



# คู่มือ

การศึกษาเพื่อสร้างสมการประมาณ  
ปริมาตรและมวลชีวภาพของต้นไม้

A study guide to establishing  
the tree volume and  
biomass equations)

**นางวรรณ หิมพานต์**

**ผู้เชี่ยวชาญ**

**เฉพาะด้านการส่งเสริมการปลูกป่า**

**สำนักส่งเสริมการปลูกป่า  
กรมป่าไม้**

**2568**

**ฉบับปรับปรุง**



## เอกสารผลงานวิชาการ

คู่มือ การศึกษาเพื่อสร้างสมการประมาณปริมาตรและมวลชีวภาพของต้นไม้  
(A study guide to establishing the tree volume and biomass equations)

นางวรพรรณ หิมพานต์

ผู้เชี่ยวชาญเฉพาะด้านการส่งเสริมการปลูกป่า (นักวิชาการป่าไม้เชี่ยวชาญ)

สำนักส่งเสริมการปลูกป่า กรมป่าไม้

กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม

2568

---

## คำนำ

ต้นไม้มือถือเป็นทรัพยากรที่มีคุณค่า สามารถตอบสนองปัจจัยสี่อันเป็นพื้นฐานของมนุษย์ ในปัจจุบันที่ภาครัฐมีนโยบายส่งเสริมการปลูกต้นไม้และการสร้างป่า และปรับปรุงกฎระเบียบให้เอื้อต่อการใช้ประโยชน์จากไม้มากยิ่งขึ้น ประกอบกับความตื่นตัวของประชาชนต่อปัญหาสิ่งแวดล้อม ทำให้เกิดกระแสความสนใจในการปลูกไม้เศรษฐกิจและสร้างสวนป่าเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง ในอดีตอุตสาหกรรมป่าไม้เคยเป็นแหล่งรายได้สำคัญของประเทศ สะท้อนให้เห็นความสำคัญของสวนป่าเศรษฐกิจ การประมาณมูลชีวภาพและปริมาตรไม้ เป็นหัวใจสำหรับการวางแผนการเก็บเกี่ยวและการซื้อขาย ถึงแม้ว่าในปัจจุบันมีการศึกษาเพื่อสร้างสมการประมาณปริมาตรและมูลชีวภาพของต้นไม้อยู่บ้างแล้ว แต่ด้วยกระบวนการศึกษาที่หนักและซับซ้อน ต้องใช้ความรู้เฉพาะทางและความชำนาญ ทำให้งานวิจัยในด้านนี้ยังมีจำกัด โดยส่วนใหญ่พึ่งพาสมการที่มีอยู่แล้วจากการศึกษาในอดีต อย่างไรก็ตามสมการที่มีอยู่ยังไม่ครอบคลุมชนิดไม้ที่หลากหลาย โดยเฉพาะอย่างยิ่งชนิดไม้ที่มีค่าที่ได้รับความนิยมปลูกมีเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง นอกจากนี้การศึกษาที่ผ่านมาเป็นการสร้างสมการเฉพาะพื้นที่ จึงไม่อาจกล่าวได้ว่าสามารถนำไปใช้ในทุกพื้นที่ของประเทศไทย ดังนั้นการศึกษาในเรื่องนี้จึงยังคงมีความสำคัญอย่างยิ่ง เพื่อให้เกิดสมการที่น่าเชื่อถือสำหรับเกษตรกรหรือประชาชนผู้ปลูกสร้างสวนป่าสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการประเมินผลผลิตในสวนป่าของตนเอง โดยไม่จำเป็นต้องทำการตัดต้นไม้ ทำให้สามารถวางแผนการจัดการทรัพยากรป่าไม้อย่างมีประสิทธิภาพ

คู่มือเล่มนี้จัดทำขึ้นจากประสบการณ์ตรงของการปฏิบัติงานภาคสนาม โดยเรียบเรียงเนื้อหาอย่างเป็นระบบ เข้าใจง่าย และสามารถนำไปใช้ได้จริง โดยเน้นการให้แนวทางตั้งแต่การเก็บข้อมูล การวิเคราะห์ และการสร้างสมการที่ใช้ในการประมาณปริมาตรและมูลชีวภาพของต้นไม้ โดยหวังว่านักวิจัย นักวิชาการ หน่วยงานราชการ สถาบันวิชาการ รวมถึงเกษตรกรสามารถนำคู่มือนี้ไปศึกษาต่อยอด เพื่อสร้างสมการเพิ่มเติมให้ครอบคลุมและรองรับชนิดไม้ที่มีค่าที่เป็นความต้องการปลูกของประชาชน อันจะเป็นประโยชน์อย่างยิ่งในการตัดสินใจเกี่ยวกับการปลูก การจัดการผลผลิต และการวางแผนทางเศรษฐกิจในระยะยาว

วรพรรณ หิมพานต์

2568

## กิตติกรรมประกาศ

ผู้จัดทำขอกราบขอบพระคุณ คุณทศพร วัชรานุกร หัวหน้าผู้ซึ่งได้ถ่ายทอดวิชาความรู้ ให้คำแนะนำ และข้อเสนอแนะในการศึกษาวิจัย ขอขอบคุณ Dr. Iwao Noda และ Dr. Reiji Yoneda นักวิจัยชาวญี่ปุ่นของ Japan International Research Center for Agricultural Sciences (JIRCAS) ที่ให้โอกาสในการทำวิจัยเกี่ยวกับการประเมินมวลชีวภาพของสั๊ก ขอขอบพระคุณเจ้าของสวนป่าภาคเอกชนทุกท่านที่ให้ความอนุเคราะห์ให้ผู้วิจัยได้เข้าไปวางแปลง และเก็บข้อมูล

คู่มือนี้ สำเร็จได้ด้วยได้รับความช่วยเหลือและให้การสนับสนุนจากเจ้าหน้าที่ของฝ่ายวิจัยการปลูกสร้างสวนป่า ส่วนวนวัฒนวิจัย สำนักวิจัยและพัฒนาการป่าไม้ กรมป่าไม้ และผู้บังคับบัญชาทุกท่านที่ให้การสนับสนุนให้มีโอกาสได้ปฏิบัติงานวิจัย ทั้งนี้โครงการวิจัยที่ได้ดำเนินการจนสามารถนำมาจัดทำเป็นคู่มือฉบับนี้ได้รับการจัดสรรงบประมาณจากกรมป่าไม้ โดยสำนักวิจัยและพัฒนาการป่าไม้

พร้อมนี้ เอกสารฉบับนี้ ได้ปรับปรุงตามคำแนะนำและให้ข้อเสนอแนะผู้ทรงคุณวุฒิทุกท่านที่เป็นผู้ประเมินผลงานเพื่อเลื่อนขั้นแต่งตั้งให้ดำรงตำแหน่ง ผู้เชี่ยวชาญเฉพาะด้านการส่งเสริมการปลูกป่า (นักวิชาการป่าไม้เชี่ยวชาญ) ให้คำแนะนำ ผู้จัดทำจึงขอกราบขอบพระคุณมา ณ โอกาสนี้

วรพรรณ หิมพานต์

ผู้วิจัย

## สารบัญ

|                                                                       | หน้า |
|-----------------------------------------------------------------------|------|
| คำนำ                                                                  | ก    |
| กิตติกรรมประกาศ                                                       | ข    |
| สารบัญ                                                                | ค    |
| สารบัญตาราง                                                           | จ    |
| สารบัญภาพ                                                             | ฉ    |
| บทนำ                                                                  | 1    |
| บทที่ 1 วิธีการศึกษาเพื่อหาสมการสำหรับประมาณปริมาตรของต้นไม้          | 6    |
| เกริ่นนำ                                                              | 6    |
| อุปกรณ์สำหรับการศึกษา                                                 | 6    |
| การคัดเลือกต้นไม้                                                     | 7    |
| การเก็บข้อมูลภาคสนาม                                                  | 9    |
| การวิเคราะห์ข้อมูล                                                    | 12   |
| การนำไปใช้ประโยชน์                                                    | 19   |
| บทที่ 2 วิธีการศึกษาเพื่อหาสมการประมาณมวลชีวภาพ การกักเก็บคาร์บอน และ |      |
| การดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์                                         | 20   |
| เกริ่นนำ                                                              | 20   |
| อุปกรณ์สำหรับการศึกษา                                                 | 20   |
| การคัดเลือกต้นไม้                                                     | 21   |
| การเก็บข้อมูลภาคสนาม                                                  | 26   |
| การเก็บข้อมูลในห้องปฏิบัติการ                                         | 32   |
| การวิเคราะห์ข้อมูล                                                    | 32   |
| การนำไปใช้ประโยชน์                                                    | 34   |
| ข้อควรทราบ                                                            | 36   |
| บทที่ 3 สมการสำหรับประมาณมวลชีวภาพและปริมาตรไม้ในสวนป่า               | 38   |
| บทที่ 4 สรุปและแนวทางการนำไปใช้ประโยชน์                               | 41   |

## สารบัญ (ต่อ)

|                      | หน้า |
|----------------------|------|
| เอกสารและสิ่งอ้างอิง | 44   |
| ภาคผนวก              | 46   |
| คู่มือฉบับย่อ        | 46   |

## สารบัญตาราง

|                                                                                                                                                           | หน้า |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| ตารางที่ 1 ตัวอย่างการคำนวณปริมาตรลำต้นของต้นไม้ตัวอย่าง                                                                                                  | 14   |
| ตารางที่ 2 ตัวอย่างการคำนวณมวลชีวภาพเหนือพื้นดินรายต้น                                                                                                    | 35   |
| ตารางที่ 3 ค่าศักยภาพในการทำให้เกิดภาวะโลกร้อน (GWP) ที่ใช้ในการคำนวณค่าปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าในรอบ 100 ปี ตาม IPCC Fourth Assessment (AP4) 2007 | 37   |
| ตารางที่ 4 ค่าศักยภาพในการทำให้เกิดภาวะโลกร้อน (GWP) ที่ใช้ในการคำนวณค่าปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าในรอบ 100 ปี ตาม IPCC Fifth Assessment (AR5) 2014  | 37   |
| ตารางที่ 5 สมการประมาณมวลชีวภาพ                                                                                                                           | 39   |
| ตารางที่ 6 สมการประมาณปริมาตร                                                                                                                             | 40   |

## สารบัญภาพ

|                                                                                                                                                                                      | หน้า |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| ภาพที่ 1 สถิติพื้นที่ป่าไม้ของประเทศไทย ปี พ.ศ. 2516-2567                                                                                                                            | 2    |
| ภาพที่ 2 พื้นที่ป่าไม้ ปี พ.ศ. 2567                                                                                                                                                  | 3    |
| ภาพที่ 3 แผนผังขั้นตอนการศึกษาเพื่อหาสมการประมาณปริมาตรของต้นไม้                                                                                                                     | 8    |
| ภาพที่ 4 การวัดเส้นรอบวงที่ระดับต่าง ๆ                                                                                                                                               | 9    |
| ภาพที่ 5 ตัวอย่างตารางบันทึกข้อมูลสำหรับสร้างสมการประมาณปริมาตรไม้                                                                                                                   | 10   |
| ภาพที่ 6 เครื่องมือวัดความหนาเปลือก (bark gauge)                                                                                                                                     | 11   |
| ภาพที่ 7 วิธีการวัดความหนาเปลือก                                                                                                                                                     | 12   |
| ภาพที่ 8 การแบ่งส่วนลำต้นของต้นไม้เพื่อการวัดค่านำมาหาปริมาตรลำต้น                                                                                                                   | 13   |
| ภาพที่ 9 สมการความสัมพันธ์ระหว่างปริมาตรลำต้นรวมเปลือก (over-bark volume) กับ $DBH^2 \cdot H$ และความสัมพันธ์ระหว่างปริมาตรลำต้นไม่รวมเปลือก (inner-bark volume) กับ $DBH^2 \cdot H$ | 17   |
| ภาพที่ 10 สมการความสัมพันธ์ระหว่างปริมาตรลำต้นรวมเปลือก (over-bark volume) กับ $DBH$ และความสัมพันธ์ระหว่างปริมาตรลำต้นไม่รวมเปลือก (inner-bark volume) กับ $DBH$                    | 18   |
| ภาพที่ 11 แผนผังขั้นตอนการศึกษาเพื่อหาสมการประมาณมวลชีวภาพและการกักเก็บคาร์บอน                                                                                                       | 22   |
| ภาพที่ 12 การวัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอก (DBH) และความสูงของต้นไม้                                                                                                               | 23   |
| ภาพที่ 13 รัศมี เส้นรอบวง และเส้นผ่านศูนย์กลาง                                                                                                                                       | 23   |
| ภาพที่ 14 ต้นไม้ตัวอย่างที่ได้รับการคัดเลือกเป็นตัวแทน                                                                                                                               | 25   |
| ภาพที่ 15 ตัดต้นไม้ให้ชิดดินที่สุด                                                                                                                                                   | 25   |
| ภาพที่ 16 แยกใบ กิ่ง และลำต้นออกจากกัน                                                                                                                                               | 26   |
| ภาพที่ 17 การวัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางที่ระดับต่าง ๆ เพื่อนำไปคำนวณปริมาตร และการตัดทอน ลำต้นออกเป็นท่อน                                                                              | 27   |
| ภาพที่ 18 การชั่งน้ำหนักสดของส่วนต่าง ๆ                                                                                                                                              | 27   |
| ภาพที่ 19 การเก็บตัวอย่างส่วนต่าง ๆ เพื่อนำไปหาค่าความชื้น                                                                                                                           | 28   |
| ภาพที่ 20 การชั่งน้ำหนักเพื่อนำมาศึกษามวลชีวภาพส่วนใต้ดินหรือมวลชีวภาพของราก                                                                                                         | 29   |
| ภาพที่ 21 การทำความสะอาด ตาก และนำรากไปชั่งน้ำหนักสด                                                                                                                                 | 30   |

## สารบัญภาพ (ต่อ)

|                                                                                                                                      | หน้า |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| ภาพที่ 22 ตัวอย่างตารางบันทึกข้อมูลสำหรับสร้างสมการประมาณมวลชีวภาพของต้นไม้                                                          | 31   |
| ภาพที่ 23 สมการแอลโลเมตริก (allometric equation) ในรูปของสมการยกกำลัง (power equation) ระหว่างส่วนต่าง ๆ ของต้นไม้กับ DBH และความสูง | 33   |
| ภาพที่ 24 สมการแอลโลเมตริก (allometric equation) ในรูปของสมการยกกำลัง (power equation) ระหว่างส่วนต่าง ๆ ของต้นไม้กับ DBH            | 34   |
| ภาพที่ 25 เอกสารวิชาการเรื่อง การประเมินผลผลิตและการกักเก็บคาร์บอนภาคป่าไม้                                                          | 42   |
| ภาพที่ 26 เอกสารวิชาการเรื่อง ตารางน้ำหนักแห้ง การกักเก็บคาร์บอน และการดูดซับ ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในสวนป่าสักในประเทศไทย             | 43   |

## คู่มือการศึกษาเพื่อสร้างสมการประมาณปริมาตรและมวลชีวภาพของต้นไม้

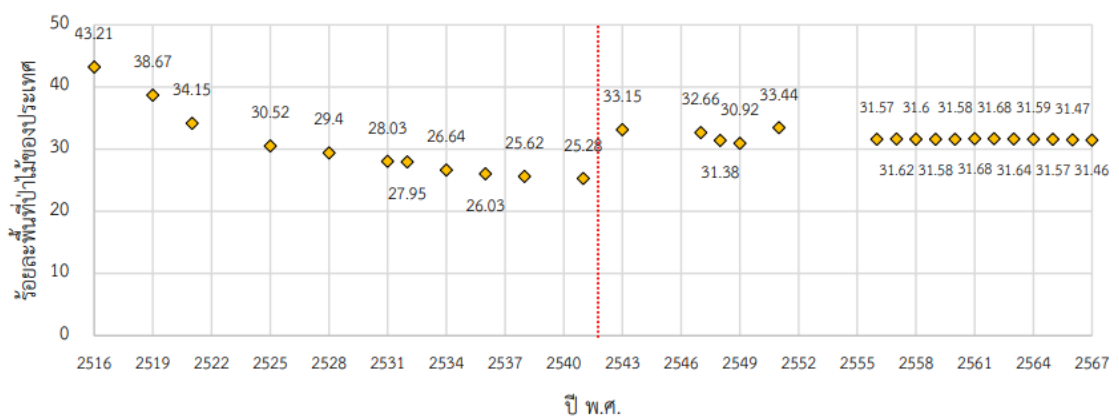
### บทนำ

ป่าไม้เป็นทรัพยากรธรรมชาติที่มีความสำคัญทั้งในเชิงเศรษฐกิจ สังคม และสิ่งแวดล้อม กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม จึงได้จัดทำแผนแม่บทกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ระยะเวลา 20 ปี (พ.ศ. 2561 - 2580) เพื่อใช้สำหรับกำหนดทิศทางการดำเนินงานด้านทรัพยากร ธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมให้สอดคล้องกับยุทธศาสตร์ชาติ 20 ปี (พ.ศ. 2561 - 2580) แผนแม่บทภายใต้ยุทธศาสตร์ชาติ แผนการปฏิรูปประเทศ แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติฉบับที่ 12 (พ.ศ. 2560 - 2565) นโยบายและแผนระดับชาติว่าด้วยความมั่นคงแห่งชาติ นโยบายรัฐบาล รวมทั้งเป้าหมาย การพัฒนาที่ยั่งยืน (Sustainable Development Goals : SDGs) ที่สำคัญได้แก่ เป้าหมายที่ 13 การรับมือกับ การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (climate action) และ เป้าหมายที่ 15 ระบบนิเวศบนบก (life on land) อีกทั้งนโยบายป่าไม้แห่งชาติปี พ.ศ. 2562 ยังได้กำหนดให้พื้นที่ป่าไม้ทั่วประเทศอย่างน้อยในอัตราร้อยละ 40 ของพื้นที่ประเทศ ประกอบด้วย ป่าอนุรักษ์ไม่น้อยกว่าร้อยละ 25 ของพื้นที่ประเทศ ป่าเศรษฐกิจและป่าชุมชน อีกไม่น้อยกว่าร้อยละ 15 ของพื้นที่ประเทศ

อย่างไรก็ตาม ในช่วงหลายทศวรรษที่ผ่านมา ประเทศไทยต้องเผชิญกับปัญหาการลดลงของพื้นที่ป่าอย่างต่อเนื่อง อันเนื่องมาจากการใช้ประโยชน์ที่ดินในรูปแบบต่าง ๆ สถิติพื้นที่ป่าไม้ของประเทศไทย ปี พ.ศ. 2516-2567 พบว่า ช่วงที่ 1 (พ.ศ. 2516-2541) พื้นที่ป่าไม้มีอัตราการลดลง 2.2 ล้าน ไร่ต่อปี ต่อมาในช่วงที่ 2 (พ.ศ. 2543-2567) มีอัตราการลดลงเท่ากับ 1.8 แสนไร่ต่อปี (ภาพที่ 1) ทั้งนี้การเพิ่มของพื้นที่ป่าไม้ในช่วงหลังปี พ.ศ. 2542 เกิดจากการปรับเปลี่ยนมาตราส่วนที่ใช้สำหรับจัดทำข้อมูลพื้นที่ป่าไม้จากข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม จากมาตราส่วน 1:250,000 เป็น 1:50,000

ต่อมาโครงการจัดทำข้อมูลสภาพพื้นที่ป่าไม้ ปี พ.ศ. 2567 โดยสำนักจัดการที่ดินป่าไม้ กรมป่าไม้ ร่วมกับคณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ จัดทำแผนที่ป่าไม้ของประเทศในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (ภาพที่ 2) พบว่ามีพื้นที่ป่า 101.8 ล้านไร่ คิดเป็นร้อยละ 31.46 (สำนักจัดการที่ดินป่าไม้ กรมป่าไม้, 2567) ในขณะที่เป้าหมายการเพิ่มพื้นที่ป่าและพื้นที่สีเขียวให้ครบร้อยละ 55 ของพื้นที่ประเทศ ประกอบด้วยป่าธรรมชาติ ร้อยละ 35 ป่าเศรษฐกิจ ร้อยละ 15 และพื้นที่สีเขียวในเขตเมืองและชนบทร้อยละ 5 ภายในปี พ.ศ. 2580 ตามแผนยุทธศาสตร์ชาติ 20 ปี (พ.ศ. 2561 - 2580) ซึ่งหากจะให้บรรลุเป้าหมายดังกล่าวพื้นที่สำคัญที่ควรจะมีมุ่งเน้นคือการเพิ่มพื้นที่ป่าเศรษฐกิจ และส่วนที่สำคัญที่สุดคือในที่ดินกรรมสิทธิ์ ซึ่งประมาณการว่าสามารถส่งเสริมให้ปลูกไม้เศรษฐกิจได้

ถึง 10.5 ล้านไร่ ดังนั้น การส่งเสริมการปลูกป่าเศรษฐกิจจึงเป็นแนวทางสำคัญที่ไม่เพียงช่วยเพิ่มพื้นที่สีเขียวให้กับประเทศ แต่ยังสามารถสร้างรายได้และเสริมความมั่นคงทางเศรษฐกิจให้กับเกษตรกรและประชาชนทั่วไป เนื่องจากเนื้อไม้จากไม้เศรษฐกิจมีมูลค่าสูงและสามารถใช้เป็นวัตถุดิบในอุตสาหกรรมหลากหลายประเภท ทั้งการแปรรูปเป็นเฟอร์นิเจอร์ วัสดุก่อสร้าง เยื่อกระดาษ ไปจนถึงผลิตภัณฑ์ชีวภาพ ซึ่งล้วนแล้วแต่มีบทบาทสำคัญต่อเศรษฐกิจของประเทศ ด้วยเหตุนี้ ภาครัฐจึงได้ดำเนินโครงการต่าง ๆ เพื่อส่งเสริมการปลูกไม้เศรษฐกิจ พร้อมทั้งปรับปรุงกฎหมายและระเบียบที่เกี่ยวข้องให้เอื้อต่อการใช้ประโยชน์จากไม้ได้อย่างถูกต้องและคล่องตัวมากยิ่งขึ้น ในมิติด้านสิ่งแวดล้อม สวนป่าเศรษฐกิจนอกจากจะให้ผลประโยชน์ทางตรงในเรื่องของเนื้อไม้แล้ว ยังทำหน้าที่เป็นแหล่งกักเก็บคาร์บอนที่มีศักยภาพสูง ความสามารถในการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เป็นพื้นฐานสำหรับการซื้อขายคาร์บอนเครดิตในระดับประเทศและระหว่างประเทศ อีกทั้งยังเป็นกลไกหนึ่งที่จะช่วยให้ประเทศไทยบรรลุเป้าหมายการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก และเดินทางไปสู่การเป็นประเทศที่มีการปล่อยก๊าซสุทธิเป็นศูนย์ (net zero emissions) ตามพันธสัญญาที่มีต่อประชาคมโลก



หมายเหตุ: หลังปี พ.ศ. 2542 การจัดทำข้อมูลสภาพพื้นที่ป่าไม้ มีการปรับเปลี่ยนมาตราส่วนของ

ภาพถ่ายดาวเทียมจากมาตราส่วน 1:250,000 เป็นมาตราส่วน 1:50,000

ที่มา: สำนักจัดการที่ดินป่าไม้ กรมป่าไม้ (2567)

ภาพที่ 1 สถิติพื้นที่ป่าไม้ของประเทศไทย ปี พ.ศ. 2516-2567



สำนักจัดการที่ดินป่าไม้ กรมป่าไม้



กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม

ที่มา: สำนักจัดการที่ดินป่าไม้ กรมป่าไม้ (2567)

ภาพที่ 2 พื้นที่ป่าไม้ ปี พ.ศ. 2567

จากสถานการณ์โลกที่มุ่งไปสู่เศรษฐกิจสีเขียว (Green Economy) คือ ระบบเศรษฐกิจที่ส่งผลให้เกิดการปรับปรุงความเป็นอยู่ของมนุษย์และความเท่าเทียมทางสังคม ขณะเดียวกันก็ลดความเสี่ยงที่จะเกิดอันตรายต่อสิ่งแวดล้อมและความขาดแคลนทางระบบนิเวศอย่างมีนัยสำคัญด้วยวิธีการที่ใช้และปล่อยคาร์บอนออกน้อย ใช้ทรัพยากรอย่างมีประสิทธิภาพมากและเกิดจากความร่วมมือของคนในสังคม (UNEP, 2018) การปลูกสร้างสวนป่าจึงเป็นตัวเลือกหนึ่งที่ประชาชน เกษตรกร รวมถึงภาคเอกชนให้ความสนใจมากขึ้น เมื่อการปลูกเป็นการหวังผลทางด้านเศรษฐกิจ สังคม และสิ่งแวดล้อม การประเมินปริมาณไม้เพื่อประโยชน์ในการซื้อขายเนื้อไม้ และการประเมินมวลชีวภาพของต้นไม้ในสวนป่าเพื่อประโยชน์ในด้านเป็นแหล่งกักเก็บคาร์บอนและใช้ประกอบในการซื้อขายคาร์บอนเครดิต อย่างไรก็ตามการเติบโตและผลผลิตของต้นไม้ รวมถึงศักยภาพของการกักเก็บคาร์บอนของสวนป่าไม้ที่ปลูกกันทั่วไปในประเทศไทยขึ้นอยู่กับความแตกต่างของชนิดต้นไม้ อายุ ระยะปลูก และสภาพของท้องที่ ตลอดจนนวัตกรรมวิธีที่ใช้ในการจัดการ ปัจจุบันแม้จะมีการพัฒนาสมการบางส่วนแล้ว แต่ยังไม่ครอบคลุมทุกชนิดไม้มีค่าทางเศรษฐกิจหรือไม้ที่เป็นที่นิยมปลูกกัน อีกทั้งสมการที่พัฒนามาเฉพาะพื้นที่ยังไม่สามารถยืนยันได้ว่าสามารถนำไปใช้กับไม้ชนิดเดียวกันแต่ต่างพื้นที่หรือต่างช่วงอายุกันได้ แต่ยังไม่ครอบคลุมชนิดไม้เศรษฐกิจทั้งหมด โดยเฉพาะไม้มีค่าที่ได้รับความนิยมเพิ่มขึ้นในหมู่เกษตรกร ในขณะที่การศึกษาเพื่อหาสมการประมาณค่ามวลชีวภาพของต้นไม้ด้วยการตัดต้นไม้ เป็นการปฏิบัติงานที่หนัก และต้องอาศัยประสบการณ์ในการปฏิบัติงาน รวมทั้งการตัดต้นไม้ไม่ได้ทำกันได้ง่ายและสะดวกเท่าไรนัก นักวิจัยรุ่นใหม่ก็นิยมนำสมการที่มีการศึกษาเอาไว้แล้วมาใช้เลย ทำให้สมการที่ใช้สำหรับการประมาณปริมาณไม้และมวลชีวภาพของต้นไม้ยังมีความจำเป็นต้องศึกษาเพิ่มเติม เพื่อเป็นฐานข้อมูลสำหรับเกษตรกร ประชาชน รวมถึงองค์กรภาคเอกชนนำไปใช้เพื่อการวางแผนการจัดการผลผลิต และการซื้อขายต่อไป

เอกสารฉบับนี้ผู้เขียนเรียบเรียงจากประสบการณ์ที่ได้ปฏิบัติงานวิจัยของตนเอง ประกอบด้วยโครงการวิจัย โดยได้รับการสนับสนุนงบประมาณจาก

1. สำนักงานการวิจัยแห่งชาติ ได้แก่

1) โครงการ เทคนิคการประเมินความเหมาะสมของพื้นที่ปลูก ปริมาณไม้ และบทบาทการกักเก็บคาร์บอนของสวนป่าไม้ ดำเนินการในปีงบประมาณ พ.ศ.2556-2560

2) โครงการ เทคนิคการบำรุงรักษาสวนป่าอย่างประณีตเพื่อเพิ่มผลผลิตและคุณภาพเนื้อไม้ของสวนป่าไม้สัก ดำเนินการในปีงบประมาณ พ.ศ.2558-2561

2. สำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม ได้แก่

1) การศึกษามวลชีวภาพและการเก็บกักคาร์บอนในไม้พะยูน ดำเนินการในปีงบประมาณ พ.ศ.2564-2566

2) การศึกษามวลชีวภาพและการกักเก็บคาร์บอนในไม้เทพทาโร ดำเนินการใน  
ปีงบประมาณ พ.ศ. 2564-2566

3) การศึกษามวลชีวภาพและการกักเก็บคาร์บอนในไม้วงศ์ยางและไม้เศรษฐกิจท้องถิ่นบาง  
ชนิด ดำเนินการในปีงบประมาณ พ.ศ. 2564-2566

3. กรมป่าไม้ ได้แก่ โครงการประเมินศักยภาพการกักเก็บคาร์บอนของต้นไม้ในแปลงทดลอง  
ของกรมป่าไม้ ดำเนินการในปีงบประมาณ พ.ศ. 2565

ทั้งนี้เพื่อเป็นประโยชน์สำหรับนักวิจัยรุ่นต่อไป หากมีโอกาสได้ทำการศึกษาเพิ่มเติมเพื่อสร้าง  
สมการให้ครอบคลุมชนิดไม้ที่หลากหลาย โดยเฉพาะอย่างยิ่งในไม้มีค่าที่เป็นที่นิยมปลูกของประชาชน  
รวมไปถึงสร้างสมการที่สามารถใช้เป็นตัวแทนกลางของแต่ละชนิดไม้ ที่ปลูกในแต่ละพื้นที่ จะได้เกิด  
ประโยชน์ต่อการประมาณปริมาตรไม้ และมวลชีวภาพอันจะนำไปสู่การประมาณการกักเก็บคาร์บอน  
และการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในต้นไม้หรือในสวนป่าเพื่อเป็นประโยชน์ต่อเกษตรกรเจ้าของ  
สวน รวมไปถึงทุกภาคส่วนที่ต้องการปลูกต้นไม้เพื่อเศรษฐกิจหรือสิ่งแวดล้อมต่อไป

ในเอกสารฉบับนี้แบ่งออกเป็น 4 บท คือ

บทที่ 1 วิธีการศึกษาเพื่อหาสมการสำหรับประมาณปริมาตรของต้นไม้

บทที่ 2 วิธีการศึกษาเพื่อหาสมการประมาณมวลชีวภาพ การกักเก็บคาร์บอน และการดูดซับ  
ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของต้นไม้

บทที่ 3 สมการสำหรับประมาณปริมาตรและมวลชีวภาพของต้นไม้ในสวนป่า

บทที่ 4 สรุปและแนวทางการนำไปใช้ประโยชน์

## บทที่ 1

### วิธีการศึกษาเพื่อหาสมการสำหรับประมาณปริมาตรของต้นไม้

#### บทนำ

การประมาณปริมาตรของต้นไม้ คือ การคำนวณปริมาตรไม้จากวิธีมาตรฐานวิธีใดวิธีหนึ่ง โดยพยายามให้มีค่าใกล้เคียงกับความเป็นจริงมากที่สุด ซึ่งโดยทั่วไปจะใช้สมการปริมาตรไม้ในการประมาณปริมาตรต้นไม้ โดยการคำนวณปริมาตรไม้ทั้งต้น และนำมาหาความสัมพันธ์กับปัจจัยที่มีผลต่อปริมาตรต้นไม้ ได้แก่ ขนาดเส้นรอบวง ความสูง รูปทรงของต้นไม้ อายุของต้นไม้ คุณภาพของแหล่งไม้ และสภาพแวดล้อม เมื่อได้สมการปริมาตรไม้สามารถนำมาสร้างตารางปริมาตรไม้เพื่อความสะดวกมากยิ่งขึ้นในการประมาณปริมาตรไม้ (ปัสสี่, 2534) ในการคำนวณปริมาตรลำต้นของต้นไม้ อาจโค่นล้มไม้ตัวอย่าง แล้วแบ่งลำต้นออกเป็นท่อนสั้น ๆ (relative section method) เพื่อคำนวณปริมาตรของแต่ละท่อน แล้วนำมารวมกันเป็นปริมาตรไม้ทั้งต้น (สมหญิง, 2547) ปริมาตรของต้นไม้ ขึ้นกับปัจจัยต่าง ๆ ได้แก่ 1) ความโต อาจจะเป็นขนาดวัดรอบหรือเส้นผ่านศูนย์กลาง 2) ความสูงหรือความยาว 3) รูปทรง 4) อายุ 5) คุณภาพของแหล่งไม้ และ 6) สภาพแวดล้อม (ปัสสี่, 2534)

การสร้างสมการเพื่อประเมินปริมาตรส่วนใหญ่จะทำการตัดไม้ตัวอย่างวัดมิติของต้นไม้และนำมาสร้างสมการสำหรับใช้ประเมินปริมาตรของต้นไม้ในพื้นที่โดยไม่ต้องทำการตัดโค่นเป็นไม้ท่อน ในปัจจุบันมีการสร้างสมการที่หลากหลาย แต่ส่วนใหญ่เป็นสมการที่ใช้ได้เฉพาะในชนิดไม้ นั้น ๆ และสถานที่ปลูกนั้น ๆ เนื่องจากปริมาตรของต้นไม้ขึ้นกับหลายปัจจัยดังกล่าวข้างต้น

โดยทั่วไปการศึกษาหาสมการประมาณปริมาตรต้นไม้ในสวนป่าจะทำไปในคราวเดียวกันกับการหาสมการประมาณมวลชีวภาพ เนื่องจากวิธีการเก็บข้อมูลคล้ายคลึงกัน

#### อุปกรณ์สำหรับการศึกษา

อุปกรณ์สำหรับการศึกษาหาสมการประมาณปริมาตรต้นไม้ในสวนป่า ประกอบด้วย

##### 1. อุปกรณ์การวัด ประกอบด้วย

1) สายวัด อาจใช้ diameter tape สำหรับวัดเส้นผ่านศูนย์กลาง หรือ สายวัดธรรมดา สำหรับวัดเส้นรอบวง

2) เครื่องมือวัดความสูง อาจใช้ไม้วัดความสูง (measuring pole) หรือเครื่องมือวิทยาศาสตร์ที่ใช้สำหรับการวัดความสูงโดยเฉพาะ เช่น clinometer หรือ altimeter

3) ไม้วัดระดับ 1.30 เมตร เพื่อหมายตำแหน่งสำหรับการวัดความโตและความสูงของต้นไม้

- 4) เทปวัดระยะทาง (20 หรือ 50 เมตร) สำหรับการวางแผนตัวอย่างในการเก็บข้อมูล
- 5) เวอร์เนียคาลิเปอร์ สำหรับการวัดความโตของปลายยอดที่มีขนาดเล็ก
2. อุปกรณ์สำหรับการเก็บข้อมูล ประกอบด้วย
  - 1) กระดาษสำหรับจดบันทึกข้อมูลภาคสนาม พร้อมแผ่นรองเขียน
  - 2) ดินสอ ปากกา สำหรับจดบันทึกข้อมูล
  - 3) สีเมจิก สำหรับการทำเครื่องหมายตำแหน่งที่ต้องทำการวัดและตัด
3. อุปกรณ์การตัด ประกอบด้วย
  - 1) เลื่อย เลื่อยมือ และเลื่อยยนต์
  - 2) มีด
  - 3) กรรไกรตัดกิ่ง
4. อุปกรณ์อื่น ๆ ได้แก่
  - 1) ฝาพลาสติกสำหรับปูพื้นในการปฏิบัติงาน หรือกางกันฝน
  - 2) เชือกฟาง
  - 3) สีเมจิก

ขั้นตอนการศึกษาเพื่อหาสมการประมาณปริมาตรของต้นไม้ แสดงแผนผังตามภาพที่ 3

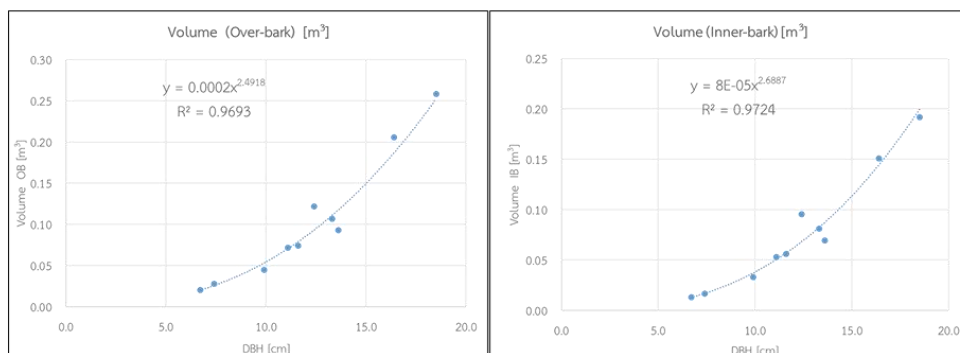
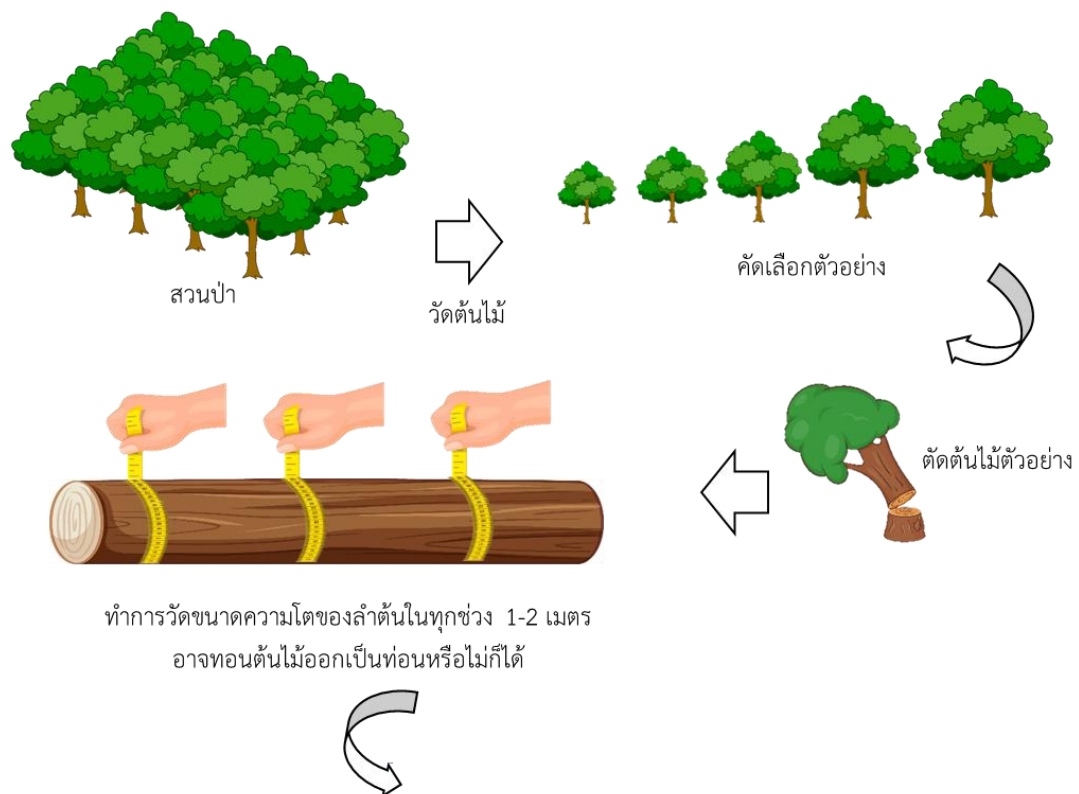
### การคัดเลือกต้นตัวอย่าง

1. โดยทั่วไปวางแผนตัวอย่างขนาด 1 ไร่ หรือ 40 เมตร x 40 เมตร ในพื้นที่ที่เป็นตัวแทนของพื้นที่ขนาดใหญ่ทั้งหมด เช่นเดียวกับการคัดเลือกต้นตัวอย่างในการสร้างสมการสำหรับประมาณมวลชีวภาพ การกักเก็บคาร์บอน และการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ หรือขนาดแปลงที่เหมาะสมในการเป็นตัวแทนของพื้นที่ทั้งหมด

2. สมการประมาณมวลชีวภาพจะใช้ค่ามิติของต้นไม้ ได้แก่ ความสูงทั้งหมด และขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอก (DBH) ดำเนินการกับต้นไม้ที่ยืนต้นอยู่เช่นเดียวกับการสร้างสมการสำหรับประมาณมวลชีวภาพ การกักเก็บคาร์บอน และการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ได้แก่

2.1 ทำการหมายตำแหน่งที่จะทำการวัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอก (DBH) หรือความโตที่ระดับ 1.30 เมตร จากพื้นดิน โดยใช้ไม้ขนาด 1.30 เมตรทาบกับลำต้นและใช้สีเมจิกหมายตำแหน่งไว้

2.2 ทำการวัดข้อมูลต้นไม้ ได้แก่ DBH และความสูงของต้นไม้ ทุกต้น ซึ่งสามารถใช้สายวัดธรรมดาวัดขนาดเส้นรอบวงของต้นไม้ แต่ต้องทำการแปลงค่าก่อนทำการวิเคราะห์หาสมการต่อไป



สร้างสมการความสัมพันธ์ระหว่างมิติต้นไม้และปริมาตรลำต้น

ภาพที่ 3 แผนผังขั้นตอนการศึกษาเพื่อหาสมการประมาณปริมาตรของต้นไม้

2.3 นำข้อมูล DBH มากำหนดอันตรายภาคขึ้น โดยกำหนดความต้องการตัดตัวอย่างต้นไม้จำนวนกี่ต้น โดยทั่วไปนิยม 5-12 ต้น ขึ้นกับสภาพของต้นไม้ หากต้นไม้มีความสม่ำเสมอทั่วพื้นที่ มีขนาดใกล้เคียงกัน ไม่จำเป็นต้องใช้จำนวนต้นไม้มากนัก และข้อจำกัดอื่น ๆ เช่น แรงงาน เวลา และงบประมาณ และคัดเลือกต้นไม้ตัวอย่างที่มีขนาดเล็ก กลาง ใหญ่ เพื่อเป็นตัวแทนของต้นไม้ทั้งหมดในพื้นที่

2.4 หมายต้นไม้ที่มีขนาดที่ต้องการคัดเลือกเป็นต้นตัวอย่างในแปลง โดยคัดเลือกต้นไม้ที่มีขนาดตามที่กำหนดไว้ หรือใกล้เคียงมากที่สุด เลือกต้นที่มีลักษณะดี หรือลักษณะปกติทั่วไป เช่น ไม่มีหลายนาง มีสภาพใบที่สมบูรณ์ ไม่มีร่องรอยการทำลายของโรคและแมลง

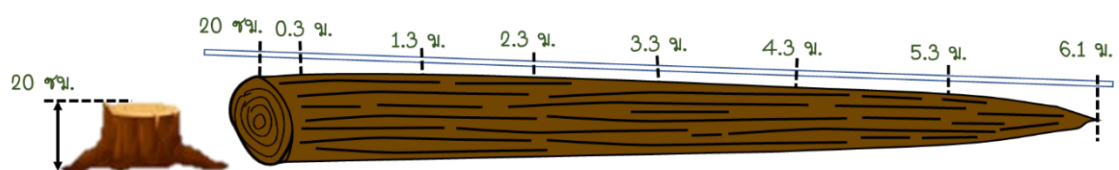
1.5 ทำการตัดต้นไม้ตัวอย่าง โดยให้ชิดดินมากที่สุด

1.6 ลิดกิ่งและนำไปออก ให้เหลือเฉพาะส่วนที่เป็นลำต้น

### การเก็บข้อมูลภาคสนาม

1. ให้อัตราความสูงของตอ

2. ส่วนที่เป็นลำต้น ทำการวัดและทำเครื่องหมายที่ตำแหน่ง 0.30 เมตร 1.30 เมตร และทุก ๆ 1 เมตร (ได้แก่ 2.30 เมตร 3.30 เมตร) จนถึงปลายยอด ทั้งนี้ให้นับรวมความสูงของตอด้วย ทำการวัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางที่ระดับต่าง ๆ ที่หมายไว้ เพื่อนำมาใช้คำนวณหาปริมาตรของลำต้น ทำการทอนลำต้นออกเป็นท่อน ท่อนละ 1 เมตร หรือ 2 เมตร หรือยาวกว่านั้น ให้เหมาะสมต่อการนำไปใช้ประโยชน์ต่อไป การวัดข้อมูลขึ้นกับต้องการปริมาตรของลำต้นทั้งหมดต้องวัดถึงส่วนยอดสุด หากต้องการปริมาตรส่วนที่ทำเป็นสินค้าได้ ให้วัดไปถึงขนาดจำกัด เช่น ใช้ประโยชน์ได้ถึงความโต 10 เซนติเมตร) (ภาพที่ 4)



ภาพที่ 4 การวัดเส้นรอบวงที่ระดับต่าง ๆ

3. กรณีที่มีหลายลำต้น (2 นาง ขึ้นไป) ให้ทำการวัดแยกลำต้น โดยระบุให้เป็นลำต้นที่ 1 ลำต้นที่ 2 และนำมาแยกหาปริมาตรก่อนนำมารวมกันเป็นปริมาตรทั้งหมด อย่างไรก็ตามต้นที่มีหลายลำ

ต้นไม้ใช้ตัวแทนที่ดี อาจทำให้ความน่าเชื่อถือของสมการที่ได้ลดลง ดังนั้นการเลือกตัวอย่างควรหลีกเลี่ยงต้นไม้ที่มีหลายนาง ยกเว้นชนิดไม้ที่มีหลายนาง เช่น พะยูง มะค่าโมง ควรต้องสร้างสมการสำหรับการประเมินปริมาตรต้นไม้กรณี 2 นาง หรือ 3 นาง ด้วย และจำนวนตัวอย่างจะต้องมีมากขึ้นเพื่อให้เป็นตัวแทนของต้นหลายนางด้วย

4. ให้ทำการระบุตำแหน่งความสูงระดับที่ความโตเท่ากับขนาดจำกัด (เช่น ขนาดจำกัดที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 10 เซนติเมตร) ด้วย เพื่อนำไปใช้ในการประมาณปริมาตรส่วนที่เป็นสินค้าได้ ตัวอย่างตารางบันทึกข้อมูลแสดงดังภาพที่ 5

Location: Hoper odorata, Sri Sa Ket Province

Date: 7/8/2567

| Tree     | Planted Year | Age (Year )   | Spacing (mxm) | Stump height (cm) |         |
|----------|--------------|---------------|---------------|-------------------|---------|
| 11       | 2540         | 27            | 2 x 4         | 20                |         |
| DBH (cm) | Ht (m)       | Db (cm)       | HDb (m)       |                   |         |
| 11.1     | 12           | 5.3           | 9             |                   |         |
| Log      | Layer        | Diameter (cm) |               |                   | Remarks |
|          |              | Stem 1        | Stem 2        | Stem 3            |         |
| 1        | D0           | 16.50         |               |                   |         |
| 2        | D0.30        | 15.90         |               |                   |         |
| 3        | D1.3 (DBH)   | 11.10         |               |                   |         |
| 4        | D2.3         | 10.20         |               |                   |         |
| 5        | D3.3         | 9.80          |               |                   |         |
| 6        | D4.3         | 9.60          | 5.30          |                   |         |
| 7        | D5.3         | 9.00          | 5.00          |                   |         |
| 8        | D6.3         | 8.60          | 4.50          |                   |         |
| 9        | D7.3         | 7.90          | 3.80          |                   |         |
| 10       | D8.3         | 5.90          | 2.00          |                   |         |

ภาพที่ 5 ตัวอย่างตารางบันทึกข้อมูลสำหรับสร้างสมการประมาณปริมาตรไม้

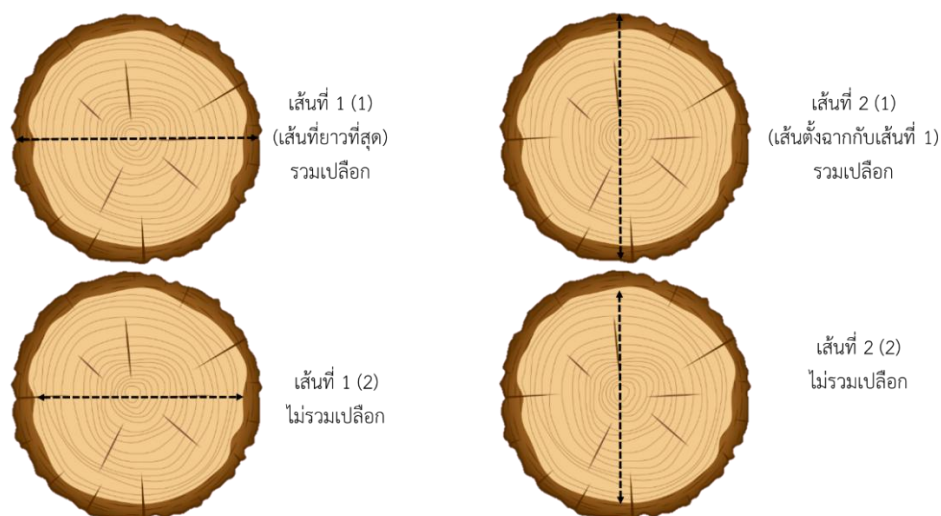
5. ให้ทำการวัดความหนาเปลือก เพื่อนำมาคำนวณปริมาตรส่วนที่ไม่รวมเปลือก โดยใช้เครื่องมือวัดความหนาเปลือก (bark gauge) (ภาพที่ 6) ทำการวัดความหนาเปลือกตำแหน่งเดียวกับที่วัดความโต โดยการกดไปที่ลำต้นให้พอดีตึงมือ วัดทั้ง 4 ด้าน แล้วนำมาหาค่าเฉลี่ย

ในกรณีที่มีการทอนต้นไม้ออกเป็นท่อน ให้ทำการวัดความหนาเปลือกที่หน้าตัดของลำต้น โดยใช้สายวัดหรือตลับเมตรวัดเส้นผ่านศูนย์กลางหน้าตัดด้านที่ยาวที่สุด (เส้นที่ 1) ทำการวัดแบบรวมเปลือก (เส้นที่ 1 (1)) และไม่รวมเปลือก (เส้นที่ 1 (2)) และเส้นผ่านศูนย์กลางด้านตั้งฉากกับเส้นแรก (เส้นที่ 2) แบบรวมเปลือก (เส้นที่ 2 (1)) และไม่รวมเปลือก (เส้นที่ 2 (2)) เมื่อนำมาลบกันจะเป็นความหนาเปลือก ให้ค่าของทั้ง 4 ด้าน มาหาค่าเฉลี่ย จะได้ความหนาเปลือก (ภาพที่ 7) แต่เนื่องจากการคิดปริมาตรจะใช้ค่าเส้นผ่านศูนย์กลาง ดังนั้นสามารถใช้ค่าของการวัดที่ไม่รวมเปลือกมาในการคำนวณปริมาตรไม่รวมเปลือกได้



ที่มา : <https://haglofsweden.com/project/barktax-bark-gauge/>

ภาพที่ 6 เครื่องมือวัดความหนาเปลือก (bark gauge)



ภาพที่ 7 วิธีการวัดความหนาเปลือก

#### ตัวอย่าง การหาความหนาเปลือก

วัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางที่ระดับ 1.30 เมตร ที่หน้าตัดไม้ ได้ดังนี้

1) เส้นที่ 1 (1) ได้เท่ากับ 23.5 เซนติเมตร เส้นที่ 1 (2) เท่ากับ 21.40 เซนติเมตร

ความหนาเปลือก (2 ด้าน) เท่ากับ  $23.5 - 21.40 = 2.10$  เซนติเมตร

หรือเปลือกหนา  $2.10 / 2 = 1.05$  เซนติเมตร

2) เส้นที่ 2 (1) ได้เท่ากับ 22.9 เซนติเมตร เส้นที่ 2 (2) เท่ากับ 21.00 เซนติเมตร

ความหนาเปลือก (2 ด้าน) เท่ากับ  $22.9 - 21.00 = 1.90$  เซนติเมตร

หรือเปลือกหนา  $1.90 / 2 = 0.95$  เซนติเมตร

ความหนาเปลือกเฉลี่ยเท่ากับ 1.00 เซนติเมตร

ปกติเปลือกที่ระดับความสูงต่าง ๆ จะมีความหนาไม่เท่ากัน ดังนั้นควรทำการวัดความหนาเปลือกในทุกระดับที่ทำการวัดขนาดเส้นรอบวง

#### การวิเคราะห์ข้อมูล

1. การวิเคราะห์ข้อมูลหาปริมาตรของต้นไม้ตัวอย่าง ในการศึกษาจะหาปริมาตรในแต่ละท่อน แล้วจึงนำมารวมกันเป็นปริมาตรลำต้นทั้งหมด ลักษณะของไม้ท่อนมีรูปทรงโดยทั่วไปจะมีลักษณะใกล้เคียงกับรูปพาราโบลอยด์ตัด รูปกรวยตัด หรือใกล้เคียงรูปทรงกระบอก (ชาญ, 2525) และ Avery (1967) ได้กล่าวถึงสูตรทั่วไปสำหรับการคำนวณปริมาตรไม้ท่อนในส่วนที่เป็นรูปทรงกระบอก ไว้ดังนี้

$$1) \text{ Huber's formula} = B_{1/2} \times L$$

$$2) \text{ Smalian's formula} = \frac{B_1+B_2}{2} \times L$$

$$3) \text{ Newton's formula} = \frac{B_1+4B_{1/2}+B_2}{6} \times L$$

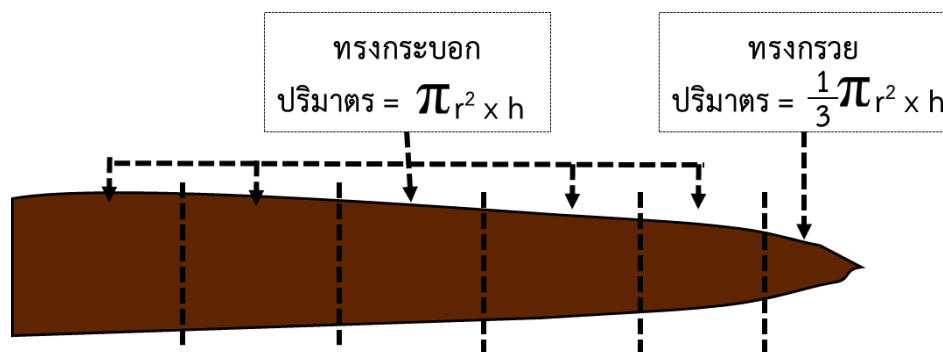
เมื่อ  $B_{1/2}$  คือ พื้นที่หน้าตัด ณ กึ่งกลางท่อน

$B_1$  คือ พื้นที่หน้าตัด ณ โคนท่อน

$B_2$  คือ พื้นที่หน้าตัด ณ ปลายท่อน

$L$  คือ ความยาวของท่อน

การวิเคราะห์ข้อมูลที่นิยมกันในน้กริชาการป่าไม้ จะใช้ Smalian's formula (León and Uranga-Valencia, 2013) โดยจะแยกส่วนของไม้ท่อนตั้งแต่โคนไปถึงตำแหน่งสูงสุดที่วัดขนาดเส้นรอบวงได้ ใช้สมการปริมาตรของรูปทรงกระบอก และส่วนปลายยอดสุด ใช้สมการปริมาตรของรูปทรงกรวย (ภาพที่ 8) และตัวอย่างการคำนวณปริมาตรของไม้ท่อนแต่ละท่อน แสดงตามตารางที่ 1



ภาพที่ 8 การแบ่งส่วนลำต้นของต้นไม้เพื่อการวัดค่านำมาหาปริมาตรลำต้น

ตารางที่ 1 ตัวอย่างการคำนวณปริมาตรลำต้นของต้นไม้ตัวอย่าง

| Log   | Level | log length (m) | Diameter (cm) | Diameter (m) | Volume (m <sup>3</sup> ) |
|-------|-------|----------------|---------------|--------------|--------------------------|
|       | 0     |                | 12.0          | 0.12         |                          |
| 1     | 0.3   | 0.3            | 10.2          | 0.10         | 0.0029                   |
| 2     | 1.3   | 1              | 9.9           | 0.10         | 0.0079                   |
| 3     | 2.3   | 1              | 8.9           | 0.09         | 0.0070                   |
| 4     | 3.3   | 1              | 8.3           | 0.08         | 0.0058                   |
| 5     | 4.3   | 1              | 7.6           | 0.08         | 0.0050                   |
| 6     | 5.3   | 1              | 8.1           | 0.08         | 0.0048                   |
| 7     | 6.3   | 1              | 5.9           | 0.06         | 0.0039                   |
| 8     | 7.3   | 1              | 5.6           | 0.06         | 0.0026                   |
| 9     | 8.3   | 1              | 4.8           | 0.05         | 0.0021                   |
| 10    | 9.3   | 1              | 3.7           | 0.04         | 0.0014                   |
| 11    | 10.3  | 1              | 2.6           | 0.03         | 0.0008                   |
| 12    | 11    | 0.7            | 0.0           | 0.00         | 0.00012                  |
| Total |       |                |               |              | 0.0445                   |

วิธีการคำนวณ

ท่อนที่ 1 ระดับ 0.0 เมตร (โคน) ถึง 0.3 เมตร โดยใช้ Smalian's formula และสูตรหาปริมาตรรูปทรงกระบอก

$$Volume = \frac{B1+B2}{2} \times L$$

$$B1 = \pi \cdot r_1^2 \quad \text{หรือ} \quad \pi \cdot \left(\frac{D_1}{2}\right)^2$$

$$= \pi \cdot \left(\frac{0.12}{2}\right)^2$$

$$= 0.0113$$

$$\begin{aligned}
 B2 &= \pi \cdot \left(\frac{D_2}{2}\right)^2 \\
 &= \pi \cdot \left(\frac{0.10}{2}\right)^2 \\
 &= 0.0082
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Volume &= \frac{0.0113+0.0082}{2} \times 0.3 \\
 &= 0.0029 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

ท่อนที่ 2 – ท่อนที่ 11 ใช้หลักการเดียวกัน

ท่อนที่ 12 ระดับ 10.3 เมตร ถึง 11.0 เมตร ใช้สูตรหาปริมาตรรูปทรงกรวย

$$Volume = \frac{1}{3} \cdot \pi \cdot r^2 \times L$$

$$\begin{aligned}
 Volume &= \frac{1}{3} \cdot \pi \cdot \left(\frac{0.026}{2}\right)^2 \times 0.7 \\
 &= 0.00012 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

นำปริมาตรของแต่ละท่อนมารวมกันจะได้ปริมาตรทั้งหมดของต้นไม้

$$= 0.00445 \text{ m}^3$$

ถ้าต้องการปริมาตรไม่รวมเปลือกให้นำความหนาเปลือกมาลบออกจากเส้นผ่านศูนย์กลาง และทำการคำนวณเช่นเดียวกัน

2. นำข้อมูลปริมาตรกับมิติของต้นไม้แต่ละต้นมาสร้างสมการความสัมพันธ์กับปริมาตรลำต้นเท่าที่มีการศึกษากันมานั้น มีรูปแบบสมการที่หลากหลาย พิทยา และคณะ (2530) ได้กล่าวไว้ว่าเนื่องจากลักษณะการเจริญเติบโตของสิ่งมีชีวิตทั้งพืชและสัตว์มีอัตราการเติบโตไม่คงที่ เปลี่ยนแปลงไปตามอายุ โดยมีอัตราการเติบโตสูงในช่วงแรก และจะค่อย ๆ ลดลงจนถึงจุดสูงสุดซึ่งอัตราการเติบโตจะคงที่ หลังจากนั้นอัตราการเติบโตจะเริ่มลดลงเรื่อย ๆ ดังนั้นรูปแบบของสมการที่เหมาะสมสำหรับการประมาณปริมาตรของต้นไม้จึงอยู่ในรูปของสมการยกกำลัง (power equation)

$$Y = aX^b \text{ หรือ } \log Y = \log a + b \log X$$

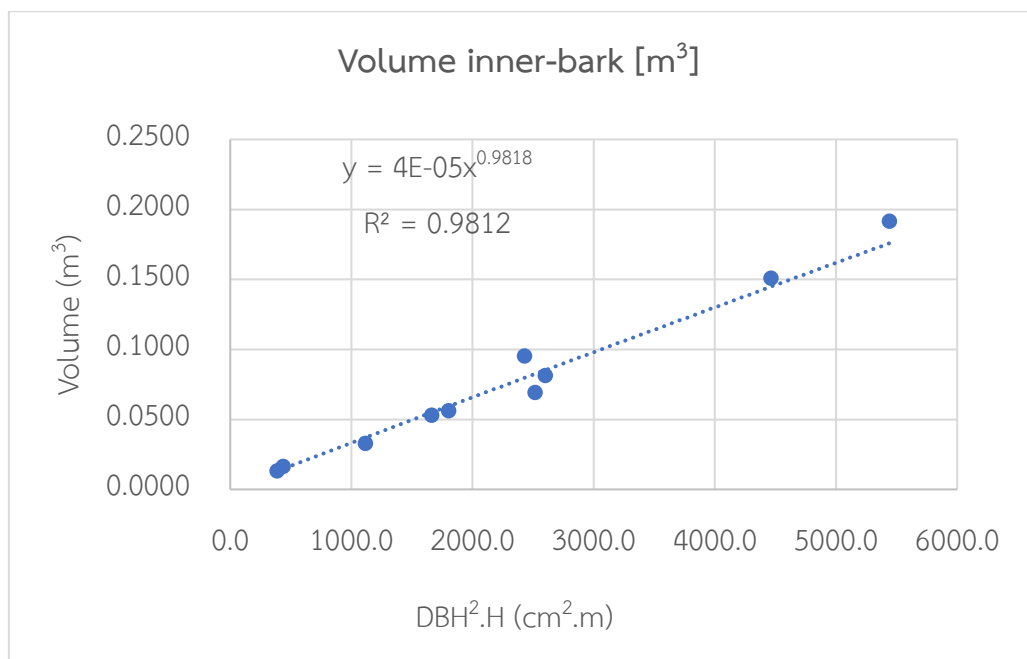
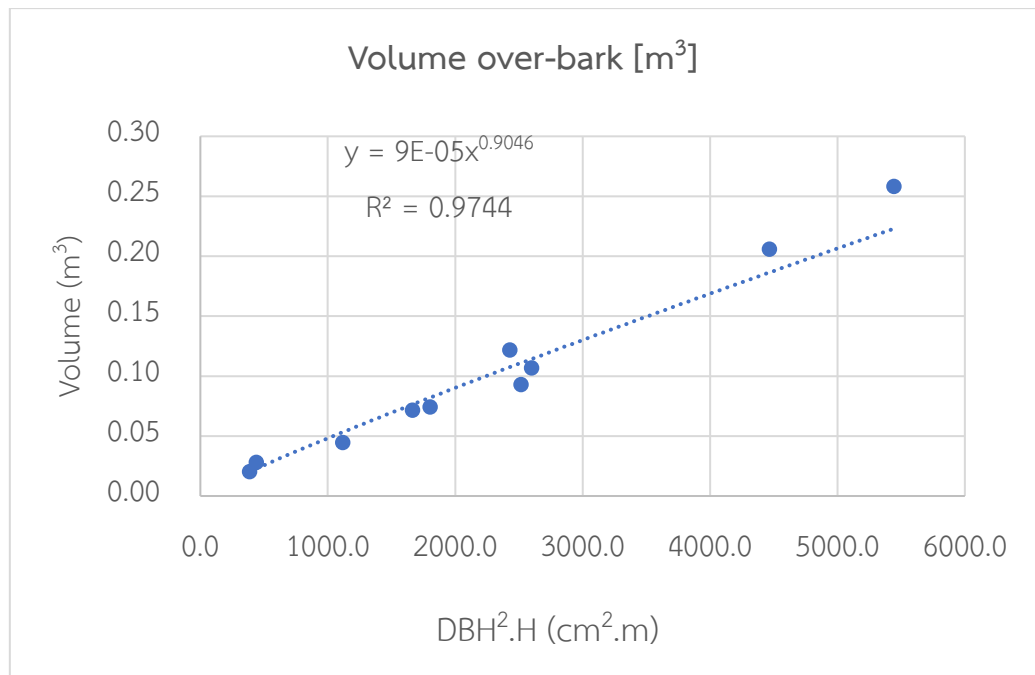
โดย  $Y$  = ปริมาตรส่วนลำต้นของต้นไม้

$X$  = ขนาดของต้นไม้ (เส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอก และความสูง)

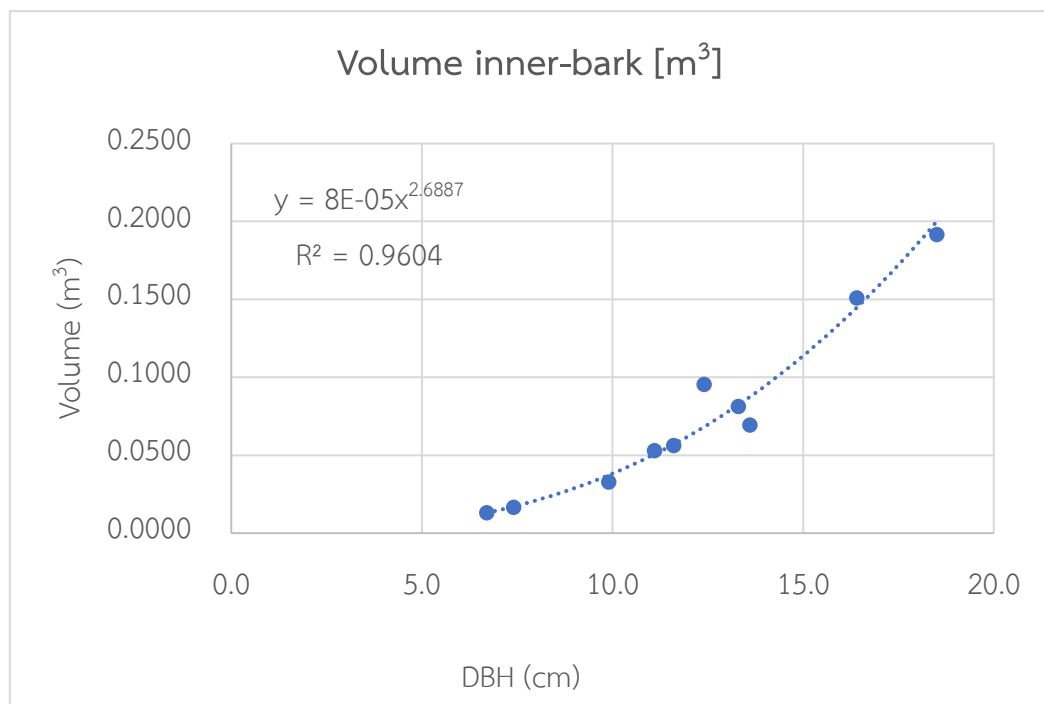
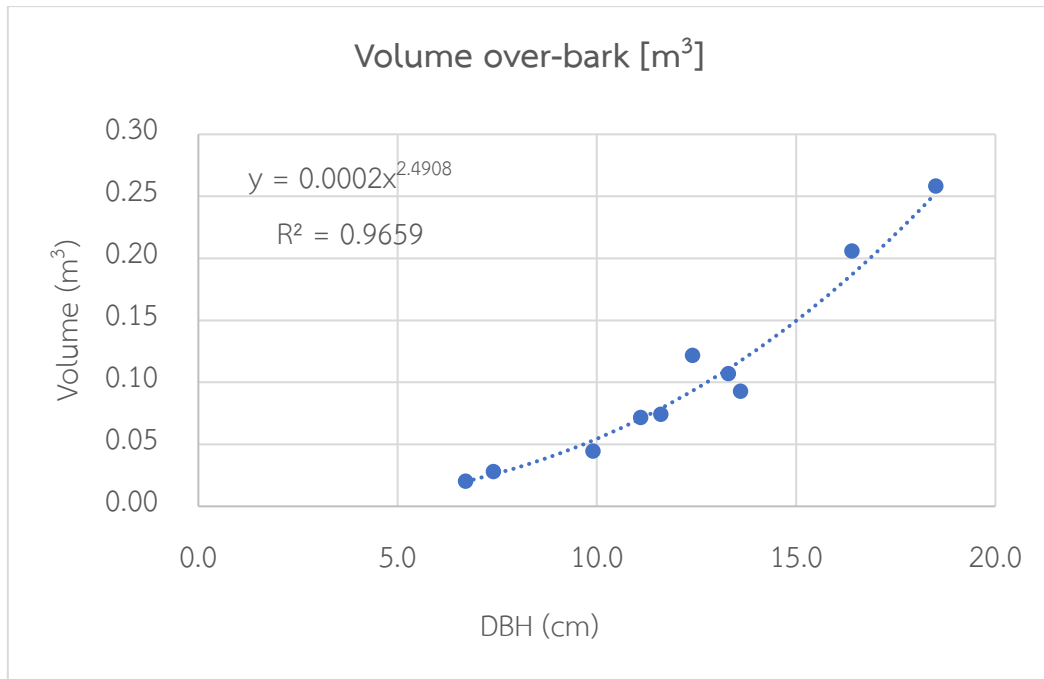
$a$  และ  $b$  เป็นค่าคงที่ของสมการ

สมการความสัมพันธ์สามารถนำข้อมูลไปสร้างสมการได้จากโปรแกรมคอมพิวเตอร์ (Microsoft Excel) เช่นเดียวกับการสร้างสมการความสัมพันธ์เพื่อหามวลชีวภาพ ตัวอย่างสมการความสัมพันธ์ระหว่างปริมาตรลำต้นรวมเปลือก (over-bark volume) กับ  $DBH^2 \cdot H$  และปริมาตรลำต้นไม่รวมเปลือก (inner-bark volume) กับ  $DBH^2 \cdot H$  (ภาพที่ 9)

เช่นเดียวกับสมการประมาณมวลชีวภาพ แม้ว่าทั้งนี้ปริมาตรของต้นไม้เป็นปริมาณในรูปของ 3 มิติ คือขึ้นกับความโตและความสูงของต้นไม้ควบคู่กัน สมการปริมาตรของต้นไม้จะมีค่าความถูกต้องมากที่สุด ถ้าสามารถนำขนาดความโตและความสูงของต้นไม้มาใช้เป็นตัวแปรอิสระในการประมาณค่า อย่างไรก็ตามในทางปฏิบัติการวัดความสูงของต้นไม้ไม่สามารถวัดค่าที่ถูกต้องได้และไม่สะดวกในทางปฏิบัติ (พิทยา และคณะ, 2530) โดยเฉพาะอย่างยิ่งการให้เกษตรกรหรือประชาชนทั่วไปที่ไม่มีเครื่องมือวิทยาศาสตร์ที่สามารถวัดความสูงได้อย่างแม่นยำนำสมการไปใช้ได้สะดวกนักวิจัยจึงได้พัฒนาสมการในรูปแบบที่ใช้ค่า  $DBH$  เพียงค่าเดียวในการประมาณปริมาตรลำต้นของต้นไม้ ตัวอย่างสมการความสัมพันธ์ระหว่างปริมาตรลำต้นรวมเปลือก (over-bark volume) กับ  $DBH$  และปริมาตรลำต้นไม่รวมเปลือก (inner-bark volume) กับ  $DBH$  (ภาพที่ 10)



**ภาพที่ 9** สมการความสัมพันธ์ระหว่างปริมาตรลำต้นรวมเปลือก (over-bark volume) กับ DBH<sup>2</sup>.H และความสัมพันธ์ระหว่างปริมาตรลำต้นไม่รวมเปลือก (inner-bark volume) กับ DBH<sup>2</sup>.H



**ภาพที่ 10** สมการความสัมพันธ์ระหว่างปริมาตรลำต้นรวมเปลือก (over-bark volume) กับ DBH และความสัมพันธ์ระหว่างปริมาตรลำต้นไม่รวมเปลือก (inner-bark volume) กับ DBH

### การนำไปใช้ประโยชน์

1. เมื่อได้สมการความสัมพันธ์แล้ว สามารถนำไปประมาณปริมาตรทั้งหมดได้ ด้วยการวัดความโต (เส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอก (DBH) หรือเส้นรอบวงที่ระดับความสูง 1.30 เมตร จากพื้นดิน แล้วทำการแปลงค่าเป็น DBH) ของต้นไม้ (ที่ยืนต้น) ได้ การประมาณปริมาตรในพื้นที่ อาจทำการวัดทั้งหมดในพื้นที่หรือควรเลือกวัดต้นไม้ที่มีขนาดต่าง ๆ กัน เพื่อให้เป็นตัวแทนของต้นไม้ทั้งหมดในแปลง

2. ในการซื้อขายต้นไม้ จะคิดปริมาตรส่วนที่เป็นสินค้าได้ ในต่างประเทศจะมีการศึกษาค่า form factor ของแต่ละชนิดไม้และนำมาประกอบการคำนวณปริมาตรส่วนที่เป็นสินค้า ในประเทศไทยมีความหลากหลายของรูปทรงต้นไม้ทั้งแต่ละชนิด และที่ปลูกในพื้นที่แตกต่างกันมาก ยังไม่มีการเก็บข้อมูลต้นไม้แต่ละชนิดมากพอที่จะสร้าง form factor ของต้นไม้ได้ สำหรับการศึกษาปริมาตรส่วนที่เป็นสินค้าได้ของไม้สักนั้น

## บทที่ 2

### วิธีการศึกษาเพื่อหาสมการประมาณมวลชีวภาพ การกักเก็บคาร์บอน และการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของต้นไม้

#### บทนำ

การประมาณมวลชีวภาพของสวนป่า ใช้วิธี stratified clip technique (พงษ์ศักดิ์, 2538) ซึ่งดำเนินการโดยสุ่มตัวแทนต้นไม้ที่มีขนาดต่าง ๆ กัน ทั้งเล็ก กลาง และใหญ่ วัดมิติของตัวแทนต้นไม้ และทำการตัดทอนลำต้นออกเป็นท่อน ๆ ไปตลอดความยาวของลำต้น และ/หรือ รวมทั้งการขุดราก เพื่อศึกษามวลชีวภาพของราก ข้อมูลตัวแทนต้นไม้ที่ได้สามารถนำไปจัดสร้างมวลชีวภาพของต้นไม้ โดยการประยุกต์ใช้ความสัมพันธ์แบบ allometric equation ในรูปของสมการยกกำลัง (power equation:  $Y = aX^b$ ) ซึ่งสมการที่ได้สามารถนำไปประมาณมวลชีวภาพและนำไปประเมินการกักเก็บคาร์บอนต่อไป โดยทั่วไปการศึกษาหาสมการประมาณมวลชีวภาพมักจะทำการศึกษาไปพร้อมกับการหาสมการประมาณปริมาตรผลผลิตของสวนป่าในคราวเดียวกัน เนื่องจากวิธีการเก็บข้อมูลคล้ายคลึงกัน

#### อุปกรณ์สำหรับการศึกษา

อุปกรณ์สำหรับการศึกษาการประมาณมวลชีวภาพของต้นไม้ ประกอบด้วย

##### 1. อุปกรณ์การวัด ประกอบด้วย

1) สายวัด อาจใช้ diameter tape สำหรับวัดเส้นผ่านศูนย์กลาง หรือ สายวัดธรรมดา

สำหรับวัดเส้นรอบวง

2) เครื่องมือวัดความสูง อาจใช้ไม้วัดความสูง (measuring pole) หรือเครื่องมือ

วิทยาศาสตร์ที่ใช้สำหรับการวัดความสูงโดยเฉพาะ เช่น clinometer หรือ altimeter

3) ไม้วัดระดับ 1.30 เมตร เพื่อหมายตำแหน่งสำหรับการวัดความโตและความสูงของต้นไม้

4) เทปวัดระยะทาง (20 หรือ 50 เมตร) สำหรับการวางแผนแปลงตัวอย่างในการเก็บข้อมูล

5) เวอร์เนียคาลิเปอร์ สำหรับการวัดความโตของปลายยอดที่มีขนาดเล็ก

##### 2. อุปกรณ์สำหรับการเก็บข้อมูล ประกอบด้วย

1) กระดาษสำหรับจดบันทึกข้อมูลภาคสนาม พร้อมแผ่นรองเขียน

2) ดินสอ ปากกา สำหรับจดบันทึกข้อมูล

3) สีเมจิก สำหรับการทำเครื่องหมายตำแหน่งที่ต้องทำการวัดและตัด

##### 3. อุปกรณ์การตัด ประกอบด้วย

- 1) เลื่อย เลื่อยมือ และเลื่อยยนต์
- 2) มีด
- 3) กรรไกรตัดกิ่ง

#### 4. อุปกรณ์การชั่ง ประกอบด้วย

เครื่องชั่ง ควรมีอย่างน้อย 2 ขนาด ได้แก่ เครื่องชั่งสำหรับการชั่งน้ำหนักสดของส่วนต่าง ๆ ของต้นไม้ตัวอย่าง (15, 20, 60, 150 กิโลกรัม) ขึ้นกับขนาดของต้นไม้ตัวอย่าง และเครื่องชั่งสำหรับการชั่งตัวอย่างที่เก็บไปสำหรับการหาความชื้น ซึ่งนิยมใช้เครื่องชั่งดิจิตอลที่มีทศนิยมอย่างน้อย 1 ตำแหน่ง

#### 5. อุปกรณ์การเก็บตัวอย่าง ประกอบด้วย

- 1) ภาชนะสำหรับบรรจุส่วนต่าง ๆ ของต้นไม้ เพื่อนำไปชั่งน้ำหนักสด เช่น ข่ง ลัง ถาด
- 2) ถุงพลาสติก สำหรับเก็บตัวอย่างนำไปหาความชื้นในห้องปฏิบัติการ
- 3) เชือก และหนังยางสำหรับรัดภาชนะเก็บตัวอย่าง

#### 6. อุปกรณ์อื่น ๆ ได้แก่

- 1) ผ้าพลาสติกสำหรับปูพื้นในการปฏิบัติงาน หรือกางกันฝน
- 2) เชือกฟาง
- 3) สีสเมจิก

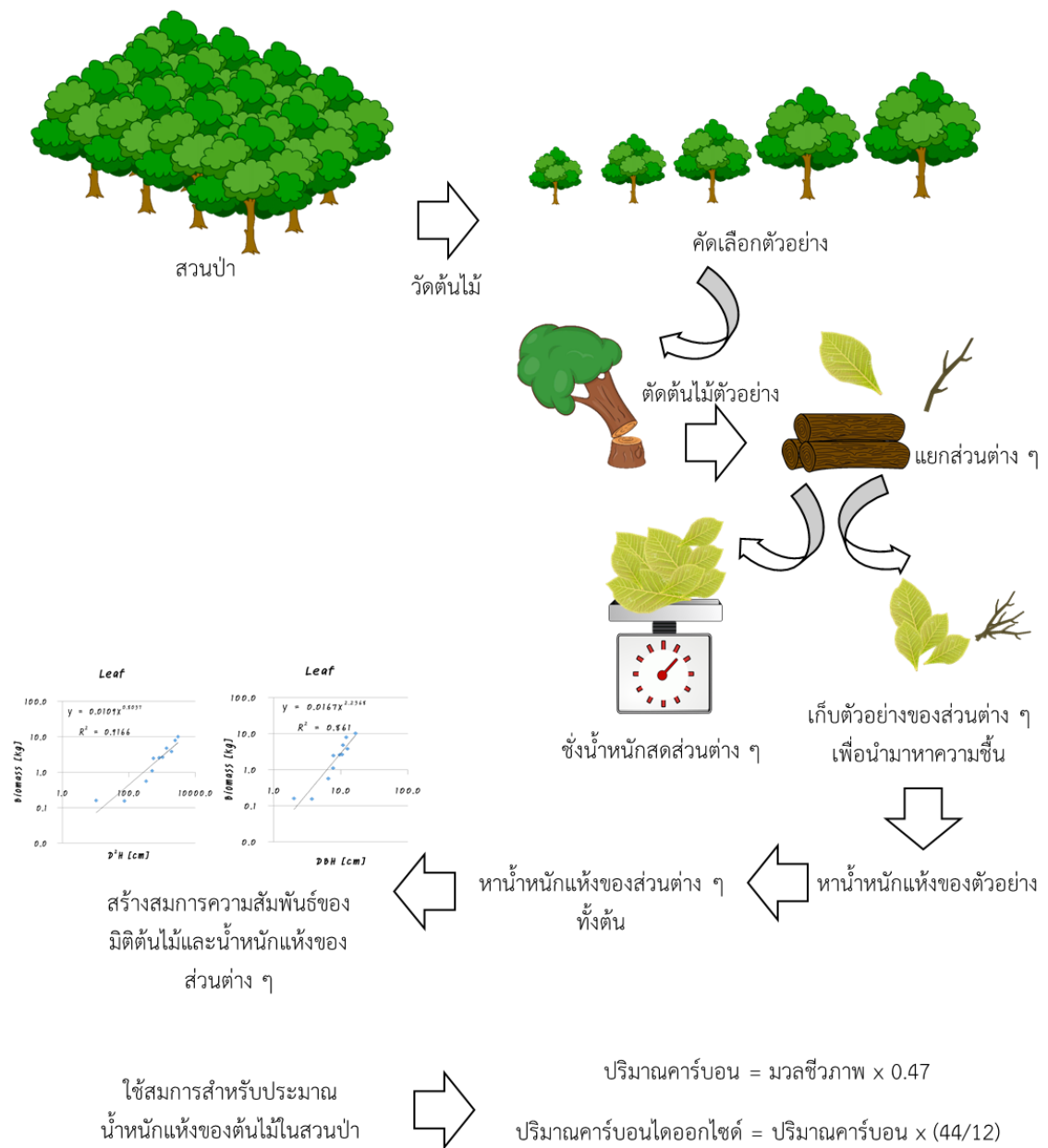
ขั้นตอนการศึกษาเพื่อหาสมการประมาณมวลชีวภาพและการกักเก็บคาร์บอน แผนผังตามภาพที่ 11

### การคัดเลือกต้นตัวอย่าง

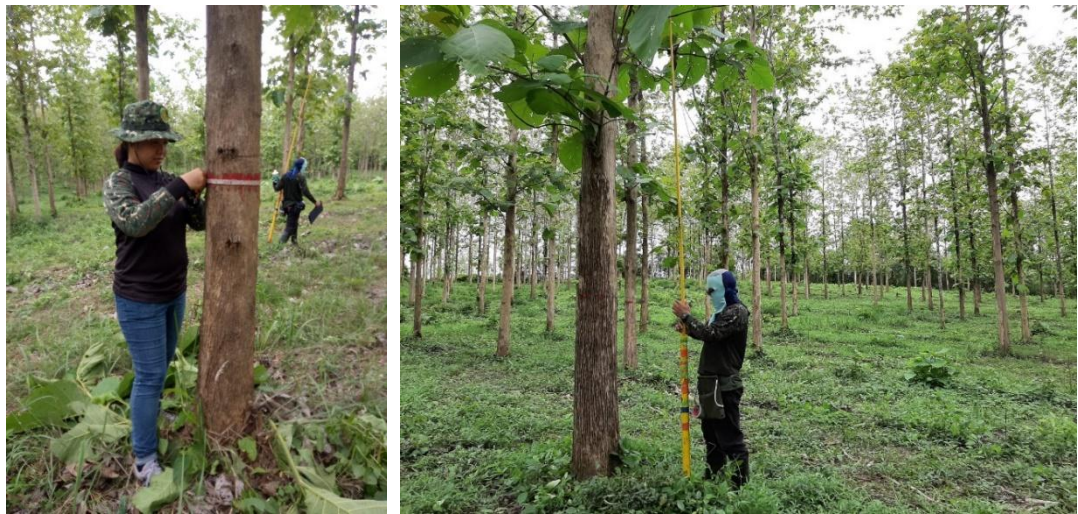
1. โดยทั่วไปการประมาณค่าต่าง ๆ เช่น มวลชีวภาพ การกักเก็บคาร์บอน และการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ต่อหน่วยพื้นที่ ดังนั้นวางแผนเพื่อคัดเลือกตัวอย่างในพื้นที่ตามขนาดที่เหมาะสม โดยทางหลักการของป่าไม้ที่นิยมกันคือ 40 เมตร x 40 เมตร หรือ 1 ไร่ ในพื้นที่ที่เป็นตัวแทนของพื้นที่ขนาดใหญ่ทั้งหมดได้

2. ทำการหมายตำแหน่งที่จะทำการวัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอก (DBH) หรือความโตที่ระดับ 1.30 เมตร จากพื้นดิน โดยใช้ไม้ขนาด 1.30 เมตรทาบกับลำต้นและใช้สีเมจิกหมายตำแหน่งไว้

3. ทำการวัดข้อมูลต้นไม้ ได้แก่ DBH และความสูงของต้นไม้ ทุกต้น (ภาพที่ 12) ซึ่งสามารถใช้สายวัดธรรมดาวัดขนาดเส้นรอบวงของต้นไม้ แต่ต้องทำการแปลงค่าก่อนทำการวิเคราะห์หาสมการต่อไป

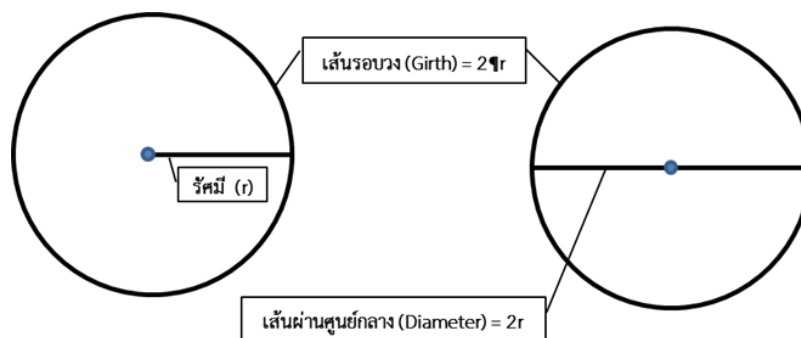


ภาพที่ 11 แผนผังขั้นตอนการศึกษาเพื่อหาสมการประมาณมวลชีวภาพและการกักเก็บคาร์บอน



ภาพที่ 12 การวัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอก (DBH) และความสูงของต้นไม้

4. สมการประมาณมวลชีวภาพจะใช้ค่ามิติของต้นไม้ ได้แก่ ความสูงทั้งหมด และขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอก (DBH) กรณีที่ใช้สายวัดธรรมดาและทำการวัดเส้นรอบวง ต้องทำการแปลงค่าให้เป็นเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอกก่อน (รัศมี เส้นรอบวง และเส้นผ่านศูนย์กลาง แสดงในภาพที่ 13) การแปลงค่าให้ทำดังนี้



ภาพที่ 13 รัศมี เส้นรอบวง และเส้นผ่านศูนย์กลาง

$$\begin{aligned}\text{เส้นรอบวง (Girth)} &= 2\pi r \\ \text{เส้นผ่านศูนย์กลาง (Diameter)} &= 2r \\ &= \text{Girth} / \pi\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{โดย } r &= \text{รัศมีของวงกลม} \\ \pi &= 22/7\end{aligned}$$

ตัวอย่าง วัดเส้นรอบวงได้ 55.9 เซนติเมตร

$$\begin{aligned}\text{เส้นรอบวง} &= 55.9 \quad \text{เซนติเมตร} \\ \text{เส้นผ่านศูนย์กลาง} &= 55.9 / (22/7) \\ &= 17.8 \quad \text{เซนติเมตร}\end{aligned}$$

5. นำข้อมูล DBH มากำหนดอันตรายภาคขึ้น โดยกำหนดความต้องการตัดตัวอย่างต้นไม้จำนวนกี่ต้น โดยทั่วไปนิยม 5-12 ต้น ขึ้นกับสภาพของต้นไม้ หากต้นไม้มีความสม่ำเสมอทั่วพื้นที่ มีขนาดใกล้เคียงกัน ไม่จำเป็นต้องใช้จำนวนต้นไม้มากนัก และข้อจำกัดอื่น ๆ เช่น แรงงาน เวลา และงบประมาณ และคัดเลือกต้นไม้ตัวอย่างที่มีขนาดเล็ก กลาง ใหญ่ เพื่อเป็นตัวแทนของต้นไม้ทั้งหมดในพื้นที่

ตัวอย่าง ต้นพะยูนในพื้นที่ 1 ไร่ มีค่า DBH ดังนี้

$$\begin{aligned}\text{เฉลี่ย} &= 17.8 \quad \text{เซนติเมตร} \\ \text{ต่ำสุด} &= 6.4 \quad \text{เซนติเมตร} \\ \text{สูงสุด} &= 28.9 \quad \text{เซนติเมตร} \\ \text{ค่าสูงสุด - ค่าต่ำสุด} &= 22.5 \quad \text{เซนติเมตร} \\ \text{ต้องการตัวอย่าง 5 ต้น} &= 22.5/5 = 4.5 \quad \text{เซนติเมตร}\end{aligned}$$

กำหนดอันตรายภาคขึ้น โดยกำหนดค่าต่ำสุด 6.3 เซนติเมตร และเพิ่มทุก 4.5 เซนติเมตร

(6.1+4.5 = 10.6) เลือกขนาด DBH ค่ากลางระหว่าง 2 ค่า (6.1+10.6)/2 = 8.4 เซนติเมตร

$$\begin{aligned}\text{ต้นที่ 1 ขนาด 6.1-10.6 เซนติเมตร} &\quad \text{เลือกต้นขนาด } 8.4 \text{ เซนติเมตร} \\ \text{ต้นที่ 2 ขนาด 10.7-15.2 เซนติเมตร} &\quad \text{เลือกต้นขนาด } 13.0 \text{ เซนติเมตร} \\ \text{ต้นที่ 3 ขนาด 15.3-19.8 เซนติเมตร} &\quad \text{เลือกต้นขนาด } 17.6 \text{ เซนติเมตร} \\ \text{ต้นที่ 4 ขนาด 19.9-24.4 เซนติเมตร} &\quad \text{เลือกต้นขนาด } 22.2 \text{ เซนติเมตร} \\ \text{ต้นที่ 5 ขนาด 24.5-29.0 เซนติเมตร} &\quad \text{เลือกต้นขนาด } 26.8 \text{ เซนติเมตร}\end{aligned}$$

6. หมายต้นไม้ที่มีขนาดที่ต้องการคัดเลือกเป็นต้นตัวอย่างในแปลง โดยคัดเลือกต้นไม้ที่มีขนาดตามที่กำหนดไว้ หรือใกล้เคียงมากที่สุด เลือกต้นที่มีลักษณะดี หรือลักษณะปกติทั่วไป เช่น ไม่มีหลายนาง มีสภาพใบที่สมบูรณ์ ไม่มีร่องรอยการทำลายของโรคและแมลง (ภาพที่ 14)

7. ทำการตัดต้นไม้ตัวอย่าง โดยให้ชิดดินมากที่สุด (ภาพที่ 15)
8. แยกส่วนต่าง ๆ ของต้นไม้ออกเป็น ใบ กิ่ง ลำต้น (ภาพที่ 16)



ภาพที่ 14 ต้นไม้ตัวอย่างที่ได้รับการคัดเลือกเป็นตัวแทน



ภาพที่ 15 ตัดต้นไม้ให้ชิดดินที่สุด



ภาพที่ 16 แยกใบ กิ่ง และลำต้นออกจากกัน

#### การเก็บข้อมูลภาคสนาม

1. ส่วนที่เป็นลำต้น ทำการวัดและหมายเหตุonthatตำแหน่ง 0.30 เมตร 1.30 เมตร และทุก ๆ 1 เมตร (ได้แก่ 2.30 เมตร 3.30 เมตร) จนถึงปลายยอด ทำการวัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางที่ระดับต่าง ๆ ที่หมายเหตุไว้ เพื่อนำมาใช้คำนวณหาปริมาตรของลำต้น (ภาพที่ 17) และทอนลำต้นออกเป็นท่อนให้เหมาะสมต่อการนำไปใช้ประโยชน์ต่อไปและให้สามารถทำการชั่งน้ำหนักสดได้
2. นำส่วนต่าง ๆ ของต้นไม้ ได้แก่ ใบ กิ่ง ลำต้น มาชั่งน้ำหนัก (ภาพที่ 18)



ภาพที่ 17 การวัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางที่ระดับต่าง ๆ เพื่อนำไปคำนวณปริมาตร และการตัดทอน ลำต้นออกเป็นท่อน



ภาพที่ 18 การซังน้ำหนัสดของส่วนต่าง ๆ

3. เก็บตัวอย่างส่วนลำต้น ใบ และกิ่ง ประมาณ 500 กรัม นำมาชั่งน้ำหนักสดของตัวอย่าง และเก็บใส่ถุงกระดาษเพื่อนำมาหาความชื้นที่ห้องปฏิบัติการ (ภาพที่ 19)



ภาพที่ 19 การเก็บตัวอย่างส่วนต่าง ๆ เพื่อนำไปหาค่าความชื้น

กรณีที่ต้องการศึกษามวลชีวภาพส่วนใต้ดิน หรือมวลชีวภาพของราก ให้ทำการขุดราก และนำส่วนของรากออกมาให้หมด ซึ่งอาจใช้แรงคนหรือเครื่องจักรช่วย (ภาพที่ 20) ในบางการศึกษาต้องการศึกษาถึงสรีระและการกระจายของราก ต้องทำการขุดอย่างประณีตเพื่อดูการกระจายของราก แต่หากต้องการศึกษามวลชีวภาพของรากเท่านั้น สามารถขุดรากออกมาได้เลย แต่ควรนำรากออกมาให้มากที่สุด ข้อควรระวังคือกรณีที่มีรากของต้นข้างเคียง ต้องเลือกเฉพาะรากของต้นที่ทำการศึกษา เพื่อมิให้เกิดความผิดพลาดของข้อมูล และเมื่อได้รากมาแล้ว ต้องทำความสะอาด นำดินหรือส่วนที่มีใช้รากออกให้หมด ตากให้แห้ง ก่อนนำมาชั่งน้ำหนักสด และเก็บตัวอย่างเพื่อไปหาค่าความชื้นเช่นเดียวกับส่วนอื่น ๆ (ภาพที่ 21)



ภาพที่ 20 การขุดรากเพื่อนำมาศึกษามวลชีวภาพส่วนใต้ดินหรือมวลชีวภาพของราก



ภาพที่ 21 การทำความสะอาด ตาก และนำรากไปแช่น้ำหนักสด

ตัวอย่างตารางบันทึกข้อมูลสำหรับสร้างสมการประมาณมวลชีวภาพของต้นไม้ในภาคสนาม  
แสดงตามภาพที่ 22

|                                                 |              |               |               |           |             |        |                 |                  |      |
|-------------------------------------------------|--------------|---------------|---------------|-----------|-------------|--------|-----------------|------------------|------|
| Location : สวนป่าตะเคียนทอง จังหวัดสุราษฎร์ธานี |              |               |               |           |             |        | Date : 7/8/2022 |                  |      |
| Tree                                            | Planted Year | Age (Year)    | Spacing (mxm) |           | DBH (cm)    | Ht (m) | Db (cm)         | Stump height (m) |      |
| T8                                              | 2541         | 24            | 2x4           |           | 13.30       | 14.70  |                 | 0.30             |      |
| Log                                             | Layer        | Diameter (cm) |               |           | Weight (kg) |        |                 |                  |      |
|                                                 |              | Stem 1        | Stem 2        | Stem 3    | Stem        | Branch | Twig            | Leaf             | Root |
|                                                 | D.0          | 17.3          |               |           | 4.5         | 21.4   | 8.0             | 5.10             |      |
|                                                 | 0.3          | 14.5          |               |           | 15.4        |        |                 |                  |      |
|                                                 | D1.3(DBH)    | 13.3          |               |           | 13.3        |        |                 |                  |      |
|                                                 | D2.3         | 12.4          |               |           | 12.2        |        |                 |                  |      |
|                                                 | D3.3         | 12.0          |               |           | 11.0        |        |                 |                  |      |
|                                                 | D4.3         | 11.9          |               |           | 9.8         |        |                 |                  |      |
|                                                 | D5.3         | 10.8          |               |           | 9.4         |        |                 |                  |      |
|                                                 | D6.3         | 11.5          |               |           | 8.0         |        |                 |                  |      |
|                                                 | D7.3         | 9.3           |               |           | 6.4         |        |                 |                  |      |
|                                                 | D8.3         | 8.9           |               |           | 6.4         |        |                 |                  |      |
|                                                 | D9.3         | 7.3           |               |           | 4.6         |        |                 |                  |      |
|                                                 | D10.3        | 6.5           |               |           | 2.8         |        |                 |                  |      |
|                                                 | D11.3        | 5.1           |               |           | 3.8         |        |                 |                  |      |
|                                                 | D12.3        | 4.2           |               |           |             |        |                 |                  |      |
|                                                 |              |               |               |           | Stem        | Branch | Twig            | Leaf             | Root |
|                                                 |              |               |               | MC (%)    |             |        |                 |                  |      |
|                                                 |              |               |               | TFW (kg)  | 107.6       | 21.4   | 8.0             | 5.1              | 0.0  |
|                                                 |              |               |               | TDW (kg ) |             |        |                 |                  |      |

ภาพที่ 22 ตัวอย่างตารางบันทึกข้อมูลสำหรับสร้างสมการประมาณมวลชีวภาพของต้นไม้

### การเก็บข้อมูลในห้องปฏิบัติการ

1. นำตัวอย่างแต่ละส่วนของแต่ละต้นเข้าอบในตู้อบไฟฟ้าที่อุณหภูมิ 85 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง หรือจนกว่าน้ำหนักของตัวอย่างจะคงที่
2. ชั่งน้ำหนักของตัวอย่าง เป็นน้ำหนักแห้ง

### การวิเคราะห์ข้อมูล

1. คำนวณหาค่าความชื้นของตัวอย่าง (เกียร์ติ๊กอง และคณะ, 2530) จากสมการ

$$\text{ความชื้น (\%)} = \frac{\text{น้ำหนักสดตัวอย่าง} - \text{น้ำหนักแห้งตัวอย่าง}}{\text{น้ำหนักแห้งตัวอย่าง}} \times 100$$

2. คำนวณหาน้ำหนักแห้งของต้นไม้ (เกียร์ติ๊กอง และคณะ, 2530) จากสมการ

$$\text{น้ำหนักแห้ง (กิโลกรัม)} = \frac{100 \times \text{น้ำหนักสดทั้งหมด}}{100 + \text{เปอร์เซ็นต์ความชื้น}}$$

#### ตัวอย่าง

|                                              |   |                                    |
|----------------------------------------------|---|------------------------------------|
| น้ำหนักสดตัวอย่างส่วนลำต้นที่วัดจากภาคสนาม   | = | 620 กรัม                           |
| น้ำหนักแห้งตัวอย่างที่วัดหลังอบ              | = | 324 กรัม                           |
| ความชื้น                                     | = | $\frac{(620-324)}{324} \times 100$ |
|                                              | = | 91.36 %                            |
| น้ำหนักสดของส่วนลำต้นทั้งหมดที่วัดจากภาคสนาม | = | 26 กิโลกรัม                        |
| น้ำหนักแห้งของส่วนลำต้นทั้งหมด               | = | $\frac{100 \times 26}{100+91.36}$  |
|                                              | = | 13.59 กิโลกรัม                     |

3. สร้างสมการประมาณมวลชีวภาพในรูปแบบแอลโลเมตริก (allometric equation) ในรูปของสมการยกกำลัง (power equation) ของมวลชีวภาพของแต่ละส่วนกับขนาดของต้นไม้ (DBH และความสูง) (พงษ์ศักดิ์, 2552) จากสมการ

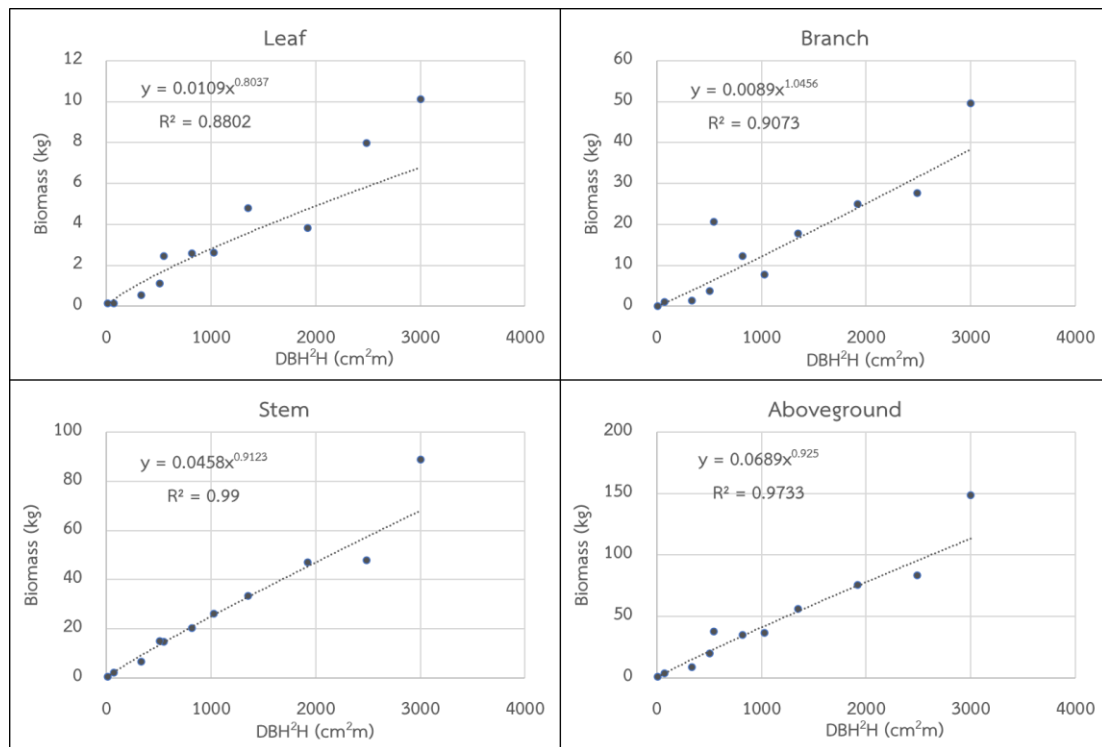
$$Y = aX^b$$

โดย  $Y$  = มวลชีวภาพของลำต้น กิ่ง ใบ และส่วนเหนือพื้นดิน

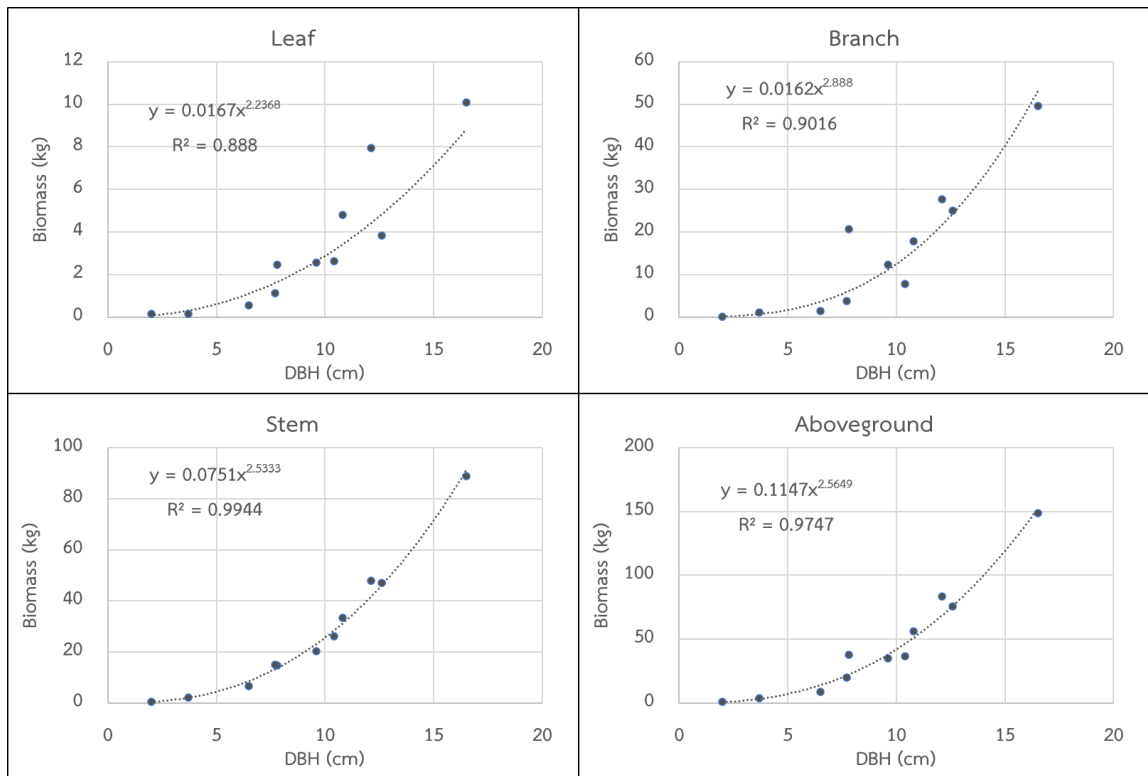
$X$  = ขนาดของต้นไม้ (เส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอก และความสูง)

$a$  และ  $b$  เป็นค่าคงที่ของสมการ

ความสัมพันธ์ระหว่างมวลชีวภาพส่วนต่าง ๆ ของต้นไม้กับขนาดของต้นไม้ (DBH และ ความสูง) ในรูปแบบแอลโลเมตริก (allometric equation) ในรูปของสมการยกกำลัง (power equation) ทางวิชาการป่าไม้ สมการแอลโลเมตริกแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมวลชีวภาพของส่วนต่าง ๆ ของต้นไม้กับค่า DBH และ ความสูง ( $DBH^2 \times H$  หรือ  $D^2H$ ) (ภาพที่ 23) ซึ่งต่อมาได้มีการพัฒนาสมการแอลโลเมตริกที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างมวลชีวภาพของส่วนต่าง ๆ ของต้นไม้กับค่า DBH เพียงค่าเดียว เพื่อให้สะดวกต่อการนำไปใช้ โดยผู้วิจัยเฉพาะค่า DBH และไม่ต้องวัดความสูง ซึ่งทำได้ยากและอาจให้ค่าที่มีความถูกต้องแม่นยำไม่มากนัก อย่างไรก็ตามค่าความเชื่อมั่น ( $R^2$ ) ยังให้ค่าที่ยอมรับได้ (ภาพที่ 24) สมการนี้สามารถสร้างจากโปรแกรมคอมพิวเตอร์พื้นฐาน ได้แก่ Microsoft Excel ได้



**ภาพที่ 23** สมการแอลโลเมตริก (allometric equation) ในรูปของสมการยกกำลัง (power equation) ระหว่างส่วนต่าง ๆ ของต้นไม้กับ DBH และความสูง



ภาพที่ 24 สมการแอลโลเมตริก (allometric equation) ในรูปของสมการยกกำลัง (power equation) ระหว่างส่วนต่าง ๆ ของต้นไม้กับ DBH

### การนำไปใช้ประโยชน์

#### 2. คำนวณมวลชีวภาพของต้นไม้ในพื้นที่

ตัวอย่าง

กรณีการคำนวณหามวลชีวภาพส่วนเหนือพื้นดิน (above-ground biomass: AGB) ของพะยูน อายุ 6 ปี จากสมการความสัมพันธ์ระหว่างมวลชีวภาพเหนือพื้นดินกับ DBH ที่ได้คือ

$$Y = 0.1147 \times \text{DBH}^{2.5649}$$

เมื่อนำข้อมูล DBH ของต้นไม้แต่ละต้นในพื้นที่มาคำนวณตามสมการที่ได้ค่ามวลชีวภาพเหนือพื้นดินของแต่ละต้น ตัวอย่างแสดงตามตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ตัวอย่างการคำนวณมวลชีวภาพเหนือพื้นดินรายต้น

| Tree | DBH (cm) | HT (m) | AGB (kg) |
|------|----------|--------|----------|
| 1    | 2.40     | 3.68   | 1.08     |
| 2    | 3.10     | 3.63   | 2.09     |
| 3    | 5.50     | 5.11   | 9.09     |
| 4    | 8.50     | 8.19   | 27.76    |
| 5    | ...      | ...    | ...      |
| 6    | ...      | ...    | ...      |

และนำค่าของมวลชีวภาพเหนือพื้นดินของทุกต้นมารวมกัน เป็นมวลชีวภาพเหนือพื้นดินรวมในพื้นที่ (ในกรณีที่ทำการวัดต้นไม้ในพื้นที่ 1 ไร่ มวลชีวภาพรวมเป็น กิโลกรัมต่อไร่)

3. คำนวณหาการกักเก็บคาร์บอน และการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) (2006) ได้กำหนดว่าประมาณร้อยละ 47 ของมวลชีวภาพของต้นไม้เป็นคาร์บอน และแปลงค่าการกักเก็บคาร์บอนเป็นการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์โดยการนำค่าสัดส่วนระหว่างคาร์บอนไดออกไซด์ (มวลโมเลกุลเท่ากับ 44) และคาร์บอน (มวลโมเลกุลเท่ากับ 12) คือ 44/12 หรือ 3.67 คูณกับคาร์บอน จากสมการ

$$\begin{aligned}
 \text{การกักเก็บคาร์บอน} &= \text{มวลชีวภาพ} \times 0.47 \\
 (\text{กิโลกรัมคาร์บอน}) &(\text{กิโลกรัม}) \\
 \text{การดูดซับ CO}_2 &= \text{การกักเก็บคาร์บอน} \times (44/12) \\
 (\text{กิโลกรัม CO}_2) &(\text{กิโลกรัมคาร์บอน}) \\
 \text{หรือ} &= \text{การกักเก็บคาร์บอน} \times 3.67 \\
 &(\text{กิโลกรัมคาร์บอน})
 \end{aligned}$$

ตัวอย่าง

มวลชีวภาพรวมของพะยูง อายุ 6 ปี ในพื้นที่ 1 ไร่ เท่ากับ 4,321 กิโลกรัมต่อไร่ หรือ 4.321 ตันต่อไร่

$$\begin{aligned}
 \text{การกักเก็บคาร์บอน} &= 4.321 \times 0.47 \\
 &= 2.03 \text{ ตันคาร์บอนต่อไร่}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{การดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์} &= 2.03 \times 3.67 \\ &= 7.45 \text{ ตัน CO}_2 \text{ ต่อไร่}\end{aligned}$$

การสร้างสมการแอลโลเมตริก ส่วนใหญ่นักวิจัยจะทำการแยกสมการของแต่ละส่วน ได้แก่ ใบ กิ่ง ลำต้น และ/หรือ ราก แล้วจึงนำมามีค่ามวลชีวภาพจากการคำนวณมารวมกัน เช่น ส่วนของใบ กิ่ง และลำต้น รวมกันจะเป็นมวลชีวภาพของส่วนเหนือพื้นดิน (above-ground biomass) และส่วนใต้ดิน (below-ground biomass) หรือหากนำทุกส่วนมารวมกันทั้งส่วนเหนือพื้นดินและส่วนใต้ดินจะได้มวลชีวภาพรวม และในรายงานการศึกษาบางฉบับนักวิจัยอาจทำการสร้างสมการสำหรับประมาณมวลชีวภาพรวมของส่วนเหนือพื้นดินด้วยเพื่อนำไปประเมินส่วนเหนือพื้นดิน (โดยไม่ต้องคำนวณแยกส่วนต่าง ๆ ก่อนนำมารวมกัน) การนำไปใช้ขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ของผู้ใช้ ค่าที่ได้จากการรวมแต่ละส่วนกับค่าที่ได้จากการสร้างสมการรวมจะแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ เนื่องจากที่มาของข้อมูลมาจากที่เดียวกัน แต่อาจแตกต่างการลดทอนทศนิยมในแต่ละขั้นตอนการคำนวณ

### ข้อควรทราบ

ในการคำนวณคาร์บอนไดออกไซด์จากมวลชีวภาพของต้นไม้ หน่วยที่ได้คือ กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์หรือตันคาร์บอนไดออกไซด์ แต่ในการคำนวณเกี่ยวกับคาร์บอนเครดิตโดยเฉพาะในภาคอื่น ๆ เช่น เกษตรและพลังงานนั้น นอกจากก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO<sub>2</sub>) แล้วยังมีก๊าซเรือนกระจกอื่น ๆ อีก 6 ชนิด ได้แก่ ก๊าซมีเทน (CH<sub>4</sub>) ก๊าซไนตรัสออกไซด์ (N<sub>2</sub>O) ก๊าซไฮโดรฟลูออโรคาร์บอน (HFC) ก๊าซเปอร์ฟลูออโรคาร์บอน (PFC) ก๊าซซัลเฟอร์เฮกซะฟลูออไรด์ (SF<sub>6</sub>) ก๊าซไนโตรเจนไตรฟลูออไรด์ (NF<sub>3</sub>) ซึ่งมีศักยภาพในการทำให้เกิดภาวะโลกร้อนมากกว่าก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ รวมทั้งการปลูกป่าแม้ว่าจะเป็นการสร้างต้นไม้เพื่อดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ แต่ในการปลูกป่า (โดยเฉพาะการปลูกป่าเชิงเศรษฐกิจขนาดใหญ่) ที่ต้องมีการไถเตรียมพื้นที่หรือการใส่ปุ๋ย นับว่าเป็นขบวนการที่ทำให้เกิดก๊าซเรือนกระจกอื่น ได้ด้วยเช่นกัน เมื่อต้องนำค่าก๊าซเรือนกระจกนอกจากก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์มาวิเคราะห์รวมด้วยเพื่อให้ได้ค่าของก๊าซเรือนกระจกสุทธิก่อนนำมาประเมินคาร์บอนเครดิตจึงใช้ภาพรวมของหน่วยการวัดว่า กิโลกรัมหรือตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า (kgCO<sub>2</sub> eq หรือ tonCO<sub>2</sub> eq) ค่าศักยภาพในการทำให้เกิดภาวะโลกร้อน (Global Warming Potential: GWP) ของก๊าซเรือนกระจกต่าง ๆ เทียบเท่ากับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ซึ่งองค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน) ได้อ้างอิงตาม IPCC Fourth Assessment (AP4) ปี 2007 (European Union,

2024) แสดงตามตารางที่ 3 และปรับค่า GWP สำหรับการคำนวณปริมาณก๊าซเรือนกระจกภายใต้  
โครงการ T-VER ตาม IPCC Fifth Assessment (AR5) ปี 2014 (IPCC, 2024) ตามตารางที่ 4

**ตารางที่ 3** ค่าศักยภาพในการทำให้เกิดภาวะโลกร้อน (GWP) ที่ใช้ในการคำนวณค่าปริมาณ  
คาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าในรอบ 100 ปี ตาม IPCC Fourth Assessment (AP4) 2007

| ชนิดก๊าซเรือนกระจก   | สูตรทางเคมี      | ค่า GWP        |
|----------------------|------------------|----------------|
| Carbon dioxide       | CO <sub>2</sub>  | 1              |
| Methane              | CH <sub>4</sub>  | 25             |
| Nitrous oxide        | N <sub>2</sub> O | 298            |
| Hydrofluorocarbon    | HFCs             | 124 - 14,800   |
| Sulphur hexafluoride | SF <sub>6</sub>  | 22,800         |
| Perfluorocarbon      | PFCs             | 7,390 – 12,200 |
| Nitrogen trifluoride | NF <sub>3</sub>  | 17,200         |

ที่มา : European Union (2024)

**ตารางที่ 4** ค่าศักยภาพในการทำให้เกิดภาวะโลกร้อน (GWP) ที่ใช้ในการคำนวณค่าปริมาณ  
คาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าในรอบ 100 ปี ตาม IPCC Fifth Assessment (AR5) 2014

| ชนิดก๊าซเรือนกระจก | สูตรทางเคมี      | ค่า GWP |
|--------------------|------------------|---------|
| Carbon dioxide     | CO <sub>2</sub>  | 1       |
| Methane            | CH <sub>4</sub>  | 28      |
| Nitrous oxide      | N <sub>2</sub> O | 265     |

ที่มา : IPCC (2024)

### บทที่ 3

#### สมการสำหรับประมาณมวลชีวภาพและปริมาตรไม้ในสวนป่า

สมการสำหรับการประมาณมวลชีวภาพและปริมาตรไม้ในสวนป่าที่มีการศึกษาไว้ โดยแยกเป็นชนิดและพื้นที่ศึกษา (อำไพ และคณะ, 2562) และโครงการวิจัยร่วมระหว่างกรมป่าไม้กับศูนย์วิจัยวิทยาศาสตร์การเกษตรนานาชาติแห่งประเทศญี่ปุ่น (Japan International Research Center for Agricultural Sciences: JIRCAS) ได้ทำการเก็บข้อมูลสักที่มีอายุ 5-33 ปี มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอก (DBH) เฉลี่ยอยู่ระหว่าง 5-35 เซนติเมตร หรือเทียบกับขนาดเส้นรอบวงที่ระดับความสูง 1.30 เมตร จากพื้นดิน (GBH) ระหว่าง 15-110 เซนติเมตร และนำมาสร้างสมการแอลโลเมตริกสำหรับประมาณค่ามวลชีวภาพส่วนต่าง ๆ รวมทั้งส่วนเหนือพื้นดินและส่วนใต้ดิน โดยใช้เพียงค่า DBH เป็นตัวแปรในสมการ และจัดทำเป็นตารางแสดงน้ำหนักแห้ง การกักเก็บคาร์บอนและการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในสวนป่าสักในประเทศไทย เพื่อให้ประชาชนหรือเกษตรกรทั่วไป

โครงการวิจัยการศึกษามวลชีวภาพและการกักเก็บคาร์บอนในไม้มีค่าบางชนิด ประกอบด้วย 3 โครงการวิจัยย่อยได้แก่ การศึกษามวลชีวภาพและการกักเก็บคาร์บอนในไม้เทพทาโร การศึกษามวลชีวภาพและการกักเก็บคาร์บอนในไม้พะยูน และการศึกษามวลชีวภาพและการกักเก็บคาร์บอนในไม้วงศ์ยางและไม้เศรษฐกิจท้องถิ่นบางชนิด ซึ่งมุ่งเน้นการศึกษาในไม้ที่ปลูกในท้องที่ภาคใต้ โดยนางสาววรัญญ ราษฎร์เจริญ นักวิชาการป่าไม้ชำนาญการพิเศษ ผู้เสนอโครงการวิจัย ผู้เขียนได้มีโอกาสเข้าร่วมในการศึกษาภายใต้ ได้ดำเนินการจัดเก็บข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อสร้างสมการสำหรับประมาณปริมาตรและมวลชีวภาพของเทพทาโร พะยูน และไม้วงศ์ยาง ได้แก่ เคี่ยมและตะเคียนทอง แสดงในตารางที่ 5-6

ตารางที่ 5 สมการประมาณมวลชีวภาพเหนือพื้นดิน

| Tree Parts                                | Equation                                  | R <sup>2</sup> |
|-------------------------------------------|-------------------------------------------|----------------|
| เทพทาโร อายุ 14 ปี จังหวัดสงขลา           |                                           |                |
| $W_T =$                                   | $0.0536 \times (DBH^2 \times H)^{0.9159}$ | 0.9592         |
| $W_T =$                                   | $0.1671 \times (DBH)^{2.2964}$            | 0.9620         |
| พะยุง อายุ 10 ปี จังหวัดสุราษฎร์ธานี      |                                           |                |
| $W_T =$                                   | $0.0255 \times (DBH^2 \times H)^{1.0278}$ | 0.8984         |
| $W_T =$                                   | $0.0447 \times (DBH)^{2.9421}$            | 0.9666         |
| พะยุง อายุ 7 ปี จังหวัดสงขลา              |                                           |                |
| $W_T =$                                   | $0.0689 \times (DBH^2 \times H)^{0.9250}$ | 0.9290         |
| $W_T =$                                   | $0.1147 \times (DBH)^{2.5649}$            | 0.9679         |
| ตะเคียนทอง อายุ 24 ปี จังหวัดสุราษฎร์ธานี |                                           |                |
| $W_T =$                                   | $0.0621 \times (DBH^2 \times H)^{0.9946}$ | 0.9325         |
| $W_T =$                                   | $0.9641 \times (DBH)^{2.7409}$            | 0.9641         |
| เคี่ยม อายุ 26 ปี จังหวัดสุราษฎร์ธานี     |                                           |                |
| $W_T =$                                   | $0.0600 \times (DBH^2 \times H)^{0.9112}$ | 0.9765         |
| $W_T =$                                   | $0.2127 \times (DBH)^{2.2878}$            | 0.9679         |

หมายเหตุ :  $W_T$  = มวลชีวภาพเหนือพื้นดิน (กิโลกรัม)

DBH = ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอก (เซนติเมตร)

H = ความสูงทั้งหมด (เมตร)

ตารางที่ 6 สมการประมาณปริมาตรลำต้น

| Tree Parts                                | Equation                                       | R <sup>2</sup> |
|-------------------------------------------|------------------------------------------------|----------------|
| เทพทาโร อายุ 14 ปี จังหวัดสงขลา           |                                                |                |
|                                           | $V = 0.00006 \times (DBH^2 \times H)^{0.9517}$ | 0.9794         |
|                                           | $V = 0.0002 \times (DBH)^{2.4022}$             | 0.9802         |
| พะยุง อายุ 10 ปี จังหวัดสุราษฎร์ธานี      |                                                |                |
|                                           | $V = 0.00009 \times (DBH^2 \times H)^{0.8991}$ | 0.9861         |
|                                           | $V = 0.0001 \times (DBH)^{2.5545}$             | 0.9822         |
| พะยุง อายุ 7 ปี จังหวัดสงขลา              |                                                |                |
|                                           | $V = 0.0001 \times (DBH^2 \times H)^{0.8229}$  | 0.9723         |
|                                           | $V = 0.0002 \times (DBH)^{2.3569}$             | 0.9866         |
| ตะเคียนทอง อายุ 24 ปี จังหวัดสุราษฎร์ธานี |                                                |                |
|                                           | $V = 0.00009 \times (DBH^2 \times H)^{0.9046}$ | 0.9744         |
|                                           | $V = 0.0002 \times (DBH)^{2.4908}$             | 0.9659         |
| เคี่ยม อายุ 26 ปี จังหวัดสุราษฎร์ธานี     |                                                |                |
|                                           | $V = 0.0003 \times (DBH^2 \times H)^{2.2461}$  | 0.9475         |
|                                           | $V = 0.00007 \times (DBH)^{0.9304}$            | 0.9898         |

หมายเหตุ : V = ปริมาตรลำต้น (ลูกบาศก์เมตร)

DBH = ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอก (เซนติเมตร)

H = ความสูงทั้งหมด (เมตร)

## บทที่ 4

### สรุปและแนวทางการนำไปใช้ประโยชน์

คู่มือฉบับนี้ ประกอบด้วยวิธีการศึกษาโดยการเก็บข้อมูลทั้งภาคสนาม การปฏิบัติงานในห้องปฏิบัติการ และการวิเคราะห์เพื่อสร้างสมการสำหรับประมาณปริมาตรส่วนลำต้นของต้นไม้ และประมาณมวลชีวภาพของต้นไม้ เนื่องจากวิธีการศึกษาเพื่อให้ได้สมการที่ผู้ศึกษาอาจคิดว่าทำได้ค่อนข้างยาก มีหลายขั้นตอนที่มีรายละเอียดสูง มีการตัดต้นไม้ และต้องมีตัวอย่างที่เพียงพอเพื่อสร้างสมการที่เป็นที่ยอมรับได้ เอกสารฉบับนี้จึงได้รวบรวมและเรียบเรียงจากประสบการณ์ เป็นขั้นตอน เพื่อให้เข้าใจง่าย ซึ่งโดยรวมการศึกษาปริมาตรและมวลชีวภาพของต้นไม้สามารถดำเนินการไปในขณะเดียวกันได้ พร้อมนี้ ได้จัดทำคู่มือฉบับย่อ ที่มีจำนวนหน้าประมาณ 10 หน้า และแสดงวิธีการด้วยภาพอย่างชัดเจน (ภาคผนวกที่ 1)

สำหรับแนวทางการนำไปใช้ประโยชน์นั้น เนื่องจากคู่มือนี้เป็นขั้นตอนของการศึกษา ผู้ที่เป็นเป้าหมายหลักที่จะนำไปใช้ประโยชน์ต่อคือ นักวิจัย นักวิชาการ หน่วยงานภาครัฐ ภาคเอกชน และสถาบันการศึกษา สำหรับเป็นแนวทางในการศึกษาตามขั้นตอนที่ถูกต้อง เพื่อสร้างสมการสำหรับประมาณปริมาตรและมวลชีวภาพของต้นไม้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งไม่มีค่าทางเศรษฐกิจ ที่ในปัจจุบันมีความนิยมปลูกกันหลากหลายชนิดมากขึ้น แม้จะมีการศึกษาในเรื่องนี้กันมากพอสมควร ดังเอกสารการประเมินผลผลิตและการกักเก็บคาร์บอนภาคป่าไม้ (ภาพที่ 25) แต่สมการสำหรับการประเมินยังไม่มีครอบคลุมเพียงพอสำหรับไม้มีค่าทุกชนิด รวมไปถึงในพื้นที่ อายุ และการจัดการที่แตกต่างกัน ซึ่งอาจส่งผลต่อปริมาตรและมวลชีวภาพในไม้มีค่าแต่ละชนิด จะต้องมีการศึกษาเพิ่มเติม นอกจากนี้ประชาชนหรือเกษตรกรทั่วไปสามารถนำไปใช้เป็นแนวทางในการประเมินผลผลิตทั้งในรูปของปริมาตรและมวลชีวภาพ (ซึ่งนำไปประมาณการกักเก็บคาร์บอนและการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์) จากสวนป่าของตัวเอง สำหรับการซื้อขายเนื้อไม้และคาร์บอนเครดิตต่อไป

สมการสำหรับประมาณปริมาตรและมวลชีวภาพของไม้แต่ละชนิดมีความสำคัญและเป็นที่ต้องการมากในปัจจุบัน ความต้องการทราบผลผลิตหรือปริมาตรของต้นไม้ก่อนการตัดจะทำให้ผู้ขายไม่เสียเปรียบ เพราะสามารถต่อรองราคาซื้อขายก่อนการตัด หากไม่พอใจกับราคาสามารถเก็บรักษาต้นไม้ไว้ต่อไป เมื่อต้นไม้เติบโตมากขึ้น ปริมาตรมากขึ้น โอกาสในการจำหน่ายและการได้ราคาก็มีมากขึ้นไปด้วย หากเกษตรกรหรือประชาชนตัดต้นไม้ลงมาให้จำเป็นต้องจำหน่าย ราคาที่ได้อาจไม่สมเหตุผล และหากมีการสร้างสมการที่เป็นที่ยอมรับว่าสามารถนำมาใช้กับไม้ชนิดนั้น ๆ ได้ทั่วทุกพื้นที่แล้ว และนำมาสร้าง

เป็นตารางสำเร็จรูปที่เกษตรกร ประชาชน และผู้สนใจทั่วไปสามารถใช้ประโยชน์ได้เพียงแค่ว่าทราบขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงออก (หรือขนาดเส้นรอบวงเพียงออก) ในต้นไม้ของตนเองเมื่อดูจากตารางจะทราบปริมาณลำต้นทั้งหมด ปริมาตรส่วนที่เป็นสินค้าได้ รวมถึงมวลชีวภาพ (หรือการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์) ได้โดยสะดวก จะเกิดประโยชน์ต่อการจัดการป่าไม้และการประมาณผลผลิตต่อไป ดังเช่นในเอกสารตารางน้ำหนักแห้ง การกักเก็บคาร์บอน และการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในสวนป่าสักในประเทศไทย ที่ได้ทำการเก็บตัวอย่างมาจากหลายพื้นที่ หลายชั้นอายุ ในสวนป่าที่มีการจัดการโดยเกษตรกรและองค์การอุตสาหกรรมป่าไม้ จึงกล่าวได้ว่าสามารถนำไปใช้กับสวนป่าสักทั่วประเทศ (ภาพที่ 26)



ภาพที่ 25 เอกสารวิชาการเรื่อง การประเมินผลผลิตและการกักเก็บคาร์บอนภาคป่าไม้

ตารางแสดงน้ำหนักแห้ง การกักเก็บคาร์บอน  
และการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในสวนป่าสัก  
ในประเทศไทย

Table of Dry weight, Carbon stock and  
CO<sub>2</sub> absorption in Teak Plantation in Thailand



2561

โครงการความร่วมมือด้านการวิจัยระหว่างกรมป่าไม้ และ JIRCAS



ภาพที่ 26 เอกสารวิชาการเรื่อง ตารางน้ำหนักแห้ง การกักเก็บคาร์บอน และการดูดซับ  
ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในสวนป่าสักในประเทศไทย

## เอกสารและสิ่งอ้างอิง

- เกียรติก้อง พิตรปรีชา, ธิติ วิสารัตน์, สมบูรณ์ กิริติประยูร และชิงชัย วิริยะบัญชา. 2530. การประมาณมวลชีวภาพและปริมาตรรายต้นของไม้ยูคาลิปตัส คามาลดูเลนซิส. เอกสารทางวิชาการ เล่มที่ 18. งานนิเวศวิทยาป่าไม้, ฝ่ายวนวัฒนวิจัย, กองบำรุง, กรมป่าไม้. 23 น.
- ชาญ บุญญสิริกุล. 2525. การคณิตป่าไม้. ภาควิชาการจัดการป่าไม้ คณะวนศาสตร์, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 238 น.
- ปัสสี ประสมสินธ์. 2534. คู่มือปฏิบัติการการคณิตป่าไม้. ภาควิชาการจัดการป่าไม้, คณะวนศาสตร์, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 138 น.
- พงษ์ศักดิ์ สหนาฟู. 2538. ผลผลิตและการหมุนเวียนของธาตุอาหารในระบบนิเวศป่าไม้. คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 651 น.
- พงษ์ศักดิ์ สหนาฟู. 2552. การประมาณมวลชีวภาพของพืชและของป่าไม้. วารสารการจัดการป่าไม้ 3 (5): 63-68.
- พิทยา เพชรมาก, บุญชู บัญหวิ, สมบูรณ์ กิริติประยูร และสมบูรณ์ บุญยืน. 2530. ตารางปริมาตรและมวลชีวภาพของลำต้นไม้ยูคาลิปตัส คามาลดูเลนซิส. วารสารวนศาสตร์ 6: 399-413.
- วรพรรณ หิมพานต์, เรือจิ โยเนตะ และนรินทร์ เทศสร. 2561. ตารางแสดงน้ำหนักแห้ง การกักเก็บคาร์บอนและการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในสวนป่าสักในประเทศไทย. โครงการความร่วมมือด้านการวิจัยระหว่างกรมป่าไม้ และ JIRCAS, กรุงเทพฯ. 36 น.
- สมหญิง ละการชั่ว. 2547. ชั้นคุณภาพและปริมาตรที่ทำเป็นสินค้าได้ของไม้สัก: กรณีศึกษาสวนป่าทองผาภูมิ อำเภอทองผาภูมิ จังหวัดกาญจนบุรี. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 96 น.
- สำนักจัดการที่ดินป่าไม้ กรมป่าไม้. 2567. โครงการจัดทำข้อมูลสภาพพื้นที่ป่าไม้ ปี พ.ศ. 2567. กรมป่าไม้, กรุงเทพฯ. 245 น.
- องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน). 2561. แนวทางการประเมินประสิทธิภาพองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น (Local Performance Assessment : LPA) รายงานข้อมูลปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก. บริษัทอมรินทร์พริ้นติ้งแอนด์พับลิชชิ่ง จำกัด (มหาชน), กรุงเทพฯ. 36 น.

- องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน). 2564. **ค่าศักยภาพในการทำให้เกิดภาวะโลกร้อน (Global Warming Potential: GWP) สำหรับโครงการลดก๊าซเรือนกระจกภาคสมัครใจตามมาตรฐานของประเทศไทย (T-VER).** แหล่งที่มา:  
<https://ghgreduction.tgo.or.th/th/download-tver/120-tver-gwp-emission-Factor/2695-global-warming-potential-gwp-t-ver.html>, 20 พฤศจิกายน, 2565.
- อำไพ พรลีแสงสุวรรณ์, สาโรจน์ วัฒนสุขสกุล, สมชาย นองเนื่อง, ประสิทธิ์ เพียรอนุรักษ์, จ่านรรจ์ เพียรอนุรักษ์, พงษ์ศักดิ์ ฉัตรเตชะ และวรพจน์ คำใบ. 2557. **การประมาณมวลชีวภาพและการกักเก็บคาร์บอนในสวนป่า.** ศูนย์วนวัฒนวิจัยภาคเหนือ กลุ่มงานวนวัฒนวิจัย สำนักวิจัยและพัฒนาการป่าไม้ กรมป่าไม้, กรุงเทพฯ. 83 น.
- อำไพ พรลีแสงสุวรรณ์, สาโรจน์ วัฒนสุขสกุล, ประพาย แก่นนาค และสมชาย นองเนื่อง. 2562. **การประเมินผลผลิตและการกักเก็บคาร์บอนภาคป่าไม้.** สำนักวิจัยและพัฒนาการป่าไม้ กรมป่าไม้ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, กรุงเทพฯ. 96 น.
- Avery, T.E. 1967. **Forest Measurements.** McGraw-Hill Inc. New York, USA. 290 p.
- Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). 2006. **IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories.** International Panel on Climate Change. IGES, Japan.  
 Available source: <https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/vol2.html>, November 20, 2024
- León, G.C. and L.P. Uranga-Valencia. 2013. Theoretical evaluation of Huber and Smalian methods applied to tree stem classical geometries. **Bosque (valdivia)**, 34: 311-317.
- UNEP. 2018. **Green Economy.** Available source: <https://www.unep.org/regions/asia-and-pacific/regional-initiatives/supporting-resource-efficiency/green-economy>, November 20, 2024

ภาคผนวก

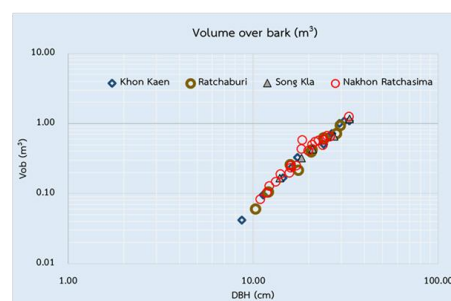
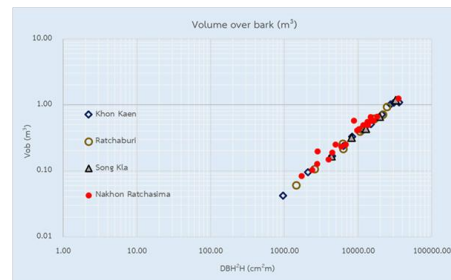
คู่มือฉบับย่อ



คู่มือ

การศึกษาเพื่อสร้างสมการประมาณปริมาตรและมวลชีวภาพของต้นไม้  
(ฉบับย่อ)

A study guide to establishing the tree volume and biomass  
equations (abridged version)



วรพรรณ หิมพานต์

ผู้เชี่ยวชาญเฉพาะด้านการส่งเสริมการปลูกป่า (นักวิชาการป่าไม้เชี่ยวชาญ)

สำนักส่งเสริมการปลูกป่า กรมป่าไม้

พ.ศ. 2568

## สารบัญ

|                                                             |   |
|-------------------------------------------------------------|---|
| สารบัญ                                                      | ก |
| กิตติกรรมประกาศ                                             | ข |
| บทนำ                                                        | 1 |
| การศึกษาเพื่อสร้างสมการการกักเก็บคาร์บอนและปริมาตรของต้นไม้ | 2 |
| เครื่องมือและอุปกรณ์                                        | 2 |
| การคัดเลือกต้นไม้                                           | 3 |
| การเก็บข้อมูลภาคสนาม                                        | 4 |
| การเก็บข้อมูลในห้องปฏิบัติการ                               | 4 |
| การนำไปใช้ประโยชน์                                          | 6 |
| สรุปและแนวทางการศึกษาต่อไป                                  | 7 |
| เอกสารอ้างอิง                                               | 8 |

## กิตติกรรมประกาศ

คู่มือฉบับนี้ เกิดจากการเรียบเรียงจากประสบการณ์การศึกษาวิจัยที่ผ่าน ซึ่งได้รับการสนับสนุนให้ปฏิบัติงานวิจัยจากสำนักวิจัยและพัฒนาการป่าไม้ กรมป่าไม้ และศูนย์วิจัยวิทยาศาสตร์การเกษตรนานาชาติ แห่งประเทศญี่ปุ่น (Japan International Research Center for Agricultural Science: JIRCAS) ผู้เขียนขอกราบขอบพระคุณอธิบดีกรมป่าไม้ ผู้อำนวยการสำนักวิจัยและพัฒนาการป่าไม้และผู้อำนวยการส่วนวนวัฒนวิจัยตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน ที่ให้โอกาสและสนับสนุนการปฏิบัติงาน ขอกราบขอบพระคุณคุณทศพร วัชรางกูร อดีตหัวหน้าฝ่ายวิจัยการปลูกสร้างสวนป่า ส่วนวนวัฒนวิจัย สำนักวิจัยและพัฒนาการป่าไม้ ผู้เปรียบเสมือนอาจารย์ที่ได้ให้ความรู้และแนวทางในการปฏิบัติงานวิจัยของผู้เขียน

ผู้เขียนกราบขอบพระคุณเจ้าของสวนป่าทุกท่านที่ได้ให้ความอนุเคราะห์พื้นที่และต้นไม้เพื่อการศึกษา ขอบพระคุณ Dr. Iwao Noda, Dr. Naoyuki Furuya, Dr. Gaku Hitsuma, Dr. Reiji Yoneda นักวิจัยชาวญี่ปุ่นจาก JIRCAS ซึ่งได้ปฏิบัติงานวิจัยร่วมกัน ให้ความรู้ และเป็นตัวอย่างในการปฏิบัติของนักวิจัยที่ดี คู่มือนี้จะสำเร็จไม่ได้หากขาดผู้ร่วมงานที่ดี เข้มแข็ง พุ่มเทก่าลังกายและเวลาในการปฏิบัติงานวิจัยร่วมกับผู้เขียน ขอขอบคุณคุณธีรยุทธ วงสอน คุณจารุณี โนริเวช คุณปิยนุช รับพร และคุณสุพัทธา กล่อมอิม เจ้าหน้าที่ของฝ่ายวิจัยการปลูกสร้างสวนป่า รวมไปถึงขอขอบคุณบุคคลอื่น ๆ ที่ไม่สามารถกล่าวถึงได้ทั้งหมด

## บทนำ

ในขณะที่ทั่วโลกความตระหนักถึงปัญหาโลกร้อน และมีการรณรงค์ให้มีการปลูกต้นไม้ รวมทั้งเรื่องคาร์บอนเครดิตกำลังเป็นที่ให้ความสนใจ แต่ศักยภาพของการกักเก็บคาร์บอนของสวนป่าไม้ที่ปลูกกันทั่วไปในประเทศไทยขึ้นอยู่กับความแตกต่างของชนิดต้นไม้ อายุ ระยะปลูก และสภาพของท้องที่ ตลอดจนนวัตกรรมวิธีที่ใช้ในการจัดการ ทำให้สมการที่ใช้สำหรับการประมาณค่าความสามารถในการกักเก็บคาร์บอนจำเป็นต้องศึกษาในไม้หลากหลายชนิดให้ครอบคลุมกับความต้องการปลูกต้นไม้ของประชาชน ทำให้ฐานข้อมูลในเรื่องความสามารถในการกักเก็บคาร์บอนในสวนป่าแต่ละประเภทจึงเป็นสิ่งสำคัญในปัจจุบัน ในขณะเดียวกันประโยชน์ทางตรงของต้นไม้คือการได้เนื้อไม้ยังเป็นสิ่งสำคัญที่ต้องคำนึงถึง การประมาณผลผลิตเนื้อไม้ในรูปของปริมาตรของต้นไม้นำไปสู่การประเมินมูลค่าของต้นไม้ ดังนั้นการศึกษาเพื่อหาสมการประมาณค่ามวลชีวภาพและปริมาตรของต้นไม้ด้วยการตัดต้นไม้ เป็นการปฏิบัติงานที่หนักและต้องอาศัยประสบการณ์ในการปฏิบัติงาน รวมทั้งการตัดต้นไม้ได้ทำกันได้ง่ายและสะดวกเท่าไรนัก

เอกสารฉบับนี้ผู้เขียนได้นำข้อมูลจากประสบการณ์ที่ได้ปฏิบัติงานวิจัยของตัวเองมาเรียบเรียง เพื่อเป็นประโยชน์สำหรับนักวิจัยรุ่นต่อไป หากมีโอกาสได้ทำการศึกษาเพิ่มเติมเพื่อสร้างสมการใหม่ ๆ หรือสร้างสมการที่สามารถใช้เป็นตัวแทนกลางของแต่ละชนิดไม้ ที่ปลูกในแต่ละพื้นที่ จะได้เกิดประโยชน์ต่อการประมาณปริมาตรไม้และมวลชีวภาพอันจะนำไปสู่ข้อมูลการกักเก็บคาร์บอนและการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในต้นไม้หรือในสวนป่าเพื่อเป็นประโยชน์ต่อเกษตรกรเจ้าของสวนป่า รวมไปถึงทุกภาคส่วนที่ต้องการปลูกต้นไม้เพื่อเศรษฐกิจหรือสิ่งแวดล้อมต่อไป

## การศึกษาเพื่อสร้างสมการการกักเก็บคาร์บอนและปริมาตรของต้นไม้

### เครื่องมือและอุปกรณ์

เครื่องมือและอุปกรณ์สำหรับการศึกษาการประมาณมวลชีวภาพของต้นไม้ ประกอบด้วย

#### 1. สำหรับการวัด ประกอบด้วย

1) สายวัด อาจใช้ diameter tape สำหรับวัดเส้นผ่านศูนย์กลาง หรือ สายวัดธรรมดาสำหรับวัดเส้นรอบวง

2) เครื่องมือวัดความสูง อาจใช้ไม้วัดความสูง (measuring pole) หรือเครื่องมือวิทยาศาสตร์ที่ใช้สำหรับการวัดความสูงโดยเฉพาะ เช่น Clinometer หรือ Altimeter

3) ไม้วัดระดับ 1.30 เมตร เพื่อหมายตำแหน่งสำหรับการวัดความโตและความสูงของต้นไม้

4) เทปวัดระยะทาง (20 หรือ 50 เมตร) สำหรับการวางแผนตัวอย่างในการเก็บข้อมูล

5) เวอร์เนียคาลิเปอร์ สำหรับการวัดความโตของปลายยอดที่มีขนาดเล็ก

#### 2. สำหรับการเก็บข้อมูล ประกอบด้วย

1) กระดาษสำหรับจดบันทึกข้อมูลภาคสนาม พร้อมแผ่นรองเขียน

2) ดินสอ ปากกา สำหรับจดบันทึกข้อมูล

3) สีสเมจิก สำหรับการทำเครื่องหมายตำแหน่งที่ต้องทำการวัดและตัด

#### 3. สำหรับการตัด ประกอบด้วย

1) เลื่อย เลื่อยมือ และเลื่อยยนต์

2) มีด กรรไกรตัดกิ่ง

#### 4. สำหรับการชั่ง ประกอบด้วย

เครื่องชั่ง ควรมีอย่างน้อย 2 ขนาด ได้แก่ เครื่องชั่งสำหรับการชั่งน้ำหนักสดของส่วนต่าง ๆ ของต้นไม้ตัวอย่าง (15, 20, 60, 150 กิโลกรัม) ขึ้นกับขนาดของต้นไม้ตัวอย่าง และเครื่องชั่งสำหรับการชั่งตัวอย่างที่เก็บไปสำหรับการหาความชื้น ซึ่งนิยมใช้เครื่องชั่งดิจิตอลที่มีทศนิยมอย่างน้อย 1 ตำแหน่ง

#### 5. สำหรับการเก็บตัวอย่าง ประกอบด้วย

1) ภาชนะสำหรับบรรจุส่วนต่าง ๆ ของต้นไม้ เพื่อนำไปชั่งน้ำหนักสด เช่น ชั่ง ลัง ถาด

2) ถุงพลาสติก สำหรับเก็บตัวอย่างนำไปหาความชื้นในห้องปฏิบัติการ

3) เชือก และหนังยางสำหรับรัดภาชนะเก็บตัวอย่าง

4) อื่น ๆ ได้แก่ ผ้าพลาสติกสำหรับปูพื้นในการปฏิบัติงาน หรือกางกันฝน เชือกฟาง สีสเมจิก

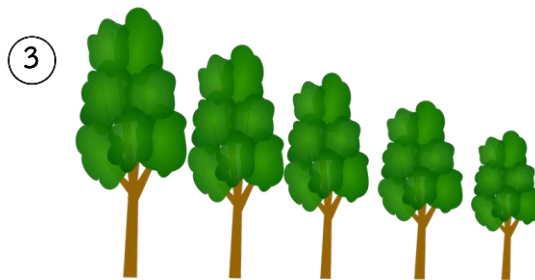
## การคัดเลือกต้นไม้



วางแปลงขนาด 40x40 เมตร (1 ไร่) ในพื้นที่สวนป่า



วัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอก (DBH)  
และความสูงของต้นไม้



คัดเลือกต้นไม้ที่มีขนาดต่างกัน เพื่อเป็นตัวแทนของต้นไม้ในสวนป่า จำนวน 5-10 ต้น  
ขึ้นกับความแตกต่างของต้นไม้ในแปลง ถ้าต้นไม้มีขนาดไม่แตกต่างกันมากนัก  
ใช้จำนวนตัวอย่างน้อย เพื่อไม่ให้เกิดความเสียหายกับสวนป่ามากนัก



ตัดต้นไม้ตัวอย่างให้ชิดดินมากที่สุด

## การเก็บข้อมูลภาคสนาม



- ⑤ แยกส่วนที่เป็นกิ่งและใบออกจากลำต้น  
นำกิ่งและใบกองรวมกัน



- ⑥ ส่วนลำต้นให้ทำการวัดขนาดเส้นรอบวงหรือเส้นผ่านศูนย์กลางที่  
ระดับขีดดิน และที่ระดับความสูงจากพื้นดินที่ 0.30 เมตร 1.30  
เมตร และทุก 1 เมตร (2.30 เมตร, 3.30 เมตร, 4.30 เมตร) จนถึง  
ปลายยอด



- ⑦ นำส่วนต่าง ๆ ทั้งหมด โดยแยกเป็น กิ่ง ใบ และ  
ลำต้นชิ้นน้ำหนัก เป็นน้ำหนักสดของแต่ละส่วน



- ⑧ เก็บตัวอย่างของแต่ละส่วน ประมาณ 500 กรัม  
ชั่งน้ำหนักสด และนำไปยังห้องปฏิบัติการ

## การเก็บข้อมูลในห้องปฏิบัติการ



- ⑨ นำตัวอย่างส่วนต่าง ๆ ที่เก็บจากภาคสนาม (ประมาณ 500 กรัม)  
เข้าเตาอบที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส จนน้ำหนักคงที่  
นำตัวอย่างที่น้ำหนักคงที่แล้วมาชั่งน้ำหนัก เป็นน้ำหนักแห้งของ  
ตัวอย่าง

## การวิเคราะห์ข้อมูล

11) จากน้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งของตัวอย่างนำมาคำนวณหาค่าความชื้นของส่วนต่าง ๆ ของต้นไม้ (เกียรติกิจ และคณะ, 2530)

$$\text{ความชื้น (\%)} = \frac{\text{น้ำหนักสดตัวอย่าง} - \text{น้ำหนักแห้งตัวอย่าง}}{\text{น้ำหนักแห้งตัวอย่าง}} \times 100$$

12) นำค่าความชื้นมาคำนวณหาน้ำหนักแห้งของส่วนต่าง ๆ ทั้งหมด (เกียรติกิจ และคณะ, 2530)

$$\text{น้ำหนักแห้ง (กิโลกรัม)} = \frac{100 \times \text{น้ำหนักสดทั้งหมด}}{100 + \text{เปอร์เซ็นต์ความชื้น}}$$

13) คำนวณหาปริมาตรของลำต้นของต้นไม้ นิยมกันในนักวิชาการป่าไม้ จะใช้ Smalian's formula (León and Uranga-Valencia, 2013) โดยจะแยกส่วนของไม้ท่อนตั้งแต่โคนไปถึงตำแหน่งสูงสุดที่วัดขนาดเส้นรอบวงได้ ใช้สมการปริมาตรของรูปทรงกระบอก และส่วนปลายยอดสุด

$$\text{ปริมาตรของแต่ละท่อน} = \frac{B1 + B2}{2} \times L$$

$$\text{ปริมาตรของส่วนปลายยอด} = \frac{1}{3} \cdot B1 \cdot L$$

โดย  $B1$  คือ พื้นที่หน้าตัด ณ โคนท่อน

$B2$  คือ พื้นที่หน้าตัด ณ ปลายท่อน

$L$  คือ ความยาวของท่อน

เมื่อได้ปริมาตรรวมเปลือก (Vob) ได้แล้ว หากสามารถวัดความหนาเปลือกได้ ทั้งโดยเครื่องมือวัดความหนาเปลือก หรือการวัดที่หน้าตัดบริเวณที่ตัดเป็นท่อน สามารถนำมาคำนวณหาปริมาตรไม่รวมเปลือก (Vub) ได้ด้วย

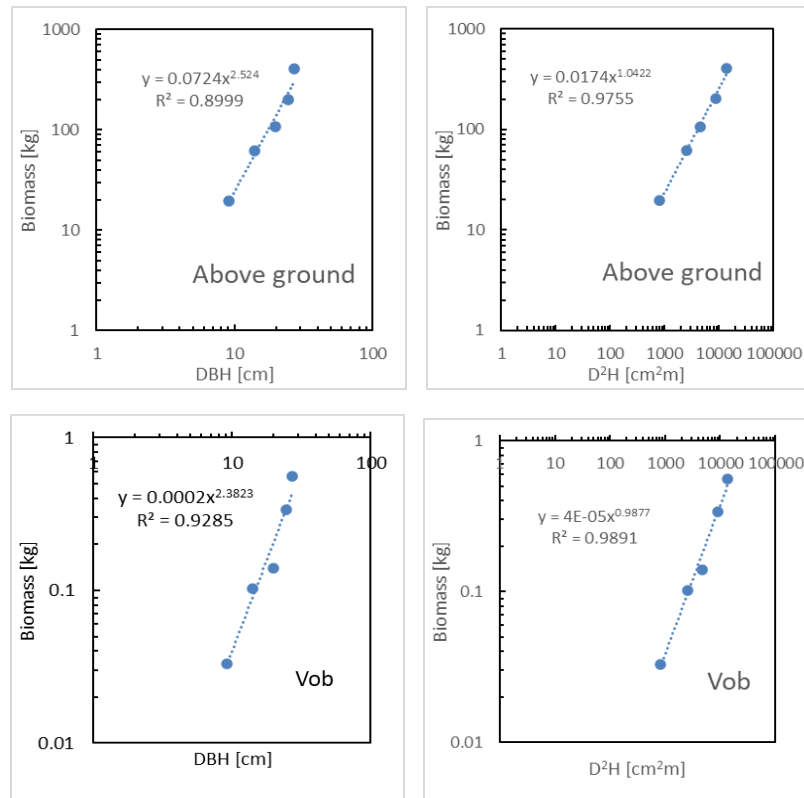
14) นำค่าน้ำหนักแห้งหรือมวลชีวภาพของแต่ละส่วน และส่วนเหนือพื้นดินทั้งหมด และค่าปริมาตรของลำต้นมาหาความสัมพันธ์กับค่า  $DBH^2 \cdot H$  หรือ  $DBH$  ในรูปของสมการยกกำลัง ( $Y = aX^b$ ; พงษ์ศักดิ์, 2552)

$$Y = aX^b$$

โดย  $Y$  = มวลชีวภาพของลำต้น กิ่ง ใบ และส่วนเหนือพื้นดิน และปริมาตรลำต้น

$X$  = ขนาดของต้นไม้ (เส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอก และความสูง)

$a$  และ  $b$  เป็นค่าคงที่ของสมการ



- 15) การหาค่าการกักเก็บคาร์บอน และการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์คำนวณจากค่าน้ำหนักแห้งหรือมวลชีวภาพ (IPCC, 2006; อภิสิทธิ์, 2564) ดังนี้

$$\text{ปริมาณคาร์บอน} = \text{น้ำหนักแห้ง} \times 0.47$$

$$\text{ปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์} = \text{ปริมาณคาร์บอน} \times (44/12)$$

### การนำไปใช้ประโยชน์

1. คู่มือฉบับนี้จัดทำขึ้นเพื่อนักวิชาการป่าไม้ เจ้าหน้าที่ป่าไม้ นิสิต นักศึกษา เจ้าของสวนป่า รวมไปถึงผู้ที่สนใจที่ต้องการทราบมวลชีวภาพและปริมาตรของต้นไม้ในพื้นที่ของตัวเอง ทั้งเพื่อการประมาณผลผลิต การต่อรองราคากับผู้ซื้อ หรือเพื่อการซื้อขายเครดิตคาร์บอน
2. การนำไปใช้เมื่อได้สมการความสัมพันธ์แล้ว สามารถนำไปประมาณมวลชีวภาพของส่วนต่าง ๆ (ลำต้น ใบ กิ่ง ส่วนเหนือพื้นดิน) และปริมาตรทั้งหมดได้ ด้วยการวัดความโต (เส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอก (DBH) หรือเส้นรอบวงที่ระดับความสูง 1.30 เมตร จากพื้นดิน (GBH) แล้วทำการแปลงค่าเป็น DBH) ของ

ต้นไม้ (ที่ยืนต้น) ได้ การประมาณมวลชีวภาพและปริมาตรในพื้นที่ อาจทำการวัดทั้งหมดในพื้นที่หรือควรเลือกวัดต้นไม้ที่มีขนาดต่าง ๆ กัน เพื่อให้เป็นตัวแทนของต้นไม้ทั้งหมดในแปลง

3. ในการซื้อขายต้นไม้ จะคิดปริมาตรส่วนที่เป็นสินค้าได้ และปริมาตรไม่รวมเปลือก ในต่างประเทศจะมีการศึกษาค่า form factor ของแต่ละชนิดไม้และนำมาประกอบการคำนวณปริมาตรส่วนที่เป็นสินค้าในประเทศไทยซึ่งมีความหลากหลายของชนิดไม้ รูปทรงต้นไม้ รวมทั้งขนาดจำกัดทั้งความโตและความสูงสำหรับการนำไปใช้ประโยชน์ ทำให้ยังไม่มีมีการเก็บข้อมูลต้นไม้แต่ละชนิดมากพอที่จะสร้าง form factor ของต้นไม้ได้ สำหรับในประเทศไทยมีการศึกษาปริมาตรส่วนที่เป็นสินค้าได้เฉพาะในไม้สักเท่านั้น

### สรุปและแนวทางการศึกษาต่อไป

สมการสำหรับประมาณมวลชีวภาพและปริมาตรของไม้แต่ละชนิดมีความสำคัญและเป็นที่ต้องการมากในปัจจุบัน ความต้องการทราบผลผลิตหรือปริมาตรของต้นไม้ก่อนการตัดจะทำให้ผู้ขายไม่เสียเปรียบ เพราะสามารถต่อรองราคาซื้อขายก่อนการตัด หากไม่พอใจกับราคาสามารถเก็บรักษาต้นไม้ไว้ต่อไป เมื่อต้นไม้เติบโตมากขึ้น ปริมาตรมากขึ้น โอกาสในการจำหน่ายและการได้ราคาก็มีมากขึ้นไปด้วย หากเกษตรกรหรือประชาชนตัดต้นไม้ลงมาทำให้จำเป็นต้องจำหน่าย ราคาที่ได้อาจไม่สมเหตุผล แต่เนื่องจากวิธีการศึกษาเพื่อให้ได้สมการทำได้ค่อนข้างยาก เนื่องจากต้องมีการตัดต้นไม้ และต้องมีตัวอย่างที่เพียงพอเพื่อสร้างสมการที่เป็นที่ยอมรับได้ เอกสารฉบับนี้จึงจัดทำขึ้นเพื่อเป็นคู่มือหรือคำแนะนำให้แก่ นักวิจัยที่มีโอกาสทำการศึกษา เพื่อให้เข้าใจได้ง่ายและปฏิบัติตามได้อย่างถูกต้อง

การศึกษามวลชีวภาพได้มีการศึกษากันเป็นจำนวนมากพอสมควร แต่เนื่องจากส่วนใหญ่เป็นการศึกษาเฉพาะสถานที่และเฉพาะอายุ ยังไม่ได้มีการนำข้อมูลมารวมกันเพื่อสร้างเป็นสมการที่สามารถใช้ได้กับต้นไม้ชนิดนั้นที่ปลูกในทุกสถานที่และช่วงอายุ ในสถานการณ์ปัจจุบันที่มีการปลูกต้นไม้เพื่อประโยชน์ทางเศรษฐกิจเพิ่มมากขึ้น รวมทั้งความต้องการข้อมูลเรื่องการกักเก็บคาร์บอนเพื่อลดโลกร้อน และเกี่ยวเนื่องต่อไปยังเรื่องคาร์บอนเครดิต การศึกษาเรื่องมวลชีวภาพยังเป็นที่ต้องการอีกจำนวนมาก จึงควรมีการเก็บข้อมูลต้นไม้แต่ละชนิด โดยเฉพาะอย่างยิ่งไม้มีค่า หรือไม้ที่ประชาชนนิยมปลูก โดยให้มีข้อมูลที่ครอบคลุมในหลากหลายพื้นที่และหลายชั้นอายุ เพื่อนำมาสร้างสมการที่เป็นตัวแทนของไม้ชนิดนั้น นำไปใช้ในทุกพื้นที่หรือใช้เป็นสมการกลางสำหรับไม้ชนิดนั้น ๆ สำหรับประชาชนหรือเกษตรกรนำไปประเมินศักยภาพของต้นไม้ในสวนป่าของตนเอง จะเกิดประโยชน์ในด้านการซื้อขายไม้ รวมไปถึงการซื้อขายคาร์บอนเครดิตต่อไป

## เอกสารอ้างอิง

- เกียรติก้อง พิตรปรีชา ธิตี วิสารรัตน์ สมบูรณ์ กীরติประยูร และชิงชัย วิริยะบัญชา. 2530. **การประมาณมวลชีวภาพและปริมาตรรายต้นของไม้ยูคาลิปตัส คามาลดูเลนซิส**. เอกสารทางวิชาการ เล่มที่ 18. งานนิเวศวิทยาป่าไม้, ฝ่ายวนวัฒนวิจัย, กองบำรุง, กรมป่าไม้. 23 น.
- พงษ์ศักดิ์ สหนาฟู. 2552. **การประมาณมวลชีวภาพของพืชและของป่าไม้**. วารสารการจัดการป่าไม้ 3 (5): 63-68 (2552)
- อภิสิทธิ์ เสนาวงศ์. 2564. **วิธีการคำนวณการลด/กักเก็บก๊าซเรือนกระจก ภาคป่าไม้**. เอกสารประกอบฝึกอบรมหลักสูตร **ความรู้เบื้องต้นโครงการ T-VER ภาคป่าไม้ และการเกษตรสำหรับผู้ประเมินภายนอกและผู้พัฒนาโครงการ**. องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน), กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, กรุงเทพฯ.
- Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). 2006. **IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories**. International Panel on Climate Change. IGES, Japan.
- León, G.C. and Uranga-Valencia, L.P. 2013. **Theoretical evaluation of Huber and Smalian methods applied to tree stem classical geometries**. Bosque (valdivia), 34, 311-317.