

นิพนธ์ต้นฉบับ

การสำรวจไม้ต้นนอกเขตป่าโดยใช้การสุ่มตัวอย่างแบบเซกเตอร์:

กรณีศึกษามหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตบางเขน

Surveying of Trees Outside Forest Using Sector Sampling:

A Case Study of Kasetsart University, Bangkhen Campus

ณัฐนิชา อุตราชอน*

Natnicha Auttarachon*

ปัสสิ ประสมสินธ์

Patsi Prasomsin

ขวัญชัย ดวงสถาพร

Khwanchai Duangsathaporn

พิชิต ลำไย

Pichit Lumyai

¹คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ จตุจักร กรุงเทพฯ 10900

Faculty of Forestry, Kasetsart University, Chatuchak, Bangkok 10900, Thailand

*Corresponding Author: natnicha.aut1@ku.th

รับต้นฉบับ 3 เมษายน 2566

รับแก้ไข 30 พฤษภาคม 2566

รับลงพิมพ์ 9 มิถุนายน 2566

ABSTRACT

The objectives of this study were to estimate the basal area of trees and compare them with the basal area estimated using sector sampling. The study area was located in the Bangkhen campus of Kasetsart University, in an area of 707.740 rai. The area was divided into four sub areas labeled as 1, 2, 3, and 4, which had an area of 55.810, 127.560, 256.550, and 267.820 rai, respectively. In each sub area, data was collected using sector sampling with three angles of 3, 5, and 7 degrees, to ensure that the center of a sector (pivot- point) was in the middle of each area and random directions were sampled starting with drawing lottery and aligning the next sector with a right angle, to obtain a total of four sectors. Within these sectors, the basal area was estimated, and the data was analyzed through ANOVA analysis.

We found 284 trees belonging to 57 species with a diameter at breast height of more than 4.5 cm. The basal areas of sub area 1 estimated through sector sampling with varying angles of 3, 5 and 7 degrees were 69.685, 45.640, and 35.350 m², respectively. Similarly, for sub area 2, the basal areas were 80.732, 52.370, and 39.625 m², respectively, in sub area 3, they were 23.955, 30.278 and 29.310 m², respectively, while in sub area 4, the basal areas were 80.688, 53.691 and 49.839 m², respectively. The results of ANOVA analysis found that the basal areas estimated using sector sampling with differing angles of 3, 5 and 7 degrees in each sub area were not significantly different at a level of $p > 0.05$. As such, the suitable angles for sector sampling in sub areas 1, 2, 3, and 4 were selected based on the lowest value of the standard errors. Hence, the suitable angle sizes for the respective sub areas were 7, 7, 3, and 7 degrees, respectively with the standard errors in estimated basal areas of 28.123, 26.651, 6.633, and 28.836 respectively. The results of this study can be used as a guideline when choosing the appropriate angle size and while doing studies in other areas.

Keywords: Sector sampling; Survey; Trees outside forest; Urban trees

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการประเมินพื้นที่หน้าตัดและเปรียบเทียบการประเมินพื้นที่หน้าตัดจากการสุ่มตัวอย่างแบบเชกเตอร์ในมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตบางเขน เนื้อที่ 707.740 ไร่ ซึ่งแบ่งออกเป็น 4 พื้นที่ย่อย ที่มีขนาด 55.810, 127.560, 256.550 และ 267.820 ไร่ และเก็บข้อมูลด้วยการสุ่มตัวอย่างแบบเชกเตอร์ โดยกำหนดมุม คือ 3, 5 และ 7 องศา กำหนดจุดศูนย์กลางของเชกเตอร์ตรงกลางของแต่ละพื้นที่ และสุ่มทิศทางเริ่มต้นด้วยการจับฉลาก วางแนวเชกเตอร์ถัดไปด้วยมุมฉาก รวม 4 เชกเตอร์ และการประเมินพื้นที่หน้าตัด พร้อมทั้งการวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวน

ผลการสำรวจ พบไม้ต้นที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอก มากกว่า 4.5 เซนติเมตร จำนวน 284 ต้น 57 ชนิด ผลการประเมินพื้นที่หน้าตัด ด้วยมุม 3, 5 และ 7 องศา พบว่า พื้นที่ย่อยที่ 1 มีค่า 69.685, 45.640 และ 35.350 ตารางเมตร ตามลำดับ พื้นที่ย่อยที่ 2 มีค่าประเมินพื้นที่หน้าตัด 80.732, 52.370 และ 39.625 ตารางเมตร ตามลำดับ พื้นที่ย่อยที่ 3 มีค่าประเมินพื้นที่หน้าตัด 23.955, 30.278 และ 29.310 ตารางเมตร ตามลำดับ และพื้นที่ย่อยที่ 4 มีค่าประเมินพื้นที่หน้าตัด 80.688, 53.691 และ 49.839 ตารางเมตร ตามลำดับ ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน พบว่า พื้นที่หน้าตัดที่ประเมิน ด้วยมุม 3, 5, และ 7 องศา ในแต่ละพื้นที่ย่อย ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) จึงเลือกมุมที่เหมาะสมในการสุ่มตัวอย่างในพื้นที่ย่อยที่ 1, 2, 3 และ 4 จากความคลาดเคลื่อนมาตรฐานที่มีค่าต่ำที่สุด คือ มุม 7, 7, 3 และ 7 องศา ตามลำดับ โดยมีค่า 28.123, 26.651, 6.633 และ 28.836 ตามลำดับ ข้อมูลที่ได้สามารถนำไปใช้ประกอบการตัดสินใจในการเลือกขนาดมุม เพื่อใช้ในการศึกษาในพื้นที่อื่น ๆ ต่อไป

คำสำคัญ: การสุ่มตัวอย่างแบบเชกเตอร์ การสำรวจ ไม้ต้นนอกเขตป่า ต้นไม้ในเมือง

คำนำ

ไม้ต้นนอกเขตป่า หมายถึง ไม้ต้นที่ขึ้นอยู่บริเวณที่ดินที่ไม่ถูกจัดว่าเป็นป่า และแหล่งผลิตไม้อื่น ๆ เป็นพื้นที่สีเขียวในชุมชนเมือง (Food and Agriculture Organization of the United Nations [FAO], 2002) โดยมีพืชพรรณเป็นองค์ประกอบหลัก ซึ่งในปัจจุบันทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมได้มีการเปลี่ยนแปลงไปอย่างมาก ผู้คนในเมืองต่างมีชีวิตประจำวันที่เผชิญอยู่กับการจราจรที่แออัด ได้รับมลพิษจากก๊าซพิษ ควันไฟ ฝุ่นละออง เสียงรบกวน และอุณหภูมิที่เพิ่มขึ้นในทุกปี (Senanarong, 1998) จึงส่งผลให้ไม้ต้นนอกเขตป่าเข้ามามีบทบาทมากขึ้นทั้งทางด้านทัศนียภาพและนันทนาการ ทำให้เกิดความร่มรื่นสวยงามแก่สภาพภูมิประเทศ สวนสาธารณะ ริมนน คูคลอง พื้นที่อยู่อาศัยย่านชุมชน ฯลฯ นอกจากนี้ ไม้ต้นยังช่วยลดมลภาวะต่าง ๆ ในอากาศให้ดีขึ้น ช่วยกักเก็บ ดูดซับเสียง ฝุ่นละออง และก๊าซพิษชนิดต่าง ๆ อีกด้วย (Thaiautsa, 1995) ไม้ต้นนอกเขตป่าเหล่านี้จะต้องมีแนวทางการจัดการที่ถูกต้องและเหมาะสม

เพื่อให้เกิดความยั่งยืน ซึ่งมีความจำเป็นที่จะต้องศึกษาถึงปัจจัยสิ่งแวดล้อมที่มีผลต่อไม้ต้นนอกเขตป่า โดยการสำรวจและเก็บรวบรวมข้อมูลของไม้ต้นนอกเขตป่าที่อธิบายลักษณะต่าง ๆ ของหมู่ไม้เหล่านี้ (Prasomsin and Duangsathaporn, 2005) เช่น พื้นที่หน้าตัด (Kaewbanjong *et al.*, 2021) ขนาดความโตและความสูง ปริมาณ ปริมาตร น้ำหนักของไม้ (Khunsathien, 2020) ความหนาแน่น อายุ ชนิดไม้ และลักษณะโครงสร้างของหมู่ไม้ เป็นต้น โดยข้อมูลต่าง ๆ เหล่านี้ จะเป็นข้อมูลพื้นฐานที่จะนำไปใช้ในการวางแผนการจัดการไม้ต้นนอกเขตป่า ซึ่งจะถูกใช้เป็นเครื่องมือในการสร้างความสมดุลระหว่างทรัพยากรธรรมชาติและมนุษย์ (Sommechai, 2009)

วิธีการที่ใช้ในการสำรวจหรือประเมินไม้ต้นนอกเขตป่าจะขึ้นอยู่กับลักษณะของการวิเคราะห์ข้อมูล ชนิดและระดับความเชื่อมั่นของข้อมูล โดยเครื่องมือที่ใช้ มักจะไม่เจาะจง แต่จะเป็นการนำมาประยุกต์ใช้ร่วมกับวิธีการสำรวจโดยทั่วไป ซึ่งวิธีการสำรวจป่าโดยทั่วไป อาจมีประสิทธิภาพในการสำรวจไม้ต้นนอกเขตป่าไม่มากนัก

เนื่องจากลักษณะของการกระจายเชิงพื้นที่และขอบเขตของพื้นที่ ทำให้การประเมินไม้ต้นนอกเขตป่าดำเนินการได้ยากกว่าการประเมินไม้ในป่า (FAO, 2002) จึงได้มีการประยุกต์ใช้วิธีการสำรวจไม้ต้นนอกเขตป่า ด้วยการสุ่มตัวอย่างแบบเซกเตอร์ (sector sampling) ซึ่งเหมาะสำหรับการสำรวจในพื้นที่ขนาดเล็ก ในพื้นที่ที่มีรูปร่างไม่สม่ำเสมอ โดยไม้ต้นในเซกเตอร์มีความน่าจะเป็นที่จะถูกเลือกเท่ากัน (Smith and Iles, 2012) อีกทั้งยังย่นระยะเวลาในการสำรวจ ง่ายต่อการสำรวจ และค่าของการประมาณที่ได้มีความถูกต้องสูง (Chiriaco, 2010) หากเซกเตอร์มีความยาวเพิ่มขึ้น ก็จะทำให้ข้อมูลที่ได้มีประสิทธิภาพมากขึ้นด้วยเช่นกัน (Lynch, 2006) สำหรับการสำรวจไม้ต้นนอกเขตป่าในประเทศไทย มักจะใช้วิธีการสำรวจแบบสำมะโนประชากร นอกจากนี้ยังมีการศึกษาการสำรวจไม้ต้นนอกเขตป่าด้วยวิธีการสุ่มตัวอย่างแบบเซกเตอร์ (Tongson, 2011) ได้ทำการศึกษาการประเมินผลผลิตไม้ยืนต้นนอกเขตป่าโดยใช้การสุ่มตัวอย่างแบบเซกเตอร์ ณ สวนจิตรเบญจทัศ โดยมีพื้นที่ศึกษาเป็นไม้ต้นนอกเขตป่าที่อยู่ในรูปแบบสวนสาธารณะ และการศึกษาของ Tipburee and Lumyai (2021) ได้ทำการศึกษาการสุ่มตัวอย่างแบบเซกเตอร์ บริเวณสำนักพิพิธภัณฑสถานและวัฒนธรรมการเกษตร มหาวิทยาลัย เกษตรศาสตร์ โดยมีลักษณะของพื้นที่ที่มีหมู่ไม้ขึ้นอยู่อย่างหนาแน่น ซึ่งไม้ต้นนอกเขตป่าในรูปแบบอื่น ๆ ก็มีความจำเป็นที่จะต้องทำการศึกษาผลผลิตของไม้ต้นด้วยเช่นกัน ทั้งนี้ การประเมินผลผลิตในรูปพื้นที่หน้าตัดของต้นไม้ (basal area: BA) คือข้อมูลที่เป็นพื้นฐานและสามารถคำนวณได้ง่าย โดยจะขึ้นอยู่กับขนาดความโตของไม้ต้น ซึ่งมีความเชื่อมโยงกับผลผลิตอื่นที่เกี่ยวข้องกับเนื้อไม้ เช่น ปริมาตร ชีวมวล เป็นต้น และผลรวมของพื้นที่หน้าตัดของหมู่ไม้สามารถใช้คาดคะเนปริมาณไม้ในป่า (stock) ได้ดีอีกด้วย (Prasomsin and Duangsathaporn, 2005) ดังนั้น งานวิจัยนี้ จึงได้ทำการศึกษาไม้ต้นนอกเขตป่าโดยใช้การสุ่มตัวอย่างแบบเซกเตอร์ บริเวณมหาวิทยาลัย เกษตรศาสตร์ วิทยาเขตบางเขน ซึ่งเป็นสถาบันทางการศึกษาที่ถือว่าเป็นพื้นที่ของไม้ต้นนอกเขตป่าในรูปแบบหนึ่ง โดยลักษณะของพื้นที่มีหมู่ไม้ขึ้นอยู่เป็นกลุ่ม ๆ และมีอาคารสิ่งก่อสร้างอยู่เป็นจำนวน

มาก ซึ่งจะมีความแตกต่างจากไม้ต้นนอกเขตป่าที่อยู่ในรูปแบบสวนสาธารณะ โดยการศึกษาครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการประเมินปริมาณผลผลิตไม้ในรูปพื้นที่หน้าตัด และศึกษาเปรียบเทียบการประเมินพื้นที่หน้าตัดของไม้ต้นที่ได้จากการสุ่มตัวอย่างแบบเซกเตอร์ในพื้นที่ที่มีขนาดแตกต่างกัน

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

อุปกรณ์ที่ใช้ในการศึกษานี้ประกอบด้วย

- 1) เทปวัดระยะทาง 2) เทปวัดเส้นผ่านศูนย์กลาง 3) เครื่องมือวัดมุม ยี่ห้อ SUUNTO รุ่น TANDEM 4) เครื่องกำหนดตำแหน่งบนพื้นโลก ยี่ห้อ GARMIN รุ่น GPSmap 62s และ 5) แผนที่และภาพถ่ายทางอากาศบริเวณพื้นที่ศึกษา

วิธีการ

1. เก็บรวบรวมข้อมูลพื้นฐานเกี่ยวกับพื้นที่ศึกษา คือ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตบางเขน ที่ตั้งเลขที่ 50 ถนนพหลโยธิน แขวงลาดยาว เขตจตุจักร กรุงเทพฯ 10900 (Kasetsart University, 2017) ซึ่งมีขนาด 707.740 ไร่

2. การวางแผนการสำรวจ โดยศึกษาลักษณะของพื้นที่จากภาพถ่ายทางอากาศ เพื่อวางแผนการสำรวจซึ่งพื้นที่ศึกษาเป็นพื้นที่ขนาดใหญ่ และมีอาคาร สิ่งก่อสร้างจำนวนมาก จึงมีความยุ่งยากในการวางแผนสำรวจ ดังนั้น เพื่อให้ง่ายต่อการสำรวจ จึงมีความจำเป็นที่จะต้องแบ่งออกเป็นพื้นที่ย่อย ให้มีขนาดเล็ก (น้อยกว่า 100 ไร่) ขนาดกลาง (100-200 ไร่) และขนาดใหญ่ (มากกว่า 200 ไร่) โดยใช้ถนนภายในมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์เป็นขอบเขตในการแบ่งพื้นที่ย่อยให้มีขนาดพื้นที่เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด จากเกณฑ์ดังกล่าว สามารถแบ่งพื้นที่ได้เป็น 4 พื้นที่ย่อย ซึ่งมีขนาด 55.810, 127.560, 256.550 และ 267.820 ไร่ ตามลำดับ และเก็บข้อมูลในแต่ละพื้นที่ย่อยด้วยวิธีการสุ่มตัวอย่างแบบเซกเตอร์ โดยกำหนดขนาดมุมคือ มุม 3, 5 และ 7 องศา และกำหนดจุดศูนย์กลางของเซกเตอร์ (pivot point) ในแต่ละพื้นที่ย่อย โดยพิจารณากำหนดจุดที่เป็นพื้นที่โล่ง บริเวณที่อยู่ตรงกลางของแต่ละพื้นที่ย่อย จากนั้น อ่านค่าพิกัด แล้วบันทึกลงในเครื่อง

กำหนดตำแหน่งบนพื้นโลก (global positioning system: GPS) และสุ่มทิศแนวสำรวจเริ่มต้นในแต่ละพื้นที่ด้วยวิธีการจับฉลาก และวางแผนสำรวจถัดไปด้วยมุมฉาก รวม 4 เซกเตอร์ (Seraj and Kiani, 2017) ดัง Figure 1 ซึ่งการกำหนดทิศทางของเซกเตอร์และจุดศูนย์กลางของเซกเตอร์ในลักษณะดังกล่าว เพื่อให้การวางแผนเซกเตอร์สามารถครอบคลุมได้ทั่วทั้งพื้นที่สำรวจ

3. การสำรวจภาคสนาม หาจุดศูนย์กลางในแต่ละพื้นที่ย่อย ที่ได้มีการบันทึกไว้แล้วตามข้อ 2 จากนั้นวางแผน

เซกเตอร์เริ่มต้น และวางแผนเซกเตอร์ถัดไปด้วยมุมฉาก รวม 4 เซกเตอร์ และส่องกวาดมุมไปตามทิศการหมุนตามเข็มนาฬิกา สำหรับการบันทึกข้อมูลของไม้ต้น จะบันทึกชนิดไม้โดยจำแนกตาม Smitinand (1975) และ The Forest Herbarium Royal Forest Department (2001) จำนวนไม้ต้นในแต่ละเซกเตอร์ และขนาดของไม้ต้นที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอก (diameter at breast height: DBH) มากกว่า 4.5 เซนติเมตร



Figure 1 Determination of the pivot point in each sub area.

4. การวิเคราะห์ข้อมูล

4.1 การประเมินปริมาณไม้ต้นที่พบจากการสุ่มตัวอย่างแบบเซกเตอร์ จะประเมินในรูปของพื้นที่หน้าตัด (BA) คือ พื้นที่หน้าตัดตั้งฉากกับแนวแกนตามความยาวของลำต้นที่ความสูงเพียงอก คำนวณจากสูตร (Prasomsin and Duangsathaporn, 2005) ดังนี้

$$BA = \frac{\pi d^2}{4}$$

เมื่อ BA คือ พื้นที่หน้าตัดของไม้ต้น d คือ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอกของไม้ต้น และดำเนินการคำนวณพื้นที่หน้าตัดเฉลี่ยต่อไร่ของไม้ต้นที่สำรวจพบในแต่ละเซกเตอร์ โดยใช้สูตรการหาค่าเฉลี่ย (Vanichbuncha, 2011) ดังนี้

$$\overline{BA}_s = \frac{\sum_{t=1}^n BA_t}{\text{sector size}}$$

เมื่อ $\overline{BA}_s$ คือ พื้นที่หน้าตัดเฉลี่ยต่อไร่ของไม้ต้นที่สำรวจพบในเซกเตอร์ที่ s, BA_t คือ พื้นที่หน้าตัดของไม้ในแต่ละต้น, sector size คือ ขนาดของเซกเตอร์ s และ n คือ จำนวนต้นไม้ 1, 2, 3,..., n

4.2 การประเมินค่าพื้นที่หน้าตัดของไม้ต้นในแต่ละพื้นที่ย่อย สามารถคำนวณได้ จากสูตร (Iles and Smith, 2006)

$$BA_s = \left[\left(\sum_{t=1}^n BA_t \right) \times \left(\frac{360^\circ}{\text{sector angle}} \right) \right]$$

เมื่อ BA_s คือ พื้นที่หน้าตัดทั้งหมดในพื้นที่ที่ได้จากการประเมินจากเซกเตอร์ที่ s, BA_t คือ พื้นที่หน้าตัดของไม้ในแต่ละต้น, Sector angle คือ ขนาดมุมของเซกเตอร์ s และ n คือ จำนวนต้นไม้ 1, 2, 3,..., n สำหรับในกรณีที่มีเซกเตอร์มากกว่า 1 เซกเตอร์ สามารถประเมินพื้นที่หน้าตัดต่อพื้นที่ทั้งหมดได้จากค่าเฉลี่ยของพื้นที่หน้าตัดทั้งหมดใน

พื้นที่ที่ได้จากแต่ละเชกเตอร์ จากสูตร (Iles and Smith, 2006)

$$\widehat{BA}_i = \frac{\sum_{s=1}^{n_s} BA_s}{n_s}$$

เมื่อ $\widehat{BA}_i$ คือ พื้นที่หน้าตัดของไม้ต้นทั้งหมดในพื้นที่, BA_s คือ พื้นที่หน้าตัดทั้งหมดที่ได้จากการประเมินจากเชกเตอร์ S , n_s คือ จำนวนเชกเตอร์ 1, 2, 3, ..., n และ i คือ พื้นที่ย่อยที่ 1, 2, 3 และ 4

4.3 การวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติของพื้นที่หน้าตัดที่ประเมินจากการสุ่มตัวอย่างแบบเชกเตอร์ โดยใช้มุม 3, 5 และ 7 องศา ในแต่ละพื้นที่ย่อย โดยใช้วิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA)

ผลและวิจารณ์ผล

การสุ่มตัวอย่างแบบเชกเตอร์ ในบริเวณพื้นที่มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตบางเขน

การสุ่มตัวอย่างแบบเชกเตอร์ในพื้นที่มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตบางเขน พบไม้ต้นทั้งสิ้นจำนวน 284 ต้น จำแนกเป็น 57 ชนิด โดยชนิดไม้ต้นที่พบมากที่สุดเป็น 3 อันดับแรก ได้แก่ นนทรี (*Peltophorum pterocarpum*) จำนวน 38 ต้น รองลงมา คือ ประดู่บ้าน (*Pterocarpus indicus*) จำนวน 27 ต้น และชมพูพันธุ์ทิพย์

(*Tabebuia rosea*) จำนวน 23 ต้น และมีขนาดพื้นที่หน้าตัดของไม้ต้นที่พบทั้งสิ้นจำนวน 11.987 ตารางเมตร โดยจำแนกเป็นพื้นที่ย่อย ดังนี้

1. พื้นที่ย่อยที่ 1 มีพื้นที่ขนาด 55.810 ไร่ ซึ่งเป็นพื้นที่ย่อยที่มีขนาดเล็กที่สุด จากการสุ่มตัวอย่างโดยใช้มุม 3, 5 และ 7 องศา พบว่า มีไม้ต้น จำนวน 23, 36 และ 58 ต้น ตามลำดับ จำแนกเป็น 14, 17 และ 22 ชนิด ตามลำดับ และมีขนาดพื้นที่หน้าตัดของไม้ต้นที่พบ เท่ากับ 2.322, 2.535 และ 2.749 ตารางเมตร ตามลำดับ คิดเป็นค่าพื้นที่หน้าตัดเฉลี่ยต่อไร่ พบว่า มุม 3 องศา มีค่ามากที่สุด เท่ากับ 1.215 ตารางเมตรต่อไร่ รองลงมาคือมุม 5 และ 7 องศา มีค่าเท่ากับ 0.793 และ 0.613 ตารางเมตรต่อไร่ ตามลำดับ (Table 1) จะสังเกตเห็นว่าผลการสำรวจในเชกเตอร์ที่ 2 ของแต่ละมุม มีค่าพื้นที่หน้าตัดเฉลี่ยต่อไร่สูงที่สุด ซึ่งมีความแตกต่างจากเชกเตอร์อื่น อย่างเห็นได้ชัดเจน เนื่องจากในเชกเตอร์ที่ 2 พบต้นไทร (*Ficus benjamina*) ที่มีขนาดใหญ่ จำนวน 2 ต้น ซึ่งมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอก เท่ากับ 120.000 และ 110.000 เซนติเมตร ในขณะที่เชกเตอร์ที่ 1, 3 และ 4 พบไม้ต้นที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอกเฉลี่ย 8.360, 11.246 และ 9.133 เซนติเมตร ตามลำดับ ส่งผลให้ค่าเฉลี่ยของพื้นที่หน้าตัดในเชกเตอร์ที่ 2 มีค่าสูงกว่าเชกเตอร์อื่น ๆ

Table 1 The number of trees, number of species, and basal area determined using sector sampling of sub area 1.

Sub Area	Area (rai)	Sector angle (degree)	Number of Sector	Sector size (rai)	Number of trees	Number of species	Basal area (m ²)	Average basal area (m ² /rai)
1	55.810	3	1	0.163	2	2	0.020	0.125
			2	0.758	10	5	2.199	2.901
			3	0.132	4	4	0.041	0.310
			4	0.860	7	4	0.062	0.072
			Sum	1.913	23	14	2.322	1.215
		5	1	0.272	6	4	0.052	0.193
			2	1.268	10	5	2.199	1.734
			3	0.220	6	4	0.071	0.320
			4	1.438	14	8	0.213	0.148
			Sum	3.198	36	17	2.535	0.793
		7	1	0.381	9	4	0.074	0.195
			2	1.779	23	9	2.324	1.306
			3	0.309	9	5	0.104	0.337
			4	2.017	17	9	0.247	0.123
			Sum	4.486	58	22	2.749	0.613

Remark: An area 1 rai = 0.16 ha

2. พื้นที่ย่อยที่ 2 มีพื้นที่ขนาด 127.560 ไร่ จากการสุ่มตัวอย่างโดยใช้มุม 3, 5 และ 7 องศา พบว่าไม้ต้นจำนวน 31, 44 และ 61 ต้น จำแนกเป็น 10, 13 และ 15 ชนิด ตามลำดับ และมีขนาดพื้นที่หน้าตัดของไม้ต้นที่พบ เท่ากับ 2.691, 2.909 และ 3.082 ตารางเมตร ตามลำดับ คิดเป็นค่าพื้นที่หน้าตัดเฉลี่ยต่อไร่ พบว่า มุม 3 องศา มีค่ามากที่สุด เท่ากับ 0.475 ตารางเมตรต่อไร่ รองลงมาคือมุม 5 และ 7 องศา โดยมีค่าเท่ากับ 0.307 และ 0.232 ตารางเมตรต่อไร่ ตามลำดับ (Table 2) ซึ่งหาก

พิจารณาค่าเฉลี่ยของพื้นที่หน้าตัดในเซกเตอร์ที่ 4 ของแต่ละขนาดมุม จะเห็นได้ว่ามีค่าสูงเมื่อเปรียบเทียบกับเซกเตอร์อื่น เนื่องจากในบริเวณเซกเตอร์ที่ 4 สํารวจพบต้นโพธิ์ (*Ficus religiosa*) ที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอกเท่ากับ 167.000 เซนติเมตร ในขณะที่เซกเตอร์ 1, 2 และ 3 สํารวจพบไม้ต้นที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอกเฉลี่ย 12.452, 13.099 และ 12.223 เซนติเมตร ตามลำดับ ด้วยเหตุนี้ จึงส่งผลให้ในเซกเตอร์ที่ 4 มีค่าเฉลี่ยของพื้นที่หน้าตัดสูงกว่าเซกเตอร์อื่น ๆ

Table 2 The number of trees, number of species and basal area determined using sector sampling of sub area 2.

Sub Area	Area (rai)	Sector angle (degree)	Number of Sector	Sector size (rai)	Number of trees	Number of species	Basal Area (m ²)	Average Basal Area (m ² /rai)
2	127.560	3	1	0.831	4	2	0.075	0.090
			2	2.901	20	8	0.360	0.124
			3	0.645	3	2	0.027	0.042
			4	1.292	4	4	2.229	1.725
			Sum	5.669	31	10	2.691	0.475
		5	1	1.390	5	2	0.087	0.063
			2	4.853	26	10	0.502	0.103
			3	1.079	5	2	0.063	0.058
			4	2.162	8	6	2.257	1.044
			Sum	9.484	44	13	2.909	0.307
		7	1	1.949	10	4	0.131	0.067
			2	6.806	32	11	0.569	0.084
			3	1.513	7	2	0.091	0.060
			4	3.032	12	6	2.291	0.756
			Sum	13.300	61	15	3.082	0.232

Remark: An area 1 rai = 0.16 ha

3. พื้นที่ย่อยที่ 3 มีขนาดพื้นที่ 256.550 ไร่ จากการสุ่มตัวอย่างโดยใช้มุม 3, 5 และ 7 องศา พบว่า มีไม้ต้นจำนวน 47, 74 และ 108 ต้น จำแนกเป็น 22, 26 และ 31 ชนิด ตามลำดับ และมีขนาดพื้นที่หน้าตัดของไม้ต้นที่พบเท่ากับ 0.798, 1.683 และ 2.279 ตารางเมตร ตามลำดับ คิดเป็นค่าพื้นที่หน้าตัดเฉลี่ยต่อไร่ พบว่า มุม 5 องศา มีค่า

มากที่สุด เท่ากับ 0.192 ตารางเมตรต่อไร่ รองลงมาคือ มุม 7 องศา มีค่าเท่ากับ 0.186 ตารางเมตรต่อไร่ และมุม 3 องศา มีค่าน้อยที่สุด เท่ากับ 0.153 ตารางเมตรต่อไร่ (Table 3) ซึ่งจะสังเกตเห็นว่า การสุ่มตัวอย่างด้วยมุมทั้ง 3 ขนาดมุม ในแต่ละเซกเตอร์มีค่าเฉลี่ยของพื้นที่หน้าตัดที่ใกล้เคียงกัน

Table 3 The number of trees, number of species and basal area that were determined using sector sampling of sub area 3.

Sub Area	Area (rai)	Sector angle (degree)	Number of Sector	Sector size (rai)	Number of trees	Number of species	Basal Area (m ²)	Average Basal Area (m ² /rai)
3	256.550	3	1	0.732	9	6	0.088	0.120
			2	1.263	12	9	0.162	0.129
			3	1.463	13	6	0.198	0.135
			4	1.770	13	10	0.350	0.198
			Sum	5.228	47	22	0.798	0.153
		5	1	1.225	17	6	0.143	0.117
			2	2.113	19	12	0.327	0.155
			3	2.447	20	10	0.295	0.120
			4	2.961	18	12	0.918	0.310
			Sum	8.746	74	26	1.683	0.192
		7	1	1.718	23	7	0.204	0.119
			2	2.963	29	14	0.515	0.174
			3	3.431	28	14	0.356	0.104
			4	4.152	28	15	1.204	0.290
			Sum	12.264	108	31	2.279	0.186

Remark: An area 1 rai = 0.16 ha

4. พื้นที่ย่อยที่ 4 มีพื้นที่ขนาด 267.820 ไร่ ซึ่งเป็นพื้นที่ย่อยที่มีขนาดใหญ่ที่สุด จากการสุ่มตัวอย่างโดยใช้มุม 3, 5 และ 7 องศา พบว่า มีไม้ต้น จำนวน 53, 83 และ 118 ต้น จำแนกเป็น 19, 29 และ 37 ชนิด ตามลำดับ และมีขนาดพื้นที่หน้าตัดของไม้ต้นที่พบ เท่ากับ 2.690, 2.983 และ 3.877 ตารางเมตร ตามลำดับ คิดเป็นค่าพื้นที่หน้าตัดเฉลี่ยต่อไร่ พบว่า การสุ่มตัวอย่างโดยใช้มุม 3 องศา มีค่ามากที่สุด เท่ากับ 0.362 ตารางเมตรต่อไร่ รองลงมาคือ มุม 5 และ มุม 7 องศา มีค่าเท่ากับ 0.209 และ 0.193 ตารางเมตรต่อไร่ ตามลำดับ (Table 4) การสำรวจในแต่ละ

ขนาดมุม พบว่า เซกเตอร์ที่ 3 มีขนาดเซกเตอร์ใหญ่ที่สุด และสำรวจพบไม้ต้นเป็นจำนวนมากที่สุด แต่ค่าเฉลี่ยของพื้นที่หน้าตัดมีค่าน้อยกว่าเซกเตอร์ที่ 2 เนื่องจากสำรวจพบต้นไทร (*Ficus benjamina*) ที่มีขนาดใหญ่จำนวน 2 ต้น โดยมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอก เท่ากับ 130.510 และ 91.040 เซนติเมตร ในขณะที่เซกเตอร์ 1, 3 และ 4 สำรวจพบไม้ต้นที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอกเฉลี่ย 10.623, 11.613 และ 8.952 เซนติเมตร ตามลำดับ ส่งผลให้เซกเตอร์ที่ 2 มีค่าเฉลี่ยของพื้นที่หน้าตัดมากกว่าเซกเตอร์อื่น ๆ

Table 4 The number of trees, number of species and basal area determined using sector sampling of sub area 4.

Sub Area	Area (rai)	Sector angle (degree)	Number of Sector	Sector size (rai)	Number of trees	Number of species	Basal Area (m ²)	Average Basal Area (m ² /rai)
4	267.820	3	1	2.366	8	4	0.105	0.044
			2	1.706	16	7	2.238	1.312
			3	3.342	28	14	0.341	0.102
			4	1.135	1	1	0.006	0.005
			Sum	8.549	53	19	2.690	0.362
		5	1	3.958	13	5	0.147	0.037
			2	2.854	25	10	2.308	0.809
			3	5.591	43	21	0.514	0.092
			4	1.899	2	2	0.014	0.007
			Sum	14.302	83	29	2.983	0.209
		7	1	5.550	17	7	0.174	0.031
			2	4.002	38	14	2.448	0.612
			3	7.841	59	26	1.228	0.157
			4	2.663	4	3	0.027	0.010
			Sum	20.056	118	37	3.877	0.193

Remark: An area 1 rai = 0.16 ha

การประเมินปริมาณผลผลิตไม้ในรูปพื้นที่หน้าตัด

การประเมินปริมาณผลผลิตไม้ในรูปพื้นที่หน้าตัดของการสุ่มตัวอย่างในพื้นที่ย่อยที่ 1 พบว่า การสำรวจด้วยมุม 3 องศา มีค่าประเมินพื้นที่หน้าตัดมากที่สุด เท่ากับ 69.685 ตารางเมตร รองลงมา คือ มุม 5 และ 7 องศา ซึ่งมีค่าเท่ากับ 45.640 และ 35.350 ตารางเมตร ตามลำดับ โดยมีค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการประเมิน เท่ากับ 64.756, 37.661 และ 28.123 ตามลำดับ ถัดมาได้แก่ การสุ่มตัวอย่างในพื้นที่ย่อยที่ 2 พบว่า มุม 3 องศา มีค่าประเมินพื้นที่หน้าตัดมากที่สุด เท่ากับ 80.732 ตารางเมตร รองลงมาคือ มุม 5 และ 7 องศา ซึ่งมีค่าประเมินพื้นที่หน้าตัด เท่ากับ 52.370 และ 39.625 ตารางเมตร ตามลำดับ โดยมีค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการประเมิน เท่ากับ 62.878, 37.431 และ 26.651 ตามลำดับ ในขณะที่การสุ่มตัวอย่างในพื้นที่ย่อยที่ 3 พบว่า มุมขนาด 5 องศา มีค่าประเมินพื้นที่หน้าตัดมากที่สุด เท่ากับ 30.278 ตารางเมตร รองลงมาคือ มุม 7 และ 3 องศา ซึ่งมีค่าเท่ากับ

29.310 และ 23.955 ตารางเมตร ตามลำดับ โดยมีค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการประเมิน เท่ากับ 12.278, 11.356 และ 6.633 ตามลำดับ และการสุ่มตัวอย่างในพื้นที่ย่อยที่ 4 พบว่า มุม 3 องศา มีค่าประเมินพื้นที่หน้าตัดมากที่สุด เท่ากับ 80.688 ตารางเมตร รองลงมา คือ มุม 5 และ 7 องศา โดยมีค่าเท่ากับ 53.691 และ 49.839 ตารางเมตร ตามลำดับ โดยมีค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน เท่ากับ 63.186, 38.265 และ 28.836 ตามลำดับ (Table 5) จะสังเกตเห็นได้ว่า พื้นที่ย่อยที่ 1 มีผลการประเมินพื้นที่หน้าตัดที่มีแนวโน้มลดลงเมื่อทำการเพิ่มขนาดมุมสำรวจ ซึ่งเป็นไปในลักษณะเดียวกันกับการสุ่มตัวอย่างในพื้นที่ที่มีขนาดใหญ่กว่า ได้แก่ พื้นที่ย่อยที่ 2 และพื้นที่ย่อยที่ 4 เนื่องจากขนาดมุมที่กว้างขึ้น ทำให้เซกเตอร์มีขนาดใหญ่ขึ้น ในขณะที่ไม้ต้นที่สำรวจพบมีพื้นที่หน้าตัดเพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อย เมื่อทำการประเมินค่าพื้นที่หน้าตัดทั้งหมดในพื้นที่ จึงส่งผลให้มีค่าประเมินที่ลดลงตามลำดับขนาดมุมที่กว้างขึ้น และจะสังเกตเห็น

ได้ว่า ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการประเมินพื้นที่หน้าตัดในแต่ละขนาดมูมมีค่าสูง เนื่องมาจากการสำรวจในพื้นที่ย่อยที่ 1, 2 และ 4 พบไม้ต้นที่มีขนาดใหญ่ในบางเซกเตอร์ ทำให้เซกเตอร์นั้น ๆ มีค่าเฉลี่ยของพื้นที่หน้าตัดสูงกว่าเซกเตอร์อื่น ๆ เป็นอย่างมาก ข้อมูลจึงมีความแปรปรวนสูง ส่งผลให้ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการประเมินพื้นที่หน้าตัดในแต่ละขนาดมูมมีค่าสูงด้วย แต่ในกรณีพื้นที่ย่อยที่ 3 มีผลการประเมินค่าพื้นที่หน้าตัดที่แตกต่างจากพื้นที่ดังกล่าวข้างต้น โดยมีมูม 5 องศา มีผลการประเมินค่าพื้นที่หน้าตัดมากที่สุด รองลงมา

คือ มูม 7 และ 3 องศา ตามลำดับ เนื่องจากการสำรวจด้วยมูมทั้ง 3 ขนาด พบไม้ต้นเป็นจำนวนมาก แต่ไม้ต้นส่วนใหญ่ที่สำรวจพบมีขนาดเล็ก ประกอบกับการที่มีขนาดพื้นที่ศึกษาใหญ่ ส่งผลให้การประเมินค่าพื้นที่หน้าตัดในพื้นที่ย่อยที่ 3 มีค่าน้อยกว่าผลการประเมินในพื้นที่ย่อยที่ 1 และ 2 และหากพิจารณาขนาดของพื้นที่ จะเห็นได้ว่า พื้นที่ย่อยที่ 3 มีขนาดพื้นที่ใกล้เคียงกับพื้นที่ย่อยที่ 4 แต่ผลการประเมินแสดงให้เห็นว่า ค่าประเมินพื้นที่หน้าตัดในพื้นที่ย่อยที่ 4 มีค่าใกล้เคียงกับพื้นที่ย่อยที่ 2 ซึ่งเป็นพื้นที่ขนาดเล็กกว่า

Table 5 Estimated Basal Areas (BA) in the four designated sub areas.

Sub Area	Area (rai)	Sector angle (degree)	Sector size (rai)	BA estimated from each sector (m ²)				Estimated BA (m ²)	SD	CV (%)	SE
				1	2	3	4				
1	55.810	3	1.913	2.446	263.929	4.901	7.462	69.685	129.512	185.855	64.756
		5	3.198	3.771	158.357	5.078	15.355	45.640	75.323	165.036	37.661
		7	4.486	3.819	119.517	5.356	12.708	35.350	56.245	159.110	28.123
2	127.560	3	5.669	9.006	43.180	3.238	267.505	80.732	125.757	155.770	62.878
		5	9.484	6.297	36.109	4.535	162.540	52.370	74.861	142.947	37.431
		7	13.300	6.737	29.288	4.666	117.808	39.625	53.302	134.515	26.651
3	256.550	3	5.228	10.514	19.494	23.766	42.047	23.955	13.265	55.376	6.633
		5	8.746	10.286	23.523	21.226	66.079	30.278	24.556	81.099	12.278
		7	12.264	10.485	26.492	18.325	61.938	29.310	22.712	77.490	11.356
4	267.820	3	8.549	12.606	268.550	40.900	0.696	80.688	126.371	156.617	63.186
		5	14.302	10.582	166.188	37.013	0.983	53.691	76.529	142.535	38.265
		7	20.056	8.965	125.878	63.137	1.379	49.839	57.671	115.714	28.836

จากการทดสอบทางสถิติโดยใช้วิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวน พบว่า พื้นที่หน้าตัดของไม้ต้นที่ประเมินจากการสุ่มตัวอย่างด้วยมูม 3, 5, และ 7 องศา ในแต่ละพื้นที่ย่อย ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) (Table 6) แสดงให้เห็นว่าพื้นที่หน้าตัดที่ประเมินได้จากการประเมินในแต่ละขนาดมูมไม่มีความแตกต่างกัน ดังนั้น ขนาดมูมที่เหมาะสมที่สุดสำหรับการสุ่มตัวอย่าง จะพิจารณาจากค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานที่มีค่าต่ำที่สุด ได้แก่ พื้นที่ย่อยที่ 1 พบว่า การสำรวจด้วยมูม 7 องศา มีค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานต่ำที่สุด เท่ากับ 28.123 โดยมีค่าประเมินพื้นที่หน้าตัด เท่ากับ 35.350

ตารางเมตร พื้นที่ย่อยที่ 2 พบว่า การสำรวจด้วยมูม 7 องศา มีค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานต่ำที่สุด เท่ากับ 26.651 และมีค่าประเมินพื้นที่หน้าตัด เท่ากับ 39.625 ตารางเมตร ในขณะที่พื้นที่ย่อยที่ 3 พบว่า การสำรวจด้วยมูม 3 องศา มีค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานต่ำที่สุด เท่ากับ 6.633 ซึ่งมีค่าประเมินพื้นที่หน้าตัด เท่ากับ 23.955 ตารางเมตร และพื้นที่ย่อยที่ 4 พบว่า การสำรวจด้วยมูม 7 องศา มีค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานต่ำที่สุด เท่ากับ 28.836 ซึ่งมีค่าประเมินพื้นที่หน้าตัด เท่ากับ 49.839 ตารางเมตร

Table 6 Results of Analysis of Variance (ANOVA) between basal areas estimated using sector sampling with angle sizes of 3, 5, and 7 degrees in the four sub areas.

Area	F	p-value
Sub Area 1	0.145	0.867 ^{ns}
Sub Area 2	0.219	0.807 ^{ns}
Sub Area 3	0.108	0.899 ^{ns}
Sub Area 4	0.135	0.876 ^{ns}

Remark: ^{ns} non-significant at $P > 0.05$.

การศึกษาในครั้งนี้ มีขนาดมุมที่เหมาะสมสำหรับการสุ่มตัวอย่างแบบเซกเตอร์ คือมุม 7 องศา เนื่องจากเป็นขนาดมุมที่มีค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการประเมินค่าพื้นที่หน้าตัดของไม้ต้นต่ำที่สุด จากผลการศึกษา จะสังเกตเห็นได้ว่า เมื่อขนาดมุมสำรวจเพิ่มขึ้น ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการประเมินจะลดลง ซึ่งจะสอดคล้องกับผลการศึกษาของ Tipburee and Lumyai (2021) ได้ทำการศึกษาการสุ่มตัวอย่างแบบเซกเตอร์เปรียบเทียบการสำรวจแบบสามะโนประชากรบริเวณสำนักพิพิธภัณฑสถานและวัฒนธรรมการเกษตรมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ โดยใช้มุมขนาด 5, 10 และ 15 องศา พบว่า มุมสำรวจขนาด 15 องศา มีความเหมาะสมในวิธีการสำรวจแบบเซกเตอร์ในพื้นที่ดังกล่าว เนื่องจากมีการกักเก็บคาร์บอนใกล้เคียงค่าประชากรไม้ต้นมากที่สุด โดยมีค่าเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างน้อยที่สุด เท่ากับ 3.62 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่การศึกษาของ Tongson (2011) ได้ทำการศึกษาการสุ่มตัวอย่างแบบเซกเตอร์ บริเวณสวนวชิรเบญจทัศ โดยใช้มุมขนาด 5, 10 และ 15 องศา พบว่า มีค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการประเมินปริมาณไม้ต้นเท่ากับ 33.30, 33.72 และ 34.48 ตามลำดับ ซึ่งเป็นค่าที่มีความใกล้เคียงกัน โดยมุมขนาด 5 องศา เป็นมุมที่เหมาะสมในการสุ่มตัวอย่างแบบเซกเตอร์ โดยมีจำนวนเซกเตอร์ที่เหมาะสม เท่ากับ 6 เซกเตอร์ ซึ่งมีความแตกต่างจากผลการศึกษาในครั้งนี้ อาจเนื่องมาจากขนาดของพื้นที่ศึกษา ลักษณะและการกระจายตัวของไม้ต้นในบริเวณพื้นที่ศึกษาที่มีหมู่ไม้ขึ้นอยู่เป็นกลุ่ม ๆ และมีอาคารสิ่งก่อสร้างอยู่เป็นจำนวนมาก ซึ่งจะมีความแตกต่างจากไม้ดอกเขตป่าที่อยู่ในรูปแบบสวนสาธารณะ หรือพื้นที่ที่มีหมู่ไม้ขึ้นอยู่อย่าง

หนาแน่น อย่างไรก็ตาม มุม 7 องศา เป็นมุมที่มีขนาดกว้างที่สุดที่ใช้ในการสำรวจครั้งนี้ แต่ข้อมูลยังคงมีความแปรปรวนค่อนข้างสูง ดังนั้น หากจะทำการศึกษาการสุ่มตัวอย่างแบบเซกเตอร์ในบริเวณมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์วิทยาเขตบางเขน จึงควรทำการสำรวจด้วยขนาดมุมอย่างน้อย 7 องศา และควรเพิ่มขนาดมุมที่ใช้ในการสำรวจให้มีขนาดกว้างขึ้น ประกอบกับการเพิ่มจำนวนเซกเตอร์ ซึ่งเป็นการเพิ่มพื้นที่สำรวจ เพื่อลดความแปรปรวนของข้อมูลได้น้อยที่สุด ทั้งนี้ การวางแผนการสำรวจจะขึ้นอยู่กับระยะเวลาและค่าใช้จ่ายในการสำรวจด้วย

การสุ่มตัวอย่างแบบเซกเตอร์ เป็นวิธีการที่เหมาะสมสำหรับการสำรวจไม้ดอกเขตป่า หรือพื้นที่สีเขียวในเขตเมือง เนื่องจากพื้นที่ในลักษณะดังกล่าว เป็นพื้นที่ที่มีรูปร่างไม่สม่ำเสมอ จึงมีความยุ่งยากและใช้เวลานานต่อการวางแผนสำรวจ ซึ่งการสุ่มตัวอย่างแบบเซกเตอร์มีจุดเด่นคือการสำรวจได้อย่างแม่นยำในพื้นที่ขนาดเล็ก ได้ข้อมูลที่มีความเที่ยงตรง ปราศจากค่าความคลาดเคลื่อนในการเลือกต้นไม้ที่อยู่บริเวณขอบ โดยมีข้อพิจารณาที่สำคัญคือ ขนาดมุมที่เหมาะสมในการสำรวจในแต่ละพื้นที่ ซึ่งผลการศึกษาในครั้งนี้ จึงสามารถนำข้อมูลไปประยุกต์ใช้ในการตัดสินใจเลือกขนาดมุมที่เหมาะสม เพื่อนำไปใช้ในการศึกษาในพื้นที่อื่น ๆ ต่อไป

สรุป

จากการสำรวจไม้ต้นในพื้นที่มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตบางเขน ซึ่งแบ่งพื้นที่ศึกษาออกเป็น 4 พื้นที่ย่อย และสำรวจด้วยวิธีการสุ่มตัวอย่างแบบเซกเตอร์โดยใช้มุม 3, 5, และ 7 องศา พบไม้ต้น

จำนวนทั้งสิ้น 284 ต้น จำแนกเป็น 57 ชนิด โดยชนิดไม้ต้นที่พบมากที่สุดเป็น 3 อันดับแรก ได้แก่ นนทรี (*Peltophorum pterocarpum*) จำนวน 38 ต้น รองลงมา คือ ประดู่ (*Pterocarpus indicus*) จำนวน 27 ต้น และ ชมพูพันธุ์ทิพย์ (*Tabebuia rosea*) จำนวน 23 ต้น และจากการประเมินพื้นที่หน้าตัดของไม้ต้นในแต่ละพื้นที่ย่อยพบว่า การสุ่มตัวอย่างด้วยมุม 3, 5, และ 7 องศา ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ สำหรับการเลือกขนาดมุมที่เหมาะสมสำหรับการสุ่มตัวอย่างแบบเซกเตอร์ พิจารณาจากค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานที่มีค่าต่ำที่สุด ดังนั้นขนาดมุมที่เหมาะสมสำหรับการสุ่มตัวอย่างในพื้นที่ย่อยที่ 1 คือ มุม 7 องศา โดยมีค่าประเมินพื้นที่หน้าตัด เท่ากับ 35.350 ตารางเมตร และมีค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการประเมิน เท่ากับ 28.123 ส่วนพื้นที่ย่อยที่ 2 มีขนาดมุมที่เหมาะสมสำหรับการสุ่มตัวอย่าง คือ มุม 7 องศา มีค่าประเมินพื้นที่หน้าตัด เท่ากับ 39.625 ตารางเมตร และมีค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการประเมิน เท่ากับ 26.651 ในขณะที่พื้นที่ย่อยที่ 3 มีขนาดมุมที่เหมาะสมสำหรับการสุ่มตัวอย่าง คือ มุม 3 องศา โดยมีค่าประเมินพื้นที่หน้าตัด เท่ากับ 23.955 ตารางเมตร ซึ่งมีค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการประเมิน เท่ากับ 6.633 และพื้นที่ย่อยที่ 4 มีขนาดมุมที่เหมาะสมสำหรับการสุ่มตัวอย่าง คือ มุม 7 องศา โดยมีค่าประเมินพื้นที่หน้าตัด เท่ากับ 49.839 ตารางเมตร โดยมีค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการประเมิน เท่ากับ 28.836

ข้อเสนอแนะ

ผลการศึกษาพื้นที่หน้าตัดของไม้ต้น แสดงให้เห็นว่าค่าความแปรปรวนของข้อมูลมีแนวโน้มที่จะลดลงเมื่อมีการเพิ่มขนาดมุมในการสำรวจที่กว้างขึ้น ดังนั้น หากจะทำการศึกษาการสุ่มตัวอย่างแบบเซกเตอร์ในพื้นที่บริเวณดังกล่าว ควรมีการเพิ่มขนาดมุม เพื่อเป็นการลดความแปรปรวนของข้อมูล และควรมีการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างขนาดมุม และจำนวนของเซกเตอร์ที่เหมาะสมเพื่อใช้เป็นเกณฑ์ในการตัดสินใจในการเลือกขนาดมุมที่เหมาะสมสำหรับพื้นที่ในลักษณะที่แตกต่างกันออกไป

REFERENCES

- Chiriaco, M.V. 2010. On the Extension of Large-Scale Forest Inventories to Non - forest Areas. University of Tuscia, Viterbo, Italy.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations [FAO]. 2002. *Trees Outside Forests Towards a Better Wariness*. Rome, Italy.
- Iles, K., Smith, N.J. 2006. A new type of plot that is particularly useful for sampling small clusters of objects. *Forest Science*, 52(2): 148–154.
- Kaewbanjong, P., Prasomsin, P., Lumyai, P., Seenuil, W. 2021. Application of Point Sampling in Forest Inventory for Timber Assessment: A Case Study of Siamese Rosewood Plantation, Trat Province. *Thai Journal of Forestry*, 40(2): 172-186. (in Thai)
- Kasetsart University. 2017. Kasetsart University, Bangkok Campus. *Campus Information*. <https://www.ku.ac.th/th/campus-information/>, 25 April 2021.
- Khunsathien, C. 2020. *Timber Volume Assessment of Rubber Tree: A Case Study of Kanchanadit Plantation, Surattthani Province*. M.S. Thesis, Kasetsart University. Bangkok, Thailand. (in Thai)
- Lynch, T.B. 2006. Variance Reduction for Sector Sampling. *Forest Science*, 52(3): 251–261.
- Prasomsin, P., Duangsathaporn, K. 2005. *Field Forest Mensuration Handbook*. Department of Forest Management, Faculty of Forestry, Kasetsart university, Bangkok, Thailand. (in Thai)
- Senanarong, A. 1998. The prospect of planting big trees in the city. In: *Documents for the Seminar on Planting Big Trees in the City*. Forestry Research Center, Faculty of

- Forestry Kasetsart University, Royal Forest Department, Forestry Alumni Society, Bangkok, Thailand, pp. 1-6. (in Thai)
- Seraj, M.H. , Kiani, B. 2017. Efficiency of sector sampling for estimating juniper forest attributes vs. fixed area plot. **Journal of Forest Science**, 63(10): 463–469.
- Smitinand, T. 1975. **Wildflowers of Thailand**. Aksornbandit Press, Bangkok, Thailand. (in Thai)
- Sommeechai, M. 2009. **Lecture Document on the Topic of Cities, Urban Communities, and Urban Environments**. Department of Silviculture, Faculty of forestry, Kasetsart University, Bangkok, Thailand. (in Thai)
- Smith, N.J., Iles, K. 2012. Sector Sampling–synthesis and applications. **Forests**, 3: 114 - 126.
- The Forest Herbarium Royal Forest Department. 2001. **Thai Plant Names**. Prachachon Co., Ltd., Bangkok, Thailand. (in Thai)
- Thaiutsa, B. 1995. **Urban forest in National Tree Day 1995**. Public Parks Division, Bangkok, Thailand. (in Thai)
- Tipburee, P., Lumyai, P. 2021. Sector sampling method to survey trees outside forest area: A case study at the office of agricultural museum and culture, Kasetsart University. In: **Proceedings of Forestry Conference 2021**. Faculty of Forestry, Kasetsart University. Bangkok, Thailand, pp. 36- 45. (in Thai)
- Tongson, P. 2011. **Yield Assessment of Tree Resources Outside Forest by Using Sector Sampling Technique: A Case Study of Wachirabenchatat Park, Bangkok Metropolis**. M.S. Thesis, Kasetsart University, Bangkok, Thailand. (in Thai)
- Vanichbuncha, K. 2011. **Statistics**. Department of Statistics, Faculty of Commerce and Accountancy, Chulalongkorn University, Bangkok, Thailand. (in Thai)
-