินความเสี่ยงโดยรวมของต้นจามจุรี (Overall tree risk rating) โดย ผู้ประเมิน กับ TLS ต้นจามจุรี tcu_01 มีค่าเท่ากับ 2 กับ 3 ,tcu_02 มีค่า 1 กับ 1 ,tcu_03 มีค่า 1 กับ 1 และ tcu_04 มีค่า 2 กับ 2 เมื่อนำค่าที่ได้มาพลอตกราฟ จากการสังเกตค่า tcu_01 มีค่าที่แตกต่างกัน แต่ tcu_02 ถึง tcu_04 มีค่าเท่ากัน ดังรูปที่ 4.16 จากการหาค่าความสัมพันธ์ของข้อมูลเห็นได้ว่า ค่า R^2 เท่ากับ 0.818 และค่า RMSE เท่ากับ 0.353 ดังรูปที่ 4.17

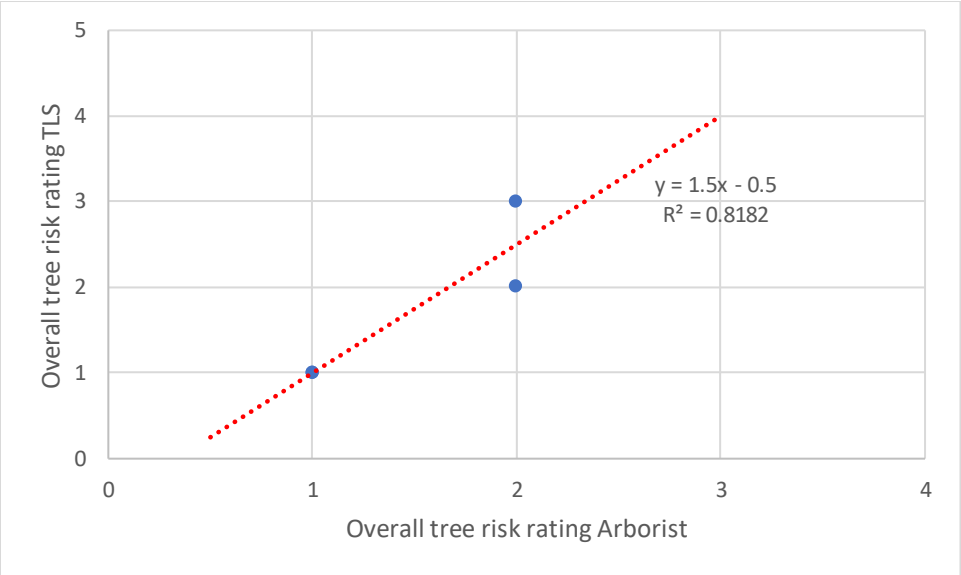
Chulalongkorn University

ตารางที่ 4.18 ค่าการระดับความเสี่ยงโดยรวม Overall tree risk rating ระหว่างผู้ประเมินความเสี่ยง กับ TLS

tree	Arborist	TLS	Y = 1.5X-0.5	Error
tcu_01	2	3	2.5	0.5
tcu_02	1	1	1	0
tcu_03	1	1	1	0
tcu_04	2	2	2.5	-0.5
MSE	0.125			
RMSE	0.353			
R^2	0.818			



รูปที่ 4.16 แสดงค่าความคลาดเคลื่อน MSE และRMSE เปรียบเทียบกับ Overall tree risk rating จากข้อมูลภาคสนาม กับ TLS



รูปที่ 4.17 แสดงความสัมพันธ์ของ Overall tree risk rating จาก การเก็บข้อมูลภาคสนาม กับ TLS

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทที่ 5
อภิปราย และสรุปผลการวิจัย

5.1 อภิปรายผล และสรุปผล

งานวิจัยครั้งนี้ใช้ข้อมูลจาก TLS เก็บข้อมูลเบื้องต้นของต้นไม้ แล้วนำมากรอกแบบฟอร์มการประเมินความเสี่ยงของต้นไม้ ISA ค่าระดับความเสี่ยงที่ได้มีค่าใกล้เคียงกับผู้ประเมินความเสี่ยง พิจารณาตารางที่ 4.18 และรูปที่ 4.17 จึงสรุปได้ว่า TLS สามารถใช้สนับสนุนการทำงานของผู้ประเมินความเสี่ยงได้อย่างมีประสิทธิภาพ สามารถใช้ทดแทนการออกเก็บข้อมูลภาคสนามหากผู้ประเมินมีจำนวนน้อย และทำได้อย่างมีคุณภาพใกล้เคียงกับผู้ประเมินความเสี่ยง จากข้อมูลต้นจามจุรีทั้งหมด 4 ต้น ข้อมูล TLS สามารถประเมินค่าระดับความเสี่ยงเท่ากับผู้ประเมิน ทั้งหมด 3 ต้น แตกต่างอยู่ 1 ต้น โดยมีค่า R^2 เท่ากับ 0.818 และค่า RMSE เท่ากับ 0.353 เนื่องจากต้น tcu_01 มีการใช้ปูนซีเมนต์ซ่อมแซมลำต้น แล้วทาสีดำ ซึ่ง TLS ไม่สามารถสะท้อน แต่กลับดูดกลืนคลื่น จึงทำให้บริเวณดังกล่าวเป็นโพรงขนาดใหญ่

รูปที่ 5.1 โพรงบริเวณลำต้น tcu_01

จากการตรวจเอกสารใน scopus ไม่เคยมีการใช้ TLS ประเมินความเสี่ยงจากระยะไกลมาก่อน ที่ตรวจพบและใกล้เคียงงานวิจัยในครั้งนี้ที่สุดคือการประเมินความเสี่ยงของต้นไม้โดยเปรียบเทียบข้อมูลระหว่างผู้ประเมินกับ Google Street View (Meunpong et al., 2019) ซึ่งได้ศึกษาต้นไม้ในเมืองและใช้แบบฟอร์มการประเมินความเสี่ยง ISA ระดับ 2 เช่นเดียวกับงานวิจัยในครั้งนี้ แต่ใช้ GSV ในการประเมินความเสี่ยงต้นไม้เทียบกับการประเมินความเสี่ยงจากการลงพื้นที่

ภาคสนาม จากงานวิจัยที่กล่าวมาได้มีการใช้สถิติการทดสอบทีเข้ามาหาค่าความสัมพันธ์ของข้อมูล เนื่องจากการเก็บตัวอย่างจาก GSV ทำให้ได้ตัวอย่างค่อนข้างเยอะและรวดเร็ว ซึ่งต่างจากงานวิจัยในครั้งนี้ที่มีการเก็บตัวอย่างจาก TLS ที่ค่อนข้างใช้เวลาในการเก็บตัวอย่างจึงได้ตัวอย่างน้อย สถิติที่ใช้จึงต้องใช้ R^2 และ RMSE งานวิจัยที่ใช้ GSV สามารถทำนายความเสี่ยงโดยรวมของลำต้นและรากได้อย่างมีประสิทธิภาพ ยกเว้นความเสี่ยงจากเรือนยอด แต่ข้อมูล TLS สามารถเก็บข้อมูลของเรือนยอดได้อย่างแม่นยำ การใช้ข้อมูล GSV สามารถช่วยลดต้นทุน และเชื่อถือได้ในการประเมินความเสี่ยงต้นไม้ (Rotherham, 2019) แต่ข้อมูลที่ได้อาจได้รับการอัพเดทเป็นครั้งคราวและต้นไม้บนถนนอาจมีการเปลี่ยนแปลงในช่วงเวลาสั้น ๆ ซึ่งข้อมูล TLS เป็นการเก็บข้อมูลต้นไม้ในขณะนั้น ข้อมูลที่ได้จึงมีการอัพเดทอยู่ตลอดเวลา

จากข้อมูล TLS ในการสร้างแบบจำลอง point cloud แบบ 3 มิติ นอกจากสามารถกรอกแบบฟอร์มการประเมินความเสี่ยงของต้นไม้ ISA ระดับ 2 ได้แล้ว ยังช่วยเรื่องการออกแบบและวางแผนการตัดแต่งต้นไม้ก่อนการลงพื้นที่จริงเพื่อให้รุกขกรทำงานได้ง่ายและรวดเร็วยิ่งขึ้น ลดการขนเครื่องมือจำนวนมากโดยไม่จำเป็น โดยการตัดแต่งสามารถทำได้ผ่านซอฟต์แวร์ต่าง ๆ เช่น Topcon (clr) และ CloudCompare โดยมีตัวอย่างการตัดแต่งต้นไม้ดังรูปที่ 5.2 ถึง 5.4 ถ้าหากต้นไม้มีจำนวนน้อยเหมาะสมกับจำนวนผู้ประเมินความเสี่ยง TLS อาจมีประโยชน์ในด้านการออกแบบ แต่หากมีภัยพิบัติทางธรรมชาติ หรือพื้นที่ขนาดใหญ่ จำนวนต้นไม้กับผู้ประเมินไม่เหมาะสมกัน TLS สามารถช่วยให้การทำงานของผู้ประเมินความเสี่ยงมีประสิทธิภาพมากขึ้น

รูปที่ 5.2 ต้นจามจุรีจากข้อมูล TLS โดย CloudCompare

รูปที่ 5.3 ต้นจามจุรีจากข้อมูล TLS ตัดแต่งโดย CloudCompare

รูปที่ 5.4 ต้นจามจุรีจากข้อมูล TLS ตัดแต่งโดย CloudCompare

การวัดพารามิเตอร์ของต้นไม้เพื่อการกรอกแบบฟอร์มการประเมินความเสี่ยง ทำได้จากการประมาณค่าพารามิเตอร์ของต้นไม้โดย Tree Risk Assessor ค่าที่ได้อาจเพียงพอต่อการประเมินความเสี่ยงของต้นไม้ แต่หากพื้นที่ที่ถูกประเมินมีผู้คนพลุกพล่าน ความละเอียดที่เพิ่มขึ้นจึงอาจมีความจำเป็นต่อการกรอกแบบประเมินความเสี่ยงเพื่อป้องกันและจำกัดการเข้าถึงพื้นที่เสี่ยงได้อย่างแม่นยำเพิ่มขึ้น เมื่อเทียบการวัดพารามิเตอร์ของต้นไม้ตารางที่ 4.9 กับ 4.10 ค่า Crown Spread Dia. มีค่า

ต่างกันระหว่างการวัดภาคสนามกับข้อมูล TLS ถึง 15 เมตร ซึ่งในรัศมีเพิ่มขึ้น 15 เมตร อาจเกิดความเสี่ยงต่อชีวิตและทรัพย์สินของผู้คนบริเวณนั้น และค่า DBH ที่วัดได้จากผู้ประเมินความเสี่ยงมีค่าที่แตกต่างจากข้อมูล TLS เช่นเดียวกัน ค่าความละเอียดที่เพิ่มขึ้นจึงมีความสำคัญต่อการประเมินความเสี่ยงของต้นไม้ในพื้นที่สำคัญต่าง ๆ ในเมือง

จากงานวิจัยของ (Koeser & Smiley, 2017) ผู้ประเมินความเสี่ยงของต้นไม้ที่ได้รับการฝึกอบรบและมีใบรับรองมีความน่าเชื่อถือ เมื่อทำการประเมินความเสี่ยงไม่ว่าจะมีผู้ประเมินความเสี่ยงจำนวนน้อยหรือจำนวนมากค่าความเสี่ยงที่ได้มีค่าเห็นด้วยต่อกัน แต่อย่างไรก็ตาม หากลงลึกไปยังพารามิเตอร์แต่ละตัวเช่น DBH Crown Spread Dia. และอื่น ๆ น่าจะมีความแตกต่างอยู่อย่างเห็นได้ชัด จึงควรมีการศึกษาวิจัยในด้านนี้เพิ่มเติมเพื่อลดค่าความแตกต่างระห ว่างข้อมูลของทั้งสองวิธีนี้เพื่อให้การประเมินความเสี่ยงมีความถูกต้องและแม่นยำเพิ่มมากขึ้น

งานวิจัยนี้มีการสุ่มตัวอย่างต้นจามจุรีซึ่งพบมากในพื้นที่กรุงเทพมหานครจำนวน 4 ต้น ตัวอย่างทั้ง 4 ต้น อาจไม่ใช่ตัวแทนที่ดีของประชากร จึงควรเก็บข้อมูลตัวอย่างเพิ่ม เช่น จำนวนต้นไม้ จำนวนผู้ประเมินความเสี่ยง เพื่อให้เข้าใกล้ประชากรที่แท้จริงมากยิ่งขึ้น หากมีการเก็บตัวอย่างมากขึ้นจำเป็นต้องใช้งบประมาณและเวลามากขึ้นซึ่งเป็นไปไม่ได้ในกรอบของปริญญาโทในการเก็บข้อมูลเพิ่ม เนื่องจากเวลาในการเก็บค่อนข้างนาน โดยระยะเวลาในการเก็บข้อมูลต้นไม้ที่ความละเอียด 6.3 มม. จุดละ 26:44 นาที ต้นละประมาณ 2 ชั่วโมง ในอนาคตควรเปลี่ยนกลุ่มตัวอย่างเป็นต้นประดู่ เพราะพบมากถึง 42% ของจำนวนต้นไม้ทั้งหมดในพื้นที่กรุงเทพมหานครฯ (Meunpong et al., 2019) ต้นประดู่มีความเสี่ยงที่ก่อให้เกิดอันตรายได้เช่นเดียวกับต้นจามจุรี ดังมีข่าวต้นไม้ล้มเกิดขึ้นในทุก ๆ ปี เช่น ฝนตกหนัก ต้นประดู่หักโค่นล้มขวางถนนย่านประชาชื่น เมื่อปี พ.ศ. 2561 ต้นไม้ล้มทับรถจอดใน ม.เกษตรฯ เมื่อปี พ.ศ.2561

จากงานวิจัยในครั้งนี้ แสดงให้เห็นถึงความสามารถในการเก็บข้อมูลต้นไม้ของ TLS สามารถช่วยผู้ประเมินประเมินความเสี่ยงของต้นไม้ได้อย่างแม่นยำ ช่วยลดอันตราย ความเสียหายที่จะเกิดจากต้นไม้ในเมือง และช่วยลดภาระในการลงพื้นที่ภาคสนามของผู้ประเมินโดยให้ช่างสำรวจซึ่งหาได้ง่ายกว่าผู้ประเมินในการลงพื้นที่และผู้ประเมินมีหน้าที่ประเมินความเสี่ยงของต้นไม้จากข้อมูล TLS ที่ได้ เพราะในปัจจุบันเมืองไทยมีผู้ประเมินควาเสี่ยงต้นไม้จำนวนน้อย จึงสามารถใช้ TLS เข้ามาช่วยงานด้านรุกขกรรมได้อย่างมีประสิทธิภาพเทียบเท่าการลงพื้นที่ของผู้ประเมินความเสี่ยงต้นไม้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ศัพทานุกรม

คำศัพท์	คำแปล
American National Standards Institute : ANSI	สถาบันมาตรฐานแห่งชาติอเมริกา
Degree of Risk : D	ระดับของความเสี่ยง
Diameter at Breast Height : DBH	เส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอก
International Society of Arboriculture : ISA	สมาคมรุกขกรรมนานาชาติ
Terrestrial laser scan : TLS	การสแกนด้วยเครื่องสแกนเลเซอร์ภาคพื้นดิน
Tree Risk Assessment Qualification : TRAQ	เกณฑ์คุณสมบัติการประเมินความเสี่ยงของต้นไม้
ISA Qualified Tree Risk Assessor	ผู้ประเมินความเสี่ยงต้นไม้ที่ผ่านการรับรองจาก ISA

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บรรณานุกรม

ANSI. (2017). ANSI Tree Risk Assessment Standard Updated. Retrieved from https://pnwisa.org/2017/12/ansi-tree-risk-assessment-standard-updated/

Chen, M., Wan, Y., Wang, M., & Xu, J. (2018). Automatic stem detection in terrestrial laser scanning data with distance-adaptive search radius. *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing, 56*(5), 2968-2979.

Dassot, M., Colin, A., Santenoise, P., Fournier, M., & Constant, T. (2012). Terrestrial laser scanning for measuring the solid wood volume, including branches, of adult standing trees in the forest environment. *Computers and Electronics in Agriculture, 89*, 86-93. doi:10.1016/j.compag.2012.08.005

Fernández-Sarría, A., López-Cortés, I., Estornell, J., Velázquez-Martí, B., & Salazar, D. (2019). Estimating residual biomass of olive tree crops using terrestrial laser scanning. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation, 75*, 163-170.

Holopainen, M., Kankare, V., Vastaranta, M., Liang, X., Lin, Y., Vaaja, M., . . . greenin g, u. (2013). Tree mapping using airborne, terrestrial and mobile laser scanning–A case study in a heterogeneous urban forest. *12*(4), 546-553.

Kankare, V., Saarinen, N., Pyörälä, J., Liang, X., Holopainen, M., Hyyppä, J., & Vastaranta, M. (2018). *Terrestrial laser scanning in volume and biomass modelling - Overview.* Paper presented at the European Biomass Conference and Exhibition Proceedings.

Koeser, A. K., & Smiley, E. T. (2017). Impact of assessor on tree risk assessment ratings and prescribed mitigation measures. *Urban Forestry and Urban Greening, 24*, 109-115. Retrieved from https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85017507196&doi=10.1016%2fj.ufug.2017.03.027&partnerID=40&md5=c1217bd2cd2cd2540b0c804a48b3f311. doi:10.1016/j.ufug.2017.03.027

Kuronen, M., Henttonen, H. M., & Myllymäki, M. (2019). Correcting for nondetection in estimating forest characteristics from single-scan terrestrial laser measurements. *Canadian Journal of Forest Research, 49*(1), 96-103.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

Lefsky, M., & McHale, M. R. (2008). Volume estimates of trees with complex architecture from terrestrial laser scanning. *Journal of Applied Remote Sensing, 2*(1). doi:10.1117/1.2939008

Liang, X., & Hyyppä, J. (2013). Automatic stem mapping by merging several terrestrial laser scans at the feature and decision levels. *Sensors (Switzerland), 13*(2), 1614-1634.

Liang, X., Kankare, V., Hyyppä, J., Wang, Y., Kukko, A., Haggrén, H., . . . Vastaranta, M. (2016). Terrestrial laser scanning in forest inventories. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing, 115*, 63-77.

Liang, X., Litkey, P., Hyyppa, J., Kaartinen, H., Vastaranta, M., Holopainen, M. J. I. T. o. G., & Sensing, R. (2012). Automatic stem mapping using single-scan terrestrial laser scanning. *50*(2), 661-670.

Meunpong, P., Buathong, S., & Kaewgrajang, T. (2019). Google Street View virtual survey and in-person field surveys: an exploratory comparison of urban tree risk assessment. *Arboricultural Journal, 41*(4), 226-236. Retrieved from https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85070997445&doi=10.1080%2f03071375.2019.1643187&partnerID=40&md5=1c40fe15f7ccc4f7326a2c58d110f294. doi:10.1080/03071375.2019.1643187

Newnham, G. J., Armston, J. D., Calders, K., Disney, M. I., Lovell, J. L., Schaaf, C. B., . . . Danson, F. M. (2015). Terrestrial laser scanning for plot-scale forest measurement. *Current Forestry Reports, 1*(4), 239-251.

Olofsson, K., & Holmgren, J. (2017). *Tree stem and canopy biomass estimates from terrestrial laser scanning data.* Paper presented at the International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences - ISPRS Archives.

Pitkänen, T. P., Raumonen, P., & Kangas, A. (2019). Measuring stem diameters with TLS in boreal forests by complementary fitting procedure. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing, 147*, 294-306.

Rotherham, I. D. (2019). Urban trees–their impacts and roles in the urban forest. *Arboricultural Journal, 41*(4), 189-190. Retrieved from https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

85081905489&doi=10.1080%2f03071375.2019.1678301&partnerID=40&md5=5fc8ff5f67c806cc499e5a286c801c4d. doi:10.1080/03071375.2019.1678301

voicetv. (2017). 'ต้นไม้ในเมือง' มากกว่าให้ออกซิเจน คือช่วยเยียวยาจิตใจ. Retrieved from https://www.voicetv.co.th/read/490585

Vonderach, C., Voegtle, T., & Adler, P. (2012). *Voxel-based approach for estimating urban tree volume from terrestrial laser scanning data.* Paper presented at the International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences - ISPRS Archives.

Yao, T., Yang, X., Zhao, F., Wang, Z., Zhang, Q., Jupp, D., . . . Ni-Meister, W. J. R. s. o. E. (2011). Measuring forest structure and biomass in New England forest stands using Echidna ground-based lidar. *115*(11), 2965-2974.

Zhou, J., Zhou, G., Wei, H., & Zhang, X. (2018). *Estimation of the plot-level forest parameters from terrestrial laser scanning data.* Paper presented at the International Geoscience and Remote Sensing Symposium (IGARSS).

กรมป่าไม้. (2561). แผนบริหารความเสี่ยงประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2561. Retrieved from https://www.forest.go.th/saraburi5/wp-content/uploads/sites/19/2019/02/%E0%B9%81%E0%B8%9C%E0%B8%99%E0%B8%9A%E0%B8%A3%E0%B8%B4%E0%B8%AB%E0%B8%B2%E0%B8%A3%E0%B8%84%E0%B8%A7%E0%B8%B2%E0%B8%A1%E0%B9%80%E0%B8%AA%E0%B8%B5%E0%B9%88%E0%B8%A2%E0%B8%87-2561-%E0%B8%81%E0%B8%A3%E0%B8%A1%E0%B8%9B%E0%B9%88%E0%B8%B2%E0%B9%84%E0%B8%A1%E0%B9%89.pdf

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาคผนวก

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ขั้นตอนการกรอกแบบฟอร์มการประเมินความเสี่ยงของต้นไม้ ISA ระดับ 2

มาตรฐานการประเมินความเสี่ยงของต้นไม้ได้รับการรับรองอย่างถูกต้องว่าเป็น “ ANSI A300 (Part 9) -2017 Tree Risk Assessment a. Tree Failure” รูปแบบพื้นฐานของการประเมินความเสี่ยงของต้นไม้มีระดับการประเมินความเสี่ยงที่แตกต่างกัน การประเมินความเสี่ยงของต้นไม้ตามมาตรฐานการประเมินความเสี่ยงของต้นไม้ ISA ระดับ 2 คือ การประเมินภาพ 360 องศาของต้นไม้ที่มีการประเมินยอด ลำต้น ราก เหนือพื้นดินและสภาพพื้นที่เป้าหมาย ภายใต้วิธีการ TRAQ การประเมินระดับ 2 มักจะดำเนินการโดยใช้ฟอร์มการประเมินความเสี่ยงต้นไม้ขั้นพื้นฐานของ ISA โดยมีรายละเอียดของแบบฟอร์มดังรูปที่ 1-10

ส่วนที่ 1 การเก็บข้อมูลพื้นฐานของต้นไม้ เป็นข้อมูลที่มีค่าเป็นลายลักษณ์อักษร อ้างอิงกรอบเวลาที่ระบุในส่วนนี้เมื่อพิจารณาถึงโอกาสที่จะเกิดความล้มเหลวในภายหลังในแบบฟอร์มดังรูปที่ 1

Client _____ Date_____ Time_____
Address/Tree location _____ Tree no._____ Sheet _____ of _____
Tree species _____ dbh_____ Height _____ Crown spread dia. _____
Assessor(s) _____ Time frame_____ Tools used_____

รูปที่ 1 การเก็บข้อมูลพื้นฐานของต้นไม้

- Client ชื่อของบุคคลที่ว่าจ้างให้ทำการประเมิน
- Date วันที่ของการตรวจสอบต้นไม้
- Time เวลาของการตรวจสอบต้นไม้
- Address/Tree location ที่อยู่ทางกายภาพพิกัด GPS หรือคำอธิบายตำแหน่งอื่น ๆ ของต้นไม้เช่น "สนามหลังบ้าน" หรือ "ต้นไม้ใหญ่ทางซ้ายใกล้กับถนน”
- Tree no. ถ้าต้นไม้มีตัวเลขควรป้อนที่นี่ หากมีการประเมินกลุ่มของต้นไม้ที่ไม่มีตัวเลขอาจกำหนดขึ้นเอง
- Sheet หากใช้ชีตหลายแผ่นสำหรับการประเมินต้นไม้ หรือหากมีการประเมินกลุ่มของต้นไม้สามารถป้อนหมายเลขและจำนวนชีตทั้งหมดที่ใช้กับงานได้
- Tree species สายพันธุ์ต้นไม้รวมถึงชื่อสามัญหรือทางวิทยาศาสตร์ของต้นไม้ถ้ารู้
- DBH เส้นผ่าศูนย์กลางเพียงอก [สหรัฐอเมริกา 4.5 ฟุตหรือ 1.37 เมตร มาตรฐาน IUFRO อยู่เหนือพื้นดิน 1.3 เมตร] วัดเป็นนิ้วหรือเซนติเมตร

- Height ความสูงของต้นไม้ไม่ว่าจะโดยประมาณหรือมองเห็น
- Crown spread dia. เส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ยของยอดต้นไม้
- Assessor ชื่อของบุคคลหรือผู้ที่รวบรวมข้อมูลความเสี่ยงของต้นไม้
- Time frame ช่วงเวลาประเมินโอกาสที่จะเกิดความเสี่ยง โดยทั่วไปควรได้รับการพิจารณาระหว่าง 1-5 ปี
- Tools used รายการเครื่องมือที่ใช้ในการประเมินเช่น ค้อน กล้องส่องทางไกล หากไม่มีการใช้เครื่องมือให้เขียน “none” หรือปล่อยว่างไว้

ส่วนที่ 2 การประเมินเป้าหมาย เพื่อแสดงสิ่งที่ได้รับผลกระทบที่อาจเกิดจากการหักโค่นของต้นไม้เช่น คน ทรัพย์สิน หรือกิจกรรมที่อาจได้รับอันตรายจากการหักโค่นของต้นไม้ภายในระยะโซนเป้าหมายของชิ้นส่วนต้นไม้ที่เกี่ยวข้องดังรูปที่ 2

Target Assessment

Target number	Target description	Target zone			Occupancy rate 1 – rare 2 – occasional 3 – frequent 4 – constant	Practical to move target?	Restriction practical?
		Target within drip line	Target within 1 x Ht.	Target within 1.5 x Ht.			
1							
2							
3							
4							

รูปที่ 2 การประเมินเป้าหมาย

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

- Target number ตัวเลขรายการภายในโซนเป้าหมาย เพื่อแสดงรายการเป้าหมายแต่ละรายการและเพื่อช่วยในการรวมหมายเลขนี้ในตารางการจัดประเภทความเสี่ยงเพื่อให้ไม่ต้องเขียนคำอธิบายเป้าหมายใหม่
- Target description คำอธิบายเป้าหมายสั้น ๆ เช่น ผู้คนใกล้ต้นไม้ บ้าน สนามเด็กเล่น หรือถนนที่มีการจราจรสูง
- Target zone ระบุตำแหน่งเป้าหมายที่สัมพันธ์กับส่วนของต้นไม้:
    - ☐ Within drip line เป้าหมายอยู่ใต้พุ่มต้นไม้
    - ☐ Within 1 × Ht เป้าหมายอยู่ภายในระยะของลำต้นหรือรากของต้นไม้ตาย (1 เท่าของความสูงต้นไม้)

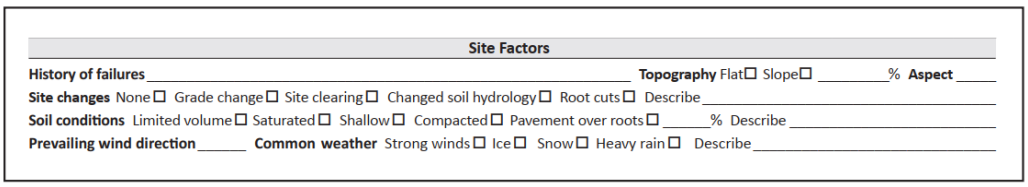
☐ Within 1.5 × Ht เป้าหมายอยู่ในระยะ ลำต้น ราก และมีกิ่งที่ตายหรือเปราะซึ่งแตกเป็นเสี่ยง ๆ (1.5 เท่าของความสูงต้นไม้)

- Occupancy rate จำนวนเวลาโดยประมาณที่เป้าหมายอยู่ภายในโซนเป้าหมาย ใช้รหัสตัวเลขที่สอดคล้องกัน (1–4):

    1. Rare เป้าหมายไม่อยู่ในโซนเป้าหมาย
    2. Occasional เป้าหมายมีอยู่ในโซนเป้าหมายไม่บ่อยหรือไม่สม่ำเสมอ
    3. Frequent เป้าหมายในโซนเป้าหมายเป็นส่วนใหญ่ของวันหรือสัปดาห์
    4. Constant เป้าหมายอยู่ในโซนเป้าหมายตลอดเวลาหรือเกือบตลอดเวลา

- Practical to move target ? ตรวจสอบช่องทางเพื่อเคลื่อนย้ายเป้าหมายออกจากโซนเป้าหมายหากจำเป็นต้องมีการเคลื่อนย้าย
- Restriction practical ? ช่องทำเครื่องหมายเพื่อจำกัดการเข้าถึงโซนเป้าหมาย

ส่วนที่ 3 สภาพพื้นที่อาจเป็นปัจจัยทำให้ต้นไม้เสื่อมโทรม ตารางนี้แสดงรายการปัจจัยทั่วไปที่ควรพิจารณาหรือควรทราบแม้ว่าสิ่งเหล่านี้จะไม่ได้อยู่ในฟอร์มนี้ดังรูปที่ 3 ปัจจัยเหล่านี้สามารถอธิบายเพิ่มเติมในพื้นที่ที่จัดไว้บนกระดาษ ควรสังเกตปริมาณลมที่พัด สิ่งเหล่านี้อาจรวมถึงการยกระดับพื้นดิน และความขรุขระของพื้นผิว



Site Factors

History of failures _____ **Topography** Flat☐ Slope☐ _____% **Aspect** _____

Site changes None☐ Grade change☐ Site clearing☐ Changed soil hydrology☐ Root cuts☐ Describe _____

Soil conditions Limited volume☐ Saturated☐ Shallow☐ Compacted☐ Pavement over roots☐ _____% Describe _____

Prevailing wind direction _____ **Common weather** Strong winds☐ Ice☐ Snow☐ Heavy rain☐ Describe _____

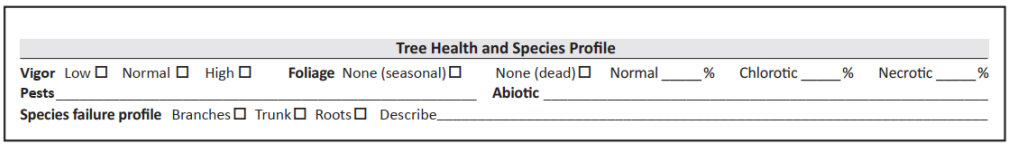
รูปที่ 3 ปัจจัยของสภาพพื้นดินที่ส่งผลต่อต้นไม้

- History of failures จดบันทึกและอธิบายความเสื่อมโทรมของต้นไม้เพื่อประเมินความเสื่อมโทรมของกิ่งและยอด (ลงในแบบฟอร์มข้อบกพร่องและเงื่อนไขของต้นไม้รวมทั้งโอกาสในการโค่นของต้นไม้)
- Topography ทำเครื่องหมายในช่องสำหรับพื้นที่ราบหรือลาดชัน อาจรวมการประมาณเปอร์เซ็นต์ความชัน

- Aspect ทิศทางของที่ลาดชัน
- Site changes การเปลี่ยนแปลงพื้นที่ประกอบด้วยปัจจัยต่าง ๆ :
    - ☐ None ไม่มีหลักฐานการเปลี่ยนแปลงพื้นที่เมื่อเร็ว ๆ นี้
    - ☐ Grade change ดินถูกเพิ่มหรือลดออกจากพื้นที่
    - ☐ Site clearing พื้นที่โล่ง หากต้นไม้อยู่ติดกันอาจปิดกั้นลม
    - ☐ Changed soil hydrology การเปลี่ยนแปลงทางอุทกวิทยาของดินว่ามีน้ำเข้าหรือออกจากพื้นที่
    - ☐ Root cuts ระบบรากถูกตัดหรือเสียหายเป็นอย่างมาก
- Soil conditions ปัจจัยที่ส่งผลต่อระบบรากในการรองรับต้นไม้เช่นเดียวกับสุขภาพของต้นไม้ เลือกทั้งหมดที่เกี่ยวข้อง:
    - ☐ Limited volume ปริมาณดินถูกจำกัดโดยชั้นหิน ระดับน้ำใต้ดิน ฐานรากของอาคาร ขนาดของภาชนะหรือปัจจัยอื่น ๆ
    - ☐ Saturated ดินอิ่มตัวเนื่องจากการระบายน้ำไม่ดี ระดับน้ำใต้ดินสูง พื้นที่ต่ำอาจมีประวัติน้ำท่วม
    - ☐ Shallow การหยั่งรากลึกถูกจำกัด โดยระดับน้ำใต้ดินสูง ชั้นหิน หรือโครงสร้างต่าง ๆ เช่น ลานจอดรถ
    - ☐ Compacted ดินถูกบดอัดอย่างรุนแรงทำให้จำกัดการแพร่กระจายของราก
    - ☐ Pavement over roots คอนกรีต แอสฟัลท์ วัสดุปูผิวทางอื่น ๆ ที่จำกัดการเจริญเติบโตของรากหรือการเคลื่อนที่ของน้ำในโซนราก ถ้ามีอยู่ให้ป้อนเปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ภายในบรรทัด
- Prevailing wind direction กำลังและทิศทางลม เช่น มีลมคงที่ มีกำลังลมปานกลางถึงรุนแรง มักมาจากทิศทางเดียว ซึ่งส่งผลต่อการพัฒนาระบบยอดและรากของต้นไม้
- Common weather ต้นไม้จะปรับตัวให้เข้ากับสภาพภูมิอากาศที่เกิดขึ้นเป็นประจำ เลือกทั้งหมดที่เกี่ยวข้อง

ส่วนที่ 4 รายละเอียดสุขภาพต้นไม้และสายพันธุ์ ส่วนนี้ให้โอกาสในการบันทึกรูปแบบการหักโค่นเฉพาะของสายพันธุ์ที่คุณสงสัยว่าอาจมีโอกาสเกิดการหักโค่น ข้อมูลต่าง ๆ ที่คุณรู้สึกว่ามีความสำคัญควรบันทึกไว้บนกระดาษเพิ่มเติมดังรูปที่ 4

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University


Tree Health and Species Profile

Vigor Low ☐ Normal ☐ High ☐ **Foliage** None (seasonal) ☐ None (dead) ☐ Normal _____% Chlorotic _____% Necrotic _____%

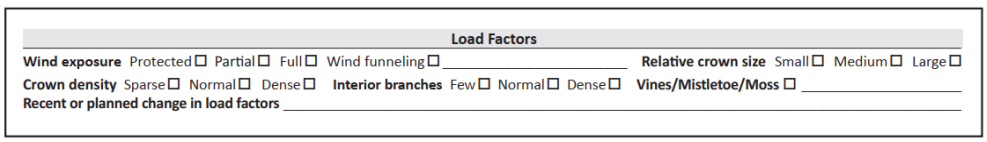
Pests _____ **Abiotic** _____

Species failure profile Branches ☐ Trunk ☐ Roots ☐ Describe _____

รูปที่ 4 รายละเอียดสุขภาพต้นไม้และสายพันธุ์

- Vigor การประเมินสุขภาพต้นไม้โดยรวม:
    - ☐ Low ต้นไม้อ่อนแอ เติบโตช้าหรืออยู่ภายใต้ความเครียด
    - ☐ Normal ต้นไม้มีความแข็งแรงของสายพันธุ์ภายใต้เงื่อนไขของพื้นที่
    - ☐ High ต้นไม้เติบโตได้ดี และไม่มีปัจจัยความเครียด
- Foliage ขนาดและสีของใบไม้เป็นตัวบ่งชี้สุขภาพของต้นไม้โดยเปรียบเทียบกับตัวอย่างต้นไม้ที่มีสุขภาพดีของสายพันธุ์เดียวกันในพื้นที่เดียวกัน ในส่วนนี้อนุญาตให้มีการรวบรวมข้อมูลเปอร์เซ็นต์ของแต่ละหมวดหมู่หรือทำเครื่องหมายเพียงเพื่อแสดง:
    - ☐ None (seasonal) ต้นไม้ผลัดใบสำหรับฤดูหนาว
    - ☐ None (dead) ต้นไม้ทิ้งใบเพราะตาย
    - ☐ Normal ขนาดและสีของใบไม้เป็นปกติเมื่อเทียบกับสายพันธุ์เดียวกันในพื้นที่เดียวกัน
    - ☐ Chlorotic ค่อนข้างเหลือง หรือสีเขียวอมเหลือง
    - ☐ Necrotic ใบไม้ตายบางส่วน หรือทั้งหมด
- Pests แมลงและโรคที่อาจส่งผลต่อสุขภาพหรือความมั่นคงของต้นไม้
- Abiotic ปัญหาเกี่ยวกับยาปฏิชีวนะที่อาจมีผลต่อสุขภาพหรือความมั่นคงของต้นไม้
- Species failure profile ปัญหาความล้มเหลวที่ทราบของ กิ่ง ลำต้น หรือราก

ส่วนที่ 5 ตารางประเมินน้ำหนักบรรทุกสองประเภทต้องได้รับการพิจารณาเมื่อประเมินความเสี่ยงของต้นไม้คือ Dynamic load จากลมมีผลกระทบกับต้นไม้ และ Static load มาจากแรงโน้มถ่วงที่กระทำบนต้นไม้ดังรูปที่ 5


Load Factors

Wind exposure Protected ☐ Partial ☐ Full ☐ Wind funneling ☐ _____ **Relative crown size** Small ☐ Medium ☐ Large ☐

Crown density Sparse ☐ Normal ☐ Dense ☐ **Interior branches** Few ☐ Normal ☐ Dense ☐ **Vines/Mistletoe/Moss** ☐ _____

Recent or planned change in load factors _____

รูปที่ 5 ประเมินน้ำหนักบรรทุก

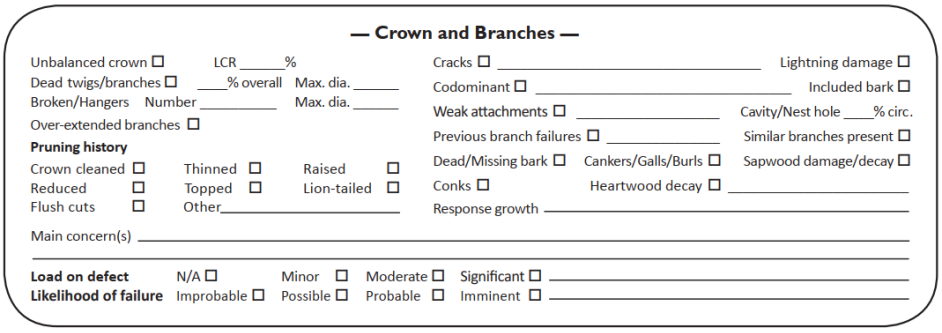
- Wind exposure ปัจจัยที่ทำให้แรงลมส่งผลต่อต้นไม้ เลือกทั้งหมดที่เกี่ยวข้อง:

- ☐ Protected ต้นไม้หรือสิ่งก่อสร้างในพื้นที่ช่วยลดความเร็วลมอย่างเต็มที่
- ☐ Partial ใกล้ต้นไม้หรืออาคารลดผลกระทบของลมในระดับปานกลาง
- ☐ Full ต้นไม้สัมปะทะลมอย่างเต็มที่
- ☐ Wind funneling ช่องทางลมหรืออุโมงค์ลม (โดยอาคาร หุบเขา ต้นไม้ใหญ่) ไปทางต้นไม้เพื่อให้ความเร็วลมจากต้นไม้เพิ่มขึ้น

- Relative crown size การเปรียบเทียบขนาดยอดของต้นไม้กับเส้นผ่านศูนย์กลางของลำต้น จัดว่าเล็ก กลาง หรือใหญ่
- Crown density ความโปร่งของพุ่มยอด:
  - ☐ Sparse ลมและแสงส่องผ่านได้ในระดับสูง แตกต่างกันไปตามสายพันธุ์
  - ☐ Normal ลมพัดผ่านและแสงปานกลาง
  - ☐ Dense ลมและแสงผ่านน้อย
- Interior branches กิ่งภายในเรือนยอดที่เพิ่มความต้านทานลม แต่รองรับการเคลื่อนไหวของกิ่ง:
  - ☐ Few ความต้านทานลมน้อย
  - ☐ Normal ความต้านทานลมปานกลาง
  - ☐ Dense ความต้านทานลมมากอย่างมีนัยสำคัญ
- Vines/Mistletoe/Moss ทำเครื่องหมายในช่องหากมีอยู่ในระดับปานกลางถึงสูง เพิ่มน้ำหนักหรือความต้านทานลม
- Recent or planned change in load factors บันทึกปัจจัยหรือการวางแผนที่จะส่งผลถึงการปะทะลมของต้นไม้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ส่วนที่ 6 ความบกพร่องของต้นไม้และเงื่อนไขที่มีผลต่อโอกาสที่จะเกิดการโค่นล้มของต้นไม้ ส่วนนี้มีรายการตรวจสอบอย่างเป็นระบบสำหรับการประเมินต้นไม้แบ่งออกเป็น ยอด กิ่งไม้ ลำต้น และราก ดังรูปที่ 6 ถึง 8 ตรวจสอบเฉพาะปัจจัยที่ใช้กับต้นไม้ที่ประเมิน ปัจจัยเหล่านี้อาจมีหรือไม่มีส่วนร่วมในข้อกังวลหลักของ น้ำหนักบรรทุก หรือโอกาสการหักโค่น



รูปที่ 6 ความบกพร่องของต้นไม้และเงื่อนไขที่มีผลต่อยอดและกิ่ง

ยอดและกิ่ง

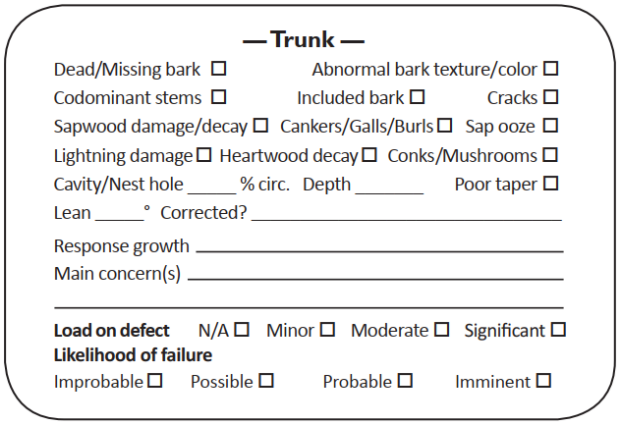
- Unbalanced crown ทำเครื่องหมายในช่องถ้าเรือนยอดมีการกระจายไม่สม่ำเสมอ
- Live crown ratio (LCR) อัตราส่วนความสูงของเรือนยอดต่อความสูงของต้นไม้ทั้งหมด [LCR = (ความสูงของยอด / ความสูงของต้นไม้) × 100]
- Dead twigs/branches เส้นผ่านศูนย์กลางกิ่งที่ตายแล้ว ทำเครื่องหมายในช่องถ้ามีและระบุเปอร์เซ็นต์ขนาดสูงสุด
- Broken/Hangers กิ่งหักหรือกิ่งที่เหลืออยู่ในยอด บันทึกจำนวนและขนาด (เส้นผ่าศูนย์กลางสูงสุด)
- Over-extended branches ทำเครื่องหมายในช่องหากมีกิ่งที่ขยายหรือมีความเรียวยาวจนเกินไป
- Pruning history ทำเครื่องหมายในช่องหากทราบว่ามีการตัดแต่ง:
    - ☐ Crown cleaned การตัดส่วนที่ตายแล้ว กำลังจะตาย เป็นโรค และกิ่งก้านที่หักจากยอดต้นไม้
    - ☐ Tinned เลือกตัดกิ่งออกเพื่อลดความหนาแน่นของยอดและปรับทัศนียภาพ
    - ☐ Raised ตัดแต่งกิ่งล่างเพื่อให้ต้นสูงขึ้น
    - ☐ Reduced ตัดแต่งกิ่งเพื่อลดความสูงของต้นไม้โดยการตัดกิ่งด้านข้าง
    - ☐ Topped เทคนิคการตัดแต่งกิ่งภายในที่ไม่เหมาะสมเพื่อลดขนาดต้นไม้
    - ☐ Lion-tailed การตัดแต่งกิ่งที่ไม่เหมาะสมทำให้มีจำนวนกิ่งด้านในหรือด้านล่างลดลงมากเกินไป
    - ☐ Flush cuts การตัดกิ่งที่ทำให้เกิดการบาดเจ็บหรือกิ่งที่ไม่จำเป็นออก

☐ Other บันทึกประวัติการตัดแต่งกิ่งอื่น ๆ

- Cracks รอยแยกในเนื้อไม้ในทางยาวหรือทางขวาง ทำเครื่องหมายลงในช่องและอธิบายโดยย่อหากมี
- Lightning damage ความเสียหายจากฟ้าผ่า
- Codominant กิ่งที่มีเส้นผ่าศูนย์กลางเกือบเท่ากันเกิดจากจุดเดียวกัน
- Included bark เปลือกของกิ่งและลำต้นที่เบียดกัน ทำเครื่องหมายในช่องถ้ามี
- Weak attachments กิ่งที่ไม่แข็งแรง ทำเครื่องหมายในช่องถ้ามี
- Cavity/Nest hole โพรงในบริเวณแก่นกลางของต้นไม้ บันทึกร้อยละของเส้นรอบวงโพรง
- Previous branch failures ทำเครื่องหมายหากเคยมีการหักโค่นของกิ่งและอธิบายสั้น ๆ
- Dead/Missing bark ทำเครื่องหมายหากมีกิ่งไม้ตายหรือต้นไม้ที่กำลังสร้างเซลล์ใหม่
- Cankers/Galls/Burls ช่องทำเครื่องหมายหากเกี่ยวข้อง:
  - ☐ Canker บริเวณที่เป็นโรคมีลักษณะกรวงหรือเปลี่ยนสี
  - ☐ Gall เนื้อเยื่อบวมผิดปกติที่เกิดจากศัตรูพืช
  - ☐ Burl เติบโตเร็วกว่าปกติของ ลำต้น กิ่งไม้ หรือราก ไม่ถือว่าเป็นข้อบกพร่อง
- Sapwood damage/decay ทำเครื่องหมายหากมีความเสียหายหรือเชื้อราในกระพี้ไม้ที่อาจทำให้กิ่งไม้อ่อนแอ ตาย หรือกำลังจะตาย
- Conks (mushrooms, brackets) การติดเชื้อราเป็นตัวชี้วัดการสลายตัวที่แน่นอนของต้นไม้ ทำเครื่องหมายในช่องหากมีและอธิบาย
- Heartwood decay การสลายตัวของแก่นไม้ ทำเครื่องหมายในช่องถ้ามีและอธิบาย
- Response growth การทำปฏิกิริยากับไม้ตอบสนองการเจริญเติบโตเพื่อเพิ่มความแข็งแรงโครงสร้างของกิ่ง บันทึกตำแหน่งและขอบเขต
- Main concern(s) เงื่อนไขหลักที่คาดว่ายอดและกิ่งที่อาจหักโค่น หากไม่มีข้อกังวลใด ๆ ให้เขียน “ไม่มี”
- Load on defect พิจารณาการรับน้ำหนักของต้นไม้ บันทึกเป็น N/A (ไม่เกี่ยวข้อง) เล็กน้อย ปานกลาง หรือมีนัยสำคัญและบันทึกสาเหตุของการรับน้ำหนัก

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

- Likelihood of failure การจัดอันดับ (ไม่น่าจะเป็นไปได้ / เป็นไปได้ / หรือมีโอกาส) สำหรับยอดและกิ่งก้านสาขาที่น่าเป็นห่วงที่สุด หากมีข้อกังวลของข้อมูลนี้ควรถูกถ่ายโอนไปยังแผนภูมิการแบ่งประเภทความเสี่ยง



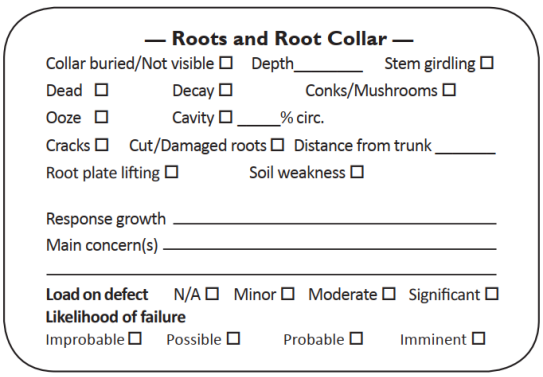
รูปที่ 7 ความบกพร่องของต้นไม้และเงื่อนไขที่มีผลต่อลำต้น

ลำต้น

- Dead/Missing bark ตรวจสอบถ้ามีกิ่งที่ตายหรือหากมีเซลล์ตายไม่สามารถสร้างขึ้นใหม่ได้
- Abnormal bark texture/color สี หรือผิวเปลือกผิดปกติ ทำเครื่องหมายในช่องถ้ามีและบันทึกสั้น ๆ หากเป็นข้อกังวล
- Codominant stems ลำต้นที่มีเส้นผ่าศูนย์กลางเกือบเท่ากันเกิดขึ้นบริเวณเดียวกัน บันทึกขนาดตำแหน่งที่ตั้งและหมายเลขหากเกี่ยวข้องภายใต้ข้อกังวลหลักลงในช่อง
- Included bark เปลือกร่วมกันที่ส่งผลให้โครงสร้างอ่อนแอ ทำเครื่องหมายถ้ามี
- Cracks รอยแยกของเนื้อไม้ในแนวยาวหรือแนวขวาง ทำเครื่องหมายถ้ามีและอธิบาย
- Sapwood damage/decay ทำเครื่องหมายหากมีความเสียหายในกระพี้ไม้ที่อาจทำให้กิ่งไม้อ่อนแอ กิ่งตาย หรือกิ่งที่กำลังจะตาย
- Cankers/Galls/Burls ช่องทำเครื่องหมายหากเกี่ยวข้อง:
    - ☐ Canker พื้นที่ที่เป็นโรคมีลักษณะกรวงหรือเปลี่ยนสี
    - ☐ Gall เนื้อเยื่อบวมผิดปกติที่เกิดจากศัตรูพืช
    - ☐ Burl เจริญเร็วกว่าปกติ ลำต้น กิ่ง หรือราก ไม่ถือว่าเป็นข้อบกพร่อง

- Sap ooze ของเหลวที่ไหลออกมาอาจเกิดจากการติดเชื้อของเปลือกไม้ หรือโครงสร้างอาจผุพัง ทำเครื่องหมายถ้ามี
- Lightning damage ความเสียหายจากฟ้าผ่า
- Heartwood decay การสลายตัวของแก่นไม้ ทำเครื่องหมายในช่องถ้ามีและอธิบาย
- Conks/Mushrooms (brackets) การติดเชื้อราเป็นตัวชี้วัดการสลายตัวที่แน่นอน ทำเครื่องหมายในช่องหากมีและอธิบาย
- Cavity/Nest hole โพรงในบริเวณแก่นกลางของต้นไม้ บันทึกร้อยละของเส้นรอบวงโพรง
- Poor taper ความเรียมของลำต้น มีความสำคัญสำหรับการกระจายแรงกดเชิงกล ทำเครื่องหมายถ้ามีลำต้นเรียวเล็ก
- Lean การเอียงวัดมุมของลำต้นจากแนวตั้ง บันทึกระดับของการค้ำยัน
- Corrected ต้นไม้ที่เอนกลับมาในแนวตรงพร้อมการเติบโตในส่วนที่เกิดใหม่ได้เงื่อนไขการบันทึกที่เกี่ยวข้องกับการค้ำยันบันทึกในพื้นที่ที่จัดไว้ให้
- Response growth การทำปฏิกิริยากับไม้ตอบสนองการเจริญเติบโตเพื่อเพิ่มความแข็งแรงของโครงสร้างกิ่ง บันทึกตำแหน่งและขอบเขต
- Main concern(s) เงื่อนไขหลักที่คาดว่ายอดและกิ่งที่อาจหักโค่น หากไม่มีข้อกังวลใด ๆ ให้เขียน“ ไม่มี”
- Load on defect พิจารณาการรับน้ำหนักของต้นไม้ บันทึกเป็น N/A (ไม่มี) เล็กน้อย ปานกลาง หรือมีนัยสำคัญและบันทึกสาเหตุของการรับน้ำหนัก
- Likelihood of failure การจัดอันดับ (ไม่น่าจะเป็นไปได้ / เป็นไปได้ / หรือใกล้เข้ามา) สำหรับลำต้นที่น่าเป็นห่วงที่สุด หากมีข้อกังวลของข้อมูลนี้ควรถูกถ่ายโอนไปยังแผนภูมิการแบ่งประเภทความเสี่ยง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



— Roots and Root Collar —

Collar buried/Not visible ☐ Depth_____ Stem girdling ☐
Dead ☐ Decay ☐ Conks/Mushrooms ☐
Ooze ☐ Cavity ☐ ____% circ.
Cracks ☐ Cut/Damaged roots ☐ Distance from trunk _____
Root plate lifting ☐ Soil weakness ☐

Response growth _____
Main concern(s) _____
_____

Load on defect N/A ☐ Minor ☐ Moderate ☐ Significant ☐
Likelihood of failure
Improbable ☐ Possible ☐ Probable ☐ Imminent ☐

รูปที่ 8 ความบกพร่องของต้นไม้และเงื่อนไขที่มีผลต่อรากและโคนราก

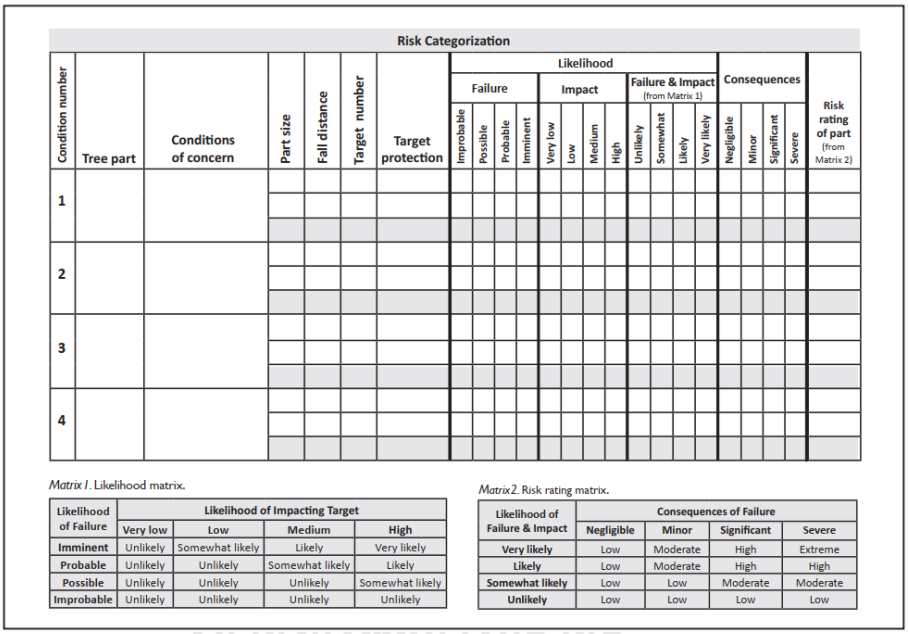
รากและโคนราก

- Collar buried/Not visible ตรวจสอบการมองเห็นโคนรากและหากเป็นไปได้ให้กำหนดและจดบันทึกความลึกใต้พื้นดิน
- Stem girdling รากพันรอบโคนต้น ทำเครื่องหมายหากเป็นข้อกังวลเกี่ยวกับความล้มเหลว
- Dead โครงสร้างรากตาย
- Decay การผุ
- Conks/Mushrooms (brackets) การติดเชื้อราเป็นตัวชี้วัดทั่วไปของการสลายตัวที่แน่นอน ทำเครื่องหมายในช่องหากมีอยู่และอธิบาย
- Ooze การหลั่งของเหลวออกมาซึ่งอาจเป็นผลมาจากการระบาดของศัตรูพืชหรือการติดเชื้อใต้เปลือกไม้ ทำเครื่องหมายถ้ามีและอธิบาย
- Cavity โพรงในบริเวณแก่นกลางของต้นไม้ บันทึกร้อยละของเส้นรอบวงโพรง
- Cracks รอยแยกในเนื้อไม้ทางยาวหรือทางขวาง ทำเครื่องหมายลงในช่องและอธิบายโดยย่อหากมี
- Cut/Damaged roots การตัด วัดและบันทึกระยะจากลำต้นถึงจุดตัดราก
- Root plate lifting ดินที่ร้าวหรือยกขึ้นแสดงให้เห็นว่าต้นไม้ได้รับการโยกเกิดจากลมแรง ทำเครื่องหมายถ้ามีและหมายเหตุภายใต้ข้อกังวลหลัก
- Soil weakness กาเครื่องหมายหากมีสภาพดินและการยึดเหนี่ยวระบบรากของต้นไม้มากอย่างมีนัยสำคัญ
- Response growth การทำปฏิกิริยากับไม้ตอบสนองการเจริญเติบโตเพื่อเพิ่มความแข็งแรงของโครงสร้างกิ่ง บันทึกตำแหน่งและขอบเขต
- Main concern(s) เงื่อนไขหลักที่คาดว่ายอดและกิ่งที่อาจหักโค่น หากไม่มีข้อกังวลใด ๆ ให้เขียน “ไม่มี”
- Load on defect พิจารณาการรับน้ำหนักของต้นไม้ บันทึกเป็น N/A (ไม่เกี่ยวข้อง) เล็กน้อย ปานกลาง หรือมีนัยสำคัญและบันทึกสาเหตุของการรับน้ำหนัก

- Likelihood of failure การจัดอันดับ (ไม่น่าจะเป็นไปได้ / เป็นไปได้ / หรือมีโอกาสใกล้เข้ามา) สำหรับยอดและกิ่งก้านสาขาที่น่าเป็นห่วงที่สุด หากมีข้อกังวลของข้อมูลนี้ควรถูกถ่ายโอนไปยังแผนภูมิการแบ่งประเภทความเสี่ยง

หน้า 2 การจัดประเภทความเสี่ยงและการบรรเทา แบบฟอร์มมุ่งเน้นไปที่การจัดประเภทความเสี่ยงการวางตัวของต้นไม้และอธิบายถึงวิธีลดความเสี่ยง นอกจากนี้ยังมีพื้นที่สำหรับบันทึกเพิ่มเติมหรือความคิดเห็นเกี่ยวกับส่วนต่าง ๆ จากหน้าแรก

ส่วนที่ 7 การจัดประเภทความเสี่ยง แบบฟอร์มนี้ใช้วิธีการจัดประเภทความเสี่ยงที่นำเสนอในแนวทางปฏิบัติด้านการจัดการที่ดีที่สุดของ ISA: ตารางการประเมินความเสี่ยงจากต้นไม้เป็นเครื่องมือในการรวบรวมข้อมูลกับกระบวนการจัดประเภทความเสี่ยง สามารถจัดอันดับความเสี่ยงได้สูงสุด 4 เงื่อนไขจากต้นไม้ที่ได้รับการประเมินดังแสดงในรูปที่ 9



Risk Categorization

Condition number	Tree part	Conditions of concern	Part size	Fall distance	Target number	Target protection	Likelihood: Failure: Improbable	Failure: Possible	Failure: Probable	Failure: Imminent	Impact: Very low	Impact: Low	Impact: Medium	Impact: High	Failure & Impact (from Matrix 1): Unlikely	Somewhat	Likely	Very likely	Consequences: Negligible	Minor	Significant	Severe	Risk rating of part (from Matrix 2)
1																							
2																							
3																							
4																							

Matrix 1. Likelihood matrix.

Likelihood of Failure	Likelihood of Impacting Target: Very low	Low	Medium	High
Imminent	Unlikely	Somewhat likely	Likely	Very likely
Probable	Unlikely	Unlikely	Somewhat likely	Likely
Possible	Unlikely	Unlikely	Unlikely	Somewhat likely
Improbable	Unlikely	Unlikely	Unlikely	Unlikely

Matrix 2. Risk rating matrix.

Likelihood of Failure & Impact	Consequences of Failure: Negligible	Minor	Significant	Severe
Very likely	Low	Moderate	High	Extreme
Likely	Low	Moderate	High	High
Somewhat likely	Low	Low	Moderate	Moderate
Unlikely	Low	Low	Low	Low

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

รูปที่ 9 การจัดประเภทความเสี่ยง

- Tree part ระบุกิ่ง ลำต้น หรือรากที่มีความเสี่ยง ตัวอย่างเช่นเงื่อนไขหมายเลข 1 อาจเป็นกิ่งที่หักอยู่เหนือบ้านและเงื่อนไขหมายเลข 2 อาจเป็นกิ่งอยู่เหนือถนนรถแล่น รายการในคอลัมน์ต้นไม้ทั้งสองส่วนอาจจะเป็น "กิ่ง" หรือตัวเลือกอื่น ๆ รวมถึง "ลำต้น" และ "ราก"
- Conditions of concern ระบุข้อกังวลจากส่วนของต้นไม้ตัวอย่างเช่น แตกกิ่งใหญ่ไปทั่วบ้าน
- Part size วัดลักษณะของต้นไม้ที่อาจล้มไปยังเป้าหมายคือ เส้นผ่านศูนย์กลางของกิ่งหรือลำต้น จึงต้องระบุขนาดของชิ้นส่วนที่อาจส่งผลกระทบต่อเป้าหมาย
- Fall distance ถ้ามีให้บันทึกระยะที่ต้นไม้หรือส่วนของต้นไม้จะโค่นลงมาก่อนโดนเป้าหมายและผลที่ตามมาจากการหักโค่น

- Target number หมายเลขนี้ควรสอดคล้องกับเป้าหมายที่ระบุไว้ในหน้าแรกของแบบฟอร์ม
- Target protection ระบุปัจจัยสำคัญที่สามารถป้องกันเป้าหมายได้เพราะสิ่งนี้อาจทำให้เกิดผลกระทบจากความผุพังของต้นไม้

ความเสี่ยงของต้นไม้มี 2 องค์ประกอบดังนี้

1. โอกาสการหักโค่นของต้นไม้ที่กระทบต่อเป้าหมายซึ่งแบ่งออกเป็นความน่าจะเป็นของการหักโค่นและโอกาสที่จะเกิดผลกระทบ
2. ผลจากการหักโค่น ใช้วิจารณญาณและข้อมูลที่มีอยู่เพื่อประเมินความเป็นไปได้ของความล้มเหลว (improbable, possible, probable, imminent) และโอกาสที่จะเกิดผลกระทบ (very low, low, medium, high) หลังจากทำการตัดสินใจทั้งสองแล้วให้ใช้เมทริกซ์ 1 เพื่อเป็นแนวทางในการเลือกโอกาสของการหักโค่นและหมวดหมู่ผลกระทบ

โอกาสในการเกิดความล้มเหลวนั้นสามารถแบ่งได้โดยใช้แนวทางต่อไปนี้:

- Improbable ต้นไม้หรือกิ่งไม้ไม่น่าหักโค่นในช่วงสภาพอากาศปกติและอาจไม่หักโค่นในสภาพอากาศรุนแรงภายในกรอบเวลาที่กำหนด
- Possible อาจเกิดการหักโค่น ในช่วงสภาพอากาศไม่ปกติภายในกรอบเวลาที่กำหนด
- Probable อาจเกิดการหักโค่นภายใต้สภาพอากาศปกติภายในกรอบเวลาที่กำหนด
- Imminent การหักโค่นเกิดขึ้นหรือมีแนวโน้มที่จะเกิดขึ้นในอนาคตอันใกล้แม้ว่าจะไม่มีลมแรงหรือมีน้ำหนักบรรทุกเพิ่มขึ้น ยากที่จะประเมินความเสี่ยงและอาจต้องดำเนินการทันทีเพื่อปกป้องผู้คนจากอันตราย

Chulalongkorn University

โอกาสในการส่งผลกระทบต่อเป้าหมายสามารถจัดประเภทได้โดยใช้แนวทางต่อไปนี้:

- Very low โอกาสที่ลำต้น หรือกิ่งก้านที่เสื่อมโทรมจะส่งผลต่อเป้าหมาย เป็นกรณีที่เกิดขึ้นในพื้นที่ที่ไม่ค่อยได้ใช้งานหรือใช้งานเป็นครั้งคราวซึ่งได้รับการปกคลุมจากต้นไม้บางส่วน
- Low ไม่น่าเป็นไปได้ว่าต้นไม้ หรือกิ่งผุพังจะส่งผลกระทบต่อเป้าหมาย เป็นกรณีในพื้นที่การใช้งานเป็นครั้งคราวและเป็นพื้นที่ที่ใช้บ่อยซึ่งเป็นส่วนที่ได้รับการปกคลุมจากต้นไม้ที่ถูกประเมิน

- Medium ต้นไม้ หรือกิ่งที่ผุพังอาจมีหรือไม่มีผลกระทบต่อเป้าหมายโดยมีความเป็นไปได้เกือบเท่ากัน เป็นกรณีในพื้นที่ที่ใช้บ่อยหรือพื้นที่ถูกครอบครองอย่างต่อเนื่องซึ่งได้รับการปกคลุมบางส่วนจากต้นไม้ที่ถูกประเมิน
- High ต้นไม้หรือกิ่งที่ผุพังน่าจะส่งผลกระทบต่อเป้าหมายมากที่สุด ในกรณีนี้เป้าหมายที่อยู่ใกล้กับถนนหรือทางเดินที่มีการใช้งานสูงโดยมีต้นไม้ติดกัน

หลังจากพิจารณาความเป็นไปได้ของความเสี่ยงและโอกาสในการส่งผลกระทบต่อเป้าหมาย สามารถจัดประเภทได้ดังเมทริกซ์ 1 สามารถใช้เป็นปัจจัยในการเชื่อมโยงความน่าจะเป็นเหล่านี้ภายในกรอบเวลาที่กำหนด คำที่เป็นผลลัพธ์ (unlikely, somewhat likely, likely, very likely) จะถูกใช้เพื่อแสดงชุดค่าผสมของเหตุการณ์นี้ในเมทริกซ์ 2 ซึ่งผลที่ตามมาควรเลือก (negligible, minor, significant, severe) โดยจะถูกประเมินตามความอันตรายหรือความเสียหายที่จะเกิดขึ้นกับเป้าหมาย ผลที่ตามมาขึ้นอยู่กับขนาดของชิ้นส่วน ลักษณะการหัก ระยะการหัก และปัจจัยอื่น ๆ ที่อาจป้องกันเป้าหมายจากอันตรายได้

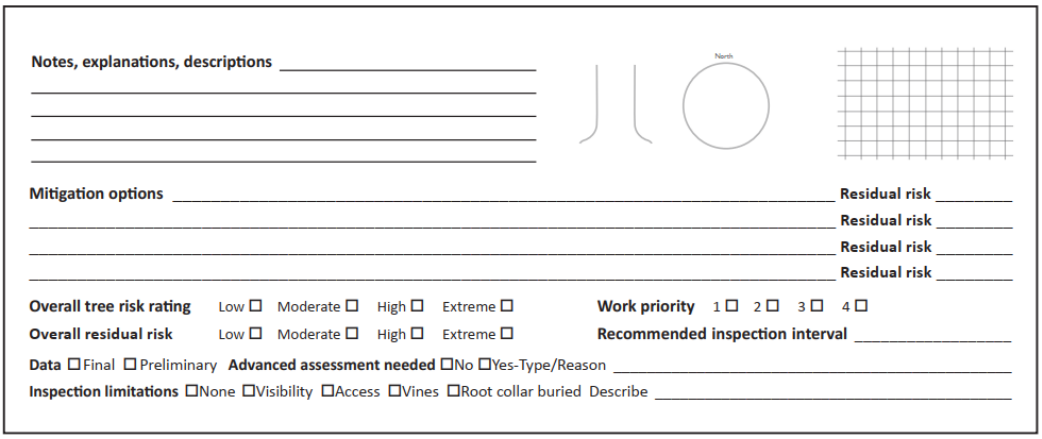
ผลที่ตามมาของความล้มเหลวสามารถจัดประเภทได้โดยใช้แนวทางต่อไปนี้:

- ☐ Negligible ความเสียหายต่อทรัพย์สินที่มีมูลค่าต่ำ สามารถเปลี่ยนหรือซ่อมแซมได้และไม่เกี่ยวข้องกับการบาดเจ็บของบุคคล
- ☐ Minor ความเสียหายต่อทรัพย์สินในระดับต่ำถึงปานกลางหรือการรบกวนเล็กน้อยต่อการติดต่อสื่อสาร
- ☐ Significant ความเสียหายของทรัพย์สินในระดับปานกลางถึงสูงมากหรือการบาดเจ็บของบุคคล
- ☐ Severe การบาดเจ็บหรือเสียชีวิตอย่างร้ายแรง ความเสียหายต่อทรัพย์สินมูลค่าสูงหรือการหยุดชะงักของกิจกรรมสำคัญ

- Risk rating of part การจัดอันดับความเสี่ยงของแต่ละส่วนถูกจัดประเภทโดยใช้เมทริกซ์ทั้งสองในการจัดอันดับความเสี่ยง ข้อกำหนดการจัดอันดับความเสี่ยงอยู่ในระดับต่ำ ปานกลาง สูง และรุนแรง

ส่วนที่ 8 การบรรเทาและข้อจำกัด เมื่อเสร็จสิ้นการประเมินใช้ส่วนนี้เพื่อแสดงความเสี่ยงและตัวเลือกการบรรเทา คำแนะนำเพิ่มเติมควรรวมอยู่ในส่วนนี้ดังรูปที่ 10

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



รูปที่ 10 การบรรเทาและคำแนะนำเพิ่มเติม

- Notes, explanations, descriptions พื้นที่จัดไว้เพื่ออธิบายเงื่อนไขหรือปัจจัยที่ไม่ได้อธิบายไว้ในแบบฟอร์ม มีไว้เพื่อร่างรายละเอียดใด ๆ ที่เกี่ยวข้องกับต้นไม้หรือสภาพพื้นที่
- Mitigation options รายการตัวเลือกสำหรับการบรรเทาความเสี่ยงแต่ละอย่างที่อธิบายไว้ แสดงรายการคำแนะนำที่คุณต้องการในบรรทัดแรก
- Residual risk ความเสี่ยงที่เหลืออยู่หลังจากการลดระดับความเสี่ยง อาจอยู่ในระดับต่ำ ปานกลาง สูง หรือรุนแรง
- Overall tree risk rating ความเสี่ยงสูงสุดที่กำหนดสำหรับต้นไม้และเป้าหมายของความเสี่ยง
- Work priority คำแนะนำลำดับความสำคัญของการดำเนินการบรรเทาผลกระทบสำหรับต้นไม้แต่ละต้น
- Overall residual risk ความเสี่ยงตกค้างที่เหลืออยู่ของต้นไม้เมื่อความเสี่ยงสูงสุดลดลง
- Recommended inspection interval เวลาที่แนะนำสำหรับการตรวจซ้ำหรือความถี่ในการตรวจสอบ
- Data ใช้ช่องนี้เพื่อระบุว่าการประเมินนี้ถือเป็นที่สิ้นสุดหรือไม่
- Advanced assessment needed แจ้งเหตุผลสำหรับการประเมินขั้นสูงที่แนะนำ
- Inspection limitations ระบุและอธิบายปัจจัยที่จำกัดความสามารถของคุณในการตรวจสอบต้นไม้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-สกุล	นายวาริน ชุบขุนทด
วัน เดือน ปี เกิด	14 กุมภาพันธ์ 2536
สถานที่เกิด	จังหวัดนครราชสีมา
วุฒิการศึกษา	2557 วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน 2559 วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน
ที่อยู่ปัจจุบัน	37 ม.2 ต.สำนักตะคร้อ อ.เทพารักษ์ จ.นครราชสีมา 30210
ผลงานตีพิมพ์	ชุบขุนทด ว. และ ไวภาษา ช. 2020. การประเมินระดับความเสี่ยงของต้นไม้ในเมืองด้วยเทคโนโลยีเครื่องสแกนเลเซอร์ภาคพื้นดิน. การประชุมวิชาการวิศวกรรมโยธาแห่งชาติ ครั้งที่ 25. 25, (ก.ค. 2020), SGI18.
รางวัลที่ได้รับ	บทความวิจัยดีเด่น สาขาวิศวกรรมสำรวจและระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ จากคณะกรรมการจัดการประชุมวิชาการวิศวกรรมโยธาแห่งชาติ ครั้งที่ ๒๕

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University