

เอกสารฝึกอบรมหลักสูตร

การวิเคราะห์ข้อมูล จากตัวแปร ในแปลงตัวอย่างถาวร

สมบูรณ์ กิริติประยูร
ชิงชัย วิริยะบัญชา
นรินทร์ จรูญรัตนพัคตร์



ส่วนวิจัยการอนุรักษ์ป่าไม้ สำนักวิจัยการอนุรักษ์ป่าไม้และพันธุ์พืช
http://fro_research.dnp.go.th/

18-22 สิงหาคม 2557
ณ ศูนย์ฝึกอบรมที่ 2 (เขาใหญ่) จ.นครนายก

จากผู้จัดการฝึกอบรม

การฝึกอบรมหลักสูตร “การวิเคราะห์ข้อมูลจากตัวแปรในแปลงตัวอย่างถาวร” เป็นหลักสูตรต่อเนื่อง โดยส่วนวิจัยการอนุรักษ์ป่าไม้จัดขึ้นต่อจากหลักสูตร “การประยุกต์เทคนิคพื้นฐานสำหรับการวางแผนทดลอง ตัวอย่าง รุ่นที่ 2” ซึ่งได้จัดขึ้นเมื่อวันที่ 30 มิถุนายน – 4 กรกฎาคม 2557 ที่ผ่านมา เดิมทีนั้นทั้ง 2 หลักสูตรเคยจัดขึ้นพร้อมกันเมื่อเดือนสิงหาคม 2556 ที่อุทยานแห่งชาติดอยอินทนนท์ จ.เชียงใหม่ ใช้ระยะเวลาในการอบรม 5 วัน โดยในครั้งนั้น หลังจากมีการฝึกวางแผนแปลงตัวอย่างถาวรในพื้นที่จริงแล้ว ผู้เข้าร่วมฝึกอบรมจะต้องนำข้อมูลจากการวัดความเจริญเติบโตของต้นไม้ในแปลงทดลองมาวิเคราะห์ พร้อมทั้งทำการบ้านให้แก่วิทยาการ ซึ่งเป็นการอบรมที่ค่อนข้างมีเนื้อหาหนักมาก เพราะต้องทำงานกันจนตึกตื่นทุกวัน คณะทำงานจึงเห็นว่า หากจะให้ผู้เข้ารับการอบรมได้รับความรู้อย่างทั่วถึง น่าจะแยกเรื่องการวิเคราะห์ข้อมูลออกมาอีกหลักสูตรหนึ่ง เพื่อให้เกิดความเข้าใจ และมีเวลาสำหรับฝึกการวิเคราะห์ข้อมูลได้ยาวนานขึ้น จึงเป็นที่มาของการฝึกอบรมหลักสูตร “การวิเคราะห์ข้อมูลจากตัวแปรในแปลงตัวอย่างถาวร” ในครั้งนี้ โดยมุ่งเน้นเนื้อหาที่จำเป็นในการศึกษาระบบนิเวศป่าไม้ โดยเฉพาะการศึกษาชนิดพันธุ์และการสะสมคาร์บอน ซึ่งสัมพันธ์กับงานด้านความหลากหลายทางชีวภาพและการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ

หลักสูตร “การวิเคราะห์ข้อมูลจากตัวแปรในแปลงตัวอย่างถาวร” ผู้จัดได้ปรับปรุงหลักสูตรจากเดิมให้มีเนื้อหาที่เข้าใจง่ายขึ้น และได้ทำการบ้านที่มีการติดค้างจากการอบรมครั้งที่แล้วให้สำเร็จลุล่วงไปได้ โดยการอบรมในครั้งนี้ ผู้จัดจะเน้นเรื่องการวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรม ecopack version 2 ซึ่งได้ปรับปรุงการทำงานและการวิเคราะห์ให้ผู้ใช้งานสามารถทำงานได้สะดวกขึ้น และสามารถทำงานได้บนระบบปฏิบัติการ Windows ทุก version พร้อมทั้งได้เพิ่มเนื้อหาการคำนวณหามวลชีวภาพจากแปลงทดลอง การหาชนิดไม้เด่นที่สะสมคาร์บอนในเนื้อไม้ และการคำนวณหาพื้นที่ป่าโดยใช้โปรแกรม Google Earth pro ซึ่งสามารถหา download ได้จากในอินเทอร์เน็ต และการใช้งานไม่ซับซ้อนเหมือนโปรแกรมสารสนเทศภูมิศาสตร์ที่เราๆ ท่านๆ รู้จักกันทั่วไป

เนื้อหาในคู่มือ “การวิเคราะห์ข้อมูลจากตัวแปรในแปลงตัวอย่างถาวร” เล่มนี้ ผู้จัดได้ขอรับรอง (กราบและแก้มบังคับ) ให้วิทยากรแต่ละท่านส่งต้นฉบับให้ทันต่อระยะเวลาการอบรม และได้รวบรวมเป็นรูปเล่มเพื่อให้ผู้เข้ารับการอบรมสามารถเก็บไว้ใช้หรือใช้อ้างอิงได้ในโอกาสต่อไป ซึ่งกว่าจะออกมาเป็นคู่มือเล่มนี้ ผู้จัดต้องใช้เวลาในการปรับแก้พอสมควร เนื่องจากวิทยากรแต่ละท่านจะมีรูปแบบต้นฉบับที่ค่อนข้างหลากหลาย แต่อย่างไรก็ตาม ผู้จัดขอขอบคุณวิทยากรทุกท่าน ได้แก่ อาจารย์สมบูรณ์ คุณชิงชัย และคุณนรินทร์ ตลอดจนเจ้าหน้าที่ทุกท่านที่ร่วมกันทำงานด้วยดี และทุกท่านได้สละเวลามาร่วมอยู่กับพวกเราทุกคนตลอดระยะเวลาการฝึกอบรม จึงอยากให้ผู้เข้ารับการอบรมทุกท่านเก็บเกี่ยวความรู้จากการฝึกอบรมหลักสูตรนี้ให้เต็มความสามารถของแต่ละท่าน เนื่องจากการจัดฝึกอบรมของหน่วยงานครั้งสุดท้าย ซึ่งผู้จัดและหน่วยงานต้นสังกัดคงจะไม่ดำเนินการจัดฝึกอบรมหลักสูตรต่างๆ อีก และหวังเป็นอย่างยิ่งว่า การอบรมครั้งนี้ทุกท่านคงจะได้รับความรู้ และนำไปใช้ประโยชน์แก่ตัวท่านและหน่วยงานของท่าน สำหรับขอผิดพลาดประการใด คณะผู้จัดขออภัยขออภัยขออภัยแก่ทุกท่าน และคงไม่มีโอกาสปรับปรุงแก้ไขให้ดีขึ้นอีกต่อไป

คณะผู้จัดฝึกอบรมหลักสูตร
“การวิเคราะห์ข้อมูลจากตัวแปรในแปลงตัวอย่างถาวร”

คณะกรรมการฯ

1. นางสาวสิริรัตน์ จันทรมหเสถียร ผู้อำนวยการส่วนวิจัยการอนุรักษ์ป่าไม้
2. นายวิโรจน์ รัตนพรเจริญ นักวิชาการป่าไม้ชำนาญการพิเศษ
3. นางสาวภาณุมาศ ลาตปาละ นักวิชาการป่าไม้ชำนาญการพิเศษ
4. นายปิยะพงษ์ สืบเสน พนักงานราชการ (นักวิชาการป่าไม้)
5. นางสาวปาริฉัตร พึ่งไทย พนักงานราชการ (นักวิชาการป่าไม้)
6. นายเอกรัตน์ โพธากุล พนักงานราชการ (เจ้าหน้าที่บริหารงานทั่วไป)
7. นายปรเมศ เบาบาง พนักงานราชการ (เจ้าหน้าที่บริหารงานทั่วไป)
8. นายอำนาจ ภูขุนทด พนักงานราชการ (เจ้าหน้าที่ธุรการ)
9. นางสาวศยามล สีนประเสริฐ เจ้าหน้าที่บริหารงานทั่วไป
10. นางภัทรวดี นันทวงษ์ เจ้าหน้าที่บริหารงานทั่วไป
11. นายบุญส่ง ศรียศสมบัติ พนักงานขับรถยนต์ ส 2

วิทยากร

1. ผศ.ดร. สมบูรณ์ กิรติประยูร ภาควิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต Email: sxk49@yahoo.com
2. นายชิงชัย วิริยะบัญชา นักวิชาการป่าไม้ชำนาญการพิเศษ ส่วนวิจัยการอนุรักษ์ป่าไม้ สำนักวิจัยการอนุรักษ์ป่าไม้และพันธุ์พืช Email: chingchai.v@gmail.com
3. นายนรินทร์ จรุงรัตนพัคค์ นักวิชาการแผนที่ภาพถ่ายชำนาญการ ส่วนภูมิสารสนเทศ สำนักฟื้นฟูและพัฒนาพื้นที่อนุรักษ์ Email: narinjak@gmail.com

เอกสารฝึกอบรมหลักสูตร

การวิเคราะห์ข้อมูลจากตัวแปร ในแปลงตัวอย่างถาวร

สมบูรณ์ กิริติประยูร
ชิงชัย วิริยะปัญญา
นรินทร์ จรูญรัตน์พัคตร์

18-22 สิงหาคม 2557
ณ ศูนย์ฝึกอบรมที่ 2 (เขาใหญ่) จ.นครนายก

สารบัญ

เรื่อง

หน้า

คู่มือการใช้โปรแกรม ECOPACK2

1. ความเป็นมา.....	1
2. องค์ประกอบของโปรแกรมและอุปกรณ์ในการใช้โปรแกรม.....	2
2.1 ไฟล์การทำงาน.....	2
2.2 อุปกรณ์.....	2
2.3 ตัวเลือกการทำงานของโปรแกรม.....	2
3. การทำงานของโปรแกรม.....	5
3.1 องค์ประกอบของข้อมูลที่ใช้ในการวิเคราะห์.....	5
3.2 การทำงานของโปรแกรม.....	8
4. การจัดเก็บข้อมูลในแบบ .csv.....	10
5. การเตรียมการและการเข้าสู่โหมดการทำงานของโปรแกรม ecopack2.....	15
5.1 การสร้างโฟลเดอร์สำหรับการทำงาน.....	15
5.2 การเข้าสู่โปรแกรม gwbasic.....	17
5.3 การเรียกโปรแกรม ecopack2.....	20
5.4 การสั่งให้โปรแกรม ecopack2 ทำงาน.....	20
6. การทำงานในโหมดการตัด/คัดข้อมูล “Data Extracting”	21
7. การทำงานในโหมดการวิเคราะห์องค์ประกอบของชนิดพันธุ์.....	25
8. โหมดการวิเคราะห์ความคล้ายคลึง/ความแตกต่างระหว่างหน่วย (หรือแปลง) ตัวอย่าง.....	36
9. โหมดการวิเคราะห์ข้อมูลสำหรับแผนภาพ Venn diagram.....	39
10. การวิเคราะห์ค่าดัชนีความหลากหลายของชนิดพันธุ์แบบ Fisher’s.....	41

วิธีประเมินปริมาณคาร์บอนในระบบนิเวศป่าไม้

1. คำนำ.....	47
2. แหล่งสะสมคาร์บอน (Carbon Pool) ระบบนิเวศป่าไม้.....	47
3. การตรวจสอบข้อมูลจากภาคสนาม.....	48
4. ความสัมพันธ์ในรูปแบบ D-H Relation.....	48
5. วิธีใช้โปรแกรม D-H Relation.....	49
6. การสะสมคาร์บอนในกลุ่มของมวลชีวภาพที่มีชีวิต.....	56
7. การสะสมคาร์บอนในกลุ่มของเศษซากพืชที่ตาย.....	62
7.1 การเก็บข้อมูลไม้ตาย.....	64
7.2 การประเมินคาร์บอนของไม้ตาย.....	65
7.3 การเก็บข้อมูลของซากพืชที่ร่วงหล่น.....	66
8. การสะสมคาร์บอนในกลุ่มของดิน.....	68
9. บทสรุป.....	68

สารบัญ (ต่อ)

เรื่อง

หน้า

คู่มือการใช้งาน โปรแกรม Google™ Earth แบบประยุกต์	
1. การใช้งานโปรแกรมทั่วไป.....	71
1.1 การ Install โปรแกรม Google™ Earth.....	72
1.2 การเริ่มต้นใช้งาน จะปรากฏรูป ICON บนเครื่อง.....	74
1.3 ส่วนประกอบของเมนู.....	75
1.4 การเปลี่ยนระบบการแสดงผลค่าพิกัด.....	78
2. การเก็บบันทึกภาพเพื่อใช้งานแบบ Off-Line.....	80
3. การหาค่าพื้นที่จากโปรแกรม.....	82
3.1 การสร้างชั้นข้อมูล.....	82
3.2 การคำนวณพื้นที่.....	88

คู่มือการใช้โปรแกรม ECOPACK2

เอกสารประกอบการฝึกอบรมหลักสูตร

“การวิเคราะห์ข้อมูลจากตัวแปรในแปลงตัวอย่างถาวร”

ผศ.ดร สมบูรณ์ กิริติประยูร

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต

สิงหาคม 2557



คู่มือการใช้โปรแกรม ECOPACK2

1. ความเป็นมา

แต่เดิมนั้น สำนักวิจัยการอนุรักษ์ป่าไม้และพันธุ์พืช กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช ได้จัดทำชุดโปรแกรม ECOPACK ขึ้นเพื่อสนับสนุนโครงการวิจัยทางด้านการอนุรักษ์พันธุกรรมของพันธุ์ไม้ป่าในพื้นที่ (*In situ* Gene Conservation) ในการวิเคราะห์ข้อมูลของพืชพรรณในพื้นที่ดังกล่าว พร้อมทั้งได้ส่งเสริมให้มีการนำไปใช้ประโยชน์ในเชิงวิชาการ โดยเฉพาะเพื่อการวิเคราะห์ข้อมูลพื้นฐานของพืชพรรณทางด้านนิเวศวิทยา โดยชุดโปรแกรมหาดังกล่าวนั้น ประกอบด้วยโปรแกรมย่อยของการวิเคราะห์ต่างๆ ได้แก่ การวิเคราะห์องค์ประกอบของพืชพรรณไม้ยืนต้นขนาดใหญ่ (Tree) ไม้รุ่น (Sapling) และกล้าไม้ (Seedling) และรวมถึงการวิเคราะห์ค่าดัชนีความคล้ายคลึงระหว่างหน่วยตัวอย่าง ทั้งในรูปแบบของค่าร้อยละความเหมือน/ความแตกต่าง และค่าระยะห่าง (Euclidean Distance) ระหว่างหน่วยตัวอย่าง การวิเคราะห์การสืบต่อพันธุ์ของพืชพรรณโดยใช้ Vein-oiler diagram และการคำนวณค่าดัชนีความหลากหลายของชนิดพันธุ์แบบ Fisher (Fisher's Species diversity Index)

ชุดโปรแกรม ECOPACK ที่ได้กล่าวถึงข้างต้นนั้น เป็นชุดโปรแกรมภาษาเบสิก แบบ gwbasicซึ่งประกอบด้วยโปรแกรมย่อยต่างๆ ที่กล่าวถึงแล้วข้างต้น ประกอบกับในการนำไปใช้ประโยชน์นั้น อาจมีความยุ่งยากบ้าง โดยเฉพาะผู้ที่ไม่คุ้นกับการใช้โปรแกรมประกอบ (เช่นโปรแกรม excel เป็นต้น) ดังนั้น จึงได้จัดทำโปรแกรม ECOPACK2 ขึ้น โดยเป็นการรวบรวมส่วนของโปรแกรมการคำนวณต่างๆ ให้อยู่ในโปรแกรมเดียว พร้อมเพิ่มเติมตัวเลือกการดำเนินการบางอย่างที่คิดว่าจะเป็นประโยชน์กับนักวิจัยที่อาจจะยังไม่มีประสบการณ์กับการวิเคราะห์พื้นฐานทางด้านนิเวศวิทยาป่าไม้โดยประกอบด้วยการวิเคราะห์/ดำเนินการต่างๆ ดังนี้

- 1) การแบ่งชุดข้อมูล
- 2) การวิเคราะห์องค์ประกอบของชนิดพันธุ์สำหรับไม้ยืนต้นขนาดใหญ่ (Tree) และไม้รุ่น (พร้อมตัวเลือกการใช้/ไม่ใช้ค่าความถี่) โดยใช้ชุดข้อมูลที่เป็นค่าพิกัดของต้นไม้
- 3) การวิเคราะห์องค์ประกอบของชนิดพันธุ์สำหรับไม้ยืนต้นขนาดใหญ่ (Tree) และไม้รุ่น (พร้อมตัวเลือกการใช้/ไม่ใช้ค่าความถี่) โดยใช้ชุดข้อมูลที่แบ่งเป็นแปลงย่อย
- 4) การวิเคราะห์องค์ประกอบของชนิดพันธุ์สำหรับกล้าไม้ (โดยไม่ใช้ค่าการปกคลุม)
- 5) การวิเคราะห์ค่าดัชนีความเหมือน/ความแตกต่างระหว่างหมู่ไม้
- 6) การวิเคราะห์ของจำนวนชนิดพันธุ์ที่ปรากฏของ 3 หมู่ไม้ (สามารถประยุกต์ใช้กับการวิเคราะห์การสืบต่อพันธุ์ของพืชพรรณได้ โดยใช้พืชพรรณ 3 กลุ่มขนาด)
- 7) การวิเคราะห์ค่าดัชนีความหลากหลายของชนิดพันธุ์แบบ Fisher (Fisher's diversity index)

โดยการวิเคราะห์ต่างๆ ข้างต้นนั้น เป็นเพียงการวิเคราะห์พื้นฐานในทางด้านนิเวศวิทยาป่าไม้ ซึ่งจะช่วยให้เข้าใจถึงสภาพของพืชพรรณในพื้นที่ศึกษาได้ และนอกจากนั้น ยังสามารถใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานเพื่อการวิเคราะห์ในระดับสูงขึ้นไป

โปรแกรม Ecopack2 นี้ จัดทำ/ปรับปรุงขึ้นเพื่ออำนวยความสะดวกแก่ภาระงานการคำนวณพื้นฐานทางด้านนิเวศวิทยาป่าไม้ ซึ่งหากผู้ใช้โปรแกรมมีความคุ้นเคยกับโปรแกรมแล้ว จะสามารถช่วยลดภาระงาน

การคำนวณเป็นอย่างมาก ทั้งนี้ ชุดโปรแกรม Ecopack2 นี้เป็นเพียงการวิเคราะห์พื้นฐานทางด้านนิเวศวิทยาป่าไม้เท่านั้น ซึ่งอาจจะนำผลที่ได้ไปใช้ในการวิเคราะห์ระดับที่สูงขึ้นไป

2. องค์ประกอบของโปรแกรมและอุปกรณ์ในการใช้โปรแกรม

2.1 ไฟล์การทำงาน: ประกอบด้วย 2 ไฟล์หลักคือ ไฟล์โปรแกรม gwbasic และ ไฟล์โปรแกรม ecopack2.bas

(นอกจากนี้ ยังมีไฟล์ข้อมูลตัวอย่างในรูปแบบของ excel ชื่อ test.xls ซึ่งมี 4 worksheets คือ dummy, tstxy, tstqd10 และ tstsd ทั้งนี้ ไฟล์ข้อมูลนี้ เป็นเพียงข้อมูลตัวอย่างใช้ประกอบกับเอกสาร ในการปฏิบัติงานจริงนั้น ไฟล์ข้อมูลทั้ง 2 นี้ ไม่มีความจำเป็นที่จะทำให้โปรแกรมทำงานได้แต่อย่างใด)

2.2 อุปกรณ์: ชุดคอมพิวเตอร์พีซีทั่วไป (ในกรณีที่เป็น 64bits นั้น จำเป็นต้องมีโปรแกรมเสริม เพื่อปรับให้สามารถใช้กับโปรแกรม gwbasic ได้ ซึ่งเรียกว่า DOSBox)

2.3 ตัวเลือกการทำงานของโปรแกรม: ประกอบด้วย 7 ตัวเลือกคือ

- (1) การตัดแบ่งชุดข้อมูล
- (2) การวิเคราะห์องค์ประกอบของชนิดพันธุ์ของไม้ยืนต้นขนาดใหญ่และไม่รุ่ม (และค่าดัชนีความหลากหลายของชนิดพันธุ์ต่างๆ) โดยใช้ชุดข้อมูลที่เป็นค่าพิกัดของต้นไม้
- (3) การวิเคราะห์องค์ประกอบของชนิดพันธุ์ของไม้ยืนต้นขนาดใหญ่และไม่รุ่ม (และค่าดัชนีความหลากหลายของชนิดพันธุ์ต่างๆ) โดยใช้ชุดข้อมูลที่แบ่งเป็นแปลงย่อย
- (4) การวิเคราะห์องค์ประกอบของชนิดพันธุ์ของกล้าไม้ (และค่าดัชนีความหลากหลายของชนิดพันธุ์ต่างๆ)
- (5) การวิเคราะห์ค่าความคล้ายคลึง/แตกต่างระหว่างหน่วยตัวอย่าง
- (6) จำนวนชนิดพันธุ์ที่ปรากฏร่วมกันระหว่าง 3 หมู่ไม้
- (7) การวิเคราะห์ค่าดัชนีความหลากหลายของชนิดพันธุ์แบบ Fisher

โดย module หรือ ตัวเลือกแต่ละตัวนั้น มีการทำงานโดยสรุปดังนี้

นอกจากตัวเลือกทั้ง 7 ข้างต้นแล้ว ยังมีตัวเลือก 8 และ 9 ซึ่งเป็นตัวเลือกสำหรับการหยุดการทำงาน โดยตัวเลือก 8 นั้น หยุดการทำงานแต่ยังอยู่ในหน้าต่าง gwbasic (และโปรแกรมยังคงอยู่) สำหรับตัวเลือก 9 นั้น เป็นการหยุดการทำงานและออกจากหน้าต่าง gwbasic

ตัวเลือกที่ 1: เป็นการจัดแบ่งข้อมูลจากชุดข้อมูลใหญ่ แบ่งเป็นแปลงที่มีขนาดเล็กลง โดยข้อมูลที่ได้ นั้น จะนำไปใช้กับการวิเคราะห์ด้วยตัวเลือกที่ 2 ดังนั้น จากชุดข้อมูลใหญ่มูลค่าดังกล่าว ผู้ใช้จะต้องการจัดแบ่งและเก็บข้อมูลในรูปแบบใดก็ได้ เพียงแต่ผู้ใช้จะต้องระบุพิกัดเริ่มต้น (X&Y ของมุมล่างซ้าย) และพิกัดสุดท้าย (X&Y ของมุมบนขวา) และระบุรากของไฟล์เพื่อจัดเก็บข้อมูล เพื่อนำไปใช้วิเคราะห์ต่อไปในตัวเลือกที่ 2

ตัวเลือกที่ 2: เป็นการวิเคราะห์องค์ประกอบของชนิดพันธุ์ของต้นไม้ โดยวิเคราะห์จากชุดข้อมูลที่มีค่าพิกัดของต้นไม้ ซึ่งอาจจะเป็นข้อมูลดั้งเดิมที่ผู้ใช้จัดเตรียมไว้ (ต้องประกอบด้วย 6 คอลัมน์ ซึ่งจะได้อธิบายต่อไป) และจัดเก็บเป็นแบบ .csv โดยจะต้องมีลำดับของคอลัมน์ตามที่กำหนดเท่านั้น ทั้งนี้ ชุดข้อมูลที่ตัดมาจากตัวเลือกที่ 1 นั้น จะสามารถนำไปใช้ในการวิเคราะห์ด้วยตัวเลือกนี้ได้ทันที (ไม่ต้องแก้ไขหรือปรับปรุงใดๆ)

โดยผลที่ได้หลักๆ นั้น จะเป็นไฟล์องค์ประกอบของชนิดพันธุ์ (ตามรูปแบบที่กำหนด) และมีไฟล์ประกอบอื่นๆ เกิดขึ้น ซึ่งสามารถนำไปใช้กับตัวเลือกที่ 5 และ 6 ได้

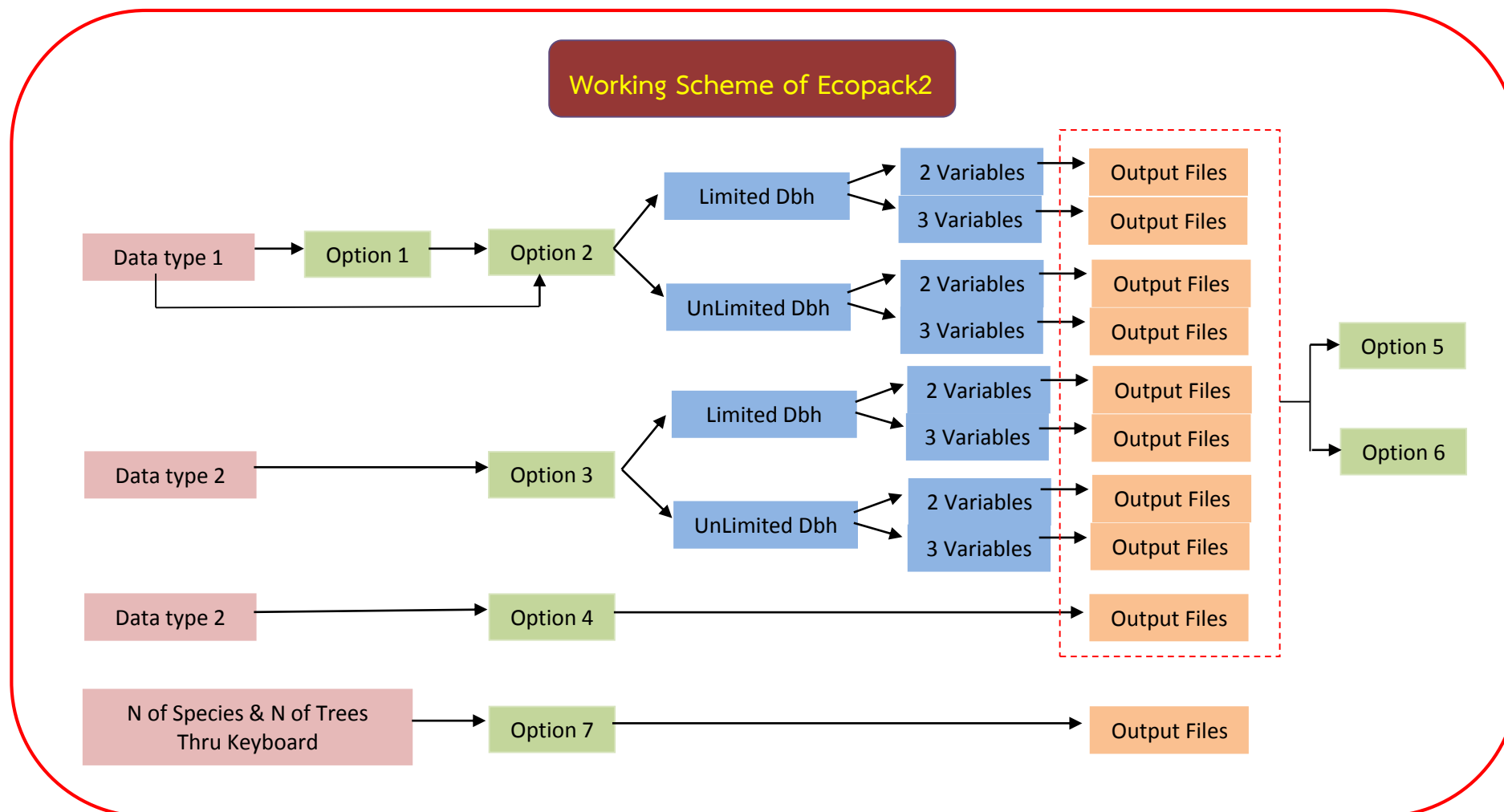
ตัวเลือกที่ 3: เป็นการวิเคราะห์องค์ประกอบของชนิดพันธุ์เช่นเดียวกับตัวเลือกที่ 2 แต่ใช้ข้อมูลที่มีการจัดเก็บที่ต่างกัน โดยข้อมูลพืชพรรณสำหรับการวิเคราะห์นี้ ไม่จำเป็นต้องมีค่าพิกัดของต้นไม้แต่ละต้น แต่จะต้องระบุว่าต้นไม้ต้นนั้นๆ อยู่ในแปลงย่อยอะไร ทั้งนี้ ผลการวิเคราะห์จะเป็นแบบเดียวกับการวิเคราะห์ด้วยตัวเลือกที่ 2

ตัวเลือกที่ 4: เป็นการวิเคราะห์องค์ประกอบของพืชพรรณสำหรับกล้าไม้ เฉพาะในกรณีที่เป็นการบันทึกแปลงย่อย ชนิดพันธุ์ และจำนวนของชนิดพันธุ์นั้นๆ ในแปลงย่อยแต่ละแปลง (โดยค่า Importance Value: IV) ที่ได้นั้น จะมีค่าผลรวมเท่ากับ 200 (ไม่มีค่า Relative Dominance) ผลที่ได้จะเป็นเช่นเดียวกับการวิเคราะห์ด้วยตัวเลือก 2 และ 3

ตัวเลือกที่ 5: ในกรณีของตัวเลือกที่ 5 นั้น จะต้องใช้ผลลัพธ์ที่ได้จากการวิเคราะห์ด้วยตัวเลือกที่ 2 และ/หรือ 3 และ/หรือ 4 เท่านั้น ผู้ใช้ไม่จำเป็นต้องจัดสร้าง/เก็บข้อมูลเฉพาะสำหรับการวิเคราะห์ด้วยตัวเลือกที่ 5 นี้ (โดยสรุปคือ ถ้าจะใช้ตัวเลือกที่ 5 จะต้องผ่านการวิเคราะห์ด้วยตัวเลือกที่ 2 และ/หรือ 3 และ/หรือ 4)

ตัวเลือกที่ 6: เช่นเดียวกับตัวเลือกที่ 5 โปรแกรมจะใช้ไฟล์ผลลัพธ์ที่ได้จากการวิเคราะห์ด้วยตัวเลือกที่ 2 และ/หรือ 3 และ/หรือ 4 เท่านั้น

ตัวเลือกที่ 7: เป็นตัวเลือกอิสระ ผู้ใช้สามารถเลือกใช้ได้เอง เพียงแต่กำหนดจำนวนชนิดพันธุ์ และจำนวนต้นของต้นไม้ที่ปรากฏในแปลงตัวอย่างให้กับโปรแกรมเท่านั้น



แผนผัง (structure) การทำงานของโปรแกรม ecopack2

3. การทำงานของโปรแกรม

3.1 องค์ประกอบของข้อมูลที่ใช้ในการวิเคราะห์

ทั้งนี้ ถึงแม้ว่าโปรแกรม ecopack2 นี้ จะประกอบด้วยตัวเลือก (module) ของการทำงาน 7 ตัวเลือก แต่ในทางปฏิบัติแล้ว การทำงานจะเริ่มต้นจากไฟล์ข้อมูล (.csv) ซึ่งไฟล์ข้อมูลที่ใช้ นั้น มี 3 รูปแบบ (ตามตัวเลือกการวิเคราะห์ 1 2 3 หรือ 4 ดังที่ได้กล่าวมาแล้วข้างต้น) ซึ่งจากที่ได้อธิบายการทำงานข้างต้น พอสรุปได้ว่า ข้อมูลที่ใช้กับตัวเลือก 1 2 3 และ 4 นั้น แบ่งออกได้เป็น 3 แบบ ดังนี้

(1) ชุดข้อมูลที่มีค่าพิกัดของต้นไม้ จะใช้กับพืชพรรณกลุ่มไม้ยืนต้นขนาดใหญ่และไม่รุ่ม จะใช้กับ **ตัวเลือก 1&2** ซึ่งจะต้องประกอบด้วย 6 คอลัมน์ ได้แก่

- 1.1 พิกัด X ของแปลงตัวอย่าง
- 1.2 พิกัด Y ของแปลงตัวอย่าง
- 1.3 ชนิดพันธุ์ (เป็นรหัสชนิดพันธุ์หรือเป็นตัวอักษรก็ได้)
- 1.4 จำนวนหน่อของต้นไม้
- 1.5 หมายเลขหน่อ (นาง) ของต้นไม้ต้นนั้นๆ
- 1.6 ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางที่ความสูงเพียงอก (Dbh: cm)

ในการจัดเก็บข้อมูลประเภทนี้ จะต้องจัดเรียงตามค่าพิกัด X (จากน้อยไปมาก) และ ค่าพิกัด Y (จากน้อยไปมาก) และค่า Dbh (จากมากไปน้อย) (โดยจะต้องสัมพันธ์กับรหัสของนาง กล่าวคือ นางที่มีขนาด Dbh ใหญ่ที่สุดมีรหัสของนางเป็น 1 และลำดับรองลงมาเป็น 2 3 ... ทั้งนี้ นางทั้งหมดของต้นไม้ต้นหนึ่งๆ นั้น **จะต้องอยู่ในลำดับถัดกันไป** โดยนางที่มีรหัสเป็น 1 นั้น จะต้องอยู่ลำดับแรก พร้อมทั้งทุกๆ นางของต้นไม้ต้นนั้นๆ จะต้องมิตัวเลขในคอลัมน์ “จำนวนหน่อ/นาง” เท่ากัน เช่น ต้นไม้ต้นหนึ่งมี 4 นาง (แสดงว่าพิกัด X และ Y ต้องเท่ากัน โดยมีขนาด Dbh เรียงจากมากไปน้อย โดยมีหมายเลขนางเรียงลำดับจาก 1 2 3 และ 4 โดยค่า Dbh ของแต่ละนางนั้น จะต้องเรียงลำดับจากค่าที่มากที่สุดและลดหลั่นลงไป(ภาพที่ 1)

ภาพที่ 1

X	Y	species	จน.นาง	ลำดับนาง	Dbh:cm
20.59	48.7	เต็ง	4	1	20.50
20.59	48.7	เต็ง	4	2	10.22
20.59	48.7	เต็ง	4	3	8.75
20.59	48.7	เต็ง	4	4	4.57

หมายเหตุ: ข้อกำหนดการจัดเรียงข้อมูลดังกล่าวนี้ เพื่อลดความซับซ้อนของการกำหนดค่าต่างๆ ให้กับโปรแกรม ทั้งนี้ หากชุดข้อมูลที่ใช้ในการคำนวณนั้น ผิดพลาด ผลลัพธ์ที่ได้จะผิดพลาดด้วยเช่นเดียวกัน)

(2) ชุดข้อมูลพืชพรรณสำหรับไม้ยืนต้นขนาดใหญ่และไม่รุ่ม ซึ่งมีการบันทึกเป็นแปลงย่อย (ไม่ได้บันทึกพิกัด X&Y ของต้นไม้) โดยชุดข้อมูลประเภทนี้ จะประกอบด้วย 6 คอลัมน์ดังนี้

- 2.1 หมายเลขของต้นไม้
- 2.2 หมายเลขของแปลงย่อยของต้นไม้

2.3 ชนิดพันธุ์ (เป็นรหัสชนิดพันธุ์หรือเป็นตัวอักษรก็ได้)

2.4 จำนวนหน่อของต้นไม้

2.5 หมายเลขหน่อ (นาง) ของต้นไม้ต้นนั้นๆ

2.6 ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางที่ความสูงเพียงอก (Dbh: cm)

โดยข้อมูลของพืชพรรณนี้ จะต้องเรียงลำดับตามหมายเลขต้นไม้ (น้อยไปมาก) หมายเลขนาง (น้อยไปมาก) (ซึ่งหมายเลขนางนั้น กำหนดให้ต้นไม้ที่มีขนาด Dbh ใหญ่ที่สุดมีรหัสเป็น 1 ต้นที่มีขนาด Dbh รองๆ ลงมาให้มีรหัสนางเป็น 2 3 ... ตามลำดับ)

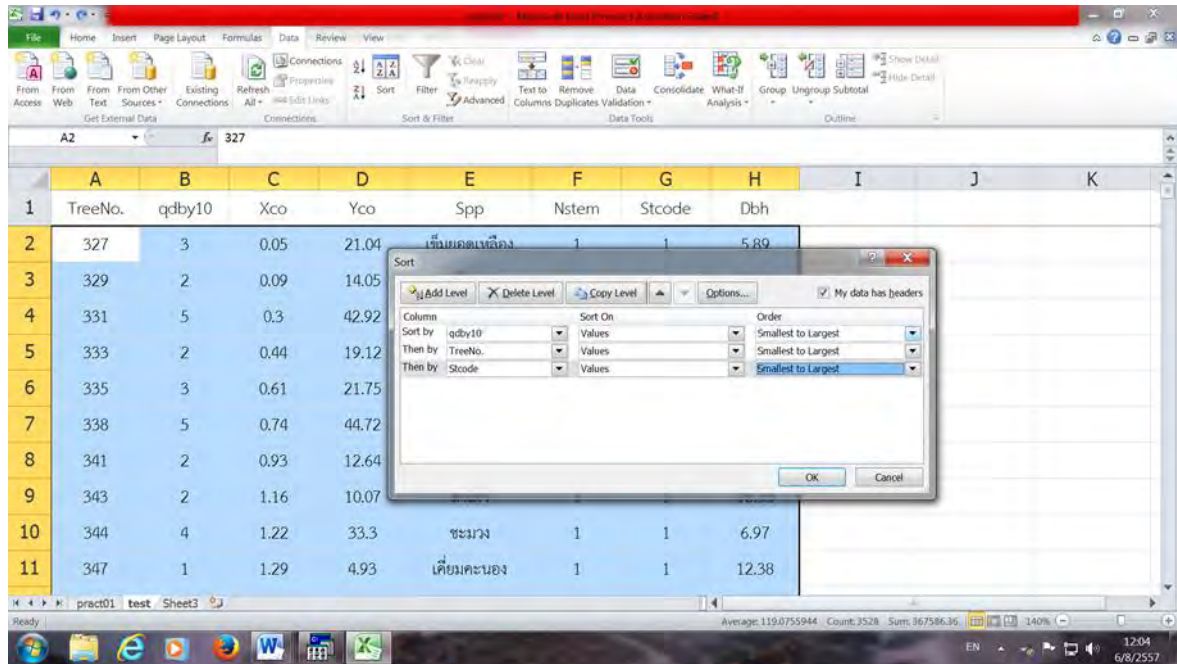
ตัวอย่างการจัดเรียงลำดับของข้อมูล ดังภาพที่ 2 ซึ่งในการจัดเรียงลำดับข้อมูลนั้น สามารถทำได้หลายแนวทาง ตัวอย่างในภาพ 2.1 เป็นการจัดเรียงตามลำดับดังนี้

- ตามหมายเลขแปลงย่อย (เรียงจากน้อยไปมาก)
- หมายเลขต้นไม้ (ต้นไม้ในแปลงย่อยเดียวกัน จะเรียงตามลำดับหมายเลขต้นไม้จากน้อยไปมาก) และ
- รหัสของนาง (ต้นไม้ต้นเดียวกันในแปลงย่อยหนึ่งๆ นั้น จะถูกเรียงลำดับตามหมายเลขรหัสของนาง (เป็น 1 2 3.. ซึ่งรหัสดังกล่าวนี้ จะถูกจัดเรียงตามขนาด Dbh ใหญ่สุด และลดหลั่นลงไป)

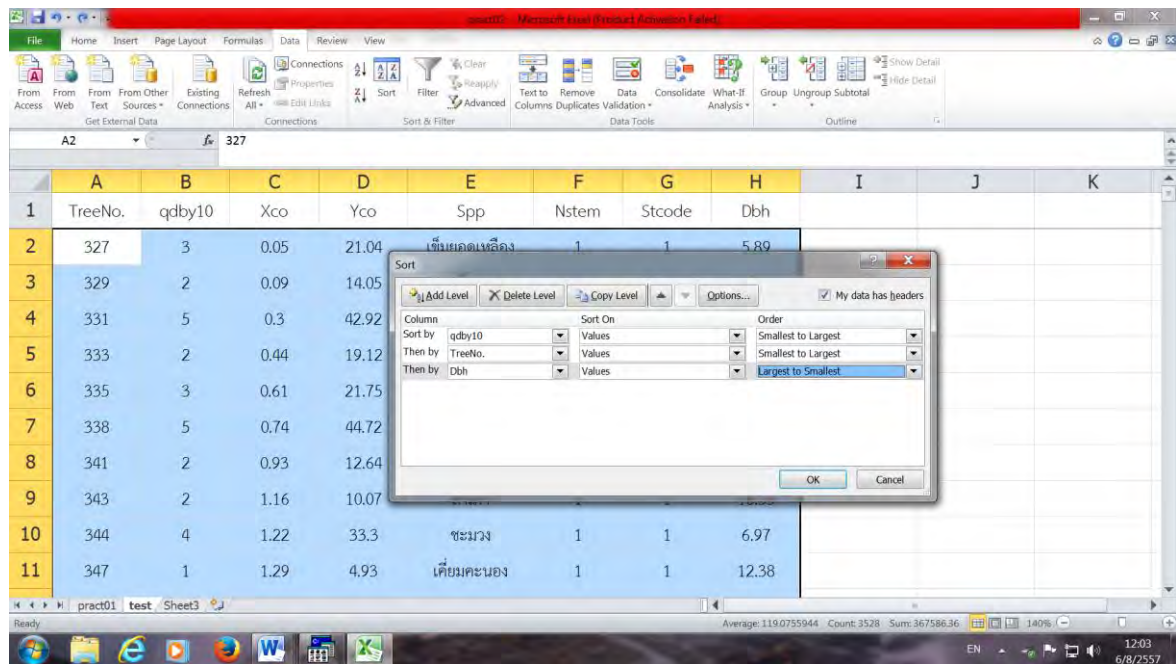
สำหรับในภาพที่ 2.2 นั้น กำหนดจัดเรียงดังนี้

- ตามหมายเลขแปลงย่อย (เรียงจากน้อยไปมาก)
- หมายเลขต้นไม้ (ต้นไม้ในแปลงย่อยเดียวกัน จะเรียงตามลำดับหมายเลขต้นไม้จากน้อยไปมาก) และ
- ขนาด Dbh ซึ่งกำหนดให้เรียงลำดับของต้นไม้ต้นเดียวกันในแปลงย่อยหนึ่งๆ ตามขนาด Dbh ใหญ่ที่สุด และลดหลั่นลงไป (ซึ่งหากไม่มีอะไรผิดพลาด จะให้ผลเช่นเดียวกับการจัดเรียงตามภาพที่ 2.1)

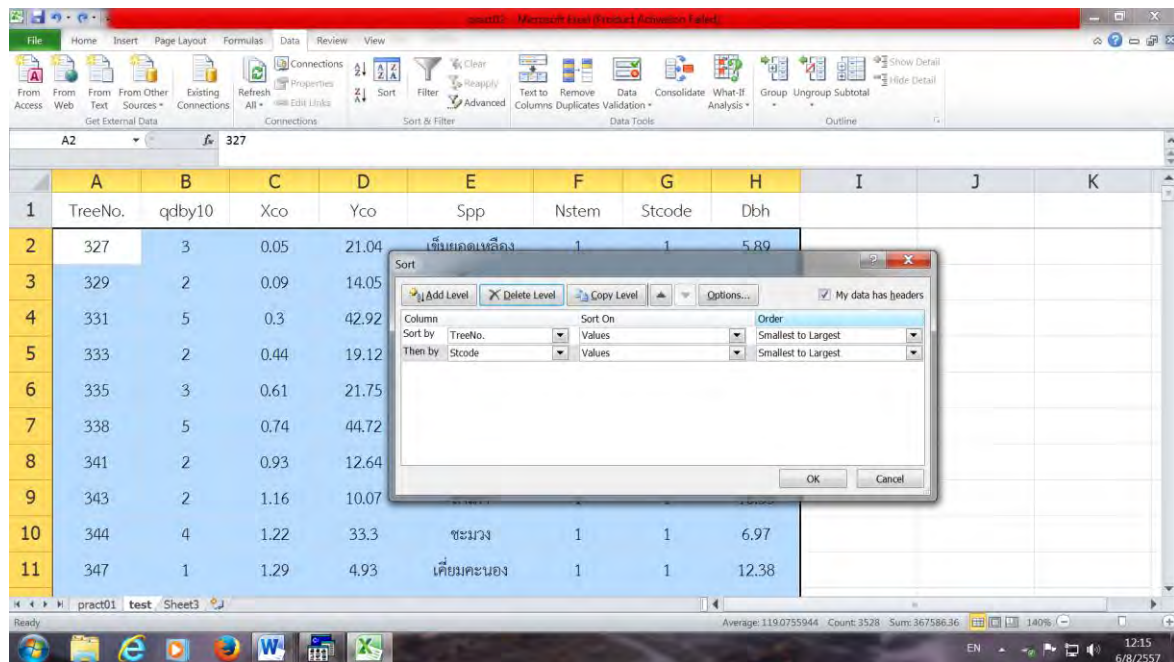
นอกจากนี้ หากมีความเข้าใจดีแล้ว อาจกำหนดให้จัดเรียงต้นไม้ตามหมายเลขต้นไม้ (จากน้อยไปมาก) และรหัสของนาง (จากน้อยไปมาก) (ภาพที่ 2.3) ซึ่งในกรณีนี้ ลำดับของข้อมูลอาจจะแตกต่างจากภาพที่ 2.1 หรือ 2.2 แต่ผลที่ได้นั้น เป็นไปตามข้อกำหนดคือ ต้นไม้ต้นเดียวกันเรียงต่อกันและต้นไม้ที่ใหญ่ที่สุดจะอยู่เป็นลำดับแรก ซึ่งสอดคล้องกับการอ่านข้อมูลของโปรแกรมทั้งนี้ การอ่านข้อมูลของโปรแกรมนั้น จะใช้ข้อมูล “หมายเลขแปลงย่อย” ในการตรวจสอบการปรากฏหรือไม่ปรากฏของชนิดพันธุ์นั้นๆ ในแปลงย่อยดังกล่าว ในส่วนของ “จำนวนนาง” นั้น ใช้สำหรับโปรแกรมในการพิจารณาอ่านข้อมูลในลำดับถัดไปว่าจะเป็น “นาง” หรือ “เป็นต้น” ดังนั้น การจัดเรียงแปลงย่อยไม่มีความสำคัญใดๆ สิ่งสำคัญคือ ต้นไม้ต้นที่มีหลายๆ นางนั้น จะต้องอยู่ในลำดับถัดกันโดยนางที่ใหญ่ที่สุดจะต้องอยู่ในลำดับแรก เพื่อโปรแกรมจะได้ทราบว่า ถัดจากนั้นไปอีกจำนวนกี่แถวที่จะเป็นนางของต้นไม้ต้นนั้นๆ



ภาพที่ 2.1



ภาพที่ 2.2



ภาพที่ 2.3

Homework01: จาก Sheet ชื่อ tstxy ที่กำหนดให้ นั้น ให้จัดเตรียมข้อมูลให้สอดคล้องกับข้อกำหนด ทั้งจำนวนคอลัมน์และการเรียงลำดับของข้อมูล

(3) ข้อมูลพืชพรรณสำหรับกล้าไม้ (จำนวนนับของแต่ละชนิดพันธุ์รายแปลงย่อย) ซึ่งจะบันทึกเป็นแปลงย่อย โดยประกอบด้วย 3 คอลัมน์คือ หมายเลขแปลงย่อย ชนิดพันธุ์ และจำนวนที่พบของชนิดพันธุ์นั้น ทั้งนี้แปลงย่อยที่ไม่มีต้นไม้นั้น ไม่ต้องใส่ข้อมูล

รูปแบบของข้อมูลที่ได้กล่าวถึงข้างต้นนั้น จะใช้กับตัวเลือกการวิเคราะห์ที่แตกต่างกัน ซึ่งจะได้กล่าวถึงในรายละเอียดต่อไป

3.2 การทำงานของโปรแกรม

รูปแบบโดยรวมของการทำงานนั้นได้แสดงไว้ในภาพที่ 3 ซึ่งจะเห็นว่า จากทั้งหมด 7 โปรแกรมย่อย (ตัวเลือก) (ไม่รวมตัวเลือกที่ 8 และ 9 ซึ่งเป็นตัวเลือกหยุดการทำงานของโปรแกรม และตัวเลือกหยุดการทำงานของโปรแกรมและออกจาก gwbasic) นั้น แบ่งเป็น 2 กลุ่มหลักๆ คือ ตัวเลือกที่ใช้ข้อมูล (หรือไฟล์ข้อมูล) ที่ผู้ใช้งานกำหนดให้ และตัวเลือกที่ใช้ไฟล์ข้อมูลที่เป็นผลลัพธ์จากการวิเคราะห์ด้วยตัวเลือกอื่น

(1) ตัวเลือกที่ใช้ข้อมูล/ไฟล์ข้อมูลตามที่กำหนดให้:

- ตัวเลือกที่ใช้ไฟล์ข้อมูลที่กำหนดให้ ได้แก่ ตัวเลือกที่ 1 3 และ 4
- ตัวเลือกที่ใช้ข้อมูลที่ผู้ใช้งานกำหนดให้ทางคีย์บอร์ดตัวเลือกที่ 7
- สำหรับตัวเลือกที่ 2 นั้น สามารถใช้ได้ทั้งจากไฟล์ที่ผู้ใช้งานกำหนดหรือสร้างขึ้น และใช้ไฟล์ที่เป็นผลลัพธ์จากตัวเลือกที่ 1

(2) ตัวเลือกที่ใช้ผลลัพธ์จากตัวเลือก 2 3 และ/หรือ 4:

ซึ่งได้แก่ตัวเลือกที่ 5 และ ตัวเลือกที่ 7 โดยผู้ใช้ไม่สามารถใช้ไฟล์ที่สร้างหรือกำหนดขึ้นเอง (ทั้งนี้ ยกเว้นในกรณีที่ผู้ใช้สามารถสร้างไฟล์เลียนแบบไฟล์ผลลัพธ์ที่ได้จากตัวเลือกที่ 2 หรือ 3 หรือ 4)

ทั้งนี้ จากภาพที่ 4 จะเห็นว่า การเลือกใช้ตัวเลือกที่ 5 และ ตัวเลือกที่ 6 (ซึ่งจะต้องใช้ข้อมูลไม่น้อยกว่า 2 ชุดสำหรับตัวเลือก 2 และจะต้องใช้ไฟล์ผลลัพธ์จำนวน 3 ไฟล์สำหรับตัวเลือก 6) นั้น จะใช้ไฟล์ผสมกันระหว่างไฟล์ที่เป็นผลลัพธ์จากตัวเลือกที่ 2 ตัวเลือกที่ 3 และ/หรือ ตัวเลือกที่ 4 (กล่าวคือจะเป็นผลลัพธ์จากตัวเลือกใดตัวเลือกหนึ่งทั้งหมด หรือจะเป็นผลลัพธ์จากตัวเลือกต่าง ร่วมกันก็ได้)

ตัวอย่างแนวทางการใช้โปรแกรม-1 เช่น ในการศึกษาครั้งหนึ่ง ต้องการทราบถึงสถานภาพการสืบต่อพันธุ์ตามธรรมชาติของพืชพรรณของแปลงตัวอย่างแปลงหนึ่ง โดยในการสำรวจข้อมูลภาคสนามนั้น ได้แบ่งไม้ยืนต้นออกเป็น 3 กลุ่มขนาดคือไม้ยืนต้นขนาดใหญ่ ไม้รุ่ม และกล้าไม้ โดยในการเก็บรวบรวมข้อมูลพืชพรรณนั้น ได้บันทึกต้นไม้ในแปลงย่อยขนาด 10x10 ตร.ม. สำหรับไม้ยืนต้นขนาดใหญ่ (บันทึกชนิดและขนาด Dbh) และเลือกใช้แปลงย่อยขนาด 4x4 ตร. ม. สำหรับไม้รุ่ม (บันทึก ชนิด และขนาด Dbh) และขนาดของแปลงย่อย 1x1 ตร.ม. สำหรับกล้าไม้ (บันทึกเฉพาะชนิดกับจำนวนของชนิดพันธุ์นั้นๆ)

ในกรณีข้างต้น หลังจากจัดเก็บข้อมูลตามรูปแบบที่กำหนด (รูปแบบ (2) สำหรับไม้ยืนต้นขนาดใหญ่ และไม้รุ่ม และ รูปแบบ (3) สำหรับกล้าไม้) และได้ตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลที่จะจัดเก็บ และได้จัดเก็บตามแบบที่กำหนดแล้ว มีลำดับการทำงานของโปรแกรดังนี้

(1) **ในลำดับแรก** ผู้ใช้จะต้องเลือกใช้ตัวเลือก 3 สำหรับการวิเคราะห์องค์ประกอบของพืชพรรณของไม้ยืนต้นขนาดใหญ่ พร้อมกำหนดชื่อรากของไฟล์ผลลัพธ์ (ชื่อรากของไฟล์ หมายถึงชื่อหลักที่จะใช้เป็นชื่อไฟล์ของผลลัพธ์ ทั้งไฟล์ผลลัพธ์ที่ได้นั้น มีจำนวนหลายไฟล์ ซึ่งทุกๆ ไฟล์จะมีชื่อเดียวกันตามที่กำหนด แต่จะมีนามสกุล (extension) ที่แตกต่างกัน

(2) ลำดับถัดมา เลือกใช้ตัวเลือก 3 เช่นเดียวกัน ในการวิเคราะห์องค์ประกอบของชนิดพันธุ์ของไม้รุ่ม

(3) ต่อไป ให้เลือกใช้ตัวเลือก 4 สำหรับการวิเคราะห์องค์ประกอบของชนิดพันธุ์ของกล้าไม้

จากข้อ (1)-(3) นั้น จะปรากฏไฟล์ผลลัพธ์ขึ้นจำนวนหนึ่ง ซึ่งส่วนหนึ่งสามารถนำไปใช้วิเคราะห์ต่อไปได้ ดังนี้

(4) ให้เลือกใช้ตัวเลือก 5 สำหรับการวิเคราะห์ความเหมือน/ความต่างบนพื้นฐานของมิติขององค์ประกอบของชนิดพันธุ์ โดยกำหนดจำนวนชุดข้อมูลที่ต้องการวิเคราะห์ พร้อมระบุชื่อรากของไฟล์ที่จะใช้ (ทั้งนี้ ชื่อรากของไฟล์เหล่านี้ในข้อ 1-3 จะทำหน้าที่เป็น output แต่ในขั้นตอนนี้ ไฟล์เหล่านี้ จะทำหน้าที่เป็น input หรือข้อมูลป้อนเข้า) และ ชื่อรากของไฟล์ที่จะกำหนดให้ใช้จัดเก็บผลลัพธ์จากการวิเคราะห์ที่ได้

(5) ให้เลือกใช้ตัวเลือก 6ซึ่งจะใช้สำหรับการวิเคราะห์หาจำนวนและชนิดพันธุ์ที่พบในแต่ละกลุ่มขนาด รวมถึงจำนวนและชนิดพันธุ์ที่ปรากฏร่วมกันในลักษณะต่างๆ เช่นจำนวนและชนิดพันธุ์ที่พบว่ามีเฉพาะในกลุ่มของไม้ยืนต้นขนาดใหญ่และกลุ่มไม้รุ่ม หรือจำนวนและชนิดพันธุ์ที่พบว่ามีเฉพาะในกลุ่มไม้ขนาดใหญ่เท่านั้น เป็นต้น

ตัวอย่างแนวทางการใช้โปรแกรม-2 ในกรณีที่มีแปลงตัวอย่างขนาดเดียว (เช่น 40x100 ตร.ม.) โดยแปลงตัวอย่างนั้น อยู่ติดถนน (กว้าง 40 เมตร) และลึกเข้าไปในป่าเป็นระยะทาง 100 เมตรผู้วิจัยต้องการทราบถึงความผันแปรขององค์ประกอบของชนิดพันธุ์ตามระยะห่างจากแนวถนน โดยกำหนดให้วิเคราะห์องค์ประกอบของพืชพรรณทุกๆ ระยะ 10 เมตร

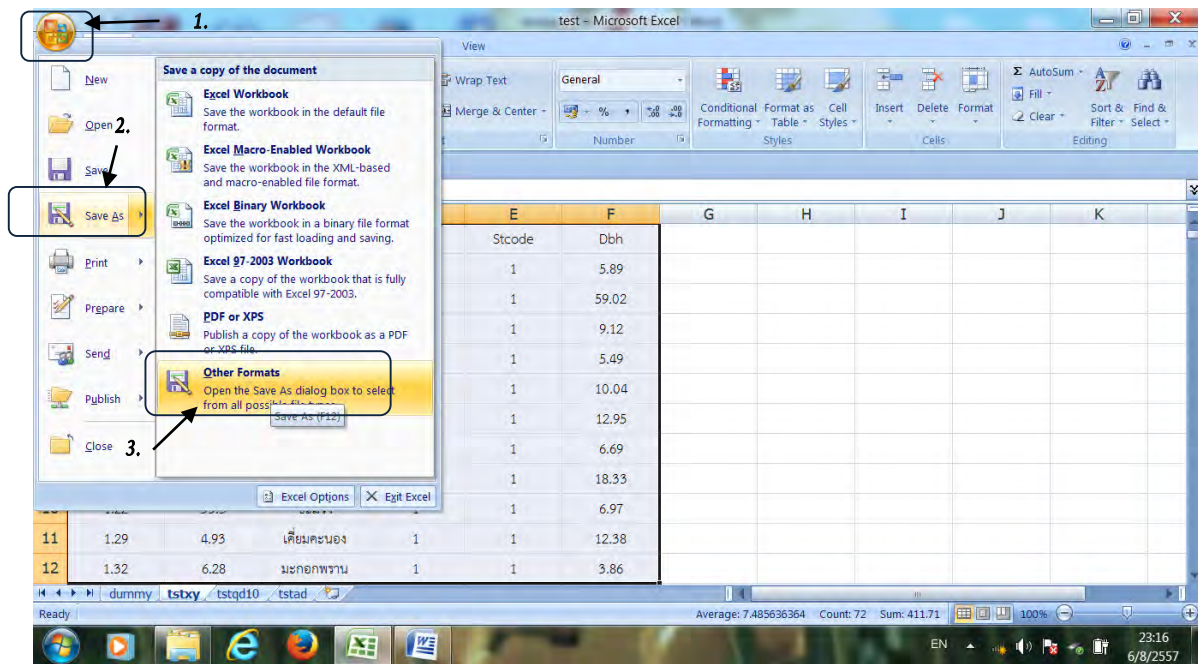
- (1) การวิเคราะห์องค์ประกอบของชนิดพันธุ์: แบ่งได้เป็นสองแบบตามวิธีการจัดเก็บข้อมูล
 - (1.1) กรณีจัดเก็บข้อมูลตามแปลงตามระยะห่างทุก 10 เมตร (เป็นแปลงตัวอย่างขนาด 40x10 ตร.ม.) จากแนวถนน=> เลือกการวิเคราะห์องค์ประกอบของชนิดพันธุ์ด้วยตัวเลือก 3 จำนวน 10 ครั้ง (10 แปลง ขนาด 40x10 ตร.ม.)
 - (1.2) กรณีจัดเก็บข้อมูลที่มีพิกัดของต้นไม้ จะต้องเลือกใช้ตัวเลือก 2 ในการแบ่งเป็นแปลงขนาด 10x40 ตร.ม. จำนวน 10 แปลง (ตามระยะห่างจากถนน) แล้วเลือกใช้ตัวเลือก 2 ในการวิเคราะห์องค์ประกอบของชนิดพันธุ์
- (2) จากการวิเคราะห์ในข้อ 1 จะได้ผลลัพธ์จำนวน 10 แปลง แล้วนำไปวิเคราะห์หาความเหมือน/ความแตกต่างระหว่าง 10 แปลงที่ได้นั้นโดยเลือกใช้ตัวเลือก 5
- (3) สำหรับตัวเลือก 6 นั้น จะใช้เฉพาะกับกรณีที่มี 3 กลุ่มขนาดเท่านั้น ทั้งนี้ ผู้วิจัยอาจจะเลือกมาจำนวน 3 แปลง และส่งให้โปรแกรมวิเคราะห์หาจำนวนและชนิดพันธุ์ของชนิดพันธุ์ของ 3 แปลงตัวอย่างดังกล่าว (ตัวอย่างเช่นเลือกใช้แปลงที่ติดกับถนน บริเวณจุดกึ่งกลางของแปลง และบริเวณท้ายของแปลงตัวอย่าง

นอกจากนี้ การเลือกใช้ตัวเลือก 2 และ 3 นั้น ผู้ใช้สามารถเลือกข้อกำหนดต่างๆ ได้เพิ่มเติม เช่นการกำหนดขนาดของต้นไม้ที่ต้องการเลือกใช้ หรือการกำหนดว่าต้องการเลือกใช้เฉพาะตัวแปรจำนวน การปกคลุม และโอกาสในการพบ หรือเลือกเฉพาะจำนวนและการปกคลุม เป็นต้น ซึ่งการกำหนดเหล่านี้ จะช่วยให้ผู้ใช้สามารถออกแบบการวิเคราะห์ข้อมูลตามวัตถุประสงค์หรือเป้าหมายที่ต้องการได้ โดยภาระงานของการวิเคราะห์คำนวณนั้นจะลดลงอย่างมาก ซึ่งผู้ใช้สามารถสังเกตได้จากเวลาที่โปรแกรมใช้ในการวิเคราะห์ที่ได้แสดงไว้เมื่อการวิเคราะห์สิ้นสุด

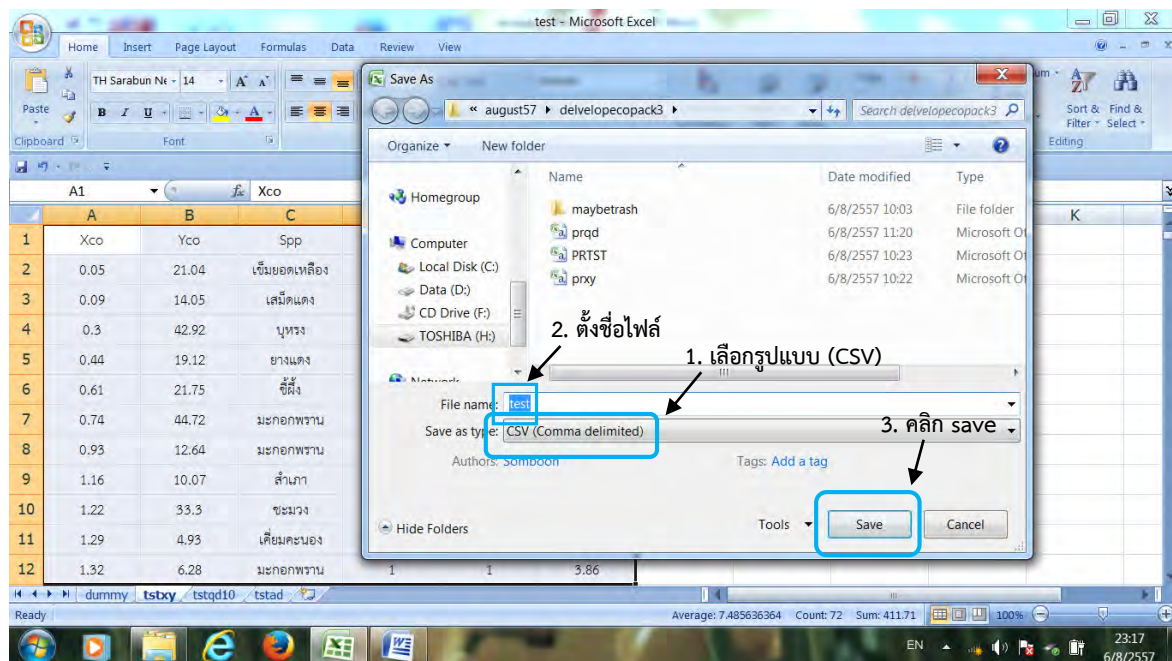
4. การจัดเก็บข้อมูลในแบบ .csv

จากรูปแบบของข้อมูลที่ระบุไว้ในข้อ 3.1 ซึ่งกำหนดให้จัดเก็บข้อมูลเป็นแบบ comma delimited (.csv) ซึ่งเราสามารถดำเนินการได้โดยใช้โปรแกรม excel ซึ่งมีลำดับขั้นตอนดังนี้

- (1) จากข้อมูลในรูป excel ให้ทำการตรวจสอบข้อมูลให้มีความถูกต้องและครบถ้วน
- (2) จัดให้มีเฉพาะคอลัมน์ตามที่กำหนดไว้ในข้อ 3.1
- (3) เลือก (Highlight) กรอบข้อมูลทั้งหมด
- (4) จัดเก็บ (บันทึก) ไฟล์ไว้ในเบื้องต้น (เพื่อป้องกันความผิดพลาด จะได้กลับไปไฟล์เดิมได้)
- (5) จากนั้น (ขณะนี้ ยังคงเลือกกรอบของข้อมูลอยู่) เลือกไฟล์ -> save as -> other format (ภาพที่ 3)
- (6) เลือก save as type (จัดเก็บแบบ) โดยเลือกแบบ CSV (comma delimited) พร้อมทั้งตั้งชื่อไฟล์ที่ต้องการ แล้วเลือก save (ภาพที่ 4)

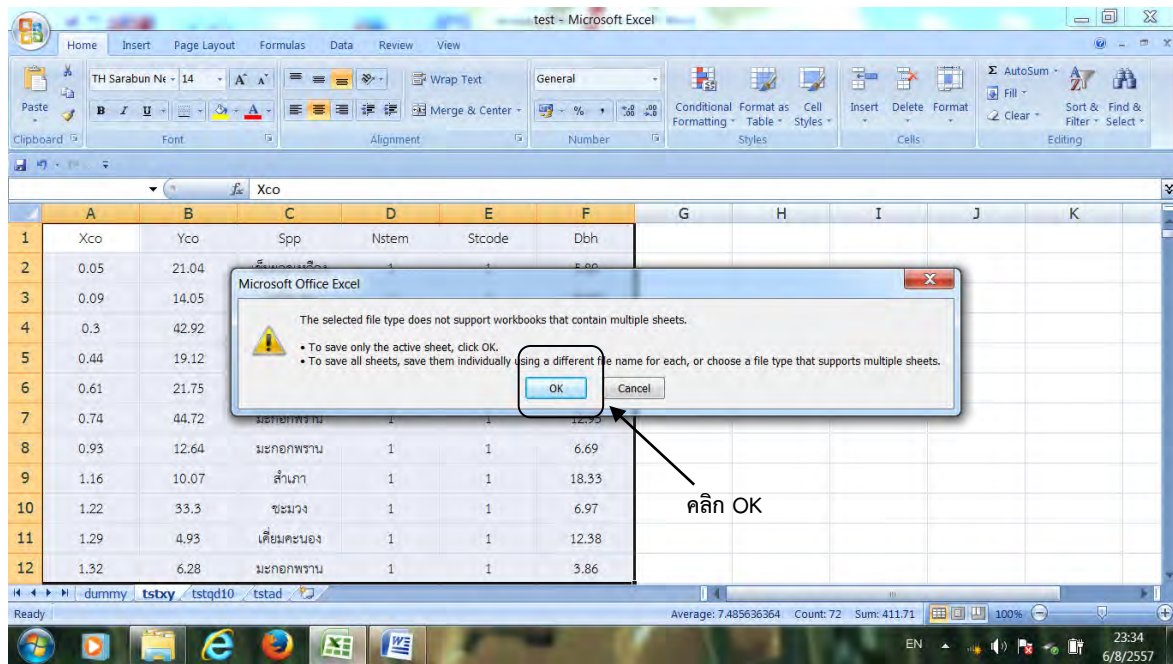


ภาพที่ 3



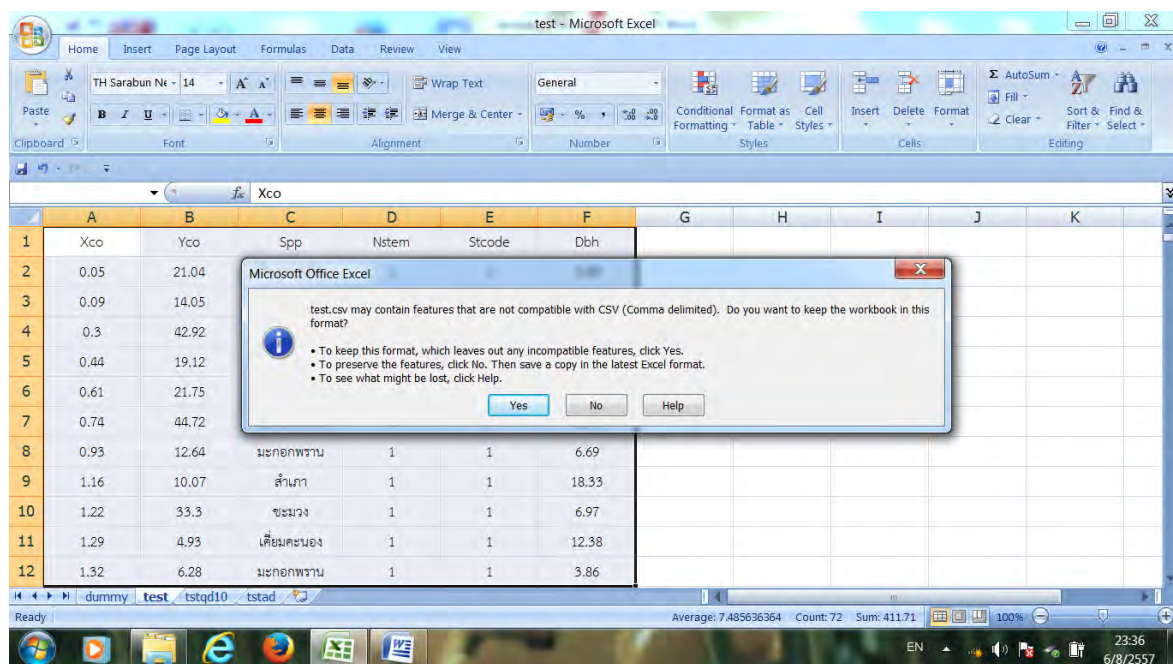
ภาพที่ 4

(7) จากนั้นคลิก ok (ภาพที่ 5)



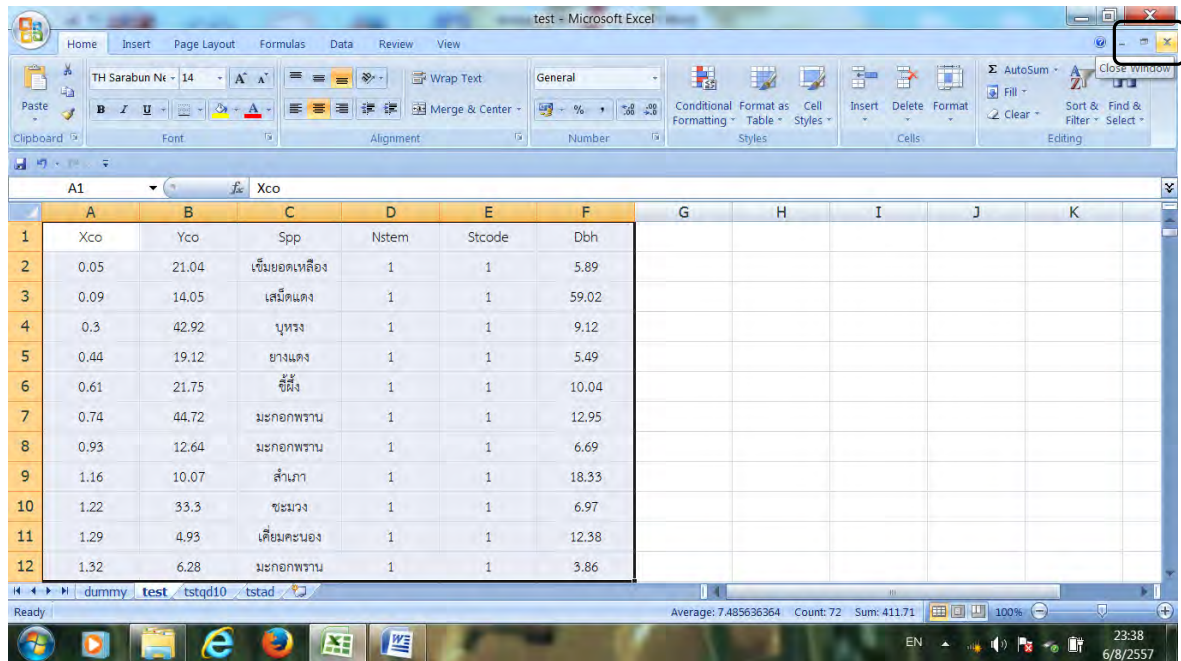
ภาพที่ 5

(8) จากนั้นคลิก Yes (ภาพที่ 6)



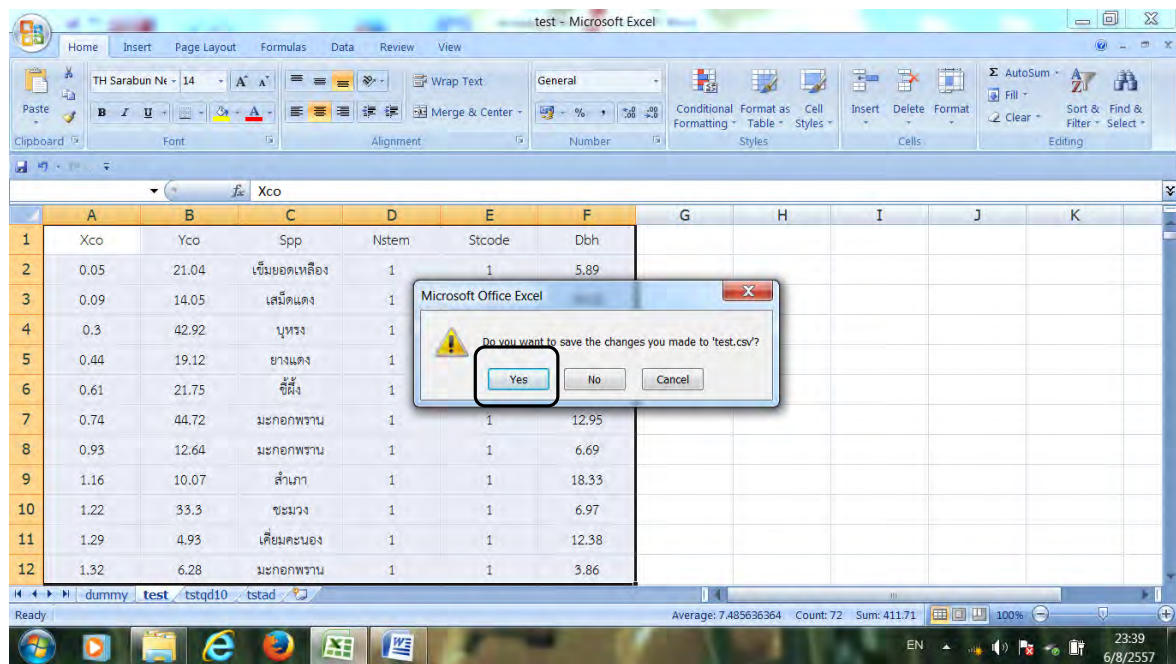
ภาพที่ 6

(9) จากนั้นคลิก X ที่มุมขวาบน (ภาพที่ 7)



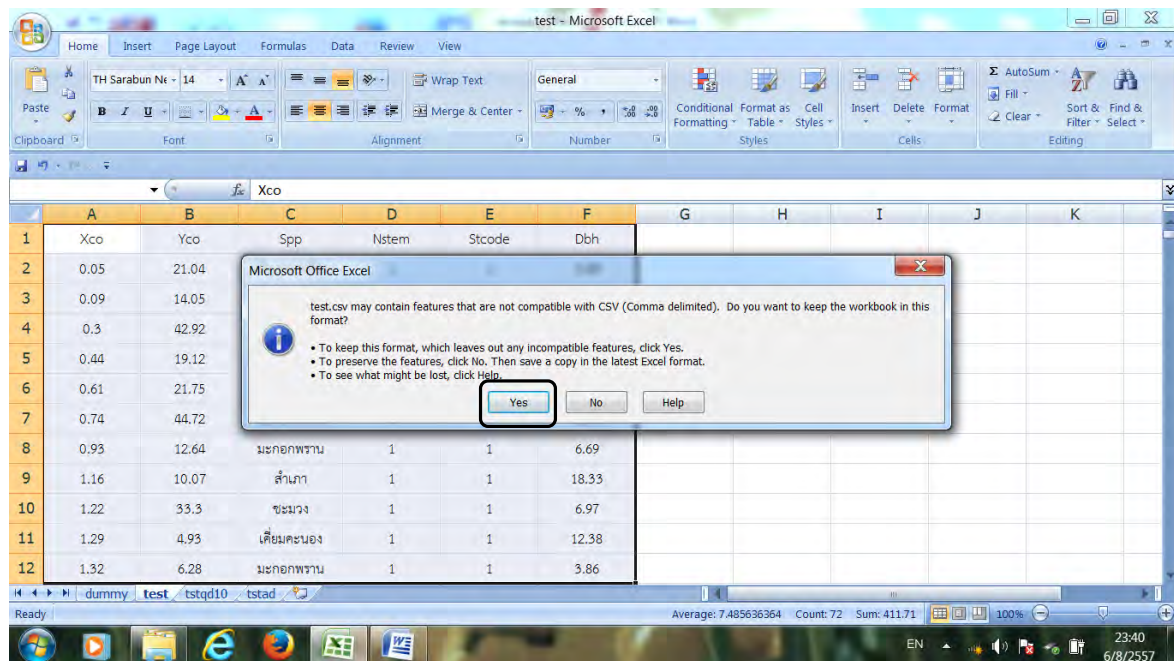
ภาพที่ 7

(10) จากนั้นคลิก Yes (ภาพที่ 8)



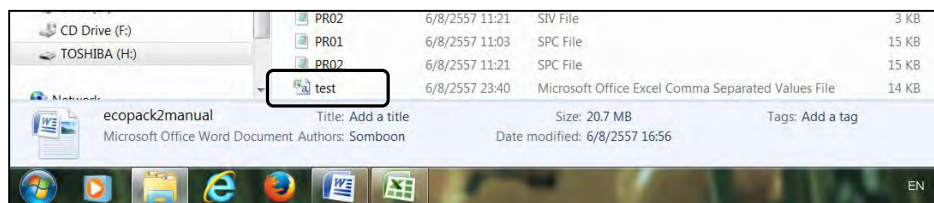
ภาพที่ 8

(11) จากนั้นคลิก Yes (ภาพที่ 9)



ภาพที่ 9

(12) เมื่อตรวจสอบ จะเห็นว่ามีไฟล์ชื่อ test (รูปแบบ Comma delimited) (ดังภาพที่ 10)



ภาพที่ 10

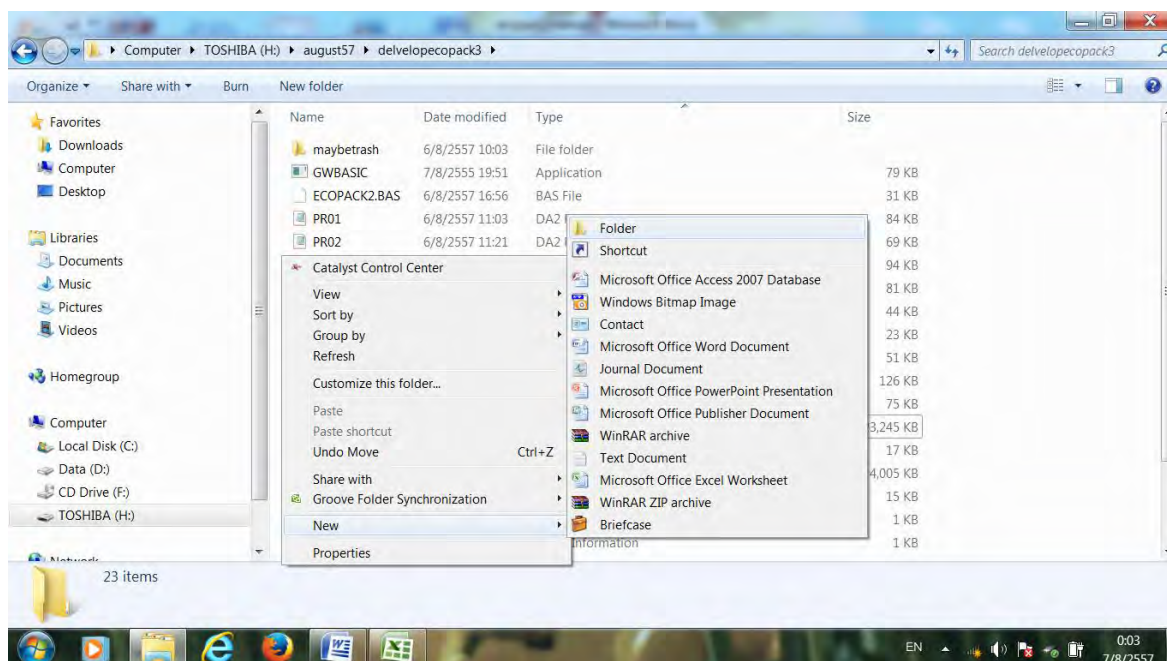
งานมอบหมาย-01 จาก worksheet ชื่อ tstxy (ในไฟล์ชื่อ test.xls) ให้จัดเก็บข้อมูลตามรูปแบบที่กำหนดในข้อ 3.1 พร้อมกับตรวจสอบและจัดจำนวนคอลัมน์ให้สอดคล้องกับรูปแบบข้อมูลที่จะใช้กับโปรแกรม ecopack2 ตามแนวทางข้างต้น กำหนดให้ใช้ชื่อไฟล์เป็น test.csv

5. การเตรียมการและการเข้าสู่โหมดการทำงานของโปรแกรม ecopack2

ในส่วนนี้จะอธิบายกระบวนการทำงานทั้งหมด ตั้งแต่การสร้างโฟลเดอร์ของการทำงาน การจัดเก็บข้อมูล ตลอดจนจนถึงการใช้/การวิเคราะห์ข้อมูลด้วยโปรแกรม ecopack2

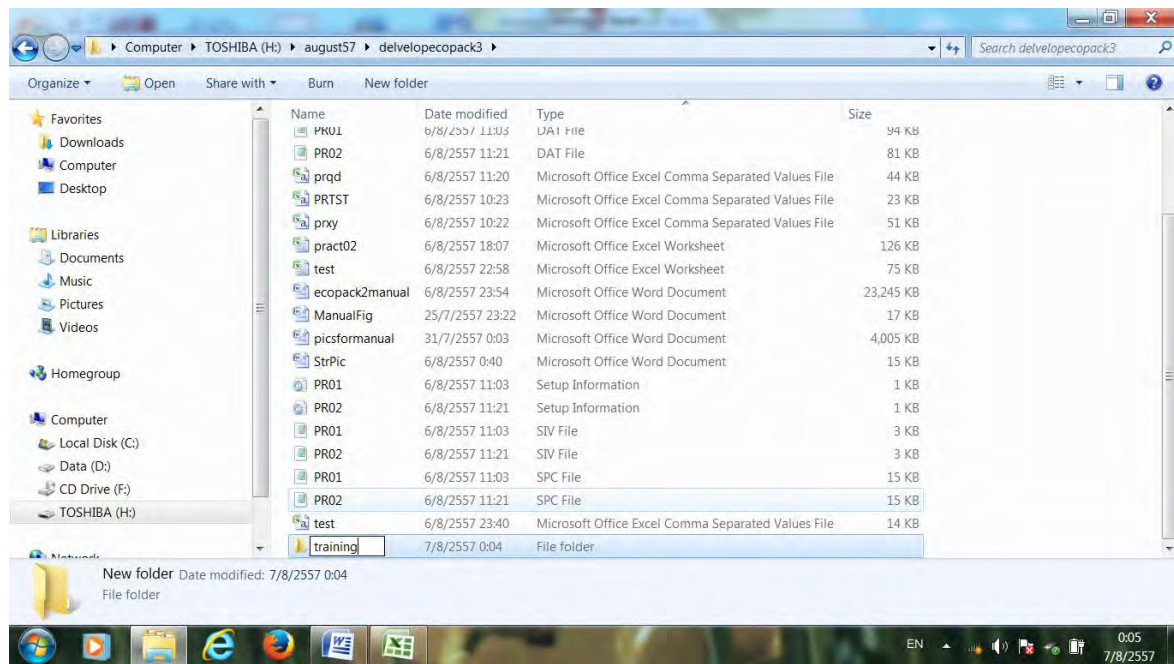
5.1 การสร้างโฟลเดอร์สำหรับการทำงาน

ในการทำงานนั้น ผู้ใช้ควรสร้างโฟลเดอร์การทำงานเฉพาะขึ้น ทั้งนี้เพื่อไม่ให้เกิดความสับสน เนื่องจากในระหว่างการทำงานนั้น จะมีไฟล์จำนวนหนึ่งถูกสร้างขึ้น โดยในการสร้างโฟลเดอร์นั้น ให้ไปที่พื้นที่ (space) ที่ต้องจัดเก็บกระบวนการทำงาน =>คลิกขวามือ เลือก New folder (ภาพที่ 11)

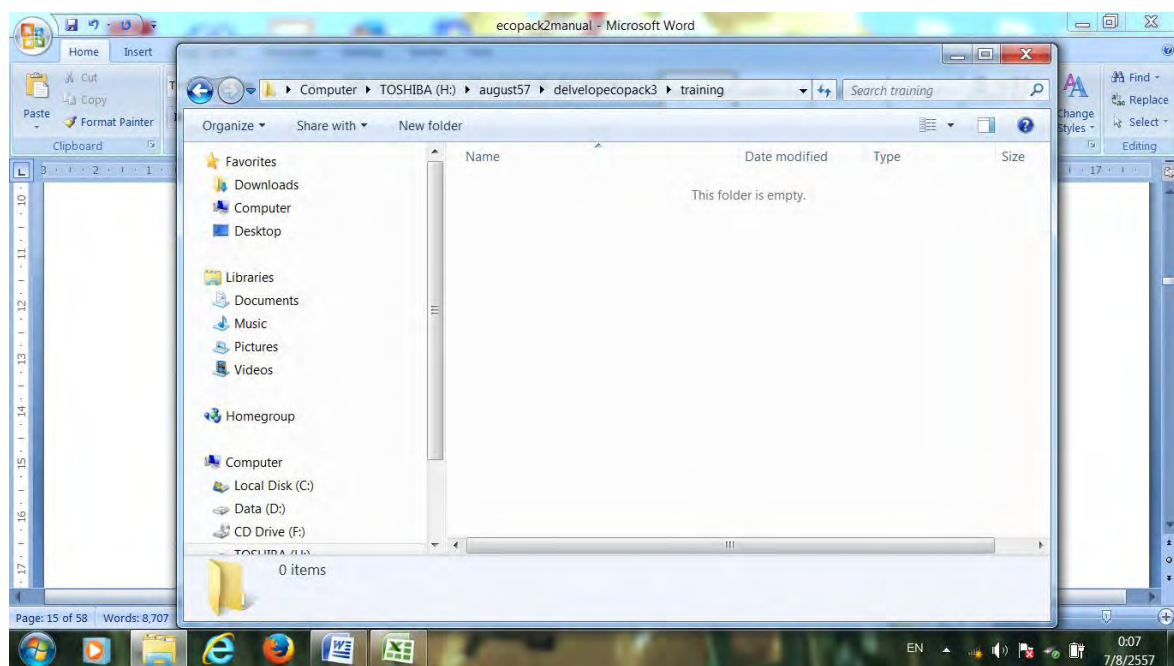


ภาพที่ 11

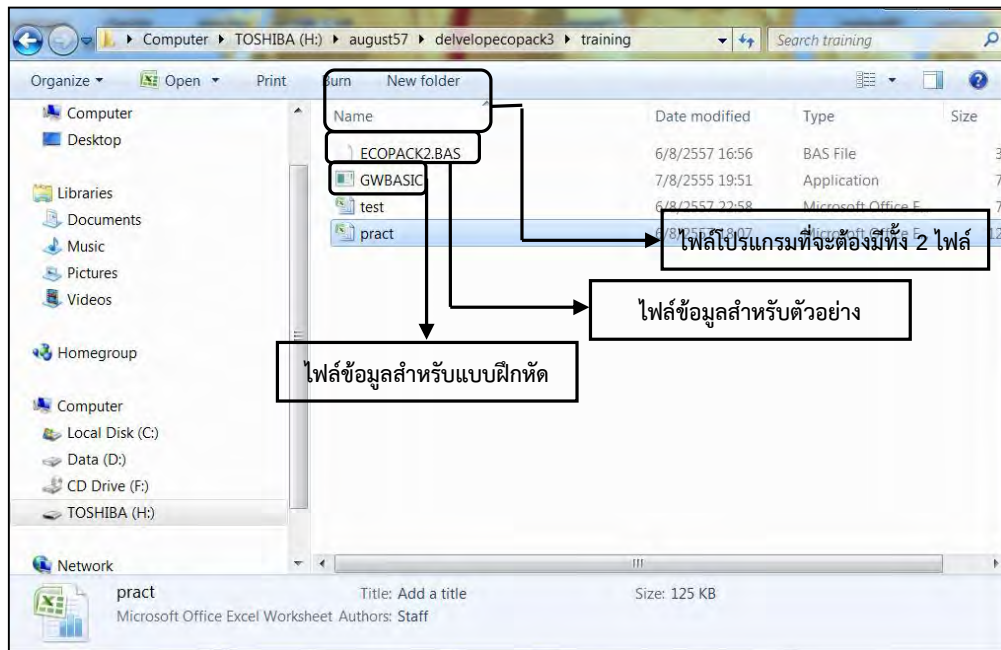
จากนั้น ตั้งชื่อโฟลเดอร์ โดย **ควรตั้งชื่อเป็นภาษาอังกฤษ** (ภาพที่ 12) แล้วคลิกเข้าไปในโฟลเดอร์ที่สร้างขึ้น (ภาพที่ 13) จากนั้นให้คัดลอกไฟล์ต่างๆ ตามที่กำหนด (ตามคู่มือนี้ กำหนดไฟล์ข้อมูลให้จำนวน 2 ไฟล์คือ test.xls & pract.xls) สำหรับไฟล์โปรแกรมนั้น เป็นไฟล์ที่**จะต้องมี**ในกรณีที่จะใช้โปรแกรม ecopack2 (ภาพที่ 14)



ภาพที่ 12



ภาพที่ 13



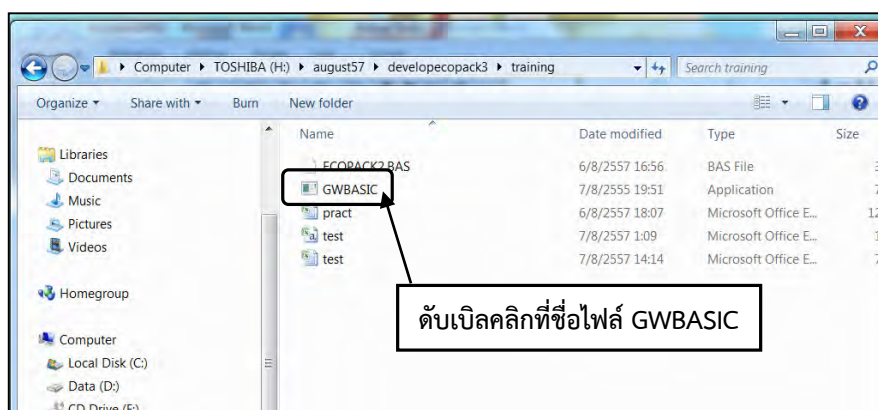
ภาพที่ 14

หมายเหตุ ในกรณีที่ใช้ DOSBox นั้น ผู้ใช้จำเป็นต้อง mount โฟลเดอร์ path ตามที่กำหนด ตัวอย่างในกรณีนี้ จะต้อง mount ดังนี้ H:\august57\delvelopecopack3\training

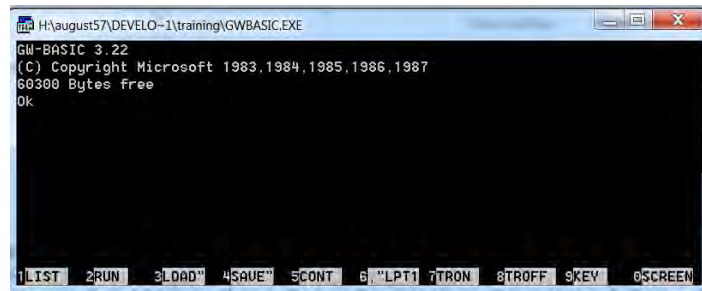
5.2 การเข้าสู่โปรแกรม gwbasic

ในการเข้าสู่โปรแกรม gwbasic นั้น ผู้ใช้สามารถเข้าสู่โปรแกรมได้ 2 ทาง ดังนี้

- (1) ในกรณีที่เครื่องคอมพิวเตอร์นั้น สามารถใช้โปรแกรม gwbasic ได้ ผู้ใช้สามารถเข้าโปรแกรม gwbasic ได้โดยการดับเบิลคลิกที่ตัว icon ของ gwbasic ดังภาพที่ 15 จากนั้น จะปรากฏหน้าต่าง gwbasic ขึ้น (ภาพที่ 16)



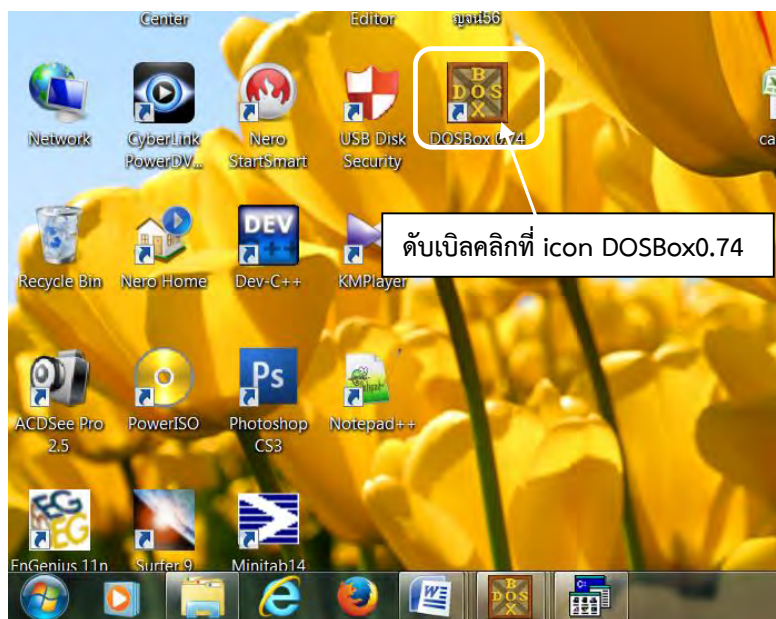
ภาพที่ 15



ภาพที่ 16

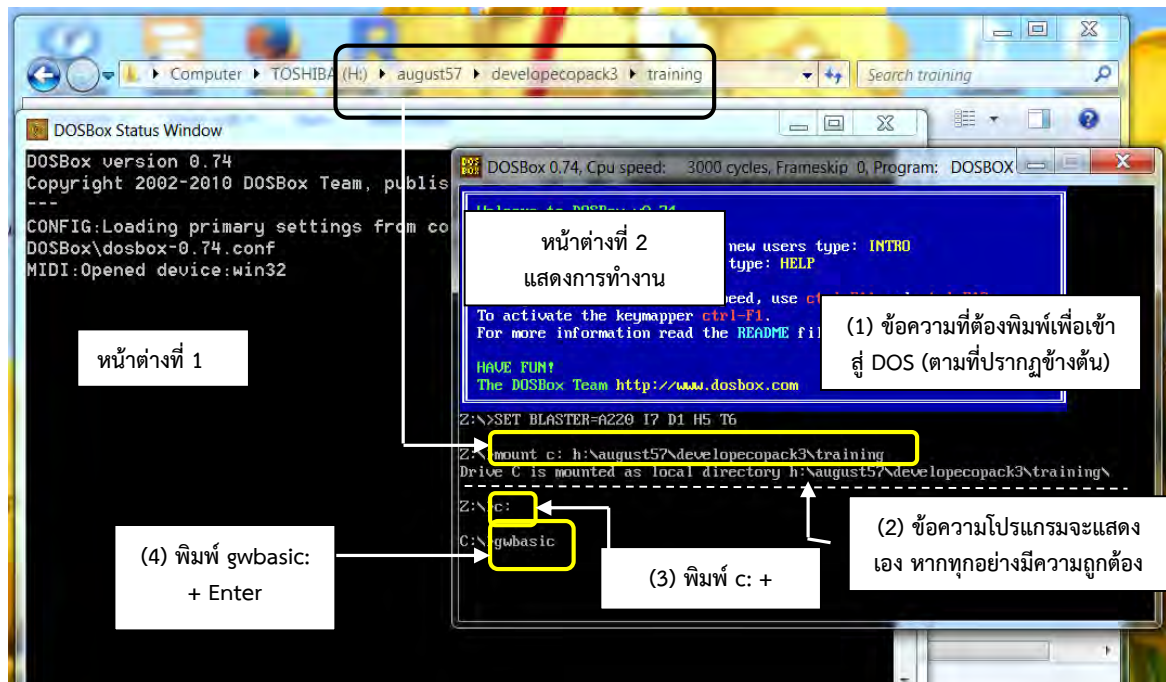
(2) ในกรณีที่เครื่องคอมพิวเตอร์นั้น ไม่สามารถใช้โปรแกรม gwbasic โดยตรงได้ ต้องใช้ทางเลือกผ่าน DOSBox (หรือผู้ใช้ต้องการใช้ต้องการใช้ DOSBox) ก่อนเข้าสู่โปรแกรม gwbasic นั้น จะต้องติดตั้ง

DOSBox ก่อน จากนั้น จึงดับเบิลคลิกที่ icon ชื่อ DOSBox (ดังภาพที่ 17) หลังจากนั้น จะปรากฏหน้าต่างขึ้นมา 2 หน้าต่าง (ภาพที่ 18) โดยหน้าที่ 2 (ตามภาพที่ 18) เป็นหน้าต่างสำหรับการทำงาน

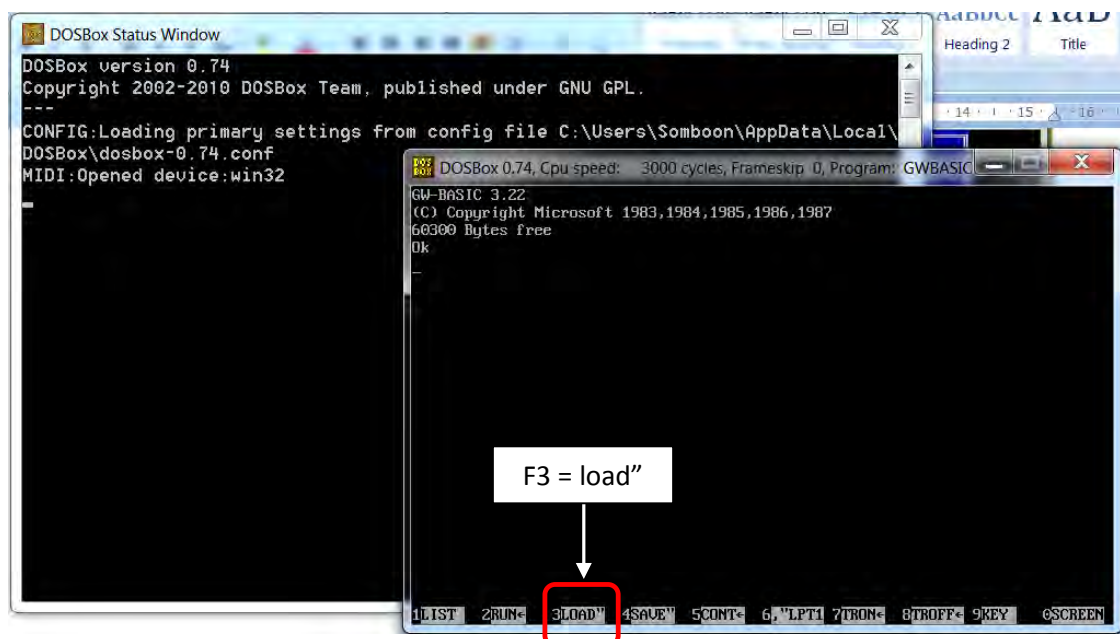


ภาพที่ 17

จากนั้น ให้พิมพ์ path ที่จะไปยังโฟลเดอร์ที่เก็บ โปรแกรม gwbasic โดยในกรณีของตัวอย่างในภาพที่ 18 นั้น ให้พิมพ์ mount c: h:\august57\developcopack3\ training + Enter (ภาพที่ 18) จากนั้น โปรแกรมจะแสดงข้อความ “Drive c: is mounted as local directory h:\august57\developcopack3\training\” (ภาพที่ 18) ==> แล้วพิมพ์ c: + Enter ==> พิมพ์ gwbasic + Enter ซึ่งจะเข้าโหมดของโปรแกรม gwbasic (ภาพที่ 19)



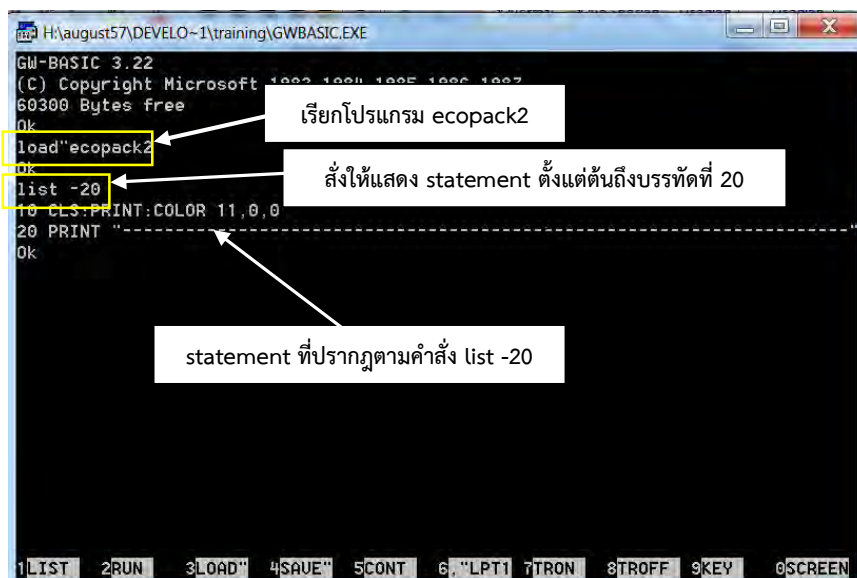
ภาพที่ 18



ภาพที่ 19

5.3 การเรียกโปรแกรม ecopack2

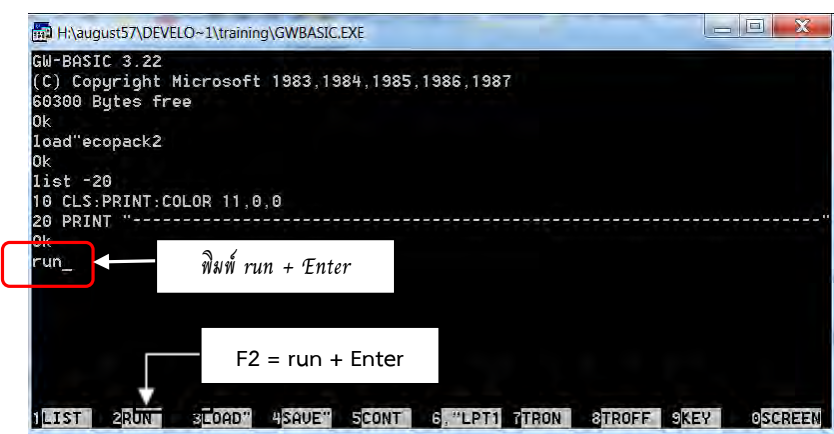
ในการเรียกโปรแกรมที่เขียนบน DOS นั้น จะใช้คำสั่ง load ในกรณีนี้ เราต้องการเรียกโปรแกรม “ecopack2” ==> พิมพ์ load “ecopack2.bas” + Enter (หรือ อาจจะพิมพ์เพียง load “ecopack2.bas” ซึ่งข้อความ [load “] นี้ สามารถแทนได้ด้วยการใช้ฟังก์ชันคีย์ F3 หลังจากนั้น โปรแกรม ecopack2 นั้น จะถูกเรียกเข้าสู่การทำงานของโปรแกรม gwbasic ในขณะนั้น (ภาพที่ 20) โดยสามารถลองเรียกดู statement ของโปรแกรม โดยใช้คำสั่ง list เช่น list -20 + Enter ซึ่งหมายถึงให้แสดง statement ตั้งแต่ต้นของโปรแกรมจนถึงบรรทัดที่ 20 เป็นต้น (ภาพที่ 20) ซึ่งหากเป็นไปตามภาพที่ 20 แล้ว แสดงว่าโปรแกรมถูกเรียกเข้ามาและพร้อมใช้งาน



ภาพที่ 20

5.4 การสั่งให้โปรแกรม ecopack2 ทำงาน

การสั่งให้โปรแกรมทำงาน ให้ใช้คำสั่ง run + Enter (หรือกดคีย์ F2 ซึ่งจะเท่ากับ run + Enter) (ภาพที่ 21) จากนั้น โปรแกรมจะเข้าสู่การทำงานของโปรแกรม ecopack2 ดังแสดงในภาพที่ 22 ==> กด Enter เข้าสู่โหมดปกติของการทำงาน (ภาพที่ 23) ซึ่งจะปรากฏตัวเลือกต่างๆ ดังที่ได้อธิบายไว้ก่อนหน้านี้



ภาพที่ 21

```

H:\august57\DEVELO~1\training\GWBASIC.EXE

-----
ECOPACK2: A compact adapted from ECOPACK belonging to DNP
By: Somboon Kiratiprayoon
Faculty of Science & Technology
Thammasat University, Thailand
-----

Adaped from: ECOPACK belonging to DNP

Aimed for : - Accomodating the New Comer in Forest Ecology
            - Enhancing basic calculations

Limitation: x Data component
            x Data Format

Sugestion:  > Consulting with the manual before using the program
            > Practicing with the given DATA set is recommended

HIT any key for furthering the process? Enter key

1LIST 2RUN 3LOAD 4SAVE 5CONT 6.LPT1 7TRON 8TROFF 9KEY 0SCREEN

```

ภาพที่ 22

```

H:\august57\DEVELO~1\training\GWBASIC.EXE

-----
Choose one of the following options
-----

1. Extracting data
2. Species composition of TREE & SAPLING by X&Y
3. Species composition of TREE & SAPLING by subplot
4. Species composition of SEEDLING
5. Similarity/Dissimilarity
6. Intersection of species
7. Fisher's Index
8. Exit the program
9. Exit the Gwbasic

Choose a number of the above ?

1LIST 2RUN 3LOAD 4SAVE 5CONT 6.LPT1 7TRON 8TROFF 9KEY 0SCREEN

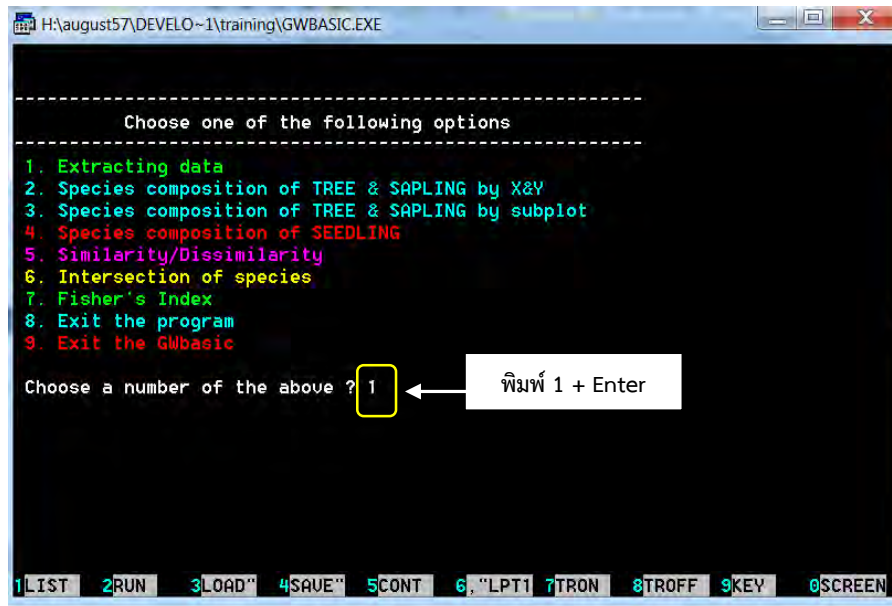
```

ภาพที่ 23

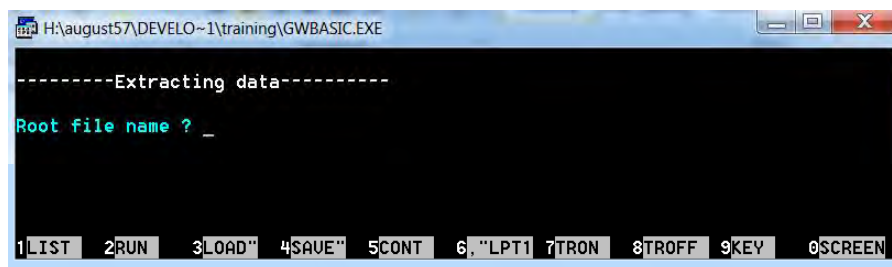
6. การทำงานในโหมดการตัด/คัดข้อมูล “Data Extracting”

โหมด Data Extracting นั้น เป็นตัด/คัดข้อมูลจากข้อมูลที่มีขนาดใหญ่ โดยในการตัด/คัดข้อมูลนั้น จะตัดเป็นรูปสี่เหลี่ยม (สี่เหลี่ยมผืนผ้าหรือสี่เหลี่ยมจัตุรัส) โดยผู้ใช้งานจะต้องกำหนดรายละเอียดต่างๆ ให้กับโปรแกรม

การทำงานในโหมดนี้ ในหน้าเมนูหลักนั้น ให้พิมพ์ 1 + Enter (ภาพที่ 24) จะปรากฏภาพที่ 25 แสดงว่า โปรแกรมพร้อมจะรับข้อมูลสำหรับการตัด/คัดข้อมูลแล้ว



ภาพที่ 24



ภาพที่ 25

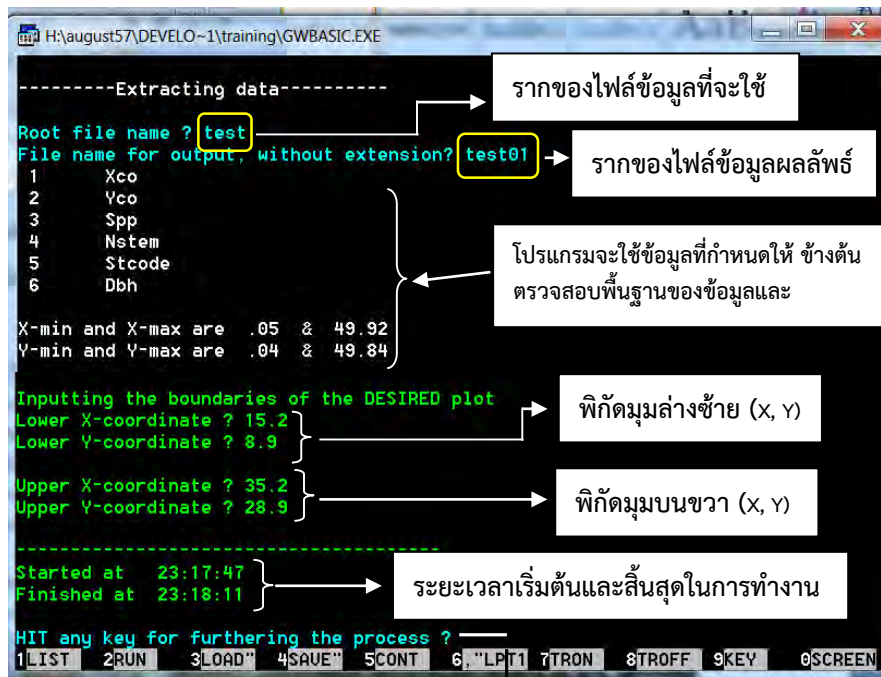
กรณีตัวอย่าง-01 จากไฟล์ข้อมูลที่สร้างขึ้นจากงานมอบหมาย-01 ซึ่งเป็นแปลงตัวอย่างขนาด 50x50 ตร.ม. ประกอบด้วย 6 คอลัมน์คือ พิกัด X, พิกัด Y, ชนิดพันธุ์, จำนวนนาง, รหัสนาง และ ค่า Dbh นั้น ต้องการตัดข้อมูลพืชพรรณจากแปลงตัวอย่างขนาด 20x20 ตร.ม. โดยให้เริ่มจากพิกัด (15.20, 8.90) กำหนดให้จัดเก็บข้อมูลที่ได้ไว้ในไฟล์ชื่อ test1.csv

การวิเคราะห์โจทย์:

- (1) รากของไฟล์ที่จะใช้เป็นฐานในการตัดข้อมูลคือ test (เนื่องจากไฟล์ข้อมูลที่ใช้คือ test.csv) ซึ่งรากของไฟล์นั้น ไม่ต้องระบุนามสกุลของไฟล์ (extension) โดยในการทำงานนั้น โปรแกรมจะกำหนดให้เอง เนื่องจากเป็นข้อกำหนดของไฟล์ข้อมูลที่จะใช้กับโปรแกรม ดังที่ได้กล่าวถึงแล้วข้างต้น
- (2) พิกัดมุมล่างซ้าย (15.20, 8.90)
- (3) พิกัดมุมบนขวา (35.20, 28.90)
- (4) รากของไฟล์สำหรับเก็บข้อมูลคือ test1 (โปรแกรมจะกำหนดนามสกุล [. csv] ของไฟล์ให้ในกระบวนการทำงานของโปรแกรม)

การทำงานของโปรแกรม:

หลังจากเลือกตัวเลข 1 (ด้วยการพิมพ์ 1 + Enter) แล้ว จะปรากฏหน้าจอในรูปแบบที่ได้แสดงไว้ในภาพที่ 25 ซึ่งโปรแกรมจะขอข้อมูลต่างๆ สำหรับการตัด/คัดข้อมูล ให้พิมพ์ข้อมูลต่างๆ ตามที่โปรแกรมกำหนด (ดังแสดงในภาพที่ 26)



ภาพที่ 26

หากต้องการทำงานต่อไปให้
กดคีย์ใดๆ (หรือ Enter)

โดยไฟล์ที่ได้นั้น จะถูกปรับพิกัดให้ใหม่ เป็นตำแหน่งของต้นไม้ในกรอบแปลงตัวอย่างขนาด (20, 20) โดยค่าพิกัดต่ำสุดที่เป็นไปได้คือไม่ต่ำกว่า (0.0) หรือ เป็นไปได้ตั้งแต่พิกัด (0, 0) และต้นไม้ที่อยู่ตำแหน่งสูงสุดที่เป็นไปได้คือน้อยกว่า (20, 20) (นับรวมต้นไม้ที่อยู่ขอบล่างและขอบซ้าย แต่ไม่รวมต้นไม้ที่อยู่ขอบบนและขอบขวา)

ตรวจสอบดูว่ามีไฟล์ผลลัพธ์หรือไม่ (test1.csv) จากนั้น ให้เปิดไฟล์ test1.csv ด้วยโปรแกรม excel (โดยคลิกขวาที่ชื่อไฟล์แล้วเลือกเปิดไฟล์ด้วยโปรแกรม excel) พร้อมทั้งตรวจสอบค่าต่างๆ ดังนี้

- ค่าต่ำสุดของพิกัด X และ Y
- ค่าสูงสุดของพิกัด X และ Y
- ค่าต่ำสุดและสูงสุดของ Dbh
- จำนวนนางที่ปรากฏในแปลงตัวอย่าง

จากนั้น ให้ปิดไฟล์ดังกล่าว โดยไม่ต้องจัดเก็บ (ไม่ต้อง save) เนื่องจากไฟล์ดังกล่าวจะใช้กับตัวอย่างต่อไป

งานมอบหมาย-02 จากไฟล์ test.csv ให้ตัด/คัดไฟล์ขนาด 40x40 ตร.ม. โดยจุดเริ่มต้นอยู่ที่ (8.92, 6.45) โดยให้เก็บข้อมูลไว้ในไฟล์ชื่อ test2.csv พร้อมตอบคำถามต่อไปนี้

- ค่าพิกัด X & Y ต่ำสุด และ สูงสุด
- ค่า Dbh ต่ำสุดและสูงสุด
- จำนวนนาง

งานมอบหมาย-03 จากข้อมูลใน worksheet ชื่อ tstqd10 ของไฟล์ test.xls ซึ่งเป็นชุดข้อมูลพืชพรรณที่บันทึกตามแปลงตัวอย่างย่อย (ไม่ได้บันทึกพิกัด X & Y ของต้นไม้) ให้จัดเรียงข้อมูลตามลำดับของแปลงย่อย และ ตามหมายเลขต้นไม้ และ ตาม ลำดับของรหัสนาง
 ⇒ ให้คัดลอกข้อมูลทั้งหมด ลงใน worksheet ใหม่ (ในไฟล์เดิม) พร้อมทั้งชื่อ worksheet เป็น tstqd10Adj

- ⇒ บันทึกไฟล์ (ทับของเดิม)
- ⇒ ให้เหลือคอลัมน์ที่จำเป็นตามรูปแบบข้อมูล (2) ข้อ 3.1 (6 คอลัมน์)
- ⇒ บันทึกไฟล์ (ทับของเดิม)
- ⇒ ให้จัดเก็บข้อมูลพืชพรรณดังกล่าวในรูปแบบ .csv โดยกำหนดให้เป็นชื่อ tstqd1.csv

งานมอบหมาย-04 (โจทย์ชวนคิด) จากข้อมูลใน worksheet ชื่อ dummy ที่กำหนดไว้ในไฟล์ test.csv ซึ่งประกอบด้วยคอลัมน์ต่างๆ จำนวน 7 คอลัมน์ คือ หมายเลขต้น/หมายเลขแปลงย่อย (ขนาด 10x10)/พิกัด X/พิกัด Y, จำนวนนาง/รหัสนาง/ขนาด Dbh ให้เลือกแปลงตัวอย่างขนาด 20x20 ตร.ม. โดยกำหนดจุดเริ่มต้นคือ (15.2, 8.90) พร้อมจัดข้อมูลพืชพรรณดังกล่าวในรูปแบบ (2) ข้อ 3.1 โดยแบ่งเป็นแปลงย่อยขนาด 5x5 ตร.ม. (ให้ทำในโปรแกรม excel) โดยใช้ชื่อไฟล์เป็น tstqd2.csv ให้ตรวจผลลัพธ์ที่ได้ โดยจะต้องมีค่าตัวเลขต่างๆ เช่นเดียวกับไฟล์ test1.csv

งานมอบหมาย-05 จากข้อมูลใน worksheet ชื่อ tstd ของไฟล์ test.xls ซึ่งเป็นชุดข้อมูลพืชพรรณประเภทกล้าไม้ (seedling) ที่บันทึกตามแปลงตัวอย่างย่อยขนาด 1x1 ตร.ม. จำนวน 25 แปลงย่อย => ให้จัดเก็บข้อมูลตามรูปแบบ (3) ข้อ 3.1 ตั้งชื่อเป็น tstd1.csv

ทบทวน-01 ณ จุดนี้ มีไฟล์ในรูปแบบ .csv จำนวน 5 ไฟล์ ดังนี้

ชื่อไฟล์	ที่มา	กลุ่มพืชพรรณ/ ขนาดพื้นที่ (ตร.ม.)	รูปแบบ
(1) test.csv	Worksheet ต้นฉบับ tstxy จาก excel	ไม้ใหญ่/50x50	ค่าพิกัด X & Y
(2) test1.csv	ตัดจาก test.csv โดยจุดเริ่มต้นจาก (15.20, 8.90)	ไม้ใหญ่/20x20	ค่าพิกัด X & Y
(3) test2.csv	ตัดจาก test.csv โดยจุดเริ่มต้นจาก (8.92, 6.45)	ไม้ใหญ่/40x40	ค่าพิกัด X & Y
(4) tstqd1.csv	Worksheet ต้นฉบับ tstqd10 จาก excel	ไม้ใหญ่/แปลงย่อยขนาด 10x10 จำนวน 25 แปลงย่อย	ข้อมูลแบ่ง เป็นแปลงย่อย
(5) tstqd2.csv	คัดลอกจาก Worksheet ต้นฉบับ dummy	ไม้ใหญ่/แปลงขนาด 20x20 พิกัดเริ่มต้นจาก (15.20, 8.90) แบ่งเป็นแปลงย่อย 5x5	ข้อมูลแบ่ง เป็นแปลงย่อย
(6) tstsd1.csv	จาก worksheet ต้นฉบับชื่อ tstsd ในรูปแบบ excel	กล้าไม้ ใช้แปลงย่อยขนาด 1x1 จำนวน 25 แปลงย่อย	ข้อมูลกล้าไม้ แบ่งเป็นแปลงย่อย

จากตารางสรุปข้างต้น สามารถกำหนดตัวเลือกของโปรแกรมในการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

- ข้อมูล test.csv, test1.csv, test2.csv ใช้ตัวเลือก 2 เนื่องจากเป็นไม้ใหญ่ มีค่า Dbh และเก็บข้อมูลค่าพิกัด
- ข้อมูล tstqd1.csv และ tstqd2.csv ใช้ตัวเลือก 3 เนื่องจากเป็นไม้ใหญ่ มีค่า Dbh และเก็บข้อมูลแบบแบ่งเป็นแปลงย่อย
- ข้อมูล tstsd1.csv ใช้ตัวเลือก 4 เนื่องจากเป็นกลุ่มกล้าไม้ การจัดเก็บข้อมูลแบ่งเป็นแปลงย่อยและบันทึกเฉพาะชนิดพันธุ์และจำนวนของชนิดพันธุ์นั้นๆ ในแต่ละแปลงย่อย

7. การทำงานในโหมดการวิเคราะห์องค์ประกอบของชนิดพันธุ์ (ตัวเลือก 2 3 และ 4)

โหมดการวิเคราะห์องค์ประกอบของชนิดพันธุ์นั้น มีความหลากหลายและแตกต่างกัน ทั้งในเรื่องของรูปแบบของข้อมูลที่จัดเก็บและรวมถึงข้อกำหนดต่างๆ ในการวิเคราะห์ และเพื่อให้เกิดความเข้าใจ การบรรยายในส่วนจะใช้เป็น “กรณีตัวอย่าง” ซึ่งเป็นลักษณะของโจทย์โดยมีข้อกำหนดต่างๆ ซึ่งจะนำไปสู่การเลือกโหมดการวิเคราะห์ และข้อมูลที่จะต้องกำหนดให้กับโปรแกรม โดยจะควบคู่กันไประหว่างตัวอย่างซึ่งจะแสดงรายละเอียดทั้งหมดเพื่อให้เกิดความเข้าใจ และแบบฝึกหัดเพื่อตรวจสอบความเข้าใจในกระบวนการการวิเคราะห์

กรณีตัวอย่าง-02 จากข้อมูลพืชพรรณไฟล์ test.csv ที่ได้จากแปลงตัวอย่างขนาด 50x50 ตร.ม. ซึ่งบันทึกค่าพิกัด X & Y ชนิดพันธุ์ จำนวนนาง รหัสนาง และขนาด Dbh ของต้นไม้แต่ละต้นที่มีขนาดตั้งแต่ 1.00 ซม. ขึ้นไป โดยต้องการทราบถึงองค์ประกอบของพืชพรรณ 4 กลุ่มขนาด Dbh คือ

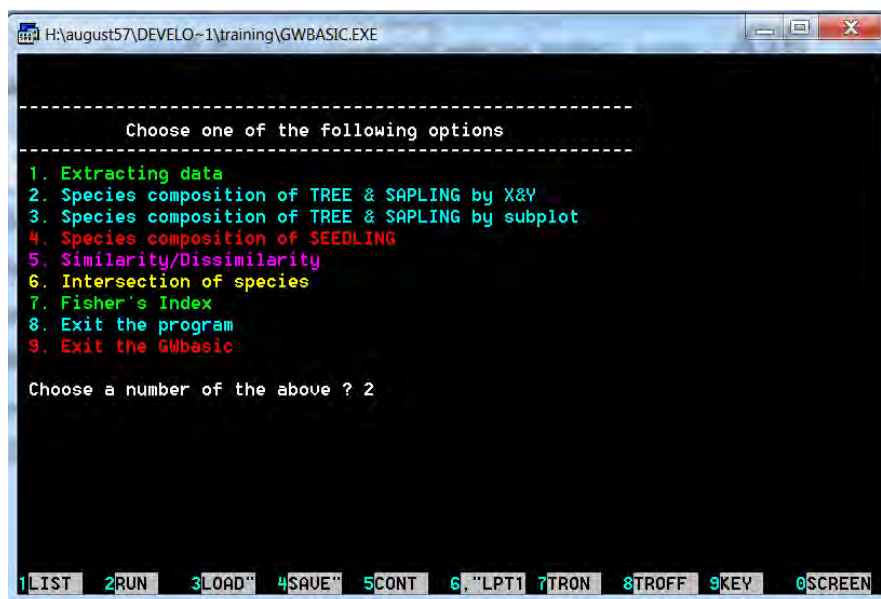
- (1) จากต้นไม้ทุกต้น => เก็บผลลัพธ์ไว้ในไฟล์ test00
- (2) จากต้นไม้ที่มีขนาด Dbh < 4.50 ซม. => เก็บผลลัพธ์ไว้ในไฟล์ test01
- (3) จากต้นไม้ที่มีค่า $4.50 \leq \text{Dbh} < 20.00$ => เก็บผลลัพธ์ไว้ในไฟล์ test02 และ
- (4) จากต้นไม้ที่มีค่า $\text{Dbh} \geq 20.00$ ซม. => เก็บผลลัพธ์ไว้ในไฟล์ test03

โดยกำหนดให้ใช้ตัวแปรของจำนวน การปกคลุม และโอกาสในการพบ และแบ่งเป็นแปลงย่อยขนาด 10x10 ตร.ม.

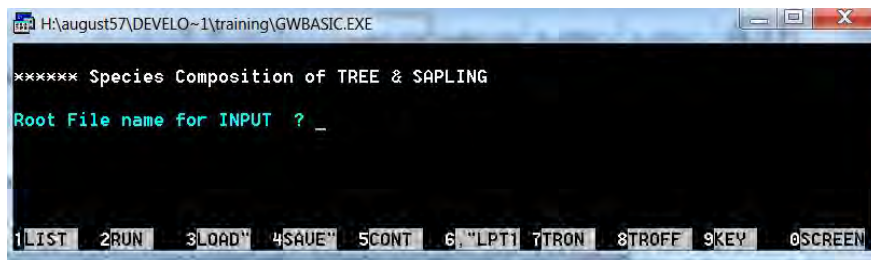
จากรายละเอียดที่กำหนดให้ข้างต้น จะเห็นว่าลักษณะของข้อมูลและความต้องการในการวิเคราะห์ (องค์ประกอบของชนิดพันธุ์) นั้น จะต้องใช้ตัวเลือกที่ 2 ซึ่งจะต้องวิเคราะห์ทั้งหมด 4 ครั้ง และจัดเก็บข้อมูลในไฟล์ test00 test01 test02 และ test03 ตามลำดับ

กรณีที่ 1: จากต้นไม้ทุกต้น ใช้ 3 ตัวแปร แบ่งแปลงย่อยเป็นขนาด 10x10 ตร.ม. => เก็บผลลัพธ์ไว้ในไฟล์ test00 และใช้ 3 ตัวแปร

โดยที่หน้าเมนูหลัก ให้พิมพ์ 2 + Enter (ภาพที่ 27) หน้าต่างจะเปลี่ยนไปเป็นภาพที่ 28 จากนั้น โปรแกรมจะขอข้อมูลต่างๆ ให้พิมพ์ตามข้อจำกัดต่างๆ โดยในการกรอกข้อมูลแต่ละครั้งนั้น เมื่อพิมพ์ข้อมูลตามที่กำหนดแล้ว ให้กด Enter เพื่อเข้าสู่การทำงานในขั้นตอนต่อไป (ดังภาพที่ 29)



ภาพที่ 27

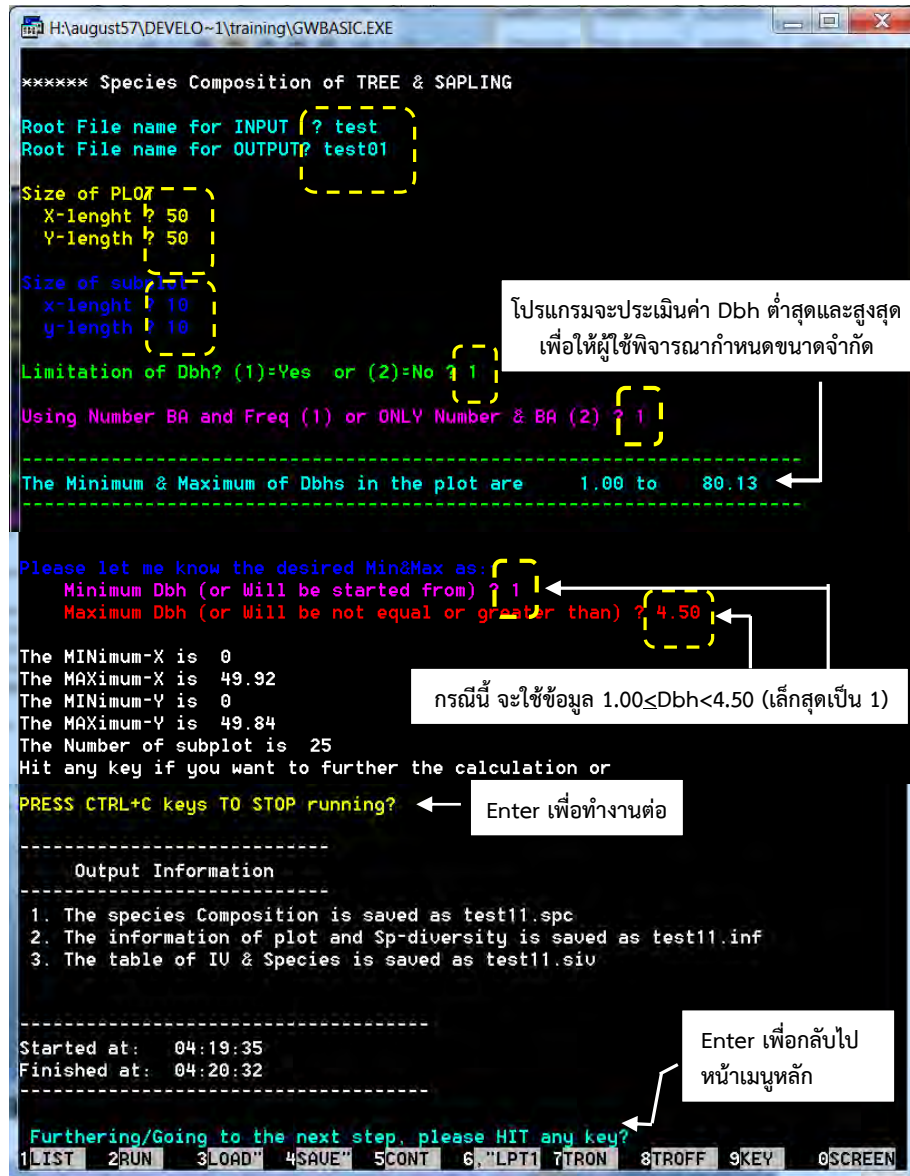


ภาพที่ 28



ภาพที่ 29

กรณีที่ 2: จากต้นไม้ที่มีขนาด $Dbh < 4.50$ ซม. ใช้ 3 ตัวแปร แบ่งแปลงย่อยเป็น 10×10 ตร.ม. และให้เก็บผลลัพธ์ไว้ในไฟล์ test01
 ที่หน้าจอหลัก ให้พิมพ์ 2 + Enter ให้ข้อมูลกับโปรแกรมตามที่โปรแกรมระบุตามภาพที่ 30



ภาพที่ 30

กรณีที่ 3: จากต้นไม้ที่มีขนาด $4.50 \leq Dbh < 20.00$ ซม. ใช้ 3 ตัวแปร แบ่งแปลงย่อยเป็น 10×10 ตร.ม. และให้เก็บผลลัพธ์ไว้ในไฟล์ test02
 ที่หน้าจอหลัก ให้พิมพ์ 2 + Enter ให้ข้อมูลกับโปรแกรมตามที่ระบุ (ภาพที่ 31)

```

H:\august57\DEVELO-1\training\GWBASIC.EXE

***** Species Composition of TREE & SAPLING

Root File name for INPUT test
Root File name for OUTPUT? test02

Size of PLOT
X-length ? 50
Y-length ? 50

Size of subplot
x-length ? 10
y-length ? 10

Limitation of Dbh? (1)=Yes or (2)=No ? 1

Using Number BA and Freq (1) or ONLY Number & BA (2) ? 1

-----
The Minimum & Maximum of Dbhs in the plot are 1.00 to 80.13
-----

Please let me know the desired Min&Max as:
Minimum Dbh (or Will be started from) ? 4.5
Maximum Dbh (or Will be not equal or greater than) ? 20

The MINimum-X is 0
The MAXimum-X is 49.92
The MINimum-Y is 0
The MAXimum-Y is 49.84
The Number of subplot is 25
Hit any key if you want to further the calculation or

PRESS CTRL+C keys TO STOP running? ← Enter เพื่อทำงานต่อ

-----
Output Information
-----
1. The species Composition is saved as test12.spc
2. The information of plot and Sp-diversity is saved as test12.inf
3. The table of IU & Species is saved as test12.siv

-----
Started at: 10:32:48
Finished at: 10:33:13
-----

Furthering/Going to the next step, please HIT any key? ← Enter เพื่อกลับไป หน้าเมนูหลัก

1LIST 2RUN 3LOAD 4SAVE 5CONT 6LPT1 7TRON 8TROFF 9KEY 0SCREEN

```

ภาพที่ 31

กรณีที่ 4: จากต้นไม้ที่มีขนาด Dbh ≥ 20.00 ซม. ใช้ 3 ตัวแปร แบ่งแปลงย่อยเป็น 10x10 ตร.ม. และให้เก็บผลลัพธ์ไว้ในไฟล์ test03

ที่หน้าเมนูหลัก ให้พิมพ์ 2 + Enter ให้ข้อมูลกับโปรแกรมตามที่โปรแกรมระบุตามภาพที่ 32

```

H:\august57\DEVELO~1\training\GWBASIC.EXE

***** Species Composition of TREE & SApLING

Root File name for INPUT ? test
Root File name for OUTPUT? test03

Size of PLOT
X-length ? 50
Y-length ? 50

Size of subplot
x-length ? 10
y-length ? 10

Limitation of Dbh? (1)=Yes or (2)=No ? 1

Using Number BA and Freq (1) or ONLY Number & BA (2) ? 1

-----
The Minimum & Maximum of Dbhs in the plot are 1.00 to 80.13
-----

Please let me know the desired Min&Max as:-
Minimum Dbh (or Will be started from) ? 20
Maximum Dbh (or Will be not equal or greater than) ? 80.20

The MINimum-X is 0
The MAXimum-X is 49.92
The MINimum-Y is 0
The MAXimum-Y is 49.84
The Number of subplot is 25
Hit any key if you want to further the calculation or

The MINimum-X is 0
The MAXimum-X is 49.92
The MINimum-Y is 0
The MAXimum-Y is 49.84
The Number of subplot is 25
Hit any key if you want to further the calculation or

PRESS CTRL+C keys TO STOP running? Enter เพื่อทำงานต่อ

-----
Output Information
-----
1. The species Composition is saved as test13.spc
2. The information of plot and Sp-diversity is saved as test13.inf
3. The table of IU & Species is saved as test13.siv

-----
Started at: 10:42:50
Finished at: 10:43:31
-----

Furthering/Going to the next step, please HIT any key? Enter เพื่อกลับไปหน้าเมนูหลัก

1LIST 2RUN 3LOAD 4SAVE 5CONT 6,"LPT1 7TRON 8TROFF 9KEY 0SCREEN

```

ภาพที่ 32

งานมอบหมาย-06 จากข้อมูลพืชพรรณ test1.csv ซึ่งเป็นข้อมูลของพืชพรรณจากแปลงตัวอย่างขนาด 20x20 ตร.ม. จัดเก็บแบบมีค่าพิกัด (X & Y) ของต้นไม้แต่ละต้น โดยมีขนาด Dbh ตั้งแต่ 1.00 ซม. ขึ้นไป ให้วิเคราะห์องค์ประกอบของชนิดพันธุ์ โดยกำหนดให้

- (1) ใช้การแบ่งแปลงย่อยเป็นขนาด 10x10 ตร.ม. ใช้ต้นไม้ทุกต้นที่ปรากฏในแปลงตัวอย่าง โดยใช้ตัวแปรของจำนวน การปกคลุม และโอกาสในการพบ โดยให้เก็บผลลัพธ์ที่ได้ไว้ในรากของไฟล์ชื่อ test10

- (2) ใช้การแบ่งแปลงย่อยเป็นขนาด 10x10 ตร.ม. เฉพาะต้นไม้ที่มีขนาด Dbh ตั้งแต่ 4.5 ซม. ขึ้นไป โดยใช้ตัวแปรของจำนวน การปกคลุม และโอกาสในการพบ โดยให้เก็บผลลัพธ์ที่ได้ไว้ในรากของไฟล์ชื่อ test11
- (3) ข้อกำหนดเช่นเดียวกับ (2) ยกเว้นขนาดของแปลงย่อยเป็น 5x5 ตร.ม. และให้จัดเก็บผลลัพธ์ที่ได้ไว้ในรากของไฟล์ชื่อ test12

งานมอบหมาย-07 จากข้อมูลพืชพรรณ test2.csv ซึ่งเป็นข้อมูลของพืชพรรณจากแปลงตัวอย่างขนาด 40x40 ตร.ม. จัดเก็บแบบมีค่าพิกัด (X & Y) ของต้นไม้แต่ละต้น โดยมีขนาด Dbh ตั้งแต่ 1.00 ซม. ขึ้นไป ให้วิเคราะห์องค์ประกอบของชนิดพันธุ์ โดยกำหนดให้

- (1) ใช้การแบ่งแปลงย่อยเป็นขนาด 10x10 ตร.ม. ใช้ต้นไม้ทุกต้นที่ปรากฏในแปลงตัวอย่าง โดยใช้ตัวแปรของจำนวน การปกคลุม และโอกาสในการพบ โดยให้เก็บผลลัพธ์ที่ได้ไว้ในรากของไฟล์ชื่อ test20
- (2) ใช้การแบ่งแปลงย่อยเป็นขนาด 10x10 ตร.ม. ใช้ต้นไม้ทุกต้นที่ปรากฏในแปลงตัวอย่าง โดยใช้ตัวแปรของจำนวน และการปกคลุม โดยให้เก็บผลลัพธ์ที่ได้ไว้ในรากของไฟล์ชื่อ test21

บททวน:-

(1) จากตัวอย่างการวิเคราะห์ข้างต้น จะเห็นว่า การใช้โปรแกรม ecopack2 ในการวิเคราะห์องค์ประกอบของชนิดพันธุ์นั้น ค่อนข้างรวดเร็ว บางการวิเคราะห์ใช้เวลาเพียงไม่ถึงครึ่งนาที หรือกรณีการตัดข้อมูลนั้น จะใช้เวลาที่สั้นมาก ซึ่งถือเป็นการลดภาระงานของการคำนวณอย่างมาก

(2) แต่อย่างไรก็ตาม จะเห็นว่า การใช้เวลาในการวิเคราะห์ที่น้อยมากดังที่ได้กล่าวมาแล้วนั้น เป็นผลมาจากไฟล์ข้อมูลที่มีความถูกต้อง ซึ่งการตรวจสอบความถูกต้องนั้น เป็นสิ่งจำเป็นมาก ทั้งนี้ ในตัวโปรแกรมนั้น ได้กำหนดให้มีการตรวจสอบความผิดพลาดบางอย่าง เช่น กรณีที่ระบุว่าเป็นต้นไม้ต้นเดียวกัน (มีหลายนาง) แต่โปรแกรมอาจจะตรวจพบว่า มีการระบุ “ชนิดพันธุ์” ที่ต่างกัน แต่อย่างไรก็ตาม ความถี่ถ้วนของการตรวจสอบความผิดพลาดนั้น อาจจะไม่ครอบคลุมความผิดพลาดทั้งหมด ที่มี “โอกาส” จะเกิดขึ้น ดังนั้น การมีข้อมูลพืชพรรณฐานของการคำนวณที่ “ถูกต้อง” นั้น จึงถือเป็นสิ่งจำเป็นและสำคัญเป็นอย่างยิ่ง เนื่องจากโปรแกรมนี้นี้ถูกจัดทำขึ้นเพื่อการคำนวณตามที่กำหนด ถ้าหากข้อมูลที่ “ผิดพลาด” นั้น ผ่านเกณฑ์การตรวจสอบของโปรแกรมในเบื้องต้นแล้ว โปรแกรมจะทำงานให้ ถึงแม้ว่าในความเป็นจริงจะมีความผิดพลาดบางอย่าง ก็ตาม

(3) ความผิดพลาดหนึ่งที่พบเห็นเสมอๆ คือ การพิมพ์หรือสะกด “ชื่อชนิดพันธุ์” ที่แตกต่างกัน โปรแกรมจะไม่ตรวจในส่วนนี้ และจะถือว่า “ชื่อชนิดพันธุ์” ที่พิมพ์ต่างกัน คือ “ต่างชนิดพันธุ์” กัน

(4) จากกรณีศึกษาข้างต้น จะเห็นว่า ด้วยความรวดเร็วของการวิเคราะห์ที่ช่วยลดภาระงานของการคำนวณ/ประมวลผลดังที่ได้กล่าวมาแล้ว ผู้ใช้สามารถสร้าง “ข้อกำหนด” ต่างๆ เพื่อให้สามารถตอบสนองต่อวัตถุประสงค์ของการศึกษานั้นๆ ได้ เมื่อข้อกำหนดมีมากขึ้น ความซับซ้อนจะมีมากขึ้นตามไปด้วย ดังนั้น การสร้าง “ระบบ” ของผลลัพธ์ (หรืออื่นๆ) นั้น จะช่วยลด “ความสับสน” ที่เกิดจากความซับซ้อนดังกล่าว เช่น ในกรณีศึกษาต่างๆ และกรณีของงานมอบหมายที่ได้กล่าวถึงข้างต้นนั้น ได้กำหนดให้ชื่อไฟล์ของไฟล์ข้อมูล (input) เป็นฐานของชื่อไฟล์ผลลัพธ์ ตัวอย่างเช่น ในกรณีตัวอย่าง-01 ใช้ไฟล์ข้อมูล test.csv ดังนั้น ชื่อไฟล์ผลลัพธ์จะขึ้นต้นด้วย test.. และ ทุกๆ ชื่อไฟล์ที่ตามด้วย 00 (เช่น test00) เป็นองค์ประกอบของชนิดพันธุ์พื้นฐานที่ไม่กำหนดเงื่อนไขใดๆ

การตั้งชื่อไฟล์ผลลัพธ์ให้มีความสอดคล้องกับข้อกำหนดนั้น เป็นสิ่งที่ดี แต่ชื่อไฟล์จากการวิเคราะห์ด้วยโปรแกรม gwbasic นั้น มีได้ไม่เกิน 8 ตัวอักษร ซึ่งอาจจะเป็นตัวอักษรหรือตัวเลขก็ได้) และจะต้องขึ้นต้นด้วยตัวอักษรเท่านั้น ด้วยข้อกำหนดดังกล่าว จึงต้องจัดระบบการตั้งชื่อไฟล์ ทั้งที่เป็นไฟล์ข้อมูลและไฟล์ผลลัพธ์ให้มีประสิทธิภาพและสามารถสื่อถึงข้อกำหนดในการวิเคราะห์ด้วย

(5) การมีสมุดคู่มือเพื่อจดบันทึกสำหรับการศึกษาหนึ่งๆ นั้น เป็นสิ่งที่จะแนะนำ เพื่อใช้จดบันทึกสิ่งต่างๆ เพื่อประโยชน์ที่อาจจะเกิดขึ้นในอนาคต

กรณีตัวอย่าง-03 (การเลือกใช้ตัวเลือก 3) จากไฟล์ข้อมูล tstqd1.csv ที่สร้างขึ้นข้างต้น จากการจัดเก็บข้อมูลพืชพรรณที่มีการแบ่งเป็นแปลงย่อย ขนาด 10x10 ตร.ม. จำนวน 25 แปลงย่อย ให้วิเคราะห์องค์ประกอบของพืชพรรณจากข้อมูลดังกล่าว โดยใช้ข้อมูลของต้นไม้ที่มีขนาด Dbh ตั้งแต่ 4.5 ขึ้นไป ใช้ตัวแปรจำนวน การปกคลุม และโอกาสในการพบ โดยให้เก็บผลลัพธ์ที่ได้ในรากไฟล์ชื่อ tstqd11

จากข้อกำหนดข้างต้น ให้ตรวจสอบไฟล์ข้อมูล tstqd1.csv ว่ามีรูปแบบตามที่กำหนดหรือไม่ (จำนวน 6 คอลัมน์ บันทึกเป็นรูปแบบ .csv) => เข้าสู่หน้าเมนูหลัก => เลือกตัวเลือก 3 => ให้ข้อมูลกับโปรแกรมตามที่กำหนด โดยมีรายละเอียดดังภาพที่ 33

งานมอบหมาย-08 จากกรณีตัวอย่าง-03 ให้วิเคราะห์องค์ประกอบของชนิดพันธุ์ของต้นไม้ทุกต้นที่ปรากฏในแปลงตัวอย่าง ใน 2 กรณีคือ (1) ใช้ตัวแปรจำนวน การปกคลุม และโอกาสในการพบ และ (2) ในตัวแปรจำนวน และการปกคลุม โดยให้เก็บผลลัพธ์ไว้ที่รากของไฟล์ชื่อ tstqd10 และ tstqd12 ตามลำดับ


```

H:\august57\DEVELO-1\training\GWBASIC.EXE

The Module will be using .csv formatted data with 6 columns.
Arrangement of Data by columns is tree number, subplot, species,
number of stem, stem code and Dbh

Inputting the following information:-
Root for input file name ? tstqd1
Root for output file names ? tstqd11

Size of PLOT
X-length 50
Y-length 50

Size of subplot
x-length 10
y-length 10

Number of Subplot ? 25

Using Number-BA-Frequency (1) or Only Number-BA (2)? 1

Limiting the Dbh:-> Yes=(1) or No=(2) ? 1

The dbh is ranging from 1 to 80.13

Desired MIN Dbh or Dbh>= ? 4.50
Desired Max Dbh or Dbh< ? 80.15

-----
Output Information
-----
1. The species Composition is saved as tstqd11.spc
2. The information of plot and Sp-diversity is saved as tstqd11.inf
3. The table of IV & Species is saved as tstqd11.siv

-----
Started at: 12:36:33
Finished at: 12:37:37
-----

Furthering/Going to the next step, please HIT any key?
1LIST 2RUN 3LOAD 4SAVE 5CONT 6LPT1 7TRON 8TROFF 9KEY 0SCREEN

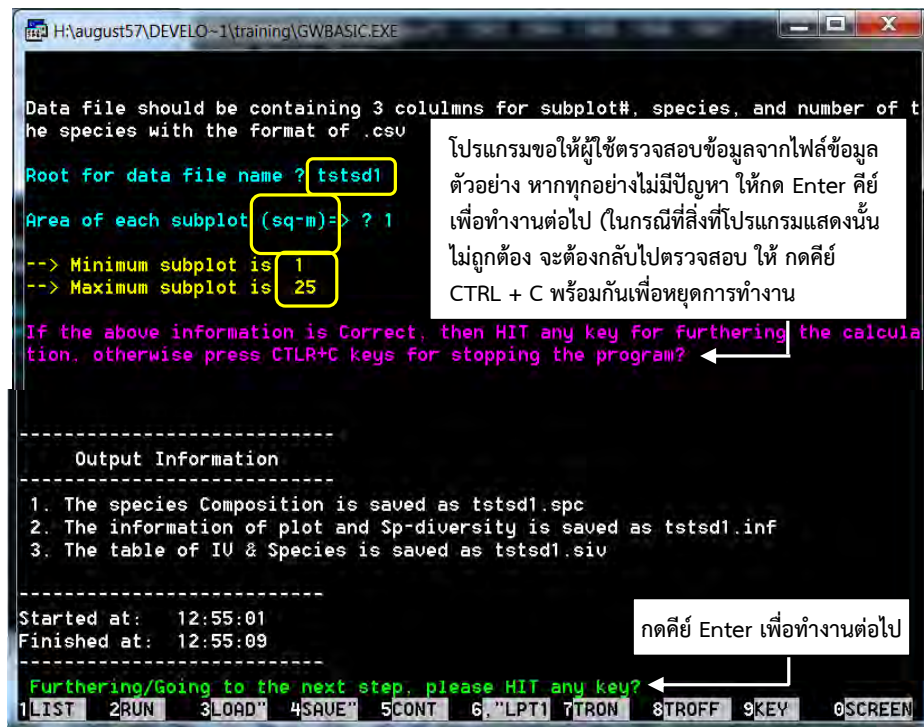
```

ภาพที่ 33

กรณีตัวอย่าง-04 (การเลือกใช้ตัวเลือก 4) จากไฟล์ข้อมูล tstsd1.csv ที่สร้างจาก worksheet ชื่อ tstqd ในไฟล์ excel ชื่อ test.xls ซึ่งเป็นข้อมูลพืชพรรณกลุ่มกล้าไม้ (มีความสูงน้อยกว่า 1.30 เมตร) โดยบันทึกเฉพาะแปลงย่อย ชนิดพันธุ์ และจำนวนของชนิดพันธุ์นั้นๆ โดยแปลงตัวอย่างย่อยที่ใช้ในการสำรวจมีขนาด 1x1 ตร.ม. จำนวน 25 แปลงย่อย ให้วิเคราะห์องค์ประกอบของชนิดพันธุ์ของกล้าไม้ในแปลงตัวอย่างนี้ โดยกำหนดให้เก็บผลลัพธ์ไว้ในรากของไฟล์ชื่อ tstsd11

ในกรณีของการเลือกใช้ตัวเลือก 4 นั้น ไม่สามารถสร้างข้อกำหนดใดๆ ได้มากนัก ดังนั้น การให้ข้อมูลกับโปรแกรมจึงมีไม่มากนัก

ในหน้าเมนูหลัก => พิมพ์ 4 + Enter => จากนั้น ให้ข้อมูลกับโปรแกรมตามที่กำหนด (ภาพที่ 34) ทั้งนี้ เป็นที่น่าสังเกตว่า จะไม่มีการกำหนดชื่อของรากไฟล์ผลลัพธ์ที่ต้องการ เนื่องจากในการคำนวณนั้น ไม่มีตัวเลือกเป็นอย่างอื่น ดังนั้น ผลลัพธ์ที่ได้จะถูกกำหนดให้เป็นรากของไฟล์ข้อมูลนำเข้าโดยมีนามสกุลในรูปแบบเดียวกับการวิเคราะห์ด้วยตัวเลือก 2 และ ตัวเลือก 3



ภาพที่ 34

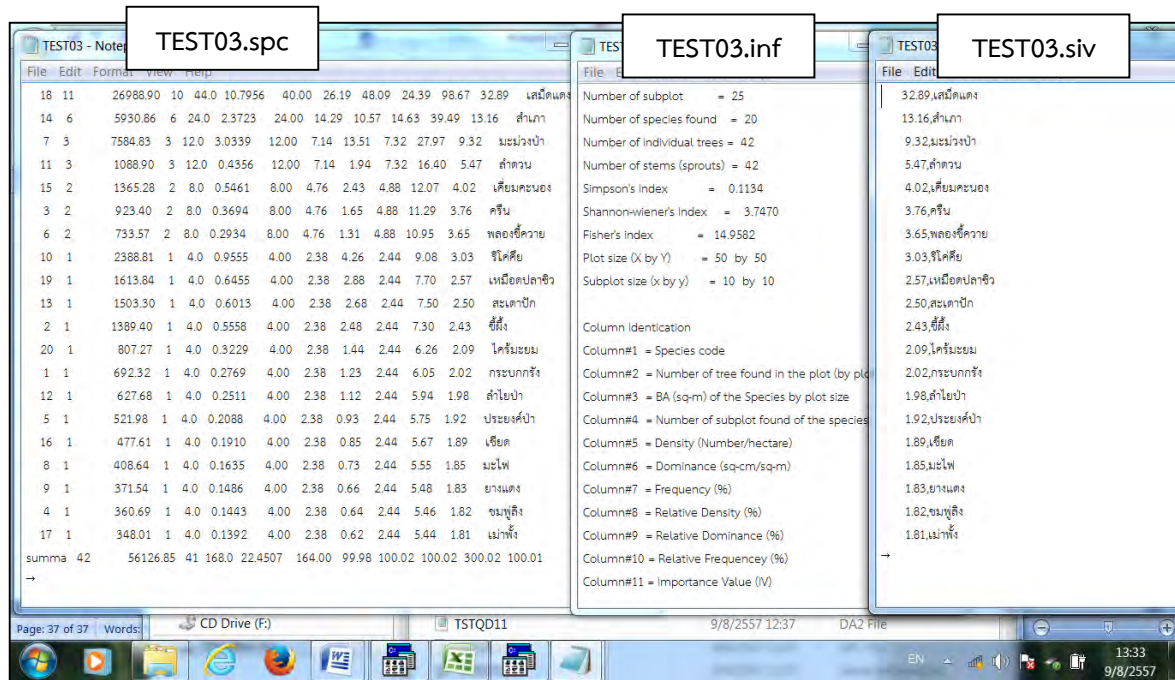
ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบของชนิดพันธุ์

ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบของชนิดพันธุ์ (ทั้งจากตัวเลือก 2 3 และ 4 และการวิเคราะห์ที่มีเงื่อนไขต่างๆ ทั้งในส่วนของการเลือกใช้ตัวแปรและการกำหนด/ไม่กำหนดขนาดจำกัดของค่า Dbh ในการวิเคราะห์) นั้น ผลลัพธ์ที่ได้ จะประกอบด้วย 3 ไฟล์ คือ root.spc, root.inf และ root.siv ทั้งนี้ ไฟล์ผลลัพธ์ทั้ง 3 ไฟล์นั้น จัดเก็บในรูปแบบของ text file โดยสามารถคลิกเปิดได้ด้วยโปรแกรม notepad และรวมถึงสามารถเปิด/หรือเรียกเข้าโปรแกรม excel ได้ (แต่ไฟล์ root.inf นั้น จะไม่มีประโยชน์ใดๆ ที่จะเรียกเข้าโปรแกรม excel ดังจะได้อธิบายต่อไป)

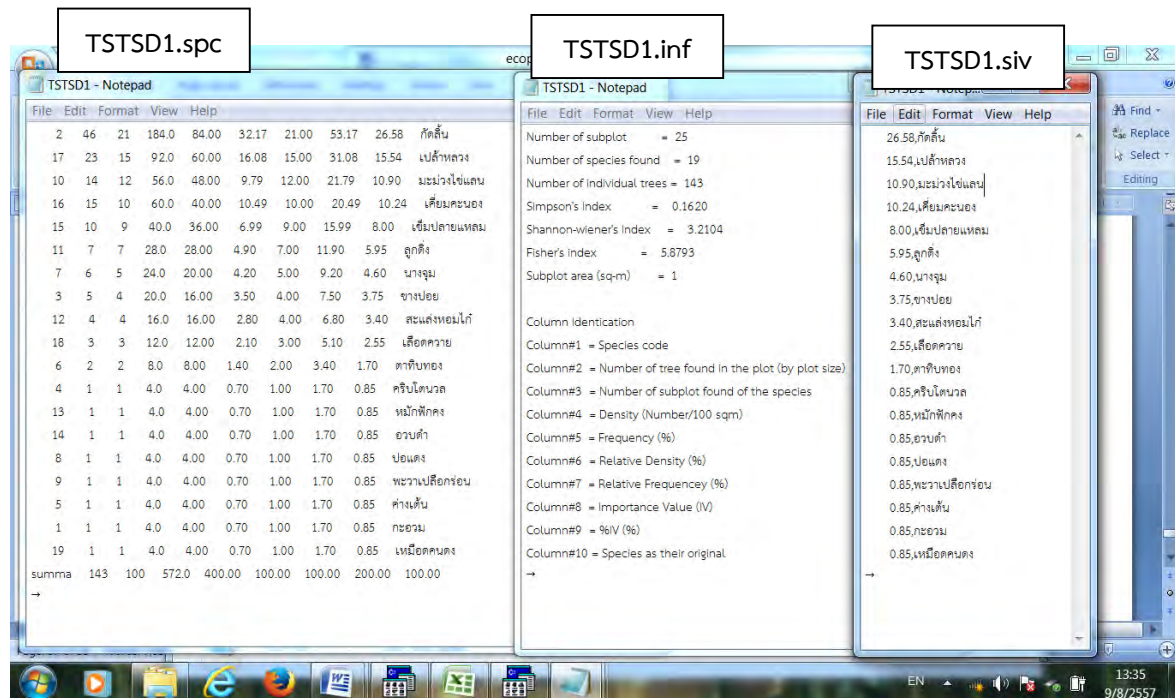
root.spc (ตัวอย่างดังแสดงในภาพที่ 35 และ 36 ซึ่งเป็นผลลัพธ์ขององค์ประกอบของชนิดพันธุ์ของไม้ยืนต้นขนาดใหญ่ และของกล้าไม้ตามลำดับ) เป็นไฟล์แสดงองค์ประกอบของชนิดพันธุ์ โดยจะประกอบด้วยคอลัมน์ต่างๆ จำนวนหนึ่ง (ขึ้นอยู่กับกำหนัดตัวแปร หรือข้อกำหนดของตัวแปรที่ใช้ในการวิเคราะห์) โดยรายละเอียดของการจัดเรียงคอลัมน์และรายละเอียดอื่นๆ เช่นจำนวนต้นที่พบ จำนวนชนิดพันธุ์ที่พบ จำนวนนางที่พบ หรือแม้แต่ว่าความหลากหลายของชนิดพันธุ์แบบต่างๆ นั้น จะจัดแสดงไว้ใน root.inf (ตัวอย่างในภาพที่ 35 และ 36)

สำหรับไฟล์ root.siv นั้น จะจัดเก็บเฉพาะชนิดพันธุ์กับค่า %IV ของชนิดพันธุ์นั้นๆ (ภาพที่ 35 และ 36) เท่านั้น และเป็นไฟล์ข้อมูลที่จะนำไปใช้คำนวณในตัวเลือกอื่นๆ ต่อไป

วิธีการเรียกเข้าโปรแกรม excel นั้น ให้เปิดโปรแกรม excel จากนั้น เลือกเปิดไฟล์ โดยกำหนดชื่อและนามสกุล (ไฟล์เหล่านี้ จะไม่ขึ้นอัตโนมัติ เนื่องจากมีรูปแบบที่ไม่ใช่เป็นแบบ excel) และคลิก “ภาษา” และตัวเลือกการจัดแบ่งคอลัมน์ แล้วคลิก ok โปรแกรมจะเรียกข้อมูลเข้าไปในโปรแกรม excel สำหรับข้อควรระวังคือ ให้ตรวจสอบการจัดแบ่งคอลัมน์ เพื่อไม่ให้เกิดความผิดพลาดของข้อมูลที่เรียกเข้า ซึ่งข้อมูลเหล่านี้ สามารถนำไปใช้ประกอบการจัดทำรายงานได้ตามความเหมาะสมต่อไป



ภาพที่ 36



ภาพที่ 36

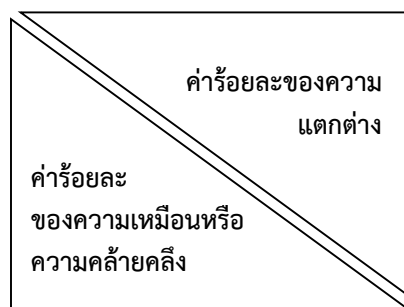
8. โหมดการวิเคราะห์ความคล้ายคลึง/ความแตกต่างระหว่างหน่วย (หรือแปลง) ตัวอย่าง (ตัวเลือก 5)

ความคล้ายคลึง/ความแตกต่างระหว่างหน่วย (หรือแปลง) ตัวอย่างนั้น เป็นการแสดงระดับความคล้ายคลึง/หรือความแตกต่างระหว่างหน่วยตัวอย่างบนพื้นฐานหรือมิติขององค์ประกอบของชนิดพันธุ์ ซึ่งสามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้กับทั้งการเปลี่ยนแปลงในด้านของเวลา (หรือพัฒนาการของหมู่ไม้) หรือความผันแปรในเชิงพื้นที่ และรวมถึงการประเมินถึงสถานภาพของการสืบต่อพันธุ์ตามธรรมชาติของพืชพรรณในกลุ่มขนาดต่างๆ กัน ซึ่งสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในด้านต่างๆ ตัวอย่างเช่นการศึกษาถึงผลกระทบของการตัดถนนผ่านพื้นที่ป่า โดยดูจากความคล้ายคลึง/ความแตกต่างขององค์ประกอบของพืชพรรณตามระยะห่างจากแนวถนน หรือ ใช้ในการศึกษาผลกระทบของการตั้งอยู่ของชุมชนในพื้นที่ป่าที่อยู่โดยรอบชุมชน หรือการศึกษาความผันแปรขององค์ประกอบของชนิดพันธุ์อันเป็นผลมาจากการระดับความเข้มข้นของการเกิดไฟป่า เป็นต้น โดยสิ่งสำคัญคือ นักวิจัยเองจะต้องทราบถึงวัตถุประสงค์ของการศึกษาวิจัยนั้น หรือเป้าหมายที่ต้องการ จากนั้น จึงออกแบบการเก็บข้อมูลภาคสนามเพื่อนำมาวิเคราะห์ประเมินผลต่อไป ที่เช่นเดียวกับการศึกษาทางด้านนิเวศวิทยาป่าไม้ทั่วไป ที่มักจะไม่มี “รูปแบบสำเร็จ” แต่จะต้องปรับ/ประยุกต์ให้มีความเหมาะสมและสอดคล้องกับบริบทของวัตถุประสงค์และสภาพพื้นที่ศึกษา

คำดัชนีที่ระบุถึงความคล้ายคลึง/ความแตกต่างระหว่างหน่วยตัวอย่างของพืชพรรณนั้น มีหลากหลายรูปแบบ โดยเฉพาะเมื่อคอมพิวเตอร์ได้รับการพัฒนาไปอย่างรวดเร็ว ทำให้การวิเคราะห์ในลักษณะนี้ มีความเป็น “สถิติ” มากขึ้น เนื่องจากการคำนวณโดยใช้คอมพิวเตอร์นั้น ช่วยลดภาระความยุ่งยากและซับซ้อนได้อย่างมาก ดังนั้น ในตัวเลือก 5 การวิเคราะห์ความคล้ายคลึง/แตกต่างระหว่างหน่วยตัวอย่างของโปรแกรม ecopack2 นี้ จะคำนวณค่าร้อยละของความเหมือน/ความแตกต่าง ซึ่งเป็นดัชนีคลาสในการศึกษาทางด้านการวิเคราะห์สังคม และค่าระยะขจัด (Euclidean Distance) ซึ่งเป็นระยะห่างในเชิงเส้นตรงระหว่างคู่หน่วยตัวอย่าง โดยค่าระยะห่างนี้ จะสอดคล้องกับข้อกำหนดพื้นฐานของการวิเคราะห์ในระดับที่สูงขึ้นไป

ข้อมูลที่ใช้สำหรับการวิเคราะห์ด้วยตัวเลือกนี้นั้น เป็นผลลัพธ์ที่เกิดจากการวิเคราะห์องค์ประกอบของชนิดพันธุ์ด้วยตัวเลือก 2 และ/หรือ 3 และ/หรือ 4 โดยในการวิเคราะห์ด้วยตัวเลือกนี้ ผู้ใช้เพียงกำหนดจำนวนหน่วย (หรือแปลง) ตัวอย่าง พร้อมระบุชื่อรากของไฟล์ของผลลัพธ์ที่ได้ผ่านการวิเคราะห์ด้วยตัวเลือกเหล่านั้นมาแล้วตามจำนวนของหน่วยที่กำหนดเท่านั้น

ผลลัพธ์ที่ได้นั้น ผลลัพธ์หลักคือไฟล์แสดงค่าความเหมือน/ความแตกต่างจากการวิเคราะห์ดังกล่าว ซึ่งจะแสดงในรูปของแมทริกซ์ 2 แมทริกซ์ โดยแมทริกซ์บนนั้น เป็นค่าร้อยละของความเหมือน/ความแตกต่าง ซึ่งมีการจัดเรียงดังนี้

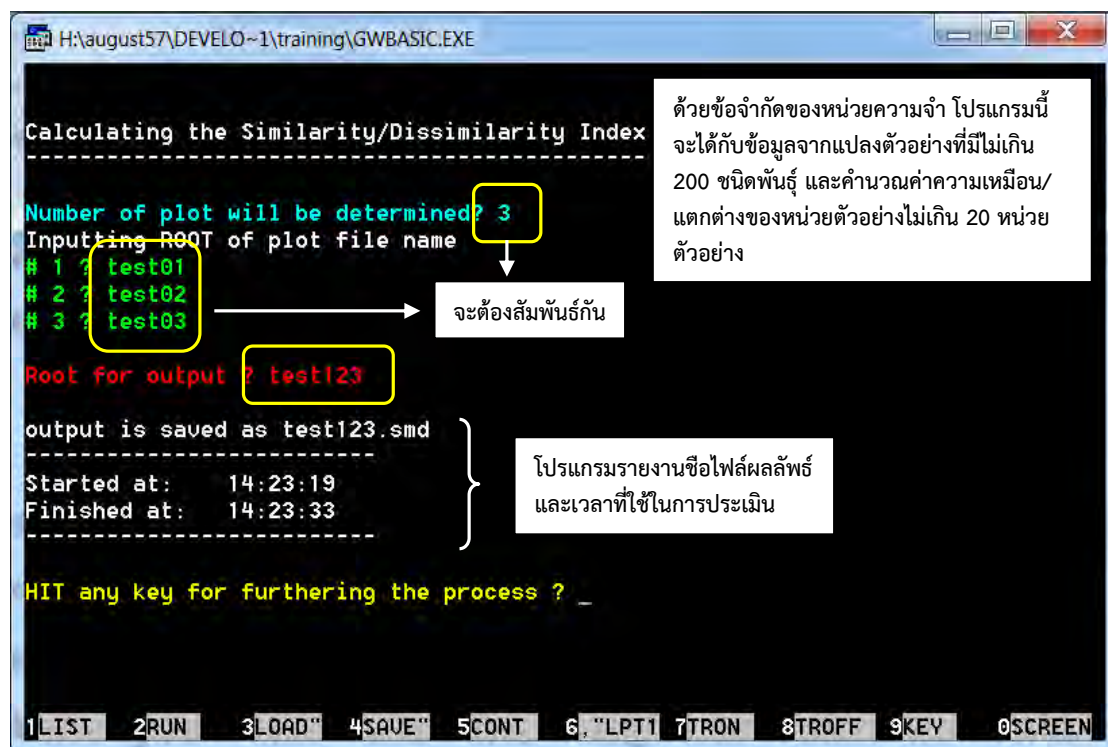


โดยในแต่ละคู่ลำดับนั้น ผลรวมของค่า transpose ของคู่ลำดับจะต้องเป็น 100.00 (เช่นคู่ลำดับ 2&3 นั้น ค่าในเซลล์ 2,3 รวมกับค่าในเซลล์ 3,2 นั้น จะต้องมียผลรวมเท่ากับ 100 โดยค่าในเซลล์ 3,2 เป็นค่าร้อยละของความคล้ายคลึง และค่าในเซลล์ 2,3 นั้น เป็นค่าร้อยละของความแตกต่าง)

สำหรับแมทริกซ์ที่สอง ซึ่งอยู่ในลำดับถัดมานั้น เป็นแบบแมทริกซ์สมมาตร กล่าวคือค่าของเซลล์ 3,2 จะมีค่าเท่ากับค่าในเซลล์ 2,3 เนื่องจากระยะห่างของหน่วยตัวอย่างที่ 3 ไปยังหน่วยตัวอย่างที่ 2 นั้น จะต้องเท่ากับระยะห่างของหน่วยตัวอย่างที่ 2 ไปยังหน่วยตัวอย่างที่ 3 โดยในการตีความนั้น คู่หน่วยตัวอย่างที่มีค่าระยะห่างดังกล่าวน้อยกว่า แสดงว่ามีความเหมือนกันมากกว่าคู่ห่างที่มีค่าดังกล่าวมากกว่า

การทำงานของโปรแกรมนั้น หลังจากที่ได้ทำการวิเคราะห์องค์ประกอบของชนิดพันธุ์ด้วยตัวเลือกที่ 2 หรือ 3 หรือ 4 แล้ว ให้กลับไปหน้าจอหลัก โดยในตัวอย่างนี้ จะใช้ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบของชนิดพันธุ์ที่ผ่านมา โดยใช้รากของไฟล์ผลลัพธ์ test01 test02 และ test03 (ขอให้ตรวจสอบก่อนว่ามีผลการวิเคราะห์ไฟล์ต่างๆ เหล่านี้แล้วหรือไม่ หากไม่มี ให้ทำการวิเคราะห์องค์ประกอบของชนิดพันธุ์ตามตัวเลือก 2 ในหัวข้อกรณีตัวอย่าง-02 ข้างต้น) จากนั้น เข้าสู่โหมดดังกล่าว โดยมีลำดับการทำงานดังนี้

- (1) ที่หน้าจอหลัก ให้เลือกตัวเลือกที่ 5 (โดยพิมพ์ 5+Enter) โปรแกรมจะเข้าสู่โหมดของการทำงานการวิเคราะห์ความคล้ายคลึงความแตกต่างระหว่างหน่วยตัวอย่าง (ภาพที่ 37)
- (2) กำหนดจำนวนหน่วยตัวอย่างที่ต้องการวิเคราะห์ความคล้ายคลึงหรือแตกต่าง (ภาพที่ 37)
- (3) กำหนดชื่อไฟล์ตามจำนวนของหน่วยตัวอย่างที่ระบุไว้ในข้อ (2) (ภาพที่ 37)
- (4) กำหนดชื่อรากของไฟล์ผลลัพธ์ที่จะใช้เก็บผลจากการวิเคราะห์ (ภาพที่ 37) ทั้งนี้ การตั้งชื่อจะต้องเป็นไปตามเกณฑ์กำหนด ซึ่งได้กล่าวถึงแล้วก่อนหน้านี้
- (5) ไฟล์ผลลัพธ์ที่ได้นั้น จะแสดงไว้ใน root.smd ซึ่งสามารถเปิดดูได้ด้วยโปรแกรม notepad และสามารถเรียกเข้าโปรแกรม excel ได้ด้วยเช่นเดียวกัน โดยในไฟล์ดังกล่าวนั้น แบ่งเป็นสองส่วนคือแมทริกซ์ค่าร้อยละความคล้ายคลึง/ความแตกต่าง และแมทริกซ์ของค่าระยะจัดระหว่างหน่วยตัวอย่าง (ตามลำดับของหน่วยตัวอย่างที่กำหนดให้กับโปรแกรม) โดยทั้งสองแมทริกซ์นั้น คำนวณบนพื้นฐานของข้อมูลองค์ประกอบของชนิดพันธุ์ (ค่า IV) (ภาพที่ 38)
- (6) ผลการวิเคราะห์จะปรากฏไฟล์อีกหนึ่งไฟล์ ชื่อ root.ivt เป็นไฟล์ที่จัดเก็บค่า %IV ของแต่ละหน่วยตัวอย่างตามชนิดพันธุ์ที่พบในกลุ่มของหน่วยตัวอย่างที่เลือกใช้ในการคำนวณ (ภาพที่ 38)



ภาพที่ 37

File	Edit	Format	View	Help
0.00	41.46	84.36		
58.54	0.00	77.04		
15.64	22.96	0.00		
0.00	15.39	42.54		
15.39	0.00	39.12		
42.54	39.12	0.00		

File	Edit	Format	View	Help
0.99	0.30	0.00	กรมเขา	
1.06	0.00	0.00	กรวยใบเกลี้ยง	
2.81	0.67	0.00	กระพังร่อน	
0.00	0.92	0.00	กระท้อน	
0.00	0.00	2.02	กระบกกร้าง	
0.78	1.03	0.00	กระเบาหลัก	
2.12	0.31	0.00	กฤษณา	
1.03	0.00	0.00	กะอวม	
0.00	0.42	0.00	กัฒลัน	
0.00	1.17	0.00	ก้านเหลือง	
0.00	5.29	0.00	ชันเงิน	
1.78	2.84	2.43	ชีผึ้ง	
0.94	0.00	0.00	ชันนอนควาย	
0.00	0.00	3.76	ครีน	
0.00	0.38	0.00	คอไก่	

ภาพที่ 38

9. โหมดการวิเคราะห์ข้อมูลสำหรับแผนภาพ Venn diagram (ตัวเลือกที่ 6)

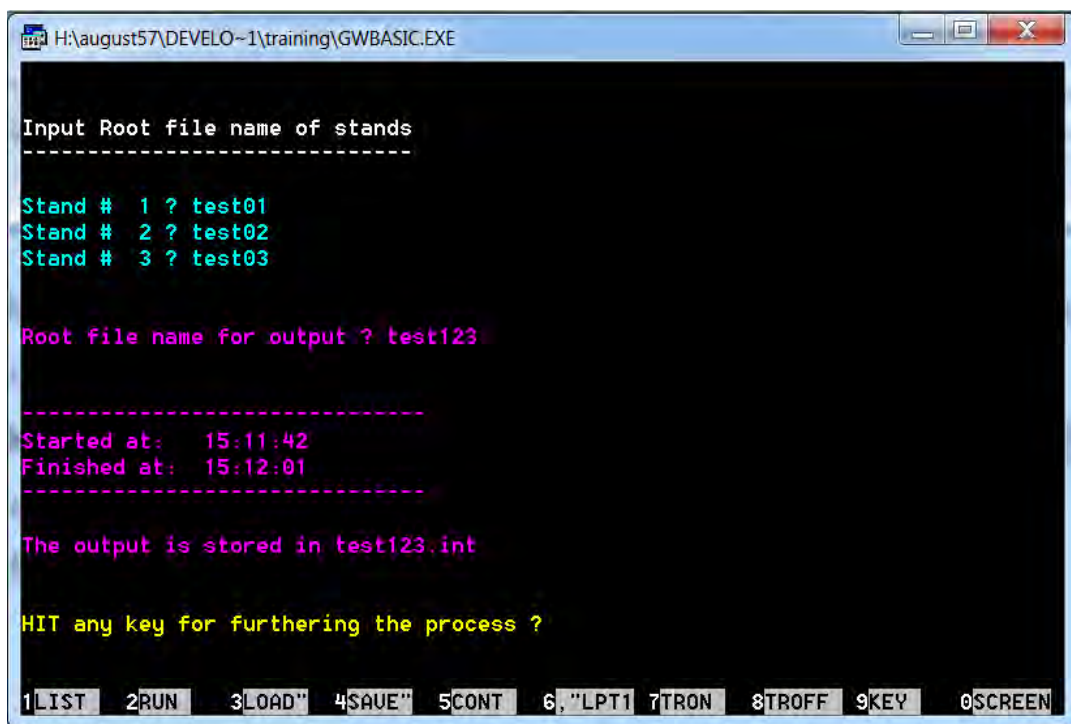
แผนภาพ Venn diagram นั้น เป็นการแสดงส่วนที่ส่วนที่ซ้อนทับกันระหว่างหน่วยตัวอย่าง ซึ่งในการประยุกต์ใช้กับการศึกษาทางด้านนิเวศวิทยาป่าไม้นั้น เป็นการวิเคราะห์หาจำนวนชนิดพันธุ์ของแต่ละกลุ่มขนาดพืชพรรณที่ปรากฏในแต่ละส่วนของแผนภาพ Venn ทั้งนี้ ผลที่ได้นั้น สามารถนำไปใช้ประกอบการบรรยายเกี่ยวกับสถานภาพของการสืบต่อพันธุ์ของชนิดพันธุ์บนพื้นฐานของการพบ/ไม่พบชนิดพันธุ์เหล่านั้น ในแต่ละกลุ่มขนาดของพืชพรรณที่กำหนด

ข้อกำหนดของการวิเคราะห์ด้วยตัวเลือกนี้ คือจะใช้กับข้อมูลจาก 3 หน่วยตัวอย่างที่ผ่านมาการวิเคราะห์องค์ประกอบของชนิดพันธุ์ (ตัวเลือก 2 หรือ 3 หรือ 4) เท่านั้น

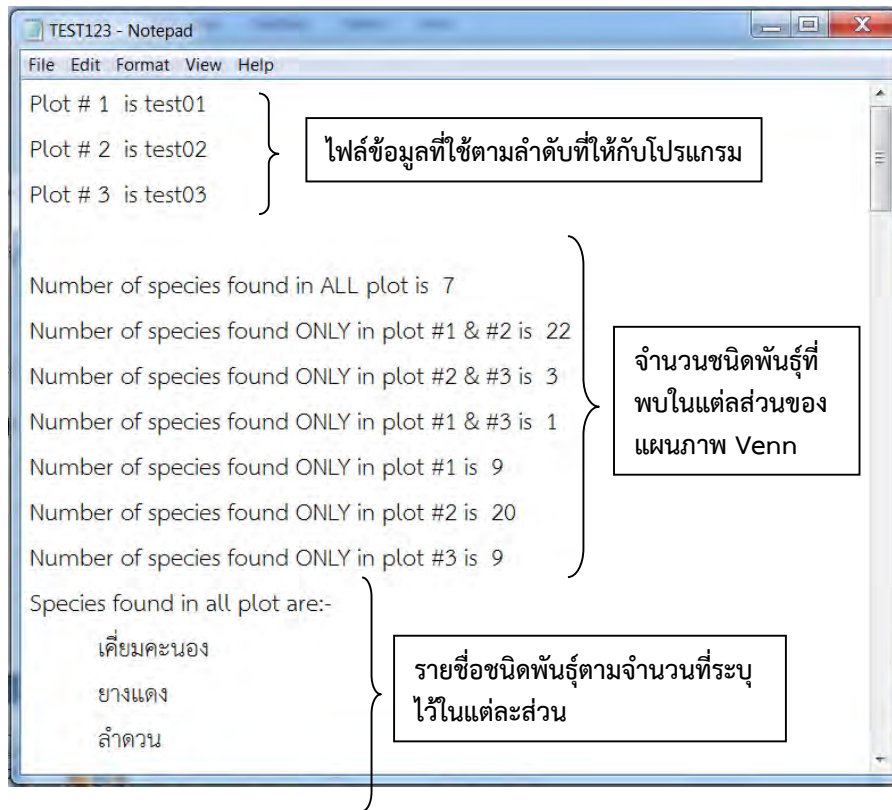
ผลลัพธ์ที่ได้นั้น จะแสดงในรูปของ text file เช่นเดียวกัน โดยระบุถึงจำนวนของชนิดพันธุ์ที่พบในแต่ละส่วนของแผนภาพดังกล่าว

สำหรับ**วิธีการวิเคราะห์**ด้วยโปรแกรม ecopack2 นี้ โปรแกรมจะถามว่าไฟล์ที่ต้องการวิเคราะห์มีชื่อของรากไฟล์เป็นอะไรบ้าง (โดยจะต้องใส่ชื่อรากของไฟล์ จำนวน 3 ชื่อตามข้อกำหนดของโปรแกรม) พร้อมระบุชื่อรากของไฟล์สำหรับเก็บผลลัพธ์จากการวิเคราะห์ (ภาพที่ 39)

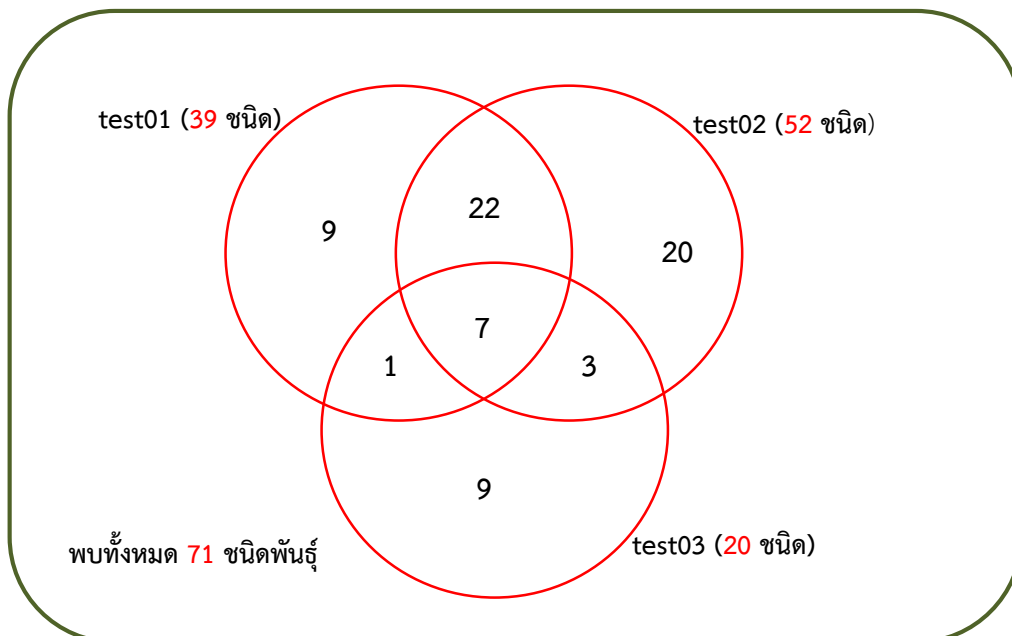
ทั้งนี้ ผลจากการวิเคราะห์นั้น จะแสดงไว้ในไฟล์แบบ text file เช่นเดียวกัน โดยมีชื่อเป็น root.int ซึ่งสามารถเปิดได้ด้วยโปรแกรม notepad ซึ่งผลลัพธ์ที่จัดแสดงนั้น ประกอบด้วย 3 ส่วนหลักๆ คือ ชื่อไฟล์ตามลำดับที่ป้อนให้กับโปรแกรม จำนวนของชนิดพันธุ์ในแต่ละส่วนของแผนภาพ Venn และรายชื่อชนิดพันธุ์ที่พบในแต่ละส่วนตามจำนวนที่ระบุ (ภาพที่ 40) โดยผลลัพธ์ที่ได้นี้ สามารถนำไปเขียนเป็นแผนภาพ Venn ได้ดังแสดงในภาพที่ 41 โดยตัวเลขที่เป็น**สีแดง**นั้น สามารถคำนวณได้จากตัวเลขต่างๆ ในวงกลม



ภาพที่ 39



ภาพที่ 40



ภาพที่ 41

10. การวิเคราะห์ค่าดัชนีความหลากหลายของชนิดพันธุ์แบบ Fisher's (ตัวเลือกที่ 7)

ความหลากหลายของชนิดพันธุ์นั้น เป็นความมากมายของชนิดพันธุ์ที่พบในพื้นที่หนึ่งๆ ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของความหลากหลายทางชีวภาพที่พบว่ามีสภาพปัญหาไม่แตกต่างจากความเสื่อมโทรมของทรัพยากรป่าไม้ที่มนุษยชาติกำลังประสบอยู่ในปัจจุบัน

โดยนิยามแล้ว พื้นฐานที่สุดของการบอกถึงความหลากหลายของชนิดพันธุ์ คือการระบุถึง “จำนวนของชนิดพันธุ์ที่พบ” แต่ในด้านวิชาการแล้ว การระบุเพียง “จำนวนชนิดพันธุ์” นั้น เท่ากับไม่ได้ให้ความสำคัญกับ “จำนวนที่พบในแต่ละชนิดพันธุ์” ซึ่งจำนวนที่พบในแต่ละชนิดพันธุ์นั้น มีความเกี่ยวข้องกับโอกาสของการที่ชนิดพันธุ์นั้นๆ จะยังสามารถดำรงคงอยู่ได้ในสภาพนิเวศนั้นๆ ดังนั้น จึงมีการคิดค้นและนำเสนอค่าดัชนีต่างๆ ที่เชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่าง “จำนวนชนิดพันธุ์” กับ “จำนวนหน่วยของแต่ละชนิดพันธุ์” โดยค่าดัชนีความหลากหลายของชนิดพันธุ์ที่มีมากมายนั้น ที่พบว่ามีการใช้อยู่ทั่วไปมี 3 ดัชนีคือ ค่า Simpson's, Shannon-wiener's และ Fisher's

ในความเป็นจริงของการคำนวณนั้น ค่าดัชนีทั้งสาม ไม่ค่อยมีความซับซ้อนมากนัก เนื่องจากมีสูตรการคำนวณที่ชัดเจน แต่อย่างไรก็ตาม ในส่วนของค่าดัชนี Fisher's นั้น ถึงแม้จะมีสูตรในการคำนวณ ซึ่งสามารถคำนวณได้ไม่ยากนัก แต่มีภาระของการคำนวณค่อนข้างมาก เนื่องจากความซับซ้อนของสูตร จึงมักไม่ค่อยพบค่าดัชนีดังกล่าวในวารสารเอกสารเชิงวิชาการในประเทศ ทั้งๆ ที่ในระดับสากลนั้น ค่าดัชนีนี้ ได้รับความนิยมนอย่างกว้างขวางมากกว่า

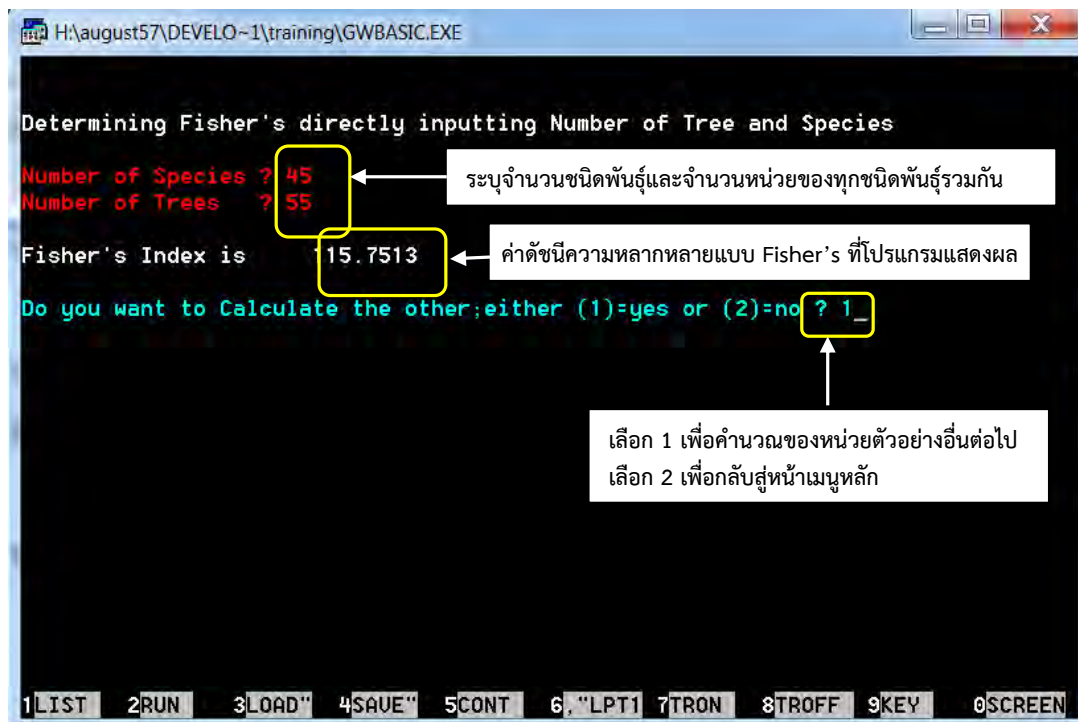
โหมดการทำงานการวิเคราะห์ค่า Fisher's นี้ จัดทำขึ้นเพื่อช่วยให้การคำนวณค่าดัชนีความหลากหลายของชนิดพันธุ์แบบ Fisher's มีความสะดวกและรวดเร็วมากขึ้น โดยผู้ใช้เพียงกำหนดจำนวนชนิดพันธุ์และจำนวนหน่วยของทุกชนิดพันธุ์ให้กับโปรแกรม จากนั้น โปรแกรมจะทำการคำนวณและแสดงผลค่าดัชนีดังกล่าว

ทั้งนี้ โหมดการทำงานนี้ (ตัวเลือกที่ 7) นี้ เป็นโหมดการทำงานอิสระจากโหมดการทำงานอื่นๆ ไม่มีความเกี่ยวข้องใดๆ กับโหมดการทำงานอื่นๆ ซึ่งผู้ที่ต้องการใช้สามารถเลือกใช้ได้อย่างอิสระ ไม่ต้องผ่านกระบวนการวิเคราะห์ในโหมดการทำงานอื่นๆ

การทำงานของโหมดนี้ ดังที่ได้กล่าวมาแล้ว ผู้ใช้ต้องให้ข้อมูลจำนวนชนิดพันธุ์และจำนวนหน่วยรวมของทุกชนิดพันธุ์กับโปรแกรม เมื่อประมวลผลแล้ว โปรแกรมจะแสดงผลทางหน้าจอ ซึ่งหากผู้ต้องการคำนวณข้อมูลของหน่วยตัวอย่างอื่น ก็เลือกว่าต้องการทำงานต่อ (ดังภาพที่ 42)

ข้อจำกัดของโหมดการทำงานนี้ คือ จำนวนหน่วยของทุกชนิดพันธุ์รวมกันจะต้องมากกว่าจำนวนชนิดพันธุ์ (น้อยกว่าหรือเท่ากับไม่ได้)

หมายเหตุ ในการวิเคราะห์องค์ประกอบของชนิดพันธุ์ตามตัวเลือก 2 3 หรือ 4 นั้น จะมีผลการวิเคราะห์ค่าความหลากหลายของชนิดพันธุ์ทั้งแบบ Simpson's, Shannon-wiener และ Fisher's แสดงในไฟล์ root.inf



ตัวอย่างการวิเคราะห์โจทย์เพื่อการวิเคราะห์ข้อมูลพื้นฐานทางนิเวศวิทยาป่าไม้โดยใช้โปรแกรม ecopack2

โจทย์ตัวอย่าง: ในพื้นที่อุทยานแห่งชาติแห่งหนึ่ง พบว่าก่อนการประกาศนั้น มีชุมชนตั้งอยู่กลางอุทยานแห่งชาติ ถึงแม้การประกาศเป็นอุทยานแห่งชาติแห่งนั้น จะได้กันพื้นที่ชุมชนดังกล่าวออก และในทางปฏิบัติประชาชนที่อาศัยอยู่ในชุมชนแห่งนั้น ได้ให้ความร่วมมือกับอุทยานในการละเว้นการตัดไม้ขนาดใหญ่ โดยอุทยานฯ ได้ให้การสนับสนุนในเรื่องของการสร้างบ้านเรือนในระดับที่พอเพียงต่อการดำรงชีวิต แต่อย่างไรก็ตาม การดำรงชีวิตของชุมชน ยังจำเป็นต้องพึ่งพาอาศัยทรัพยากรอื่นๆ จากป่าไม้ที่อยู่โดยรอบ ทั้งในเรื่องของการเก็บหาของป่า หรือแม้แต่ไม้ใช้สอยขนาดเล็ก ซึ่งจากการสังเกตพบว่าสภาพพืชพรรณ (ทั้งที่เป็นสภาพดั้งเดิมและสภาพที่ถูกเปลี่ยนไป) โดยรอบที่อยู่ติดกับชุมชนนั้น มีความคล้ายคลึงกัน แต่มีความแตกต่างกันตามระยะทางที่ห่างออกไปจากชุมชน

เพื่อชี้ให้เห็นถึงความเปลี่ยนแปลง/ความผันแปรดังกล่าว ซึ่งอาจจะนำไปใช้ในการกำหนดแนวทางการบริหารจัดการพื้นที่ป่าไม้โดยรอบชุมชน หัวหน้าอุทยานฯ จึงได้สั่งการให้นักวิชาการของหน่วยงานทำการศึกษาวิจัยสภาพปัญหาดังกล่าว

แนวทาง:

- (1) จากข้อมูลที่กำหนดให้ข้างต้น จะต้องมีการวางแผนตัวอย่างตามระยะห่างจากชุมชน
- (2) จากสภาพพืชพรรณดั้งเดิม และความเปลี่ยนแปลงของพืชพรรณที่พบนั้น พบว่ามีความคล้ายคลึงกัน โดยรอบ ดังนั้น กำหนดให้วางแผนตัวอย่างในหนึ่งทิศทาง
- (3) เลือกวางแผนตัวอย่างยาวต่อเนื่อง โดยมีความกว้างขนาดเท่ากับขอบพื้นที่ชุมชนเท่ากับ 20 เมตร โดยวางแผนเป็นแนว strip ยาวลึกเข้าไปในป่าเป็นระยะทาง 200 เมตร
- (4) บันทึกตำแหน่งของต้นไม้ที่ทุกต้นที่มีความสูงตั้งแต่ 1.30 เมตรขึ้นไป ของทั้งแปลงตัวอย่าง
- (5) บันทึกชนิดและจำนวนของกล้าไม้ยืนต้น (ความสูงน้อยกว่า 1.30 เมตร) ของแนว strip กลางแปลงที่มีความกว้าง 1 เมตร ยาวตลอดความยาวของแปลงตัวอย่าง (200 เมตร)

- (6) เก็บบันทึกข้อมูลไม้ยืนต้น (หมายเลขต้นไม้ ค่าพิกัด X Y ชนิดพันธุ์ จำนวนนาง รหัสนาง และค่า Dbh ของต้นไม้ทุกต้นในแปลงตัวอย่าง (20x200 ตร.ม.)
- (7) เก็บบันทึกข้อมูลกล้าไม้ ทุกๆ ระยะ 20 เมตร (เท่ากับ 10 แปลง แต่ละแปลงมี 20 แปลงย่อย)

การใช้โปรแกรม ecopack2 ในการวิเคราะห์ข้อมูล:

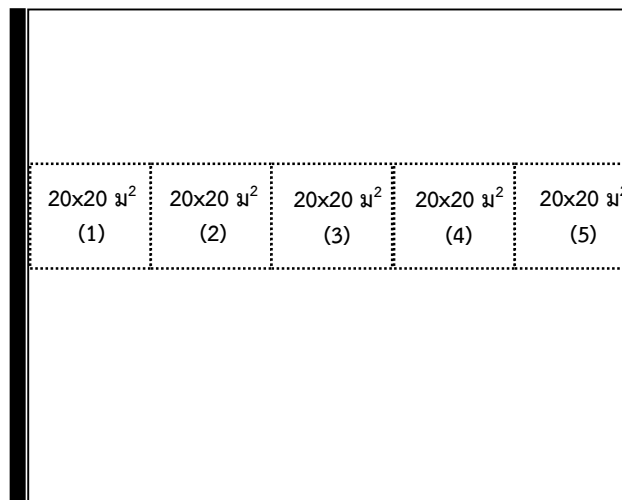
- (1) จัดเก็บข้อมูลของกล้าไม้ตามรูปแบบที่กำหนด โดยกำหนดให้มีชื่อไฟล์เป็น sd01 sd02 ... sd10 ตามลำดับระยะทางจากชุมชน [ตามรูปแบบข้อมูล (3) ในข้อ 3.1]
- (2) จัดเก็บข้อมูลไม้ยืนต้นที่มีความสูงมากกว่า 1.30 เมตร [ตามรูปแบบ (2) ในข้อ 3.1] กำหนดชื่อเป็น tr00
- (3) จากข้อมูลในข้อ (2) ใช้ตัวเลือก 1 ของโปรแกรม ecopack2 แบ่งเป็นแปลงๆ ที่มีขนาด 20x20 ตร.ม. โดยมุมพิกัดล่างเริ่มต้นจาก (0.00, 0.00) (20.00, 00.00) (40.00, 00.00) ไปจนถึงแปลงที่ 10 ซึ่งมีพิกัดล่างเป็น (180.00, 0.00) โดยกำหนดชื่อไฟล์เป็น tr01, tr02, ..., tr10 ตามลำดับ
- (4) วิเคราะห์องค์ประกอบของชนิดพันธุ์ของแต่ละแปลง (tr01, tr02, ..., tr10) โดยใช้ตัวเลือก 2 โดยแบ่งเป็น 2 กลุ่มพืชพรรณที่มีขนาด Dbh น้อยกว่า 4.50 ซม. และมากกว่า 4.50 ซม. โดยกำหนดให้ผลลัพธ์เก็บไว้ใน sp011, sp021, sp031, ..., sp101 สำหรับพืชพรรณที่มี Dbh น้อยกว่า 4.50 ในแปลงที่ 1 2 ... 10 ตามลำดับ และกำหนดให้เก็บผลลัพธ์ไว้ใน tr011 tr021 ... tr101 สำหรับพืชพรรณที่มีขนาด Dbh ตั้งแต่ 4.50 ซม. ขึ้นไป ในแปลงตัวอย่างที่ 1 2 ... 10 ตามลำดับ
- (5) วิเคราะห์องค์ประกอบของชนิดพันธุ์ของกล้าไม้ (ตัวเลือก 4) ของข้อมูล sd01, sd02, ..., sd10 โดยเก็บผลลัพธ์ไว้ในไฟล์ sd011, sd021, sd031, ..., sd011 ตามลำดับ
- (6) วิเคราะห์ความคล้ายคลึง/ความแตกต่างของพืชพรรณในแต่ละกลุ่มขนาด ตลอดแนวยาวของแปลงตัวอย่าง โดยใช้ตัวเลือก 5 สำหรับกลุ่มของกล้าไม้ กลุ่มของไม้รุ่น และกลุ่มของไม้ใหญ่
- (7) วิเคราะห์ความคล้ายคลึง (ตัวเลือกที่ 5) ของพืชพรรณในกลุ่มขนาดต่างกันในแต่ละแปลงตัวอย่าง (tr011/sp011/sd011 สำหรับแปลงที่ 1 และ tr021/sp021/sd021 สำหรับแปลงที่ 2 ยาวตลอดแนวถึงแปลงที่ 10) พร้อมทั้งวิเคราะห์ชนิดพันธุ์ปรากฏรวมของแต่ละกลุ่มขนาดในแต่ละแปลงตัวอย่างด้วยตัวเลือก 6
- (8) สรุปและตีความผล ในส่วนของความผันแปรของพืชพรรณในกลุ่มขนาดต่างๆ ตามระยะห่างจากชุมชน และความผันแปรของพืชพรรณของกลุ่มขนาดต่างกันในแต่ละแปลงเดียวกัน รวมถึงตีความเกี่ยวกับสถานภาพการสืบต่อพันธุ์ตามธรรมชาติของแต่ละแปลงตัวอย่าง

จากข้างต้น เป็นเพียงตัวอย่างของการศึกษาวิจัย ซึ่งอาจจะมีแตกต่างกันตามสภาพปัญหาของแต่ละพื้นที่ โดยในตัวอย่างนี้ เพียงต้องการชี้ให้เห็นถึงแนวทางการวิเคราะห์โจทย์ที่กำหนดหรือที่ได้รับ พร้อมทั้งกำหนดแนวทางการดำเนินการในส่วนของการจัดเก็บข้อมูลภาคสนาม การจัดการกับข้อมูลในห้องปฏิบัติการ และแนวทางการวิเคราะห์ข้อมูลโดยเฉพาะการประยุกต์ใช้โปรแกรม ecopack2 ทั้งนี้ รวมถึงแนวทางการตีความผลการวิเคราะห์ที่ได้จากตัวอย่างข้างต้น ให้ประยุกต์ใช้กับโจทย์แบบฝึกหัดที่กำหนดให้ข้างล่างนี้ โดยใช้กับไฟล์ข้อมูล pract.xls ที่กำหนดให้

แบบฝึกหัด

จากไฟล์ชื่อ pract.xls ที่กำหนดให้ ซึ่งเป็นข้อมูลพืชพรรณจาแปลงตัวอย่างขนาด 100x100 ตร.ม. โดยมีทั้งพืชกึ่งของต้นไม้ และมีหลายเลขแปลงย่อย (จากแปลงย่อยขนาด 10x10 ตร.ม.) ให้ทำการวิเคราะห์ตามแผนการศึกษาต่อไปนี้ (อาจจะแยกการปฏิบัติเป็นกลุ่ม)

1. สมมติว่า แปลงตัวอย่างนี้ วางแปลงจากขอบถนนลึกเข้าไปในป่าเป็นระยะทาง 100 เมตร โดยมีความกว้างตามแนวถนนเป็นระยะทาง 100 เมตรเช่นเดียวกัน โดยท่านต้องการศึกษาความผันแปรขององค์ประกอบของชนิดพันธุ์ ตามระยะห่างจากขอบถนน โดยกำหนดให้ใช้แปลงตัวอย่างขนาด 20x20 ตร.ม. จากตรงกลางของขอบแปลงด้านที่อยู่ติดกับถนน และยาวล้าเข้าไปในป่า (ดังภาพ)



2. ให้ศึกษาถึงสถานภาพการสืบทอดพันธุ์ของพืชพรรณในแปลงตัวอย่าง โดยกำหนดให้แบ่งขนาดของพืชพรรณไม้ยืนต้นออกเป็น 3 กลุ่มคือ
 - กลุ่มขนาดใหญ่มีขนาด Dbh ตั้งแต่ 10.00 ซม.ขึ้นไป
 - กลุ่มไม้ขนาดกลางมีขนาด Dbh ตั้งแต่ 4.50 ถึง น้อยกว่า 10.00 ซม. และ
 - กลุ่มไม้ขนาดเล็กมี Dbh น้อยกว่า 4.50 ซม.
3. มีผู้เสนอความเห็นว่าการวางแผนแปลงตัวอย่างเพื่อการวิเคราะห์องค์ประกอบของชนิดพันธุ์นั้น อาจจะเลือกจุดตัวอย่างลักษณะของความต่อเนื่องตามแนวทะแยงมุม (แทนที่จะเป็นแปลงตัวอย่างต่อเนื่องกันเป็นผืนเดียว) ซึ่งผู้เห็นแย้งว่า การเลือกแปลงตัวอย่างในลักษณะดังกล่าวนั้น อาจจะไม่เหมาะสม เพราะพืชพรรณนั้น มีความผันแปรในเชิงพื้นที่

เพื่อต้องการพิสูจน์ความเห็นแย้งดังกล่าว จึงต้องการศึกษาความผันแปรขององค์ประกอบของชนิดพันธุ์ตามแนวทะแยงมุม โดยกำหนดให้ใช้แปลงตัวอย่างขนาด 20x20 ตร.ม. จำนวน 5 แปลงต่อเนื่องตามแนวทะแยงมุมจากซ้ายไปขวา โดยผู้ศึกษาสามารถเลือกใช้การวิเคราะห์ และ/หรือค่าดัชนีต่างๆ ได้ตามความเหมาะสม เพียงแต่จะต้องตอบคำถามในเรื่องของความผันแปรดังกล่าวได้เท่านั้น
4. ในปัจจุบัน ค่าความถี่ของชนิดพันธุ์นั้น มักจะได้รับการละเลยจากนักวิจัยในการใช้เป็นฐานในการวิเคราะห์องค์ประกอบของชนิดพันธุ์ ทั้งนี้จากประสบการณ์ที่ผ่านมาพบ ว่า ค่าความถี่ดังกล่าว น่าจะมีผลอย่างมากต่อการเป็น “ชนิดพันธุ์เด่น” ของสังคมพืชหนึ่งๆ

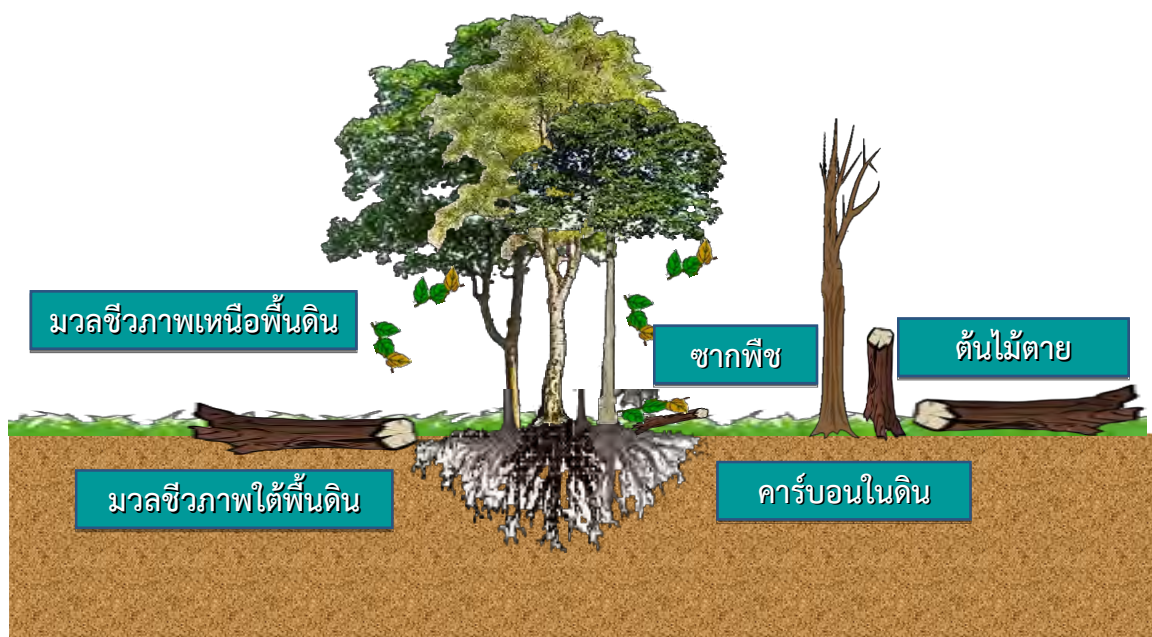
เพื่อตอบคำถามดังกล่าว ให้ทำการวิเคราะห์

เชิงเปรียบเทียบของการใช้/ไม่ใช้ค่าความถี่ในการบรรยายองค์ประกอบของชนิดพันธุ์ โดยแบ่งพืชพรรณออกเป็น 2 กลุ่มขนาดคือ กลุ่มไม้ยืนต้นขนาดใหญ่ตามนิยามทั่วไป (มีค่า Dbh ตั้งแต่ 4.50 ซม.) ขึ้นไป และกลุ่มไม้ยืนต้นที่เป็นไม้โครงสร้าง (มีขนาด Dbh ตั้งแต่ 10.00 ซม. ขึ้นไป) โดยให้เลือกใช้วิธีการวิเคราะห์ที่เหมาะสมที่สามารถตอบคำถามดังกล่าวได้

5. มีผู้ตั้งข้อสังเกตว่า “ขนาดของแปลงย่อย” ที่ใช้ในการตรวจนับข้อมูลพืชพรรณนั้น น่าจะมีผลต่อการบรรยายองค์ประกอบของชนิดพันธุ์ ทั้งนี้เนื่องจากพืชพรรณต่างๆ นั้น มีรูปแบบการกระจายที่แตกต่างกัน

เพื่อตอบคำถามดังกล่าว ให้ทำการวิเคราะห์องค์ประกอบของชนิดพันธุ์จากข้อมูลที่กำหนด โดยใช้ขนาดของแปลงย่อย 10x10 20x20 และ 25x25 ตร.ม. กับข้อมูลพืชพรรณ โดยแบ่งออกเป็น 2 กลุ่มขนาดคือ กลุ่มไม้เล็ก มี Dbh น้อยกว่า 4.50 ซม. และกลุ่มไม้ใหญ่ มีค่า Dbh ตั้งแต่ 4.50 ซม. ขึ้นไป

วิธีประเมินปริมาณคาร์บอนในระบบนิเวศป่าไม้ จากแหล่งสะสมประเภทต่าง ๆ



ชิงชัย วริยะบัญชา
นักวิชาการป่าไม้ชำนาญการพิเศษ

ส่วนวิจัยการอนุรักษ์ป่าไม้ สำนักวิจัยการอนุรักษ์ป่าไม้
กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช

สิงหาคม 2557

1. กิตติกรรมประกาศ

จากการที่ผู้เขียนได้ทำการศึกษาวิจัยเรื่องความเจริญเติบโตและผลผลิต (Growth & Yield) ของต้นไม้ รวมถึงการสะสมคาร์บอน (Carbon Stock) ทั้งในพื้นที่ป่าปลูกและป่าธรรมชาติ อย่างต่อเนื่องมาตั้งแต่ปี พ.ศ. 2529 เรื่อยมาจนถึงปัจจุบัน นับเป็นระยะเวลายาวนานกว่า 27 ปี ได้มีโอกาสปฏิบัติงานวิจัยร่วมกับผู้เชี่ยวชาญ ทั้งชาวไทย ญี่ปุ่น และออสเตรเลีย อย่างต่อเนื่อง รวมถึงมีโอกาสได้รับการฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการทั้งในประเทศญี่ปุ่นและออสเตรเลียหลายครั้ง โดยเฉพาะอย่างยิ่งการถูกปลูกฝังและถ่ายทอดงานวิจัยทางด้านนี้จาก นักวิจัยอาวุโสหลายท่าน ตั้งแต่แรกเริ่มในการรับราชการ เช่น พี่บัวเรศ ประไชโย พี่เกียรติ ก้อง พิตรปรีชา พี่พิน เกื้อกุล พี่พิทยา เพชรมาก พี่คงศักดิ์ ภิญโญภูษากฤษณ์ พี่บุญญฤทธิ์ ภูริยากร พี่สรายุทธ บุญยะเวชชีวิน พี่ทศพร วัชรางกูร พี่ธิดิ วิสารรัตน์ พี่บพิตร เกียรติวุฒินนท์ พี่รัตนะ ไทยงาม พี่วิฑูรย์ เหลืองวิริยะแสง และ พี่สมบุรณ์ กิรติประยูร รวมถึง Dr. Moriyoshi Ishizuka และ Dr. Koichi Kamo ที่ถือได้ว่าท่านเหล่านั้นเป็น ครูบาอาจารย์ที่ผู้เขียนได้เก็บเกี่ยวความรู้ แนวคิด และการดำเนินงานของท่านเพื่อนำมาประยุกต์ใช้ในการศึกษา วิจัยในปัจจุบัน และถือได้ว่าผู้เขียนโชคดีที่ได้รับทั้งโอกาส และแบบอย่างที่ดีในการดำเนินงานจากท่าน และขอขอบพระคุณผู้อำนวยการส่วนวิจัยการอนุรักษ์ป่าไม้ (คุณสิริรัตน์ จันทรมหเสถียร) และผู้อำนวยการ สำนักวิจัยการอนุรักษ์ป่าไม้และพันธุ์พืช (คุณณรงค์ มหรรณพ) ที่สนับสนุนและมอบโอกาสให้ผู้เขียนได้จัดทำ คู่มือ “วิธีประเมินปริมาณคาร์บอนในระบบนิเวศป่าไม้ จากแหล่งสะสมประเภทต่าง ๆ” รวมถึงเป็นวิทยากร บรรยายในหัวข้อดังกล่าว ไว้ ณ โอกาสนี้ ส่วนดีของคู่มือเล่มนี้ขอมอบเครดิตไว้แต่คณะบุคคลที่ได้กล่าวนาม มาแล้วข้างต้น ส่วนข้อบกพร่องจากคู่มือเล่มนี้ผู้เขียนขอน้อมรับไว้เพื่อนำไปปรับปรุงแก้ไขในโอกาสต่อไป



(นายชิงชัย วิริยะบัญชา)

นักวิชาการป่าไม้ชำนาญการพิเศษ

6 สิงหาคม 2557

1. คำนำ

คู่มือ “วิธีประเมินปริมาณคาร์บอนในระบบนิเวศป่าไม้ จากแหล่งสะสมประเภทต่าง ๆ” เล่มนี้ได้ถูกจัดเตรียมขึ้นเพื่อใช้เป็นเอกสารประกอบการฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการ เรื่อง “การวิเคราะห์ข้อมูลจากตัวแปรในแปลงตัวอย่างถาวร” ระหว่างวันที่ 18-22 สิงหาคม 2557 ณ ศูนย์ฝึกอบรมที่ 2 (เขาใหญ่) อ.เมือง จังหวัดนครนายก โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อให้ นักวิชาการป่าไม้ที่มีความสนใจในการประเมินคาร์บอนในระบบนิเวศป่าไม้ใช้เป็นคู่มือในการปฏิบัติงานได้จริงในภาคสนาม โดยทำการรวบรวมข้อมูลความเป็นมา หลักการ เหตุผล และวัตถุประสงค์ ของสมการแอลโลเมตริกที่ใช้คำนวณมวลชีวภาพของต้นไม้ในป่าประเภทต่างๆ การวิเคราะห์ข้อมูลความสัมพันธ์ระหว่างความโตที่ระดับอก (Diameter at Breast Height, DBH) และความสูง (Height, H) ของต้นไม้ หรือ สมการ D-H Relation ที่ Dr. Moriyoshi Ishizuka ได้เขียนโปรแกรมไว้สำหรับคำนวณค่าความสัมพันธ์ดังกล่าว เพื่อนำข้อมูลที่ได้ออกมาคำนวณมวลชีวภาพจากสมการแอลโลเมตริก รวมถึงเทคนิคการรวบรวมและประเมินคาร์บอนจาก ซากพืชที่ร่วงหล่น ต้นไม้ตาย รวมถึงต้นไม้ล้มขนอนนอนไพร จากแปลงตัวอย่างถาวร

2. แหล่งสะสมคาร์บอน (Carbon Pool) ระบบนิเวศป่าไม้

การประเมินค่าคาร์บอนในป่าธรรมชาติ ของ IPCC (2003) ได้กำหนดให้แหล่งสะสมคาร์บอนในระบบนิเวศป่าไม้แบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม 5 แหล่ง ได้แก่ กลุ่มของมวลชีวภาพที่มีชีวิต (Living Biomass) ซึ่งประกอบด้วย (1) มวลชีวภาพเหนือพื้นดิน (Above-ground Biomass) และ (2) มวลชีวภาพใต้พื้นดิน (Below-ground Biomass) กลุ่มของเศษซากพืชที่ตาย (Dead Organic Matter) ประกอบด้วย (3) ต้นไม้ตาย รวมถึงไม้ล้มขนอนนอนไพร (Dead wood) และ (4) ซากพืชที่ร่วงหล่น (Litter) และกลุ่มของดิน (Soils) ประกอบด้วย (5) คาร์บอนในดิน (Soil organic matter) ซึ่งได้กำหนดเงื่อนไขในแต่ละแหล่ง ดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 แสดงการจำแนกแหล่งสะสมคาร์บอน (Carbon Pools) ตามหลักเกณฑ์ของ IPCC (2003)

TABLE 3.1.2 DEFINITIONS FOR TERRESTRIAL POOLS USED IN CHAPTER 3		
Pool ²		Description (see also notes below in <i>italics</i>)
Living Biomass	Above-ground biomass	All living biomass ³ above the soil including stem, stump, branches, bark, seeds, and foliage. Note: In cases where forest understorey is a relatively small component of the above-ground biomass carbon pool, it is acceptable for the methodologies and associated data used in some tiers to exclude it, provided the tiers are used in a consistent manner throughout the inventory time series as specified in Chapter 5.
	Below-ground biomass	All living biomass of live roots. Fine roots of less than (suggested) 2mm diameter are often excluded because these often cannot be distinguished empirically from soil organic matter or litter.
Dead Organic Matter	Dead wood	Includes all non-living woody biomass not contained in the litter, either standing, lying on the ground, or in the soil. Dead wood includes wood lying on the surface, dead roots, and stumps larger than or equal to 10 cm in diameter or any other diameter used by the country.
	Litter	Includes all non-living biomass with a diameter less than a minimum diameter chosen by the country (for example 10 cm), lying dead, in various states of decomposition above the mineral or organic soil. This includes the litter, <i>humic</i> , and <i>humic</i> layers. Live fine roots (of less than the suggested diameter limit for below-ground biomass) are included in litter where they cannot be distinguished from it empirically.
Soils	Soil organic matter	Includes organic carbon in mineral and organic soils (including peat) to a specified depth chosen by the country and applied consistently through the time series. Live fine roots (of less than the suggested diameter limit for below-ground biomass) are included with soil organic matter where they cannot be distinguished from it empirically.
<i>Note: National circumstances may necessitate slight modifications to the pool definitions used here. Where modified definitions are used, it is good practice to report upon them clearly, to ensure that modified definitions are used consistently over time, and to demonstrate that pools are neither omitted nor double counted.</i>		

3. การตรวจสอบข้อมูลจากภาคสนาม

เมื่อปฏิบัติตามขั้นตอนในเอกสาร “เทคนิคการวางแผนตัวอย่างถาวร และการวัดต้นไม้อย่างมืออาชีพ” เราจะได้ข้อมูลความเจริญเติบโตภาคสนามจากแปลงตัวอย่างถาวรที่ได้มาตรฐาน นอกจากจะสามารถวิเคราะห์ข้อมูลความลาดชันของพื้นที่ และตำแหน่งการกระจายของต้นไม้ตามขนาด DBH เพื่อใช้ในการตรวจสอบและติดตามการเก็บข้อมูลได้แล้ว ขั้นตอนต่อไปที่มีความสำคัญคือการตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูล

ตามปกติในการตรวจวัดข้อมูลครั้งแรกจะมีความผิดพลาดของข้อมูลระหว่าง 5-20 % ขึ้นอยู่กับประสบการณ์ของผู้เก็บข้อมูล ดังนั้นการลดความผิดพลาดดังกล่าวจำเป็นต้องมีการตรวจสอบข้อมูลภาคสนามอีกครั้งเพื่อปรับแก้ข้อมูลให้ถูกต้องสมบูรณ์ที่สุดในช่วงเวลาใกล้เคียงกัน แต่ส่วนมากการดำเนินงานภาคสนามจะกลับมาวัดใหม่เมื่อครบรอบ 1 ปี เพื่อหาความเพิ่มพูนของต้นไม้ และมักจะประสบปัญหาเกี่ยวกับขนาด DBH ของต้นไม้บางต้นที่มีขนาดเล็กลง หรือโตมากกว่าปกติ โดยหาเหตุผลมาอธิบายไม่ได้ การวัดข้อมูลในครั้งที่ 3 จึงเป็นข้อมูลที่น่าเชื่อถือเพราะมีการปรับแก้ข้อมูลในครั้งแรกและครั้งที่สอง และจะเห็นแนวโน้มความเพิ่มพูนจากการวัดครั้งที่ 3

การตรวจสอบข้อมูลภาคสนามเบื้องต้นมีความจำเป็นอย่างยิ่ง ภายหลังจากการลงข้อมูลในเครื่องคอมพิวเตอร์แล้ว (ซึ่งส่วนใหญ่นิยมใช้โปรแกรม Excel มากกว่า Access) จะต้องมีความรู้ ความชำนาญ ในการใช้ชุดคำสั่งต่างๆ เพื่อกรองข้อมูลที่ได้พิมพ์ไปแล้ว ไม่ว่าจะเป็นการจัดเรียงข้อมูล การทำกราฟแบบ XY Scatter ระหว่างความโตและความสูงของต้นไม้ เพื่อดูข้อมูลที่ไม่เข้าพวก เป็นต้น จากนั้นจึงพิมพ์ข้อมูลเหล่านั้นออกมาเปรียบเทียบกับกระดาษจดข้อมูลภาคสนาม ทำการปรับแก้ให้เรียบร้อย และให้หมายเหตุข้อมูลที่ไม่แน่ใจเพื่อตรวจสอบในพื้นที่ต่อไป

4. ความสัมพันธ์ในรูปแบบ D-H Relation

การวัดความสูงต้นไม้ในป่าธรรมชาติที่มีเรือนยอดซ้อนทับกัน มักจะมีความแม่นยำน้อยเนื่องจากไม่เห็นยอดของต้นไม้อย่างชัดเจน และต้นไม้บางต้นมียอดเอนมากไม่สามารถวัดความสูงได้ หรือลำต้นหัก เป็นต้น ในการประมาณความสูงของต้นไม้เหล่านี้ สามารถหาได้โดยอาศัยความสัมพันธ์ระหว่างความโตและความสูงของหมู่ไม้นั้นๆ (D-H Relation) ซึ่งมีความสัมพันธ์แบบ hyperbolic-reciprocal equation (Ogawa et al., 1965) โดยมีรูปแบบของสมการดังนี้

$$1/H = 1 / (a * DBH^h) + 1 / H_{max}$$

เมื่อ H = ความสูงของต้นไม้ (เมตร)

DBH = เส้นผ่าศูนย์กลางระดับอก (เซนติเมตร)

a, h, Hmax = ค่าคงที่

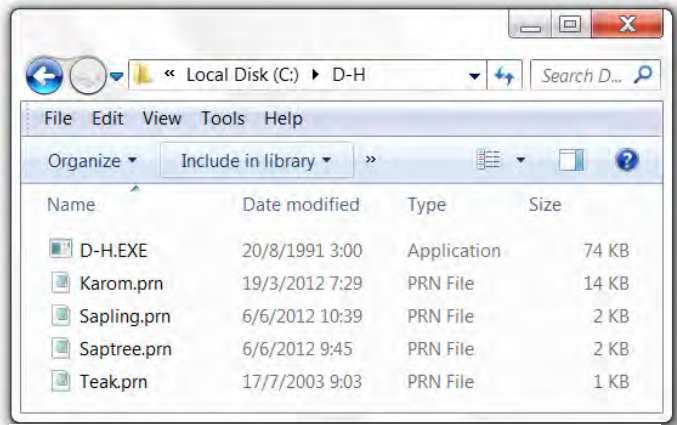
เนื่องจากการคำนวณค่าคงที่ a, h, Hmax นี้ ไม่สามารถคำนวณหาได้จากเครื่องคิดเลขธรรมดาได้ ดังนั้น Dr. Moriyoshi Ishizuka ได้เขียนโปรแกรม D-H ในการคำนวณขึ้นจาก Qbasic เพื่อใช้คำนวณค่าคงที่เหล่านี้โดยวิธี simplex method เพื่อความสะดวกในการใช้งาน

5. วิธีใช้โปรแกรม D-H Relation

ในการใช้โปรแกรม D-H Relation ให้ดำเนินการตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. ติดตั้งโปรแกรม DOSBox 0.74 เนื่องจากปัจจุบันระบบคอมพิวเตอร์ได้มีการพัฒนาไปอย่างรวดเร็วทำให้โปรแกรม D-H ที่เขียนใน GWbasic ไม่สามารถทำงานได้หรือทำงานไม่สมบูรณ์ในระบบปฏิบัติการ Windows ใน Version ที่สูงกว่า Windows 7 ขึ้นไป แต่ใน Windows XP ที่สามารถทำงานได้เลย โดยไม่จำเป็นต้องติดตั้ง DOSBox ก่อน ขั้นตอนการติดตั้ง DOSBox ดูในเอกสาร “ดอสบ็อก (DOSBox)”

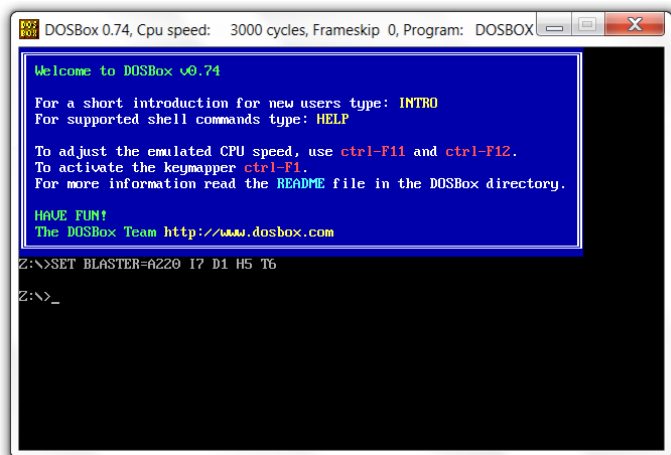
2. คัดลอกโปรแกรม D-H ให้ทำการคัดลอก Folder D-H ลงใน Drive C : โดยใน Folder D-H จะมี File แบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ ประเภท Application คือ D-H.EXE และประเภท *.pm ที่เป็น file ตัวอย่างจำนวน 4 file ดังแสดงในภาพที่ 1



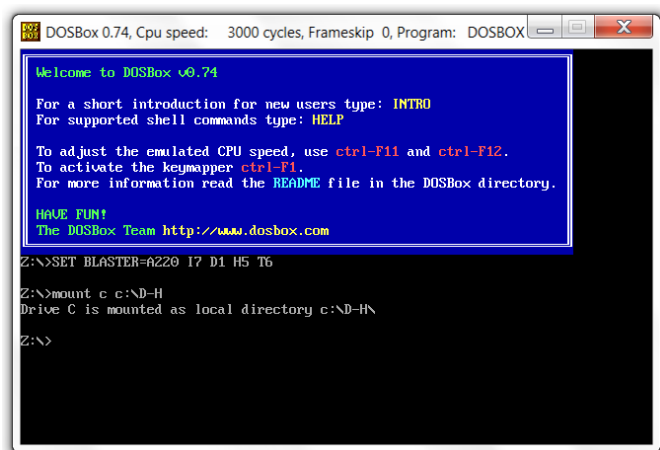
ภาพที่ 1 แสดง File ของ Folder D-H ใน Drive C : แสดงรายชื่อที่เป็น Application และ File ตัวอย่าง (*.pm)

3. การ Run Program D-H

3.1 ให้ Run โปรแกรม DOSBox ก่อน โดยทำการ Double Click ที่ Icon DOSBox ที่อยู่บน Desktop เมื่อโปรแกรมทำงานจะขึ้นหน้าจอ ดังแสดงในภาพที่ 2 โดยโปรแกรมจะแสดงค่าอยู่ที่ Z:\> จากนั้นให้พิมพ์อักษรเพื่อสั่งงานดังนี้ **Z:\>mount c c:\D-H** แล้วกด **enter** โปรแกรมจะรายงานว่าได้เพิ่ม Drive C ที่มี Sub-directory D-H แล้ว โดยมีข้อความที่แสดงในจอ ดังนี้ **Drive C is mounted as local directory c:\D-H** ดังแสดงในภาพที่ 3 ในกรณีที่ไม่เป็นไปตามนั้น ให้ตรวจสอบว่ามีการพิมพ์ตัวอักษรผิดหรือไม่ มีการเว้นวรรคของตัวอักษรตามตัวอย่างหรือไม่ นอกจากนี้ในคอมพิวเตอร์บางเครื่อง บางรุ่น ภายหลังจาก Run DOSBox แล้ว จะไม่สามารถใช้แป้น Key board ที่เป็น **** ได้ ให้ผู้ใช้กดแป้น **alt ค้างไว้** แล้วพิมพ์ตัวอักษร **92** ตาม ก็จะได้ **** ส่วนในกรณีที่ใช้แป้น **:** ไม่ได้ ให้ใช้ **alt 58**

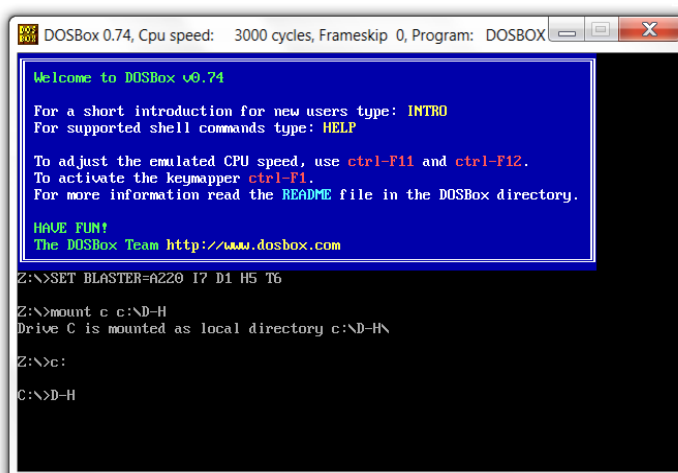


ภาพที่ 2 แสดงการทำงานของโปรแกรมภายหลังการ Run โปรแกรม DOSBox

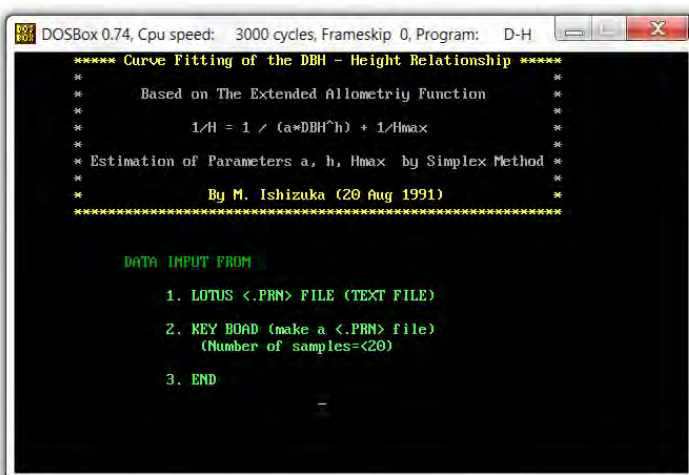


ภาพที่ 3 ข้อความที่แสดงภายหลังจากการพิมพ์ชุดคำสั่งในระบบ DOS

3.2 เมื่อดำเนินการดังกล่าวข้างต้นเรียบร้อยแล้ว ก่อนการ Run โปรแกรม D-H ให้พิมพ์ **C:** แล้วกด **enter** จากนั้นพิมพ์ **D-H** ดังแสดงในภาพที่ 4 จากนั้นเมื่อกด **enter** โปรแกรม D-H จะทำงานแสดงในภาพที่ 5

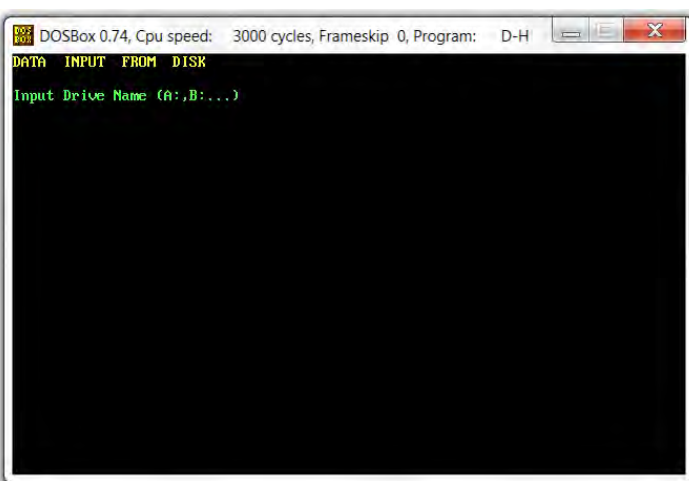


ภาพที่ 4 การพิมพ์คำสั่ง เพื่อเปลี่ยน Drive จาก Z เป็น C พร้อมการสั่งโปรแกรม D-H ทำงาน



ภาพที่ 5 ภายหลังการพิมพ์ D-H แล้วกด Enter โปรแกรมจะเริ่มทำงานดังแสดงในภาพ

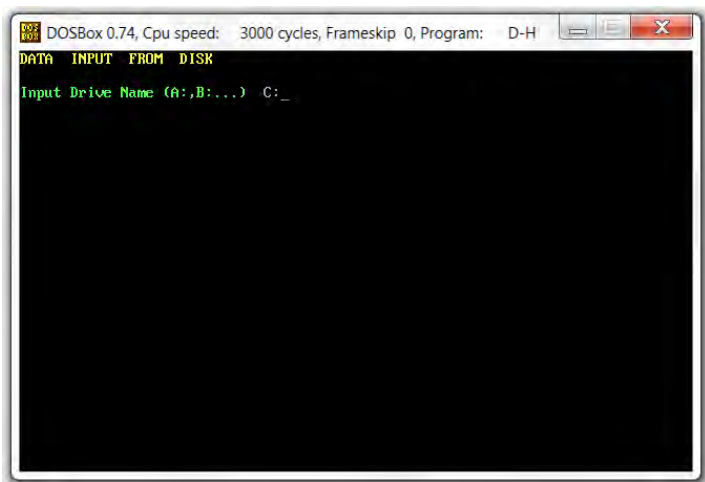
4. วิธีการใช้โปรแกรม D-H
ภายหลังการ Run โปรแกรม D-H ดังแสดงในภาพที่ 5 โปรแกรมจะถามถึงการใส่ข้อมูลสำหรับการวิเคราะห์ ซึ่งทำได้ 2 แบบ คือแบบที่อ่านจากแฟ้มที่มีนามสกุลเป็น *.prn และแบบที่พิมพ์ข้อมูลเองที่มีข้อมูลไม่เกิน 20 คู่ เนื่องจากได้มีการเตรียมข้อมูลตัวอย่างไว้แล้ว ใน Folder D-H จากวิธีการในข้อ 2 ในที่นี้จึงให้พิมพ์หมายเลข **1** ตรงตำแหน่งที่เห็น Cursor (หรืออักษร – กระพริบ) แล้วกด **Enter** หน้าจอจะแสดงในภาพที่ 6 โดยโปรแกรมจะให้ใส่ Drive ที่มี



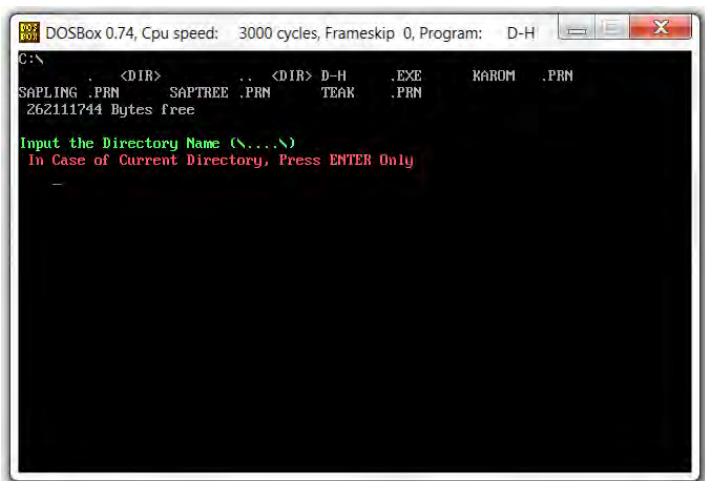
ภาพที่ 6 ภายหลังการสั่งงาน โดยการพิมพ์หมายเลข 1 และกด Enter ในภาพที่ 5

ข้อมูลที่จะวิเคราะห์ ในที่นี้ให้พิมพ์ **C:** แล้วกด **Enter** ตามภาพที่ 7 โปรแกรมจะอ่านข้อมูล file ที่มีอยู่ใน C:\D-H\ ทั้งหมด ดังแสดงในภาพที่ 8 โดยโปรแกรมจะให้ระบุ Sub-directory ที่ข้อมูลอยู่ในกรณีข้อมูลที่ต้องการวิเคราะห์แสดงอยู่ในบรรทัดด้านบนอยู่แล้ว โปรแกรมจะให้กด **Enter** เท่านั้น ดังนั้นให้กด **Enter** โปรแกรมจะทำการกรองข้อมูลให้เหลือแต่ file ที่มีนามสกุลที่เป็น *.PRN ซึ่ง file ตัวอย่างมีอยู่ 4 file ได้แก่ KAROM.PRN SAPLING.PRN SAPTREE.PRN และ TEAK.PRN โดยโปรแกรมให้พิมพ์ชื่อ file ที่ต้องการวิเคราะห์โดยไม่ต้องพิมพ์นามสกุลของ file นั้น ในที่นี้ให้พิมพ์ KAROM ดังแสดงในภาพที่ 9

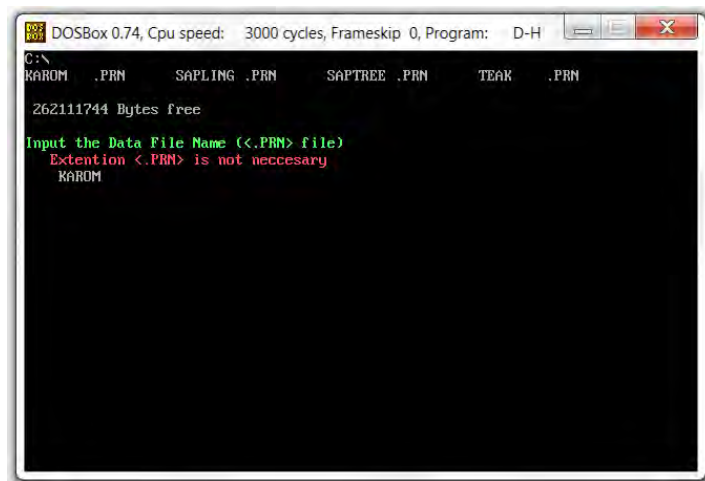
เมื่อกด **Enter** โปรแกรมจะนำข้อมูลใน file KAROM.PRN มาใช้ โดยโปรแกรมจะแสดง TITLE LINE ซึ่งเป็นการเรียกข้อมูลในบรรทัดแรก และส่วนของ ITEM LINE จะเรียกข้อมูลในบรรทัดที่สองของ file ออกมาแสดง โดยโปรแกรมสามารถบรรจุรายการข้อมูลได้ 8 รายการ แต่ใน file ตัวอย่างได้เตรียมข้อมูลไว้เพียง 2 รายการ ระหว่างความโตหน่วยเป็น cm และความสูงหน่วยเป็น m พร้อมทั้งถามว่ามีจำนวนกี่รายการและมี Cursor กระพริบดังแสดงในภาพที่ 10 ให้ทำการพิมพ์ตัวเลข **2** เนื่องจากข้อมูลมี 2 รายการ แล้วกด **Enter** โปรแกรมจะถามว่า DBH อยู่รายการที่เท่าไร ให้ใส่หมายเลข **1** แล้วกด **Enter** ต่อมาโปรแกรมจะถามอีกว่า Height อยู่รายการที่เท่าไร ให้ใส่หมายเลข **2** ดังแสดงในภาพที่ 11 เมื่อทำการกด **Enter** โปรแกรมจะเริ่มทำการคำนวณโดยอ่านค่าจาก file ตัวอย่างตั้งแต่



ภาพที่ 7 โปรแกรมจะให้เลือก Drive ที่มีข้อมูล ในที่นี้ให้พิมพ์ C: แล้วกด Enter



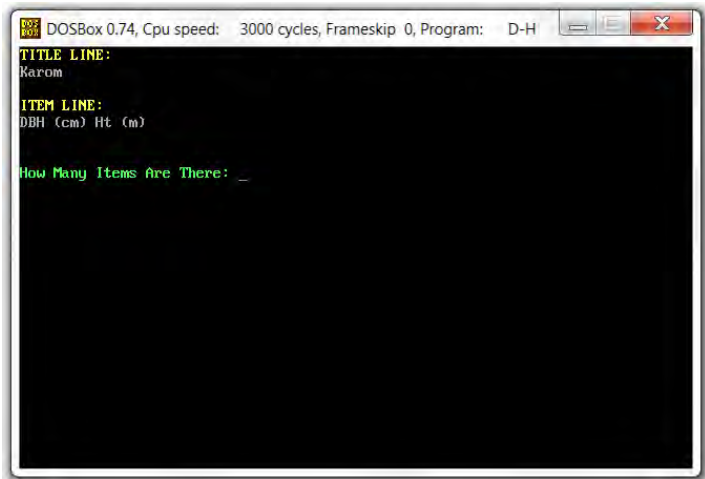
ภาพที่ 8 โปรแกรมจะอ่านข้อมูล file ที่มีอยู่ใน C:\D-H\ ทั้งหมดที่การวิเคราะห์



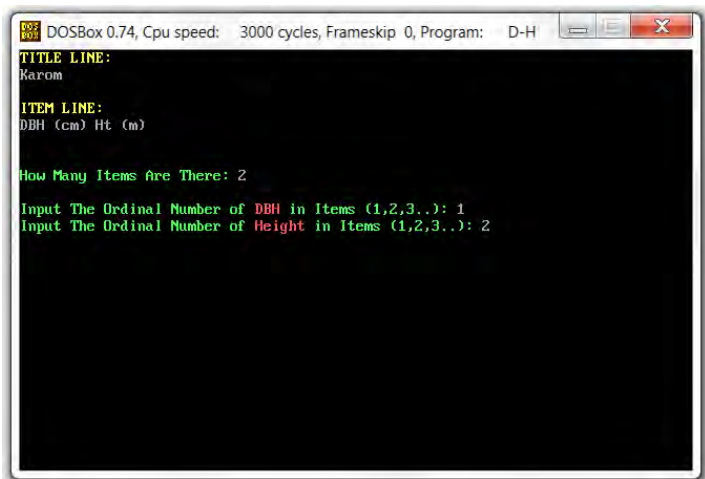
ภาพที่ 9 หลังจากกด Enter โปรแกรมจะกรองข้อมูลที่มีเฉพาะนามสกุล PRN จากนั้นพิมพ์ KAROM

บรรทัดที่ 3 ลงมา แล้วนำมาประมวลผล
 ดังแสดงในภาพที่ 12 ต่อจากนั้น
 โปรแกรมจะถามว่าให้ดำเนินการคำนวณ
 ในขั้นตอนต่อไปหรือไม่ ให้ทำการกด
Enter เพื่อให้โปรแกรมทำการคำนวณ
 ข้อมูลต่อไป เมื่อการคำนวณแล้วเสร็จจะ
 แสดงผลของค่า a h และ H_{max} ดังแสดง
 ในภาพที่ 13 แต่บางครั้งการคำนวณไม่
 สามารถคำนวณจนแล้วเสร็จ หรือคำนวณ
 ไม่ยอมหยุด อันเป็นผลมาจากข้อมูล
 ระหว่างความโตและความสูงไม่สามารถ
 คำนวณหาสมการได้ (ดังตัวอย่างของ file
 SAPTREE.PRN) จำเป็นต้องยกเลิกการ
 คำนวณ ให้ใช้เมาท์คลิกไปที่เครื่องหมาย
 กากบาทสีแดงที่อยู่มุมบนด้านขวาของ
 หน้าต่าง แล้วให้ดำเนินการตามขั้นตอนใน
 ข้อ 3 ใหม่ เพื่อคำนวณ file อื่นๆ ต่อไป

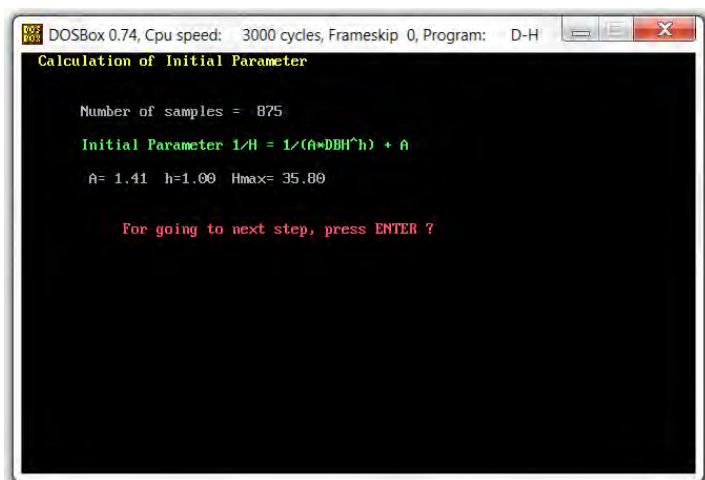
เมื่อกด **Enter** โปรแกรมจะนำไปสู่
 ขั้นตอนการทำการกราฟความสัมพันธ์ระหว่าง
 ความโตและความสูงของต้นไม้ในแปลง โดย
 โปรแกรมจะให้เลือกสเกลของแกน X ที่เป็น
 DBH ว่าจะให้อยู่ในรูปของสเกลธรรมดา
 หรือในรูปของสเกล LOG ในที่นี้จะ
 กำหนดให้ X อยู่ในรูปของสเกลธรรมดา จึง
 พิมพ์หมายเลข **1** แล้วกด **Enter** โปรแกรมก็
 จะถามอีกว่า จะกำหนดแกน Y ที่เป็ความ
 สูง ให้อยู่ในสเกลแบบไหน ในที่นี้จะ
 กำหนดให้ Y อยู่ในรูปของสเกลธรรมดา จึง
 พิมพ์หมายเลข **1** เช่นเดียวกัน ดังแสดงใน
 ภาพที่ 14



ภาพที่ 10 โปรแกรมจะอ่านข้อมูลเพื่อแสดงชื่อของกราฟ และรายการของ
ข้อมูลจาก file PRN



ภาพที่ 11 เมื่อป้อนข้อมูลจำนวนรายการลงไปโปรแกรมจะถามว่า DBH
และ Height อยู่รายการใด



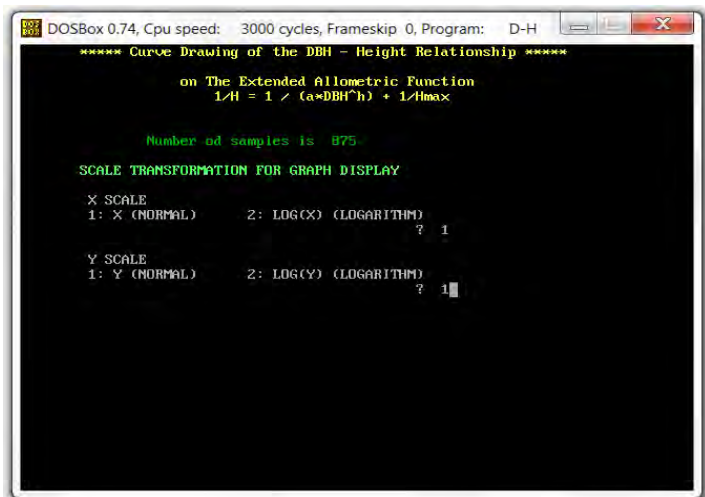
ภาพที่ 12 โปรแกรมทำการวิเคราะห์ข้อมูลขั้นตอนแรกเพื่อส่งต่อไป
วิเคราะห์ข้อมูลขั้นสุดท้าย

เมื่อกด **Enter** โปรแกรมจะขึ้นกรอบสี่เหลี่ยมที่เป็นพื้นที่สำหรับเขียนกราฟ ด้านแกน X บอกถึงค่าขนาดความโตที่มากที่สุดในช่วงข้อมูล แกน Y บอกถึงค่าความสูงมากที่สุดของข้อมูล จากตัวอย่างแกน X มีค่า 145 และแกน Y มีค่า 56 ด้านแกน X โปรแกรมให้กำหนดค่าต่ำสุดของแกน X ในที่นี้ให้พิมพ์หมายเลข **0** แล้วกด **Enter** มีข้อความให้กำหนดค่าสูงสุดของแกน X สำหรับเขียนกราฟ ในที่นี้ให้พิมพ์หมายเลข **200** แล้วกด **Enter** มีข้อความให้กำหนดการขีดเส้น (Graduation) ของสเกลกราฟทุกระยะเท่าไร ให้พิมพ์ **10** แล้วกด **Enter** มีข้อความค่าต่ำสุดของแกน Y ให้พิมพ์หมายเลข **0** แล้วกด **Enter** มีข้อความให้กำหนดค่าสูงสุดของแกน Y ให้พิมพ์หมายเลข **100** แล้วกด **Enter** ค่า Graduation ให้พิมพ์ **10** แล้วกด **Enter** เมื่อเสร็จสิ้นโปรแกรมจะถามว่าต้องการลบค่าที่ลงไปแล้วหรือไม่ ถ้าต้องการให้พิมพ์ **E** แล้วกด **Enter** โปรแกรมก็จะกลับเริ่มต้นที่กรอบสี่เหลี่ยม ถ้าพิมพ์ถูกต้องทุกประการก็

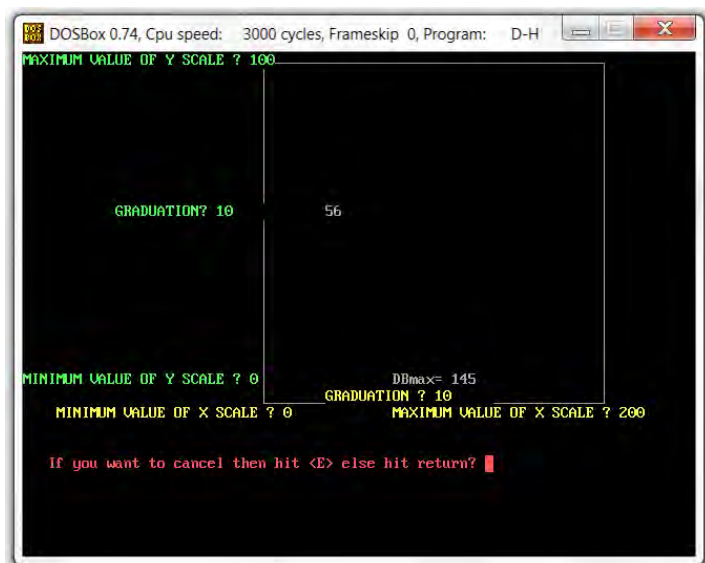
ให้กด **Enter** โปรแกรมก็จะทำการเขียนกราฟความสัมพันธ์ระหว่างความโตและความสูง พร้อมระบุค่าคงที่ a h และ $H_{\max}$ รวมถึงค่าความคลาดเคลื่อน (Root-mean-square Error) ของสมการ ดังแสดงในภาพที่ 16



ภาพที่ 13 ผลการคำนวณซึ่งแสดงค่า a h และ $H_{\max}$ ของสมการ

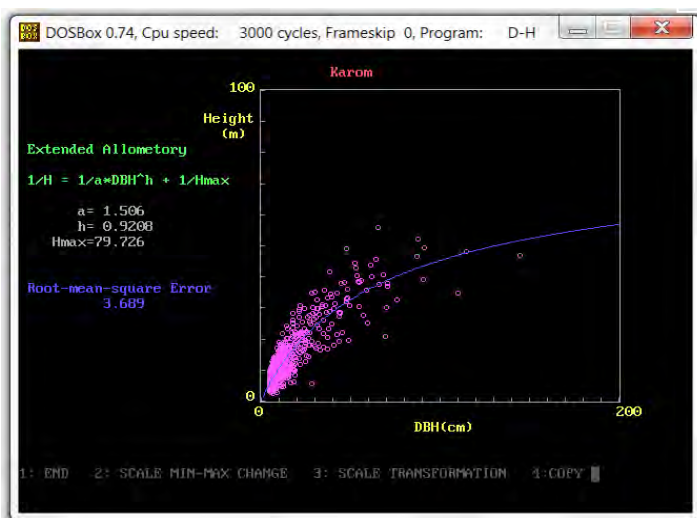


ภาพที่ 14 การกำหนดประเภทของค่าสเกลแกน X และ แกน Y ของข้อมูลที่ทำกรวิเคราะห์

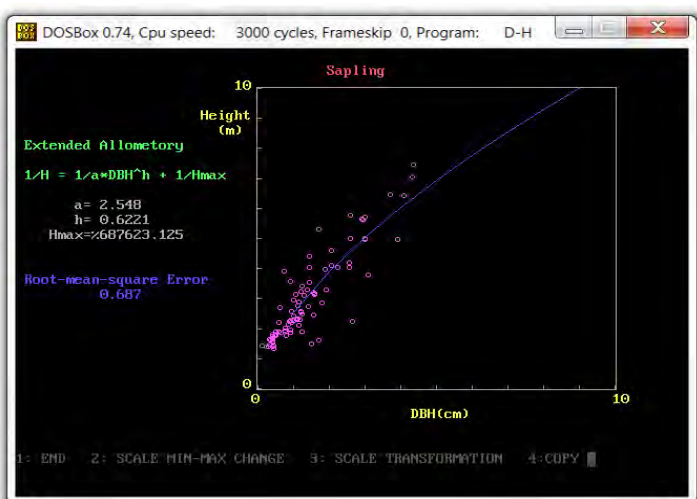


ภาพที่ 15 การกำหนดค่าต่ำสุด-สูงสุด และการแบ่งขีดของ แกน X และ Y ในการเขียนกราฟ

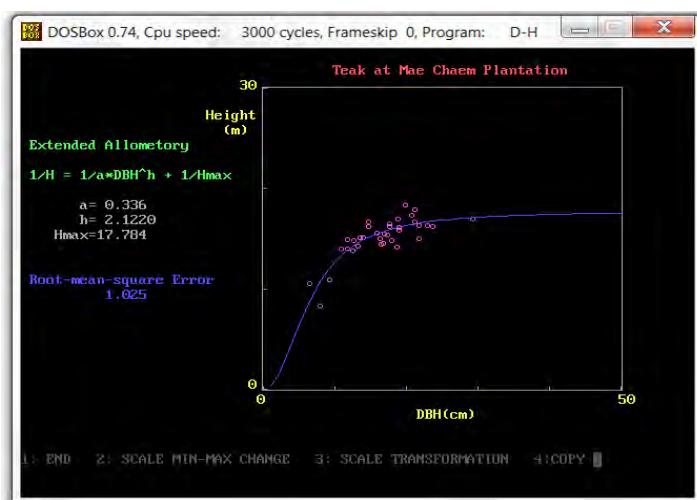
หลังจากโปรแกรมได้เขียนกราฟเสร็จแล้ว โปรแกรมจะให้เลือกดำเนินการ 4 ข้อ คือ ข้อ 1 จบการทำงาน เมื่อเลือก โปรแกรมจะย้อนกลับไปภาพที่ 5 ข้อ 2 เปลี่ยนสเกลค่า MIN - MAX เมื่อเลือกจะย้อนกลับไปภาพที่ 15 ข้อ 3 เปลี่ยนสเกลค่า LOG หรือค่าธรรมดา เมื่อเลือกจะย้อนกลับไปภาพที่ 14 และข้อ 4 การคัดลอก ข้อนี้ไม่สามารถใช้ได้ เนื่องจากเป็นคำสั่งที่ให้พิมพ์กราฟที่ได้ ผ่านเครื่องพิมพ์รุ่นเก่าซึ่งปัจจุบันไม่มีใช้แล้ว ในที่นี่จะเลือกกลับไปวิเคราะห์ข้อมูลใหม่ จึงพิมพ์ตัวหมายเลข 1 แล้วกด Enter แล้วลองคำนวณ SAPLING.PRN และ TEAK.PRN ใหม่โดยใช้วิธีการที่กล่าวมาแล้วข้างต้นแล้วลองเปรียบเทียบผลลัพธ์ ในภาพที่ 17 และ 18 ต่อไป



ภาพที่ 16 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความโตและความสูงของ KAROM.PRN



ภาพที่ 17 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความโตและความสูงของ SAPLING.PRN



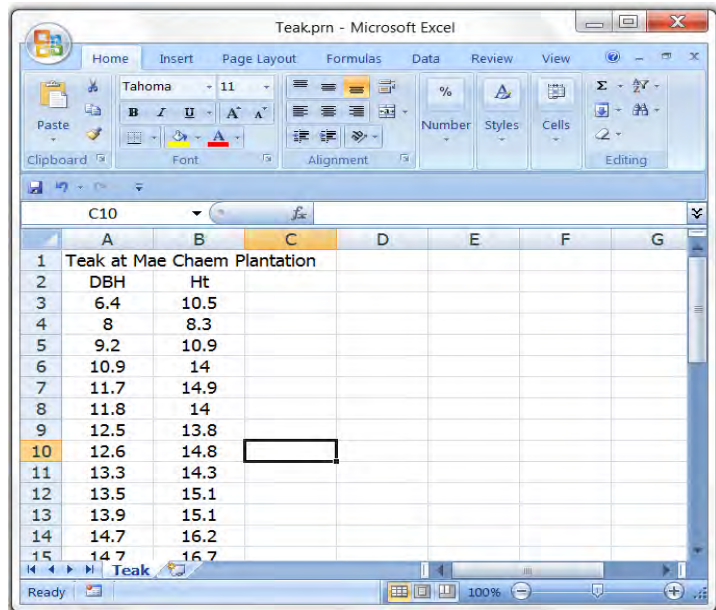
ภาพที่ 18 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความโตและความสูงของ SAPLING.PRN

5. การเตรียมข้อมูล PRN การเตรียมข้อมูลเพื่อนำไปคำนวณค่า D-H Relation ในที่นี้จะใช้โปรแกรม Excel 2007 ที่มี Menu เป็นภาษาอังกฤษ เป็นต้นแบบในการดำเนินงาน โดยมีขั้นตอนดังนี้

5.1 ในตาราง Excel กำหนดให้บรรทัดที่ 1 ที่ A1 เป็นชื่อของแปลงเป็นภาษาอังกฤษ ส่วนบรรทัดที่ 2 กำหนดให้ A2 เป็น “DBH” และ B2 เป็น “Ht” ตั้งแต่บรรทัดที่ 3 ของ Column A และ B ลงไปจนหมดข้อมูลให้เป็นค่าของ DBH และ Ht ของต้นเดียวกัน ให้ทำการจัดเรียงข้อมูลของ DBH จากน้อยไปมาก เป็นเกณฑ์ ดังแสดงในภาพที่ 19 เนื่องจากข้อมูลชุดเดียวกันเมื่อไม่มีการจัดข้อมูล ผลการคำนวณจะมีค่าแตกต่างกันเล็กน้อย และข้อมูลที่เตรียมต้องเป็นตัวเลขเท่านั้น และมีครบทั้ง DBH และ Ht

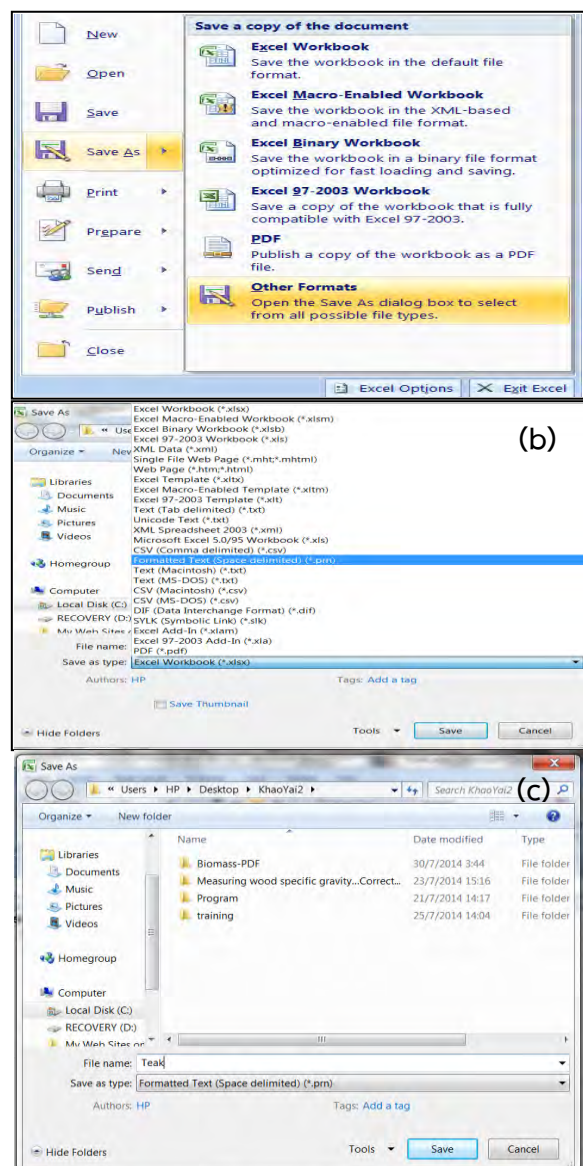
5.2 เมื่อเตรียมข้อมูลเสร็จให้ Click ที่  ที่อยู่มุมบนด้านซ้ายมือ แล้วเลือก Save As แล้ว Click เลือก Other Formats ดังแสดงในภาพที่ 20 (a) จากนั้นนำมาที่ไป Click ที่ช่อง Save as type แล้วเลือก Formatted Text (Space delimited) (*.prn) ดังแสดงในภาพที่ 20 (b) แล้วตั้งชื่อ file เป็นภาษาอังกฤษ แล้วกด Save (ภาพที่ 20 (c)) เมื่อเสร็จแล้วให้ออกจาก Excel ไปยัง Folder ที่เก็บ file นี้อยู่โดยมีนามสกุลเป็น PRN แล้วนำไปใส่เพิ่มใน C:\D-H\ ข้อมูลก็สามารถนำไปวิเคราะห์ต่อไป

ภาพที่ 20 ขั้นตอนการเตรียมข้อมูลเป็น *.PRN โดยที่ (a) เลือก Save As และ Othe Formats, (b) เลือก Save as type และเลือก Formatted Text (Space delimited) (*.prn) และ (c) ตั้งชื่อ file เป็นภาษาอังกฤษ และ Save



	A	B					
1	Teak at Mae Chaem Plantation						
2	DBH	Ht					
3	6.4	10.5					
4	8	8.3					
5	9.2	10.9					
6	10.9	14					
7	11.7	14.9					
8	11.8	14					
9	12.5	13.8					
10	12.6	14.8					
11	13.3	14.3					
12	13.5	15.1					
13	13.9	15.1					
14	14.7	16.2					
15	14.7	16.7					

ภาพที่ 19 การจัดเตรียมข้อมูล PRN เพื่อนำไปวิเคราะห์ที่โปรแกรม D-H



การประมาณความสูงจากขนาดความโตตามที่ได้กล่าวมาข้างต้น นิยมนำไปคำนวณหาความสูงของต้นไม้ที่เก็บข้อมูลได้ค่อนข้างยาก เช่น มองไม่เห็นเรือนยอด ต้นเอนมาก ยอดหัก และลำต้นหัก เป็นต้น แต่ในทางปฏิบัติแล้ว การใช้ข้อมูลความโตและความสูงที่แม่นยำจำนวนประมาณ 20-50 % ของต้นไม้ในแปลง โดยวัดให้กระจายครอบคลุมทุกขนาดความโต แล้วนำมาคำนวณหาความสัมพันธ์ดังกล่าว เพื่อนำกลับไปหาความสูงของต้นไม้ทุกต้นในแปลงตัวอย่างก็สามารถทำได้และให้ผลดีระดับหนึ่ง แต่ในความจริงแล้วค่าคลาดเคลื่อนจากการตรวจวัดความสูงอันเกิดจากความชำนาญของผู้วัดเอง เครื่องมือ ลักษณะความลาดชันของพื้นที่ และจำนวนชนิดพันธุ์ที่หลากหลาย ย่อมเป็นอุปสรรคที่ส่งผลต่อข้อมูลความสูงที่ถูกต้อง การเก็บข้อมูลทางด้านความสูงทุกต้นในแปลงเท่าที่วัดได้จริงแล้วนำไปคำนวณในสมการ จากนั้นนำกลับไปคำนวณเป็นความสูงของต้นไม้ทุกต้นในแปลงตัวอย่าง น่าจะเป็นการลดค่าความคลาดเคลื่อนดังกล่าวได้ การคำนวณมวลชีวภาพของต้นไม้จากการใช้ข้อมูลความสูงจริงเมื่อเปรียบเทียบกับความสูงจากการคำนวณได้ จะได้ค่าที่แตกต่างกันจากเล็กน้อยไปถึงมากขึ้นอยู่กับคุณภาพของข้อมูลดังกล่าว

6. การสะสมคาร์บอนในกลุ่มของมวลชีวภาพที่มีชีวิต

การศึกษาแหล่งสะสมคาร์บอน (Carbon Pool) ในกลุ่มของมวลชีวภาพที่มีชีวิต (Living Biomass) ซึ่งประกอบด้วย มวลชีวภาพเหนือพื้นดิน (Above-ground Biomass) และมวลชีวภาพใต้พื้นดิน (Below-ground Biomass) ในการประเมินมวลชีวภาพดังกล่าวนิยมใช้สมการแอลโลเมตริก (allometric equations) ในการคำนวณ โดยใช้ตัวแปรอิสระที่เป็น DBH, DBH^2 และ $DBH^2 \cdot Ht$ ส่วนตัวแปรตามคือ มวลชีวภาพของลำต้น (Stem Biomass, W_s), กิ่ง (Branch Biomass, W_b), ใบ (Leaf Biomass, W_l), ราก (Root Biomass, W_r) และส่วนที่อยู่เหนือพื้นดินทั้งหมด ($W_s + W_b + W_l = \text{Above-ground Biomass, AGB}$)

ภาพที่ 21 การดำเนินงานภาคสนามในการศึกษามวลชีวภาพเหนือพื้นดิน A) ล้มไม้

ตัวอย่าง B) วัดขนาดความโตของแต่ละ

ท่อน C) ท่อนไม้แบ่งออกเป็นท่อนๆ D) แยกใบในกรณีใบประกอบต้องเด็ดทั้งก้านใบ E) แยกส่วนของต้นไม้เป็น ลำต้น กิ่งใหญ่ กิ่งเล็ก และใบ F) นำส่วนต่างๆมาชั่งน้ำหนักสด G) เก็บตัวอย่างต้นไม้ H) ชั่งน้ำหนักตัวอย่าง



การได้มาของ
สมการแอลโลเมตริก
ดังกล่าว จำเป็นต้อง
อาศัยความรู้ ทักษะ และ
ประสบการณ์ของนักวิจัย
ค่อนข้างสูง เพราะ
ประกอบด้วย ขั้นตอน
วิธีการ และเทคนิค
มากมายในการศึกษา
เพื่อให้ได้สมการที่มีความ
แม่นยำสูง ดังแสดงใน
ภาพที่ 21 และ 22 ซึ่ง
ส่วนใหญ่ทำได้กับต้นไม้
ในสวนป่าโดยสามารถ
แยกออกเป็นรายชนิด
แต่การศึกษามวลชีวภาพ
ของต้นไม้ในป่าธรรมชาติ
ทำได้ยากกว่าหลายเท่า
เนื่องจากมีความ
หลากหลายของชนิดพันธุ์
สูง รวมถึงมีขนาด DBH
ใหญ่มากๆ จึงจำเป็นต้อง
ใช้ต้นไม้ตัวอย่างจำนวน
มากในการศึกษา ซึ่งใน
อดีตประเทศไทยยังมีการ
ทำไม้ออกก็จะสามารถ
ร่วมเข้าไปทำการศึกษ
วิจัยได้ แต่ปัจจุบันใน
ประเทศไม่มีการทำไม้
ออกจากป่าธรรมชาติแล้ว
การดำเนินการจึงต้องขอ
อนุমัติตามระเบียบการ
ศึกษาวิจัยในพื้นที่ป่า
อนุรักษ์ ซึ่งมีขั้นตอน



ภาพที่ 22 การศึกษามวลชีวภาพของราก 1) คัดเลือกต้นไม้ตัวอย่าง 2) ขุดดินรอบต้นไม้ตัวอย่าง
ออก 3) การตัดรากที่ขุดโดยใช้รอก 4) นำรากที่ได้มาล้างทำความสะอาดเศษดิน
ออก 5) นำรากที่ล้างแล้วมาผึ่งในที่ร่ม 6) ทำการวัดแยกขนาด 7) รวบรวมรากขนาด
ต่างๆ ชั่งน้ำหนักสด 8) เก็บตัวอย่างรากนำไปอบหาน้ำหนักแห้ง

ค่อนข้างยุ่งยากและอาจก่อผลกระทบทางอ้อมกับพื้นที่ที่ใช้ทำการศึกษา และรวมถึงชาวบ้านที่อาจมีความเข้าใจผิดได้

อย่างไรก็ตาม ประเทศไทยในอดีต มีทีมนักวิจัยชาวญี่ปุ่นหลายชุด ได้เข้ามาศึกษาวิจัยเรื่องมวลชีวภาพของต้นไม้ในป่าธรรมชาติประเภทต่าง ๆ และมีผลงานตีพิมพ์เป็นเอกสารที่ใช้อ้างอิงจนถึงปัจจุบัน เช่น

1. เอกสาร “Comparative ecological studies on three main types of forest vegetation in Thailand” ที่ตีพิมพ์ใน Nature and Life in Southeast Asia Volume 4 ในปี ค.ศ. 1965 เรื่องที่ II. Plant Biomass. หน้าที่ 49-80 โดย Husato OGAWA, Kyoji YODA, Kazuhiko OGINO and Tatu KIRA

เป็นเอกสารที่รู้จักกันดีในวงการป่าไม้ไทย ในนามของ Ogawa *et al.* (1965) ซึ่งเป็นคณะวิจัยชาวญี่ปุ่นที่เข้ามาศึกษาวิจัยในประเทศไทยเมื่อปี พ.ศ. 2504 ได้วางแผนตัวอย่างขนาด 40X40 ตารางเมตร ในพื้นที่ป่าธรรมชาติบริเวณตำบลปึงไค้ง อำเภอเชียงดาว จังหวัดเชียงใหม่ จำนวน 3 แปลง และบริเวณเขาช่อง จังหวัดตรัง จำนวน 2 แปลง รวมเป็นแปลงตัวอย่างทั้งหมด 5 แปลง โดยทุกแปลงอยู่ในสภาพที่เป็น Climax ถูกรบกวนน้อย โดยมีรายละเอียดของแปลงตัวอย่าง ดังนี้

แปลงที่ 1 เป็น Dry monsoon forest น่าจะเป็นป่าเบญจพรรณชั้นสูง เนื่องจากมีพันธุ์ไม้ เช่น แดง ประดู่ ตะแบก เหียง รัง ก่อหนูน ก่อใบเลื่อม และเหมือดคน เป็นต้น และมีไม้ไผ่ขึ้นอยู่ แปลงนี้มีความสูงของต้นไม้ถึง 35.5 เมตร ทำการตัดต้นไม้เพื่อศึกษามวลชีวภาพจำนวน 16 ต้น จาก 11 ชนิดพันธุ์

1.2 แปลงที่ 2 เป็น Savanna forest-monsoon forest ecotone น่าจะเป็นป่าเบญจพรรณคาบเกี่ยวกับป่าเต็งรัง เพราะมีพันธุ์ไม้ เช่น เต็ง รัง แดง ตะแบก และพลวง เป็นต้น แปลงนี้มีความสูงของต้นไม้เด่นระหว่าง 18-29 เมตร ทำการตัดต้นไม้เพื่อศึกษามวลชีวภาพจำนวน 21 ต้น จาก 13 ชนิดพันธุ์

1.3 แปลงที่ 3 เป็น Dipterocarp savanna forest ในที่นี้เป็นป่าเต็งรัง ที่มีชนิดพันธุ์ไม้ใกล้เคียงกับแปลงที่ 2 โดยมีไม้เด่น คือ เต็ง รัง และเหียง เป็นต้น แปลงนี้มีความสูงของต้นไม้เด่นระหว่าง 10-19 เมตร ทำการตัดต้นไม้เพื่อศึกษามวลชีวภาพจำนวน 8 ต้น จาก 6 ชนิดพันธุ์ แปลงที่ 1, 2 และ 3 อยู่ในบริเวณตำบลปึงไค้ง อำเภอเชียงดาว จังหวัดเชียงใหม่

1.4 แปลงที่ 4 และ แปลงที่ 5 เป็น Tropical rain forest ในที่นี้เป็นป่าดิบชื้น อยู่ในบริเวณเขาช่อง จังหวัดตรัง (ไม่สามารถระบุพื้นที่อำเภอได้เนื่องจากครอบคลุมพื้นที่กว้างมาก) แปลงนี้มีความสูงของต้นไม้เด่นระหว่าง 26-36 เมตร ทำการตัดต้นไม้เพื่อศึกษามวลชีวภาพเฉพาะในแปลงที่ 4 โดยตัดต้นไม้ทุกต้น แบบ Clear cut ในพื้นที่ 10X40 ตารางเมตร มีจำนวนต้นไม้ 74 ต้น จาก 50 ชนิดพันธุ์ และทำมวลชีวภาพของราก (Root Biomass) จำนวน 3 ต้น

ผลการศึกษาดังกล่าวข้างต้น จึงได้แยกสมการแอลโลเมตริกในการคำนวณหามวลชีวภาพของป่าธรรมชาติออกเป็น 2 ชุด คือ 1) ป่าผลัดใบ (ป่าเต็งรัง และป่าเบญจพรรณ) และ 2) ป่าไม่ผลัดใบ (ป่าดิบชื้น) โดยรูปแบบของสมการใช้ตัวแปรอิสระเป็น D^2H โดยมี ตัวแปรตามคือ W_s W_b W_L และ W_r ซึ่งตัวสมการ W_s จะใช้รูปสมการเดียวกันทั้งของป่าผลัดใบและไม่ผลัดใบ เนื่องจากไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ส่วน W_b และ W_L ให้ใช้สมการแยกกันในแต่ละป่า ส่วนของค่า D นั่นคือค่า DBH หรือตำแหน่งที่วัดเหนือพูพอนของต้นไม้

เนื่องจากเอกสารนี้เป็นภาษาอังกฤษ ทำให้เราสามารถติดตามสถานที่ วิธีการ และรูปแบบสมการได้ แต่มีข้อด้อยที่ว่าไม่มีข้อมูลดิบรายต้น และไม่ได้นำเสนอค่า R^2 ของสมการ และต้นไม้ที่มีขนาดใหญ่ที่สุดในสมการในส่วน of W_s มีขนาด DBH ประมาณ 90 เซนติเมตร (โดยวัดจากกราฟ ในภาพที่ 8 ของเอกสาร) เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการตัดสินใจในการเลือกใช้สมการ ต่อไป

2. เอกสาร “The primary production of tropical forests in Thailand” ที่ตีพิมพ์ใน Southeast Asian Studies 5 (เป็นภาษาญี่ปุ่น) ในปี ค.ศ. 1967 หน้า 121-154 โดย Kazuhiko OGINO, Duongkeo RATANAWONG, Toshio TSUTSUMI and Tsunahide SHIDEI

เป็นเอกสารที่ใช้อ้างอิงในนามของ Ogino *et al.* (1967) เนื่องจากเป็นหนังสือฉบับภาษาญี่ปุ่น ผู้เขียนได้รับความอนุเคราะห์จากผู้เชี่ยวชาญชาวญี่ปุ่น Dr. Yonada ได้กรุณาแปลต้นฉบับให้ใช้ประโยชน์ ผู้เขียนขอขอบพระคุณ ไ้ว่ ณ โอกาสนี้ การศึกษาของ Ogino ได้ทำการศึกษามวลชีวภาพในป่าธรรมชาติท้องที่อำเภอปักธงชัย จังหวัดนครราชสีมา ในพื้นที่ป่าเต็งรัง (Deciduous Dipterocarp Forest) และป่าดิบแล้ง (Dry Evergreen Forest) ได้ทำการวางแผนตัวอย่างขนาด 10X50 ตารางเมตร จำนวนทั้งหมด 4 แปลง แบ่งเป็นในแปลงป่าเต็งรังจำนวน 2 แปลง โดยมี 1 แปลง จะเป็นแปลงตัวอย่างถาวรเพื่อเก็บข้อมูลความเจริญเติบโต และอีก 1 แปลงจะเป็นแปลงที่ใช้ตัดศึกษามวลชีวภาพของต้นไม้ ใช้จำนวนต้นไม้ 25 ต้น มีขนาด DBH ระหว่าง 2 – 23 เซนติเมตร และความสูงของไม้ตัวอย่างอยู่ระหว่าง 2.5 - 14.5 เมตร ในแปลงป่าดิบแล้งได้วางแผนตัวอย่างจำนวน 2 แปลงเช่นเดียวกัน โดยแปลงที่ใช้ตัดศึกษามวลชีวภาพของต้นไม้ มีจำนวนต้นไม้ 37 ต้น มีขนาด DBH ระหว่าง 3.8 – 33.5 เซนติเมตร และความสูงของไม้ตัวอย่าง ระหว่าง 4.2 – 22.1 เมตร

เอกสารฉบับนี้นับว่ามีคุณค่ามากเนื่องจากมีการแสดงข้อมูลดิบด้านความโต ความสูง และมวลชีวภาพแต่ละประเภท ของแต่ละต้นอีกด้วย สามารถนำไปต่อยอดงานวิจัยได้ในอนาคต แต่ต้นไม้ใหญ่ที่สุดที่ตัดฟันลงมาในป่าเต็งรังขนาด DBH มีค่า 23 เซนติเมตร และในป่าดิบแล้งขนาด DBH มีค่า 33.5 เซนติเมตร แต่ยังคงว่ามีขนาดเล็กเมื่อเทียบกับสมการของ Ogawa *et al.* (1965) และตัวสมการในเอกสารเดิม ค่า D^2H มีหน่วยเป็น m^3 ซึ่งสมการแอลโลเมตริกของ Ogawa *et al.* (1965) และ Tsutsumi *et al.* (1983) ใช้หน่วยเป็น $cm^2.m$ ผู้เขียนจึงขออนุญาตแปลงหน่วยในสมการจากข้อมูลดิบให้เป็นหน่วยเดียวกัน

3. เอกสาร “Forest : Felling, Burning and Regeneration. In Shifting cultivation. An experiment at Nam Phrom, Thailand and its implications for upland farming in the monsoon Tropics. Edited by K. kyuma and C. Pairintra” ในปี ค.ศ. 1983 หน้า 13-62 โดย Toshio TSUTSUMI, Kyoji YODA, Pongsak SAHUNALU, Pricha DHANMANONDA and Buared PRACHAIYO

เป็นเอกสารที่ใช้อ้างอิงในนาม Tsutsumi *et al.* (1983) เป็นเอกสารที่ทำการศึกษาวิจัยในพื้นที่ป่าดิบแล้งบริเวณเขื่อนน้ำพรม จังหวัดชัยภูมิ แต่เนื่องจากผู้เขียนยังค้นหาต้นฉบับไม่พบในขณะนี้ จะได้นำเสนอข้อมูลในภายหลัง

จากเอกสารทั้งหมด ที่กล่าวมาข้างต้น นักวิจัยในรุ่นหลังๆ มักจะเลือกใช้และอ้างอิงสมการแอลโลเมตริกเหล่านั้น ต่อ ๆ กันมา บ้างครั้งก็คัดลอกมาผิดจากต้นฉบับ บ้างครั้งก็เลือกใช้ผิดประเภทป่า เป็นต้น ซึ่งสมการเหล่านั้นใช้ได้กับต้นไม้ที่มีขนาด DBH มากกว่าหรือเท่ากับ 4.5 เซนติเมตร ขึ้นไป ที่ถือว่าเป็นไม้ใหญ่ แต่ต้นไม้ที่มีขนาดน้อยกว่า 4.5 เซนติเมตร และมีความสูงมากกว่า 1.30 เมตร ที่เป็นไม้หนุ่ม (Sapling) ถ้านักวิจัยมีความสามารถและมีศักยภาพเพียงพอ ก็สามารถศึกษามวลชีวภาพในพื้นที่นั้นๆ แล้วสร้างสมการแอลโลเมตริกเองได้ เนื่องจากต้นไม้มีขนาดเล็ก ไม่ส่งผลกระทบกับพื้นที่ที่มากเหมือนต้นไม้ใหญ่ อย่างไรก็ตาม สมการที่ใช้คำนวณไม้หนุ่มของ ธิติ และชลธิดา (2547) ที่ได้ศึกษาในป่าดิบแล้ง บริเวณสถานีวิจัยและฝึกอบรมการปลูกสร้างสวนป่า (สะแกราช) อำเภอวังน้ำเขียว จังหวัดนครราชสีมา ก็สามารถนำมาประเมินไม้หนุ่มในป่าดิบแล้งทั่วประเทศ หรือป่าประเภทอื่นๆ ได้ ถ้าไม่มีสมการที่เหมาะสมกว่านี้

เนื่องจากในป่าธรรมชาติไม่ใช่จะมีคาร์บอนสะสมอยู่เฉพาะต้นไม้ใหญ่และไม้หนุ่มเท่านั้น ในป่าธรรมชาติยังมีเถาวัลย์ หวาย ไม้ ปาล์ม กล้วยป่า และอื่นๆ หลากหลายชนิด ที่มีศักยภาพช่วยเพิ่มพูนคาร์บอนในป่า การประเมินคาร์บอนในป่าไม่ควรละเลยพันธุ์ไม้เหล่านี้ด้วย ในกรณีเถาวัลย์ที่มีเนื้อไม้ (Woody liana) ชิงชัย และคณะ (2554) ได้ทำการศึกษามวลชีวภาพเหนือพื้นดินของเถาวัลย์ที่มีเนื้อไม้ จำนวน 26 ต้น มีขนาด DBH ระหว่าง 0.39 - 18.1 เซนติเมตร ในพื้นที่ป่าดิบแล้ง อุทยานแห่งชาติแก่งกระจาน อำเภอแก่งกระจาน จังหวัดเพชรบุรี จากการศึกษาพบว่า เถาวัลย์ที่มี DBH ≥ 2 เซนติเมตร จะมีมวลชีวภาพใกล้เคียงกับต้นไม้ที่ขนาด 4.5 เซนติเมตร ดังนั้นการคำนวณคาร์บอนในกลุ่มของไม้ใหญ่ควรคำนึงถึงเถาวัลย์ขนาดนี้ด้วย และสอดคล้องกับการเก็บข้อมูลภาคสนาม ของ Xiao *et al.* (2009) ที่ศึกษามวลชีวภาพเถาวัลย์ที่แคว้นสิบสองปันนา ในประเทศจีน ที่เก็บข้อมูลของเถาวัลย์ที่มี DBH ≥ 2 เซนติเมตร ด้วย

การประมาณมวลชีวภาพของไม้ชนิดต่าง ๆ เช่น ไม้ไผ่รวก (*Thyrsostachys siamensis*) ใช้สมการจากการศึกษาของ Suwannapinunt (1983) ไผ่บงดำ (*Bambusa tulda*), ไผ่ข้าวหลาม (*Cephalostachyum pergracile*), ไผ่ไร่ (*Gigantchloa albociliata*) และไผ่ผาก (*G. hasskarliana*) ใช้สมการของ Kutintara *et al.* (1995) เป็นต้น

สมการแอลโลเมตริกที่กล่าวมาข้างต้นนี้ ทั้งหมดเป็นสมการที่ได้ศึกษาในประเทศไทย แต่ยังขาดสมการอีกหลายชนิดที่ยังหาไม่ได้ในปัจจุบัน และจำเป็นต้องศึกษารวบรวมเอกสารจากระบบ Internet เพื่อใช้อ้างอิง เช่น มวลชีวภาพของกล้วยป่า ที่จะพบในป่าดิบบางประเภทในบ้านเรา อาจต้องใช้สมการของกล้วย (*Musa X paradisiaca*) ที่ศึกษาในประเทศอินโดนีเซีย ของ Arifin (2001) มาคำนวณ เป็นต้น

การประเมินปริมาณคาร์บอนในระบบนิเวศป่าไม้ มีความจำเป็นที่จะต้องคัดเลือกสมการที่เหมาะสมกับชนิดป่า และชนิดพันธุ์ไม้ ในแปลงตัวอย่างที่ทำการศึกษา โดยเฉพาะขนาดของ DBH ที่ใหญ่ที่สุด ที่ใช้ในการทำสมการนั้นๆ จะมีผลอย่างมากต่อการคำนวณมวลชีวภาพ เพราะถ้าสมการที่ใช้มีขนาด DBH น้อย เช่น มีค่า 23 เซนติเมตร แต่ต้นไม้ในแปลงมีขนาด DBH อยู่ระหว่าง 60-90 เซนติเมตร จำนวนหลายต้น สมการนี้ก็ไม่เหมาะสมที่จะนำมาคำนวณ เพราะจะทำให้ค่าที่ได้มีความคลาดเคลื่อนหลายเท่าตัว ดังนั้นในปัจจุบันการนำเสนอสมการแอลโลเมตริกจำเป็นต้องระบุชนิดไม้หรือชนิดป่า ค่า R^2 จำนวนตัวอย่าง และค่า DBH มากที่สุด ที่ใช้ในการทำสมการเพื่อประกอบการตัดสินใจในการเลือกใช้สมการนั้นๆ ตัวอย่างของสมการที่ใช้ในการคำนวณมวลชีวภาพในป่าธรรมชาติ และต้นไม้บางชนิด แสดงในตารางที่ 2

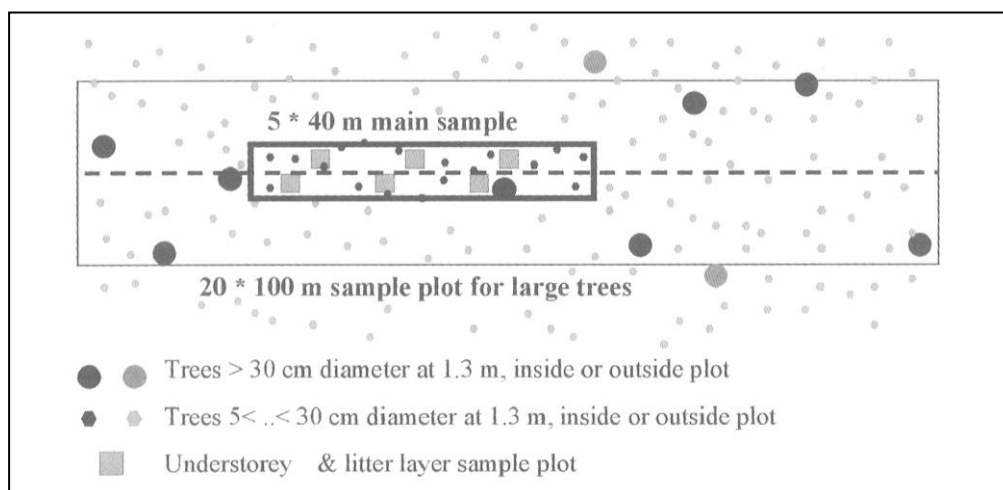
ภายหลังจากคำนวณมวลชีวภาพของต้นไม้ในรูปน้ำหนักแห้ง (oven dry weight) แล้ว ในการประเมินคาร์บอนจะใช้ข้อมูลมวลชีวภาพเหนือพื้นดิน คูณกับ Default value ของ IPCC (2006) คือค่า 0.47 เพื่อคำนวณเป็นธาตุคาร์บอน ส่วนมวลชีวภาพของราก จากสมการในป่าดิบชื้นที่ศึกษาโดย Ogawa *et al.* (1965) ยังไม่เหมาะสม เนื่องจากจำนวนตัวอย่างค่อนข้างน้อยมีแค่ 3 ต้น ควรใช้ค่า Default value ของรากที่กำหนดไว้คือค่า 0.37 ไปคูณกับค่ามวลชีวภาพเหนือพื้นดินทั้งหมด ก็จะได้มวลชีวภาพของราก แล้วนำค่านี้ไปคำนวณเป็นธาตุคาร์บอน ต่อไป เป็นที่น่าสังเกตว่าสมการแอลโลเมตริกที่ใช้ในการคำนวณมวลชีวภาพของป่าธรรมชาติในปัจจุบัน มีหลากหลายสมการ ประกอบกับมีหลายหน่วยงานที่ต้องใช้สมการแอลโลเมตริกเหล่านี้ในการศึกษาวิจัย จึงควรมีการประชุมเชิงปฏิบัติการเพื่อกำหนดสมการแอลโลเมตริก ที่เหมาะสมในแต่ละสภาพป่า พื้นที่ และชนิดพันธุ์ ให้มีมาตรฐานเดียวกัน เพื่อสะดวกต่อการเปรียบเทียบ ตรวจสอบ และประเมินผลของข้อมูลที่ได้

ตารางที่ 2 ตัวอย่างของสมการแอลโลเมตริก ที่ใช้ในการคำนวณมวลชีวภาพในป่าธรรมชาติ และต้นไม้บางชนิด

ชนิดป่า/ชนิดไม้	สมการ	R ²	จำนวน ต้น	DBH มากที่สุด	ที่มา
ไม้ใหญ่ในป่าเต็งรัง และ ป่าเบญจพรรณ	Ws = 0.0396 (D ² H) ^{0.9326} Wb = 0.003487 (D ² H) ^{1.027} WL = (28.0/Wtc + 0.025) ⁻¹	- - -	119 45 45	90 cm - -	Ogawa <i>et al.</i> (1965)
ไม้ใหญ่ในป่าดิบชื้น	Ws = 0.0396 (D ² H) ^{0.9326} Wb = 0.006002 (D ² H) ^{1.027} WL = (18.0/Wtc + 0.025) ⁻¹ Wr = 0.0264 (D ² H) ^{0.775}	- - - -	119 74 74 3	90 cm - - -	Ogawa <i>et al.</i> (1965)
ไม้ใหญ่ในป่าเต็งรัง ไม้ใหญ่ในป่าดิบแล้ง	AGB = 0.0569 (D ² H) ^{0.9071} AGB = 0.0888 (D ² H) ^{0.8513}	0.9833 0.9456	25 37	23 cm 33.5 cm	ดัดแปลงข้อมูลจาก Ogino <i>et al.</i> (1967)
ไม้ใหญ่ในป่าดิบแล้ง	Ws = 0.0509 (D ² H) ^{0.919} Wb = 0.00893 (D ² H) ^{0.977} WL = 0.0140 (D ² H) ^{0.669} Ws = 0.0313 (D ² H) ^{0.805}	0.978 0.890 0.714 -	- - - -	- - - -	Tsutsumi <i>et al.</i> (1983)
เล้าวัลย์ที่มีเนื้อไม้	AGB = 0.8622 (D) ^{2.0210}	0.9533	26	18.1 cm	ชิงชัย และคณะ (2554)
ไผ่ไร่และไผ่ผาก ไผ่บงดำ ไผ่ข้าวหลาม	AGB = 0.24250 (D ²) ^{1.0951} AGB = 0.49522 (D ²) ^{0.8726} AGB = 0.17446 (D ²) ^{1.0487}	- - -	- - -	- - -	Kutintara <i>et al.</i> (1995)
ไผ่รวก	AGB = 0.17446 (D) ^{2.2749} WL = 0.0236*AGB	- -	- -	- -	Suwannapinunt (1983)
เล้าวัลย์ที่มีเนื้อไม้	AGB = 0.8622 (D) ^{2.0210}	0.9533	26	18.1 cm	ชิงชัย และคณะ (2554)
กล้วย	AGB = 0.0303 (D) ^{2.1345}	0.9887	10	27 cm	Arifin (2001)
ไม้หน่มในป่าดิบแล้ง	Ws = 0.0702 (D ² H) ^{0.8737} Wb = 0.0093 (D ² H) ^{0.9403} WL = 0.0244 (D ² H) ^{1.0517}	0.9625 0.8850 0.8981	- - -	4.5 cm - -	อิติ และชลธิดา (2547)
โดยที่ D = ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางที่ระดับอก (เซนติเมตร) H = ความสูงของต้นไม้ถึงปลายยอด (เมตร) Ws = มวลชีวภาพส่วนของลำต้น (กิโลกรัม) Wb = มวลชีวภาพส่วนของกิ่ง (กิโลกรัม) WL = มวลชีวภาพส่วนของใบ (กิโลกรัม) AGB = มวลชีวภาพส่วนที่อยู่เหนือพื้นดินทั้งหมด (กิโลกรัม) Wr = มวลชีวภาพส่วนของราก (กิโลกรัม) Wtc = Ws+Wb (กิโลกรัม)					

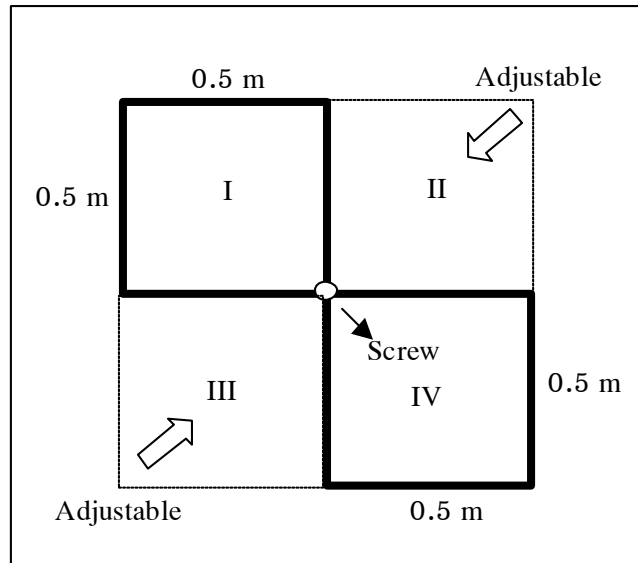
7. การสะสมคาร์บอนในกลุ่มของเศษซากพืชที่ตาย

การศึกษาแหล่งสะสมคาร์บอน (Carbon Pool) ในกลุ่มของเศษซากพืชที่ตาย (Dead Organic Matter) ซึ่งประกอบด้วย ต้นไม้ตายรวมถึงไม้ล้มขนอนนอนไพร (Dead wood) และซากพืชที่ร่วงหล่น (Litter) ในการประเมินการสะสมคาร์บอนของแหล่งดังกล่าว มีวิธีการปฏิบัติที่ค่อนข้างหลากหลายในแต่ละประเทศ ซึ่งมีข้อดีข้อด้อยที่แตกต่างกัน เช่น ประเทศอินโดนีเซีย นิยมวางแผนโดยใช้วิธีการของ Hairiah *et al.* (2001) ซึ่งวางแผนตัวอย่างแบบ Nested plot design เพื่อใช้ในการสุ่มตัวอย่างในการประมาณธาตุคาร์บอนจากแหล่งต่างๆ เช่น ต้นไม้ทั้งขนาดใหญ่ กลาง เล็ก ส่วนที่เป็นไม้พื้นล่างและซากพืช (under storey and litter) และส่วนของต้นไม้โคนล้มลงตามธรรมชาติหรือโดนไฟไหม้แล้วล้มลง เป็นวิธีการที่น่าสนใจและทำได้ง่าย โดยกำหนดแปลงตัวอย่างขนาด 20X100 ตารางเมตร (ภาพที่ 23) วัดต้นไม้ทุกต้นที่มีขนาด DBH มากกว่า 30 เซนติเมตร และภายในแปลงตัวอย่าง 20X100 ตารางเมตร ทำการวางแผนขนาด 5X40 ตารางเมตร เพื่อวัดต้นไม้ที่มีขนาด DBH ระหว่าง 5-30 เซนติเมตร และวางแผนย่อยขนาด 1X1 ตารางเมตร ในแปลงขนาด 5X40 ตารางเมตร จำนวน 6 แปลงย่อย เพื่อศึกษาไม้พื้นล่างและซากพืชที่ร่วงหล่นตามพื้นดิน



ภาพที่ 23 แปลงตัวอย่างแบบ Nested plot design ในการวัดต้นไม้เพื่อการคำนวณการสะสมธาตุคาร์บอนในป่าธรรมชาติ (ที่มา: Hairiah *et al.*, 2001)

ส่วนในแปลงขนาด 1X1 ตารางเมตร นี้จะทำการแบ่งครึ่งออกเป็น 4 ส่วน ขนาด 0.5X0.5 ตารางเมตร (ภาพที่ 24) ซึ่งในบางพื้นที่ไม้พื้นล่างค่อนข้างหนาแน่นอาจใช้ไม้ไผ่ที่มีขนาดเล็กๆ ยาวประมาณ 1 เมตร จำนวน 6 อัน โดย 4 อันแรก สอดไปตามพื้นดินเพื่อทำเป็นกรอบ และสอดไม้ไผ่อีก 2 อัน เพื่อแบ่งครึ่งด้านละ 0.5 เมตร ให้ตั้งฉากกัน ก็จะสะดวกต่อการเก็บตัวอย่าง โดยทำการเก็บข้อมูลแปลงย่อยที่อยู่ตรงข้ามตามแนวทะแยงคือแปลงย่อยที่ I และ IV ยกเว้น II และ III โดยแยกเก็บตัวอย่างเป็นสองส่วนคือ ส่วนที่เป็นไม้พื้นล่างที่เป็นพืชสดให้ใช้มีดหรือกรรไกรตัดให้ชิดดิน ในกรณีไม้พื้นล่างเป็นพืชล้มลุกเป็นส่วนใหญ่ เราจะขังน้ำหนัสดทั้งหมดโดยไม่แยกเป็นส่วนของลำต้น กิ่ง และใบ แต่ในบางกรณีมีลูกไม้จากต้นไม้ใหญ่จำนวนมากอาจจำเป็นต้องแยกออกเป็นส่วนต่างๆ แล้วขังน้ำหนัสดส่วนต่างๆ จากนั้นจึงสุ่มตัวอย่างเพื่อนำไปหาน้ำหนักอบแห้งต่อไป ส่วนที่เป็นเศษซากพืชแห้งให้เก็บแยกออกมาขังน้ำหนักรวม และนำตัวอย่างไปอบแห้งเช่นเดียวกัน จากนั้นจึงนำไปคำนวณต่อหน่วยพื้นที่ต่อไป



ภาพที่ 24 แปลงขนาด 1X1 ตารางเมตร ที่แบ่งเป็น 4 แปลงย่อย
เพื่อใช้ในการเก็บข้อมูลไม้พื้นล่างและซากพืชที่ร่วงหล่น
บนพื้นดิน (ที่มา: Hairiah *et al.*, 2001)

ในกรณีที่มีต้นไม้ใหญ่ที่โคนล้มลงตามธรรมชาติ หรือโดนไฟไหม้แล้วล้มลงที่พบในแปลงขนาด 5X40 ตารางเมตร โดยมีขนาดความโตมากกว่า 5 เซนติเมตร และยาวมากกว่า 0.5 เมตร ทำการ วัดขนาดความโตของต้นไม้ที่อยู่ริมขอบแปลงทั้งสองข้างและวัดความยาว ดังแสดงในภาพที่ 25 ส่วนมวลชีวภาพให้คำนวณจากสูตรนี้

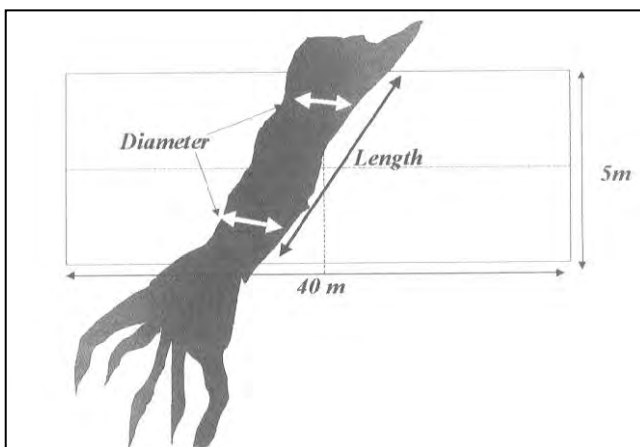
$$W_s = \pi D^2 * L * \rho / 40 \quad \text{----- Hairiah *et al.* (2001)}$$

โดยที่ W_s = มวลชีวภาพของลำต้น (kg)

D = ขนาดความโตเฉลี่ยด้านโคนและปลาย (cm)

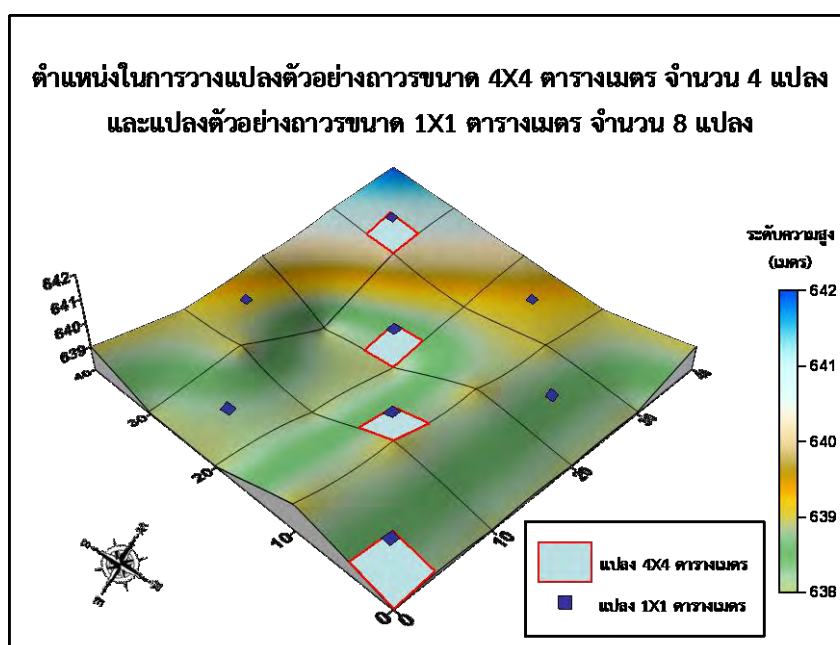
L = ความยาวของลำต้นที่อยู่ในแปลงตัวอย่าง (m)

ρ = ความหนาแน่นของเนื้อไม้ (Wood density) (g/cm^3)



ภาพที่ 25 การวัดต้นไม้ใหญ่ที่โคนล้มลงตามธรรมชาติ
หรือโดนไฟไหม้แล้วล้มลงที่พบในแปลง
ขนาด 5X40 ตารางเมตร
(ที่มา: Hairiah *et al.*, 2001)

ขณะที่รูปแบบการวางแผนเพื่อศึกษาคาร์บอนของกรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช จะใช้วิธีการวางแผนตัวอย่างแบบ stratified sampling คือจำแนกกลุ่มพื้นที่เป้าหมายเป็นกลุ่มๆ เช่น กำหนดพื้นที่ป่าที่มีความหนาแน่นหรือมวลชีวภาพมาก ปานกลาง และต่ำ จากนั้นจึงวางแผนตัวอย่างลงในพื้นที่นั้นๆ โดยเน้นไปที่แปลงตัวอย่างถาวรที่สามารถตรวจสอบและติดตามความเปลี่ยนแปลงได้ โดยใช้แปลงตัวอย่างขนาด 40X40 ตารางเมตร แล้วแบ่งเป็นแปลงย่อยขนาด 10X10 ตารางเมตร จำนวน 16 แปลง จากนั้นทำการวางแผนย่อยขนาด 4X4 ตารางเมตร จำนวน 4 แปลง ทะแยงมุมจากด้านล่างเฉียงขึ้นไปทางด้านบน และทำการแบ่งแปลงย่อยขนาด 1X1 ตารางเมตร จำนวน 8 แปลง ตำแหน่งการจัดวางแผนย่อยแสดงในภาพที่ 26



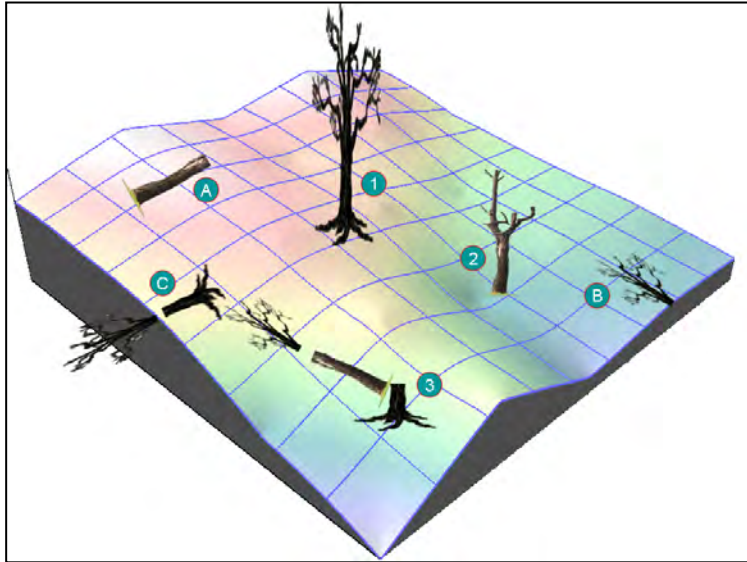
ภาพที่ 26 ตำแหน่งในการจัดวางแผนย่อยขนาด 4X4 ตารางเมตร จำนวน 4 แปลง และขนาด 1X1 ตารางเมตร จำนวน 8 แปลง

ในแปลงย่อยขนาด 10X10 ตารางเมตร ทำการวัดต้นไม้และไม้ไผ่ที่มี DBH ≥ 4.5 เซนติเมตร และ ความสูงของต้นไม้ทุกต้น รวมถึงเถาวัลย์ และหวาย ที่มี DBH ≥ 2 เซนติเมตร โดยไม่ต้องวัดความสูง พร้อม ทั้งวัดพิกัด X-Y ของต้นไม้ทุกต้นที่อยู่ในแปลง แปลงขนาด 4X4 ตารางเมตร วัดต้นไม้หนุมและไม้ไผ่ที่มีขนาด DBH < 4.5 เซนติเมตร และมีความสูงมากกว่า 1.30 เมตร รวมถึงเถาวัลย์ และหวาย ที่ DBH < 2 เซนติเมตร ส่วนแปลงขนาด 1X1 ตารางเมตร จะวัดเฉพาะความสูงของกล้าไม้ทุกต้นที่มีความสูงน้อยกว่า 1.30 เมตร

7.1 การเก็บข้อมูลไม้ตาย

ในกรณีต้นไม้ตายและไม้ล้มขนอนนอนไพรจะทำการเก็บข้อมูลเฉพาะที่อยู่ภายในแปลงตัวอย่าง 40X40 ตารางเมตร เท่านั้น ส่วนที่อยู่นอกแปลงตัวอย่างจะไม่ทำการประเมินคาร์บอน ไม่ว่าโคนต้นจะอยู่ในหรือนอก แปลง ถ้าต้นล้มแล้วอยู่ภายในแนวแปลงต้องทำการเก็บข้อมูล โดยเลือกเฉพาะไม้ล้มที่มีขนาด $\varnothing > 10$ เซนติเมตร ให้ทำการวัดขนาด $\varnothing$ โคนและปลาย พร้อมวัดความยาวของแต่ละท่อน จากนั้นใช้มีดสับตัวอย่าง ของเนื้อไม้จำนวน 3-4 ชิ้น นำมาวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ ส่วนการเก็บข้อมูลต้นไม้ยืนต้นตายที่มี DBH $\geq$

4.5 เซนติเมตร จะทำการเก็บข้อมูล DBH วัดความสูง วัดพิกัดตำแหน่งต้น พร้อมทั้งจำแนกเกรดเป็น 3 ระดับ คือ ระดับที่ 1 ยืนต้นตายตายมีกิ่งก้านสาขาอยู่บ้าง ระดับที่ 2 ยืนต้นตายส่วนยอดและลำต้นหายไป 1/3 และระดับที่ 3 ยืนต้นตายแต่ลำต้นหักมากกว่า 1/3 ในระดับที่ 1 จะใช้สมการแอลโลเมตริกเฉพาะในส่วนของ ลำต้นรวมกับกิ่งในการประเมินมวลชีวภาพ ในระดับที่ 2 จะใช้เฉพาะลำต้น ส่วนระดับที่ 3 ควรใช้วิธีประเมิน หลักการเดียวกับไม้ล้มขอนนอนไพร (ภาพที่ 27)



ภาพที่ 27 แบบจำลองของสภาพไม้ตายในแปลงตัวอย่าง A) ไม้ล้มขอนทั่วไปมี $\varnothing > 10$ เซนติเมตร ให้เก็บข้อมูล B) เศษซากต้นไม้ที่มี $\varnothing < 10$ เซนติเมตร ไม่ต้องเก็บข้อมูล C) ต้นไม้ล้มออกนอกแปลงให้เก็บข้อมูล ถึงขอบแปลง 1) ไม้ยืนต้นตายระดับที่ 1 ใช้สมการแอลโลเมตริก คำนวณลำต้นรวมกับกิ่ง 2) ไม้ยืนต้นตายระดับที่ 2 ใช้สมการแอล โลเมตริกคำนวณลำต้น และ 3) ไม้ยืนต้นตายระดับที่ 3 ให้คำนวณ เหมือนไม้ล้มขอนนอนไพร

7.2 การประเมินคาร์บอนของไม้ตาย

การประเมินคาร์บอนจากไม้ตายที่เป็นไม้ล้มขอนนอนไพร ให้นำชิ้นไม้ในส่วนที่เป็นแก่นจากต้นไม้ตายที่ทำการวัด $\varnothing$ โค่น-ปลาย และความยาวแล้ว จำนวน 3 – 4 ชิ้น/ต้น โดยให้เก็บแก่นไม้ให้กระจายจากโคนถึงปลาย นำชิ้นไม้ตัวอย่างใส่ถุงพลาสติกพร้อมรัดปากถุง และให้เขียนหมายเลขกำกับให้ชัดเจนป้องกันความสับสน เมื่อรวบรวมข้อมูลภาคสนามเรียบร้อยแล้ว ให้นำชิ้นไม้ตัวอย่างมาชั่งหา Basic Wood Density โดยวิธีการแทนที่น้ำ โดยมีขั้นตอนดังนี้ (ภาพที่ 28)

1. ให้นำชิ้นไม้ที่เตรียมไว้มาพรมด้วยน้ำให้น้ำซึมลงในชิ้นไม้อย่างทั่วถึง ก่อนนำลงแทนที่ในน้ำให้ซับน้ำส่วนเกินออกด้วยผ้าหรือสำลี
2. นำภาชนะหรือถ้วยพลาสติกที่ใส่น้ำประมาณครึ่งหนึ่งนำไปวางบนตาชั่งที่สามารถตั้งค่าเป็นศูนย์ได้
3. ใช้เข็มเล่มยาวประมาณ 2-3 นิ้ว เสียบกับชิ้นไม้ที่เตรียมจากข้อ 1 แล้วนำไปกดในถ้วยพลาสติกที่บรรจุน้ำให้ชิ้นไม้จมน้ำ แล้วจดน้ำหนักที่เพิ่มขึ้น
4. นำชิ้นไม้ดังกล่าวใส่ถุงกระดาษ แล้วนำไปอบในตู้อบที่อุณหภูมิ 105°C เป็นเวลา 48 ชั่วโมง

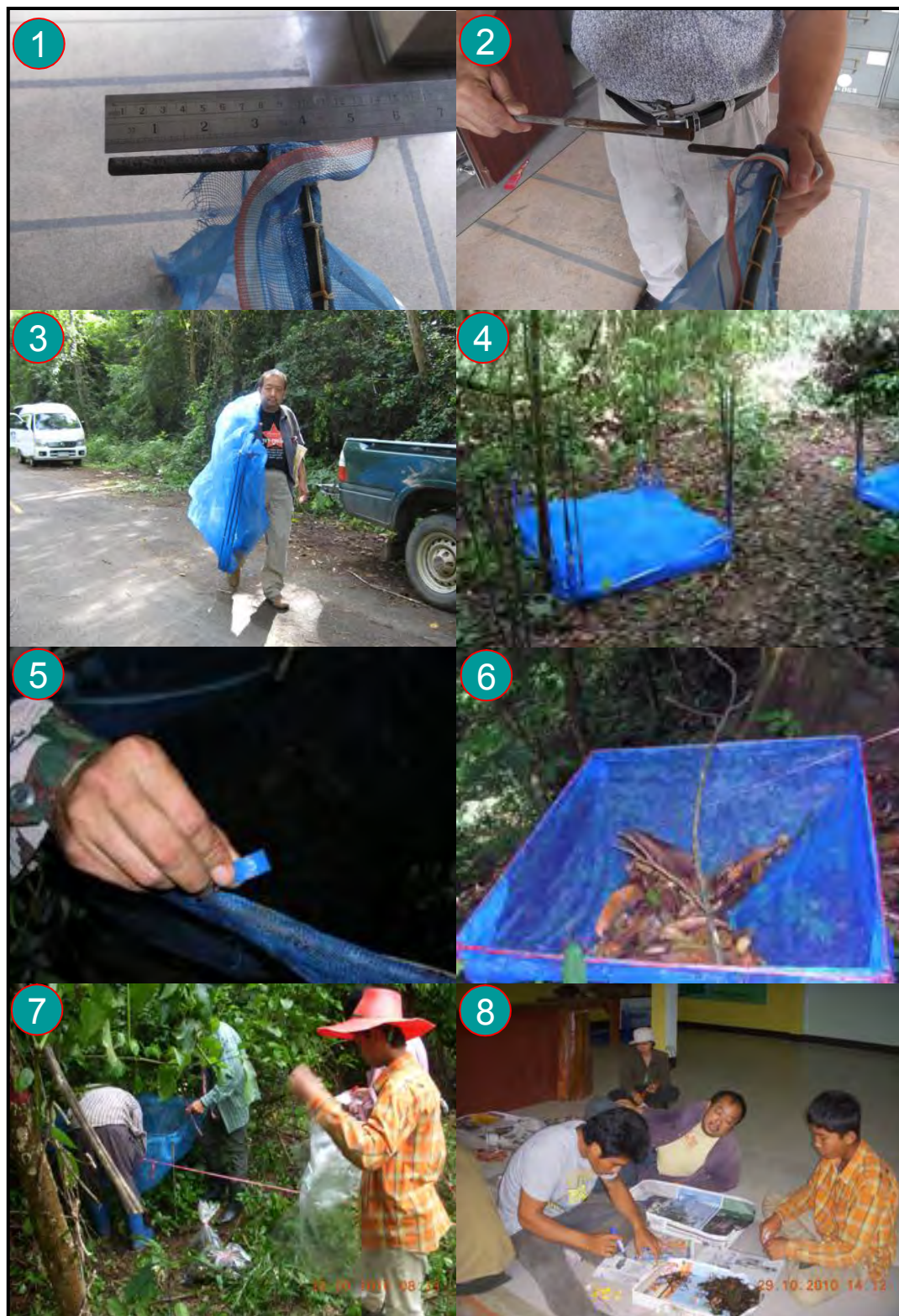
5. เมื่อขึ้นไม้ตัวอย่างแห้งดีแล้ว ให้นำออกมาชั่งน้ำหนักแห้ง พร้อมกับบันทึกค่าที่ได้
6. หลักการในการคำนวณคือ ความหนาแน่น (Density) คือ อัตราส่วนของมวลต่อปริมาตร เมื่อปริมาตรของน้ำบริสุทธิ์ 1 ลูกบาศก์เซนติเมตร หรือ 1 CC หรือ 1 ml ที่อุณหภูมิ 4 °C จะมีน้ำหนัก 1 กรัม (g) ดังนั้นเมื่อนำขึ้นไม้เข้ามาแทนที่ของน้ำ น้ำหนักที่เพิ่มขึ้นและอ่านได้ในตาชั่งจะเป็นค่าของปริมาตรของขึ้นไม้ (Volume) มีหน่วยเป็น cm^3 และขึ้นไม้เดียวกันหลังจากอบแห้งแล้วนำไปชั่งก็จะได้มวล (Mass) มีหน่วยเป็น g ดังนั้นความหนาแน่น (Density) จึงมีหน่วยเป็น g/cm^3 เมื่อเราทราบค่าของความหนาแน่นเฉลี่ยของขึ้นไม้นั้น เมื่อนำมาคูณกับปริมาตรของต้นไม้ตายที่อยู่ในแปลงโดยวัด Ø โค่น-ปลาย ที่มีหน่วยเป็น cm และความยาวที่มีหน่วยเป็น m เมื่อนำไปคำนวณหามวลชีวภาพของลำต้นตามสูตรของ Hairiah *et al.* (2001) เราก็จะได้มวลชีวภาพของท่อนั้นๆ มีหน่วยเป็น kg เมื่อนำมาคำนวณต่อหน่วยพื้นที่ ก็จะได้ Carbon pool ในส่วนของไม้ตาย
7. ในกรณีที่ไม่สามารถทำตามข้อ 1-5 เป็นเวลานานหลายวัน จำเป็นต้องเปิดปากถุงออกกว้างเพื่อผึ่งตัวอย่าง ป้องกันไม่ให้เกิดเชื้อราขึ้นในขึ้นไม้



ภาพที่ 28 แสดงวิธีการหา Basic Wood Density เพื่อใช้ในการคำนวณหามวลชีวภาพของต้นไม้ตาย

7.3 การเก็บข้อมูลของซากพืชที่ร่วงหล่น

การเก็บข้อมูลซากพืชที่ร่วงหล่น (Litter) ในที่นี้จะใช้ตะแกรงสำหรับรองรับซากพืชเป็นรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสมีพื้นที่ 1X1 ตารางเมตร ทำจากเหล็กเส้นขนาด 3 หุน มียาว 1 เมตร รองรับทั้ง 4 มุม พื้นกระบะบุด้วยตะข่ายสีฟ้าให้น้ำซึมผ่านได้ดีควรใช้ตาข่ายที่มีหน้ากว้าง 1.80 เมตร เมื่อเย็บติดกับกรอบเหล็กแล้วควรให้ตะข่ายเป็นแอ่งลึกประมาณ 50-60 เซนติเมตร เพื่อเป็นที่รองรับซากพืช เพราะถ้าก้นกระบะตันเกินไปซากพืชอาจจะปลิวออกจากกระบะเพราะแรงลมได้ เทคนิคการเก็บข้อมูลของซากพืชที่ร่วงหล่นแสดงในภาพที่ 29 จำนวนกระบะที่เหมาะสมสำหรับแปลงตัวอย่างถาวรขนาด 100X100 ตารางเมตร คือจำนวน 25 กระบะ ส่วนแปลงตัวอย่างถาวรขนาด 40X40 ตารางเมตร ควรมีจำนวน 5 กระบะ



ภาพที่ 29 เทคนิคการเก็บข้อมูลซากพืชที่ร่วงหล่น 1) กระบะควมมีเดียเหล็กยาวประมาณ 10 cm 2) ใช้สำหรับสวมต่อขาเพื่อตั้งกระบะ 3) สามารถนำเข้าไปวางในป่าได้สะดวก 4) การเชื่อมกระบะติดกับขาจะยุ่งยากมากในการติดตั้งในพื้นที่ป่า 5) ให้ติดเบอร์ประจำกระบะ 6) ก้นของกระบะควรลึกลงพอสมควรแต่ไม่ควรถูกพื้นดินจะทำให้ตายเร็ว 7) เก็บรวบรวมซากพืชเดือนละ 1 ครั้ง 8) นำซากพืชที่ได้แยกออกเป็น ใบ ดอก ผล กิ่งก้าน และอื่นๆ เก็บไว้ในถุงกระดาษเพื่อนำไปอบแห้งต่อไป

ทำการเก็บซากพืชในกระบะเดือนละ 1 ครั้ง แยกซากพืชออกเป็นส่วนต่างๆ ได้แก่ ใบ ดอก ผล กิ่ง ก้าน และอื่นๆ เก็บไว้ในถุงกระดาษหรือหนังสือพิมพ์ แล้วนำไปอบที่อุณหภูมิ 80°C เป็นเวลาไม่น้อยกว่า 48 ชั่วโมง จนซากพืชมีน้ำหนักคงที่ จากนั้นชั่งน้ำหนักของแต่ละส่วน เพื่อนำไปคำนวณหาปริมาณ Carbon ในส่วนของ Litter รายเดือน

การรวบรวมซากพืชควรดำเนินงานไม่น้อยกว่า 12 เดือน ในทางปฏิบัติควรเก็บข้อมูลต่อเนื่องเป็นเวลา 2 ปี แล้วนำมาประเมินค่าคาร์บอนเฉลี่ยในพื้นที่ป่าไม้ ต่อไป

8. การสะสมคาร์บอนในกลุ่มของดิน

การศึกษาแหล่งสะสมคาร์บอน (Carbon Pool) ในกลุ่มของดิน (Soils) ซึ่งประกอบด้วย คาร์บอนในดิน (Soil organic matter) นั้น ต้องอาศัยความรู้ด้านการจำแนกประเภทของดิน ชนิดของดิน เทคนิคการเก็บรวบรวมตัวอย่างดิน และการวิเคราะห์ดินในห้องปฏิบัติการ เป็นงานที่ต้องอาศัยความรู้ความชำนาญเฉพาะด้านสูง

เทคนิคการเก็บตัวอย่างเพื่อนำไปวิเคราะห์หาปริมาณคาร์บอนต่อหน่วยพื้นที่นั้นสามารถทำได้ 2 วิธี คือ

1. เก็บตามระดับความลึก โดยใช้ส่วนเก็บตัวอย่างดิน (Auger) เจาะลงบนพื้นดินในแนวตั้งฉาก แล้วค่อยๆ ดึงดินขึ้นมาทีละชั้น ภายในหลุมเดียวกันแบ่งระดับเป็น 0-15, 15-30, 30-50, 50-70 และ 70-100 เซนติเมตร โดยทำการเจาะ 3 หลุม เป็นรูปสามเหลี่ยมด้านเท่า แล้วนำแต่ละชั้นของแต่ละหลุมมาผสมรวมกันแล้วทำการสุ่มตัวอย่างดินนำไปวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการต่อไป
2. เก็บตามชั้นหน้าตัดดิน โดยทำชั้นหน้าตัดดิน (Soil Profile Description) โดยทำการขุดดินเป็นหลุมที่มีด้าน กว้าง ยาว และลึก ประมาณ 1 ลูกบาศก์เมตร ทำการศึกษาและเก็บตัวอย่างดินตามระดับชั้นหน้าตัดดิน ดังแสดงในภาพที่ 30 ตัวอย่างดินที่เก็บรวบรวมได้นำส่งไปวิเคราะห์หาคุณสมบัติทางด้านเคมี และฟิสิกส์ ในห้องปฏิบัติการต่อไป ซึ่งรวมถึงการวิเคราะห์ปริมาณธาตุคาร์บอนในดินด้วย

9. บทสรุป

จะเห็นได้ว่าการประเมินปริมาณคาร์บอนในระบบนิเวศป่าไม้ จากแหล่งสะสมประเภทต่าง ๆ นั้น ไม่ใช่สิ่งใหม่ เป็นงานวิจัยที่เคยดำเนินงานมาแล้วอย่างต่อเนื่องจากอดีตสู่ปัจจุบัน เป็นงานในแต่ละสาขาวิชาการที่เกี่ยวข้อง เช่น การสะสมคาร์บอนในกลุ่มของมวลชีวภาพที่มีชีวิต ก็คือการศึกษาการเจริญเติบโตและผลผลิตของต้นไม้ในป่า (Growth and Yield) การสะสมคาร์บอนในกลุ่มของเศษซากพืชที่ตาย ก็เป็นการศึกษาการหมุนเวียนของระบบนิเวศป่าไม้ และผลผลิตปฐมภูมิขั้นสุทธิของป่า (Forest Dynamic and Net Primary Production) ส่วนการสะสมคาร์บอนในกลุ่มของดิน ก็คืองานปฐพีป่าไม้ นั่นเอง ดังนั้นการประเมินปริมาณคาร์บอนในระบบนิเวศป่าไม้ จึงมีวัตถุประสงค์ในการรวบรวมข้อมูลด้านต่าง ๆ โดยพุ่งเป้าไปที่ปริมาณคาร์บอน เท่านั้น



ภาพที่ 30 เทคนิคการเก็บข้อมูลคาร์บอนในดิน 1) วิธีเก็บตัวอย่างดินตามระดับความลึกโดยใช้ส่วนเจาะดิน 2) การเตรียมพื้นที่สำหรับการทำชั้นหน้าตัดดิน 3) ขุดดินออกให้มีความกว้าง ยาว ลึก 1 ลูกบาศก์เมตร 4) จัดเตรียมชั้นหน้าตัดดินให้เรียบร้อย 5) วัดสภาพความลาดชันของพื้นที่บริเวณหลุมเก็บตัวอย่าง 6) ทำการบรรยายรายละเอียดของชั้นหน้าตัดดินแต่ละชั้น 7) จดบันทึกข้อมูลทั้งหมด 8) เก็บตัวอย่างดินส่งห้องปฏิบัติการ

บรรณานุกรม

- ชิงชัย วิริยะบัญชา, ภาณุมาศ ลาตปาละ และวัฒนา ศักดิ์ชูวงศ์. 2554. การสะสมคาร์บอนของเถาวัลย์ในป่าธรรมชาติ ณ อุทยานแห่งชาติแก่งกระจาน. การประชุมวิชาการระดับชาติ เรื่อง ประเทศไทยกับภูมิอากาศโลก ครั้งที่ 2 : การเปลี่ยนกระบวนทัศน์สู่เศรษฐกิจสีเขียว วันที่ 18 - 19 สิงหาคม 2554 ณ ศูนย์ประชุมอิมแพ็คอารีนา เมืองทองธานี ปากเกร็ด นนทบุรี. องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน). 23 น.
- จิตติ วิสาร์ตัน และ ชลธิดา เชิญขุนทด. 2547. องค์ประกอบของชนิดพันธุ์พืชและปริมาณมวลชีวภาพเหนือพื้นดินของต้นไม้ในป่าดิบแล้ง. ใน เอกสารประกอบการประชุม “การประชุมการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศทางป่าไม้ : ป่าไม้กับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ” ณ. โรงแรมมารวยการ์เด็น กรุงเทพฯ ระหว่างวันที่ 16-17 สิงหาคม 2547. กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช. 31 น.
- Arifin, J. 2001. Estimasi cadangan karbon pada berbagai sistem penggunaan lahan di Kecamatan Ngantang, Malang. Student thesis, Soil Science Department, Universitas Brawijaya, Malang, Indonesia. 59 pp
- Hairiah K., SM. Sitompal, M. van Noordwijk and C. Plam. 2001. Carbon stocks of tropical land use systems as part of the global C Balance. ASB Lecture Note 4A. ICRAF, Bogor, Indonesia. 49 pp.
- IPCC. 2003. Good Practice Guidance for Land Use, Land-Use Change and Forestry. The Institute for Global Environmental Strategies (IGES), Hayama, Japan.
- IPCC. 2006. 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. Volume 4 Chapter 4. The Institute for Global Environmental Strategies (IGES), Hayama, Japan. 83 pp.
- Kutintara, U., D. Marod, M. Takahashi, and T. Nakashizuka. 1995. Growth and dynamics of bamboos in a tropical seasonal forest. In Proceedings of the International Workshop on "The Changes of Tropical Forest Ecosystems by EL Nino and Others", Bangkok, Japan Science & Technology Agency+National Research Council of Thailand+Japan International Science & Technology Exchange Center, p.125-139.
- Ogawa, H., K. Yoda, K. Ogino and T. Kira. 1965. Comparative ecological studies on three main types of forest vegetation in Thailand. II. Plant Biomass. Nature and Life in Southeast Asia 4 : 49-80.
- Suwannapinunt, W. 1983. A study on the biomass of *Thyrsostachys siamensis* GAMBLE forest at Hin-Lap, Kanchanaburi. Journal of Bamboo Research 2(2): 82-101
- Tsutsumi T., K. Yoda, P. Sahunalu, P. Dhanmanonda and B. Prachaiyo. 1983. Forest : Felling, Burning and Regeneration. In Shifting cultivation. An experiment at Nam Phrom, Thailand and its implications for upland farming in the monsoon Tropics. Edited by K. kyuma and C. Pairintra. p. 13-62.
- Xiao, T.L., W.T. Jian, L.F. Zhi & H.L. Mai. 2009. Diversity and aboveground biomass of lianas in the tropical seasonal rain forests of Xishuangbanna, SW China. Rev. biol. trop v.57 n.1-2 San José mar.-jun. 2009.

คู่มือการใช้งาน โปรแกรม Google™ Earth แบบประยุกต์



นายณรินทร์ จรูญรัตน์พัคตร์

นักวิชาการแผนที่ภาพถ่ายชำนาญการ

ส่วนภูมิสารสนเทศ

สำนักฟื้นฟูและพัฒนาพื้นที่อนุรักษ์

กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช

สิงหาคม 2557

1. การใช้งานโปรแกรมทั่วไป

โปรแกรม Google™ Earth เป็นโปรแกรมที่สามารถใช้งานได้ฟรี มีภาพถ่ายรายละเอียดสูงจากดาวเทียมหลายดวงให้บริการฟรี แต่มีฟังก์ชันบางอย่างในโปรแกรมเท่านั้น ที่ต้องเสียเงินเพื่อซื้อมาใช้งาน ซึ่งใน version ที่ต้องจ่ายเงินเพื่อใช้บริการ จะเป็น version PRO ซึ่งสามารถ download โปรแกรมมาใช้งานได้ฟรีที่ <http://www.google.com/earth/download/ge/agree.html>

Download the latest version of Google Earth for PC, Mac, or Linux

By installing, you agree to [Google Earth's Privacy Policy](#)

Google Maps/Earth Terms of Service

By downloading, installing, or using the Google Earth software, accessing or using the Google Maps service (together, the "Products" or "Services"), or accessing or using any of the content available within the Products, you agree to be bound by the following: (1) the [Google Terms of Service](#) (the "Universal Terms"); (2) the terms found on our [Legal Notices](#) page (the "Legal Notices"); and (3) the additional terms and conditions set forth below (the "Additional Terms"). Before you continue, you should read each of these three documents, as together they form a binding agreement between you and Google regarding your use of the Products. Collectively, the Universal Terms, the Legal Notices, and the Additional Terms are referred to as the "Terms".

As a condition of downloading, accessing, or using the Products, you also agree to the terms of the [Google Privacy Policy](#).

▼ Customize your installation of Google Earth with [advanced setup](#)

- ☒ Latest version (7.1) ☐ Previous version (7.0)
- ☒ Allow Google Earth to automatically install recommended updates.
- ☒ Make Google Earth available to all users' profiles. Administrative rights are required.
- ☒ Help us improve Google Earth by allowing us to collect anonymous usage statistics

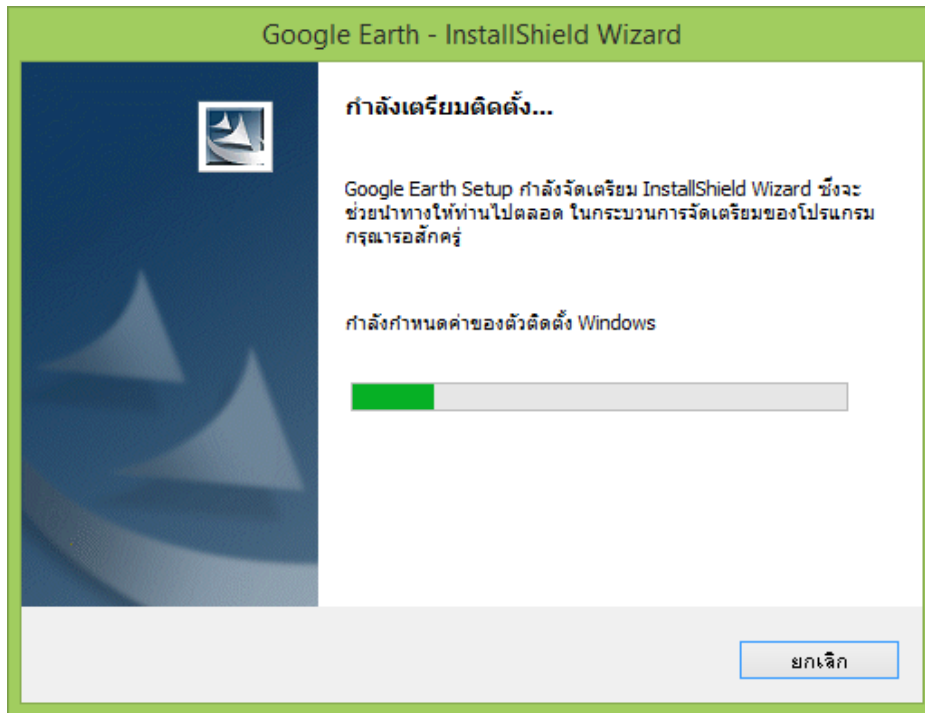
Agree and Download

ภาพที่ 1 แสดงรายละเอียดและข้อตกลงการใช้งานโปรแกรม

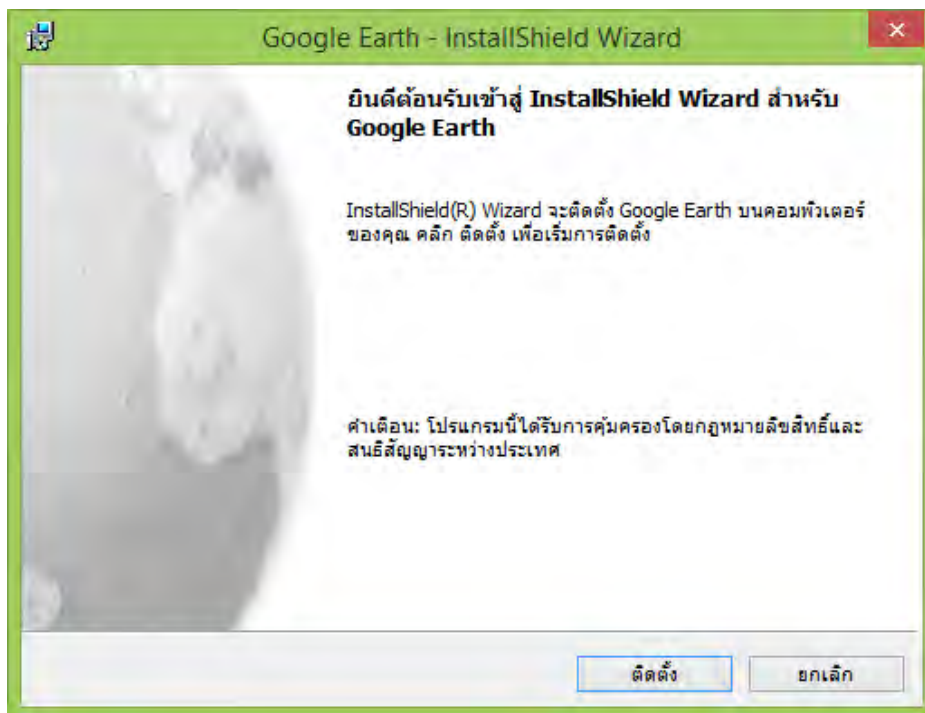
ปัจจุบันรุ่นที่บริการฟรี (23 กรกฎาคม พ.ศ. 2557) เป็นรุ่น version 6.2 มีขนาดไฟล์ประมาณ 16.6 Megabyte

1.1 การ Install โปรแกรม Google™ Earth

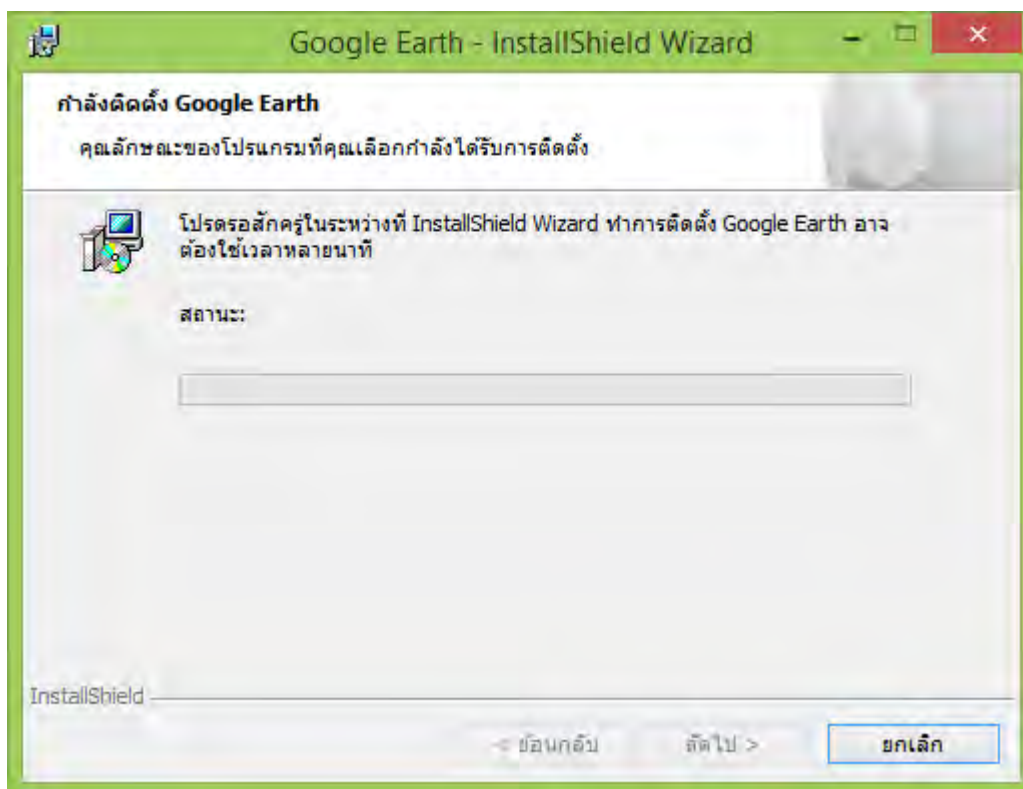
เมื่อ Download โปรแกรม แล้วทำการ Install จะปรากฏหน้าต่างแรกดังภาพ



ภาพที่ 2 แสดงการลงโปรแกรมในขั้นตอนที่หนึ่ง

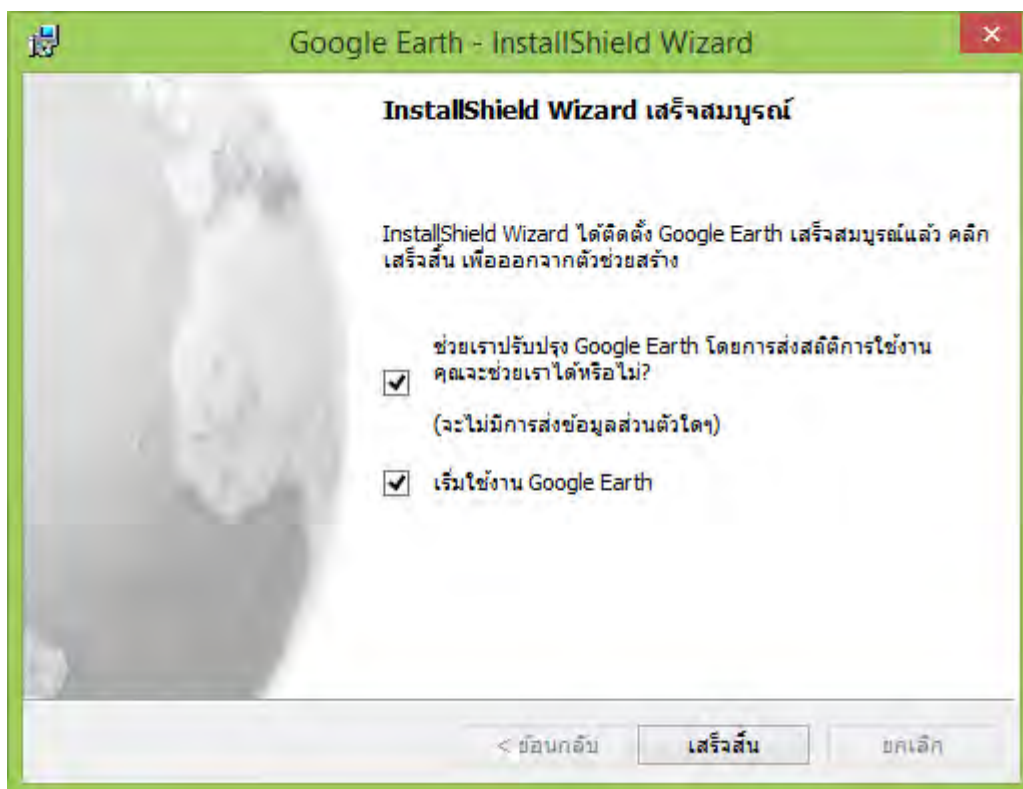


ภาพที่ 3 แสดงการลงโปรแกรมในขั้นตอนที่สอง



ภาพที่ 4 แสดงการลงโปรแกรมในขั้นตอนที่สาม

หน้าต่างสุดท้าย เมื่อกดปุ่ม เสร็จสิ้น ก็จะสามารถใช้งานโปรแกรม Google™ Earth ได้



ภาพที่ 5 แสดงการลงโปรแกรมในขั้นตอนสุดท้าย

1.2 การเริ่มต้นใช้งาน จะปรากฏรูป ICON บนเครื่อง

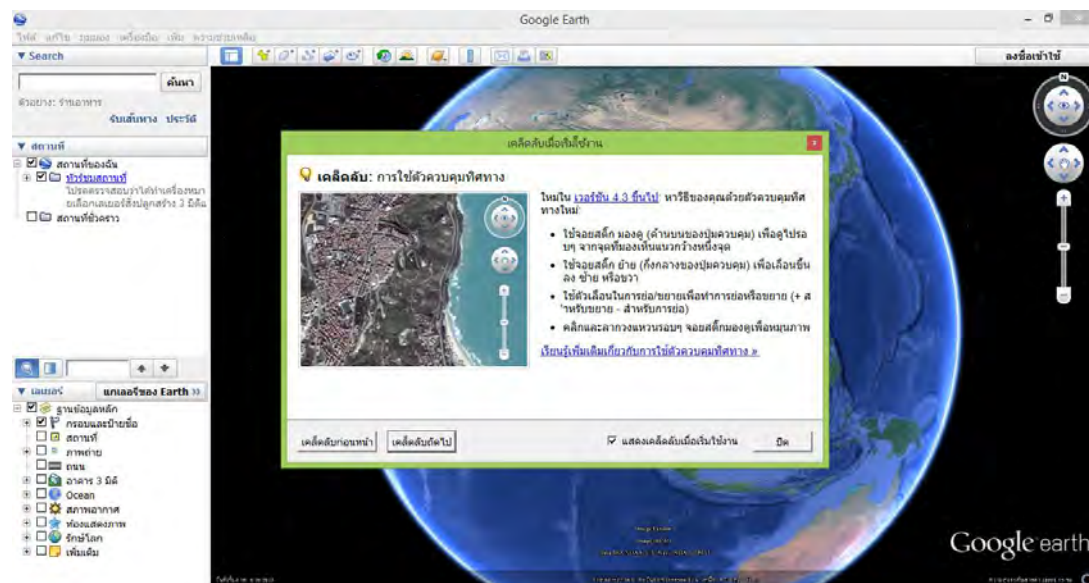


ภาพที่ 6 ICON โปรแกรม Google™ Earth

การใช้งานครั้งแรก เมื่อดับเบิลคลิก ที่ไอคอน จะปรากฏหน้าต่าง แสดง Google™ Earth



ภาพที่ 7 หน้าต่างจอภาพ เมื่อใช้งานครั้งแรก ขณะเปิดโปรแกรม

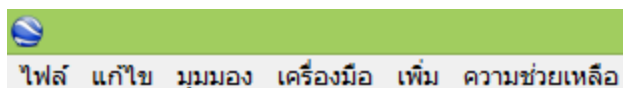


ภาพที่ 8 หน้าจอโปรแกรม

ในบริเวณด้านบนของโปรแกรมจะประกอบด้วยแถบเมนูที่มีให้ใช้งาน ซึ่งใน Version นี้ จะประกอบด้วย 6 แถบเมนูหลัก และมีเมนูย่อย ตามหมวดหมวดหมู่

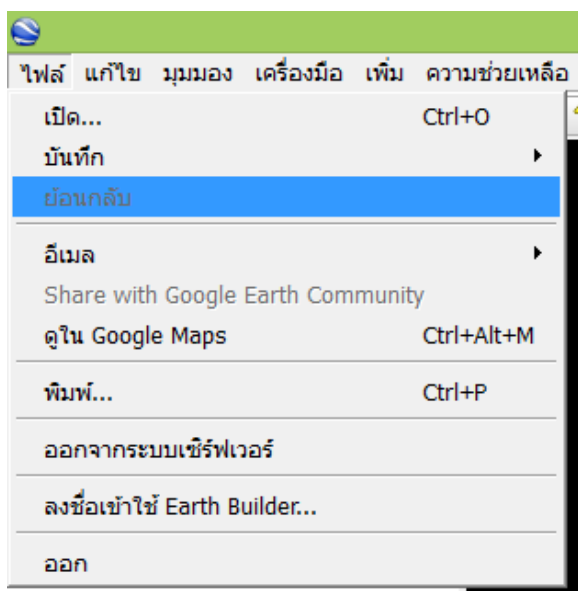
1.3 ส่วนประกอบของเมนู

รายละเอียดแสดงดังภาพที่ 9

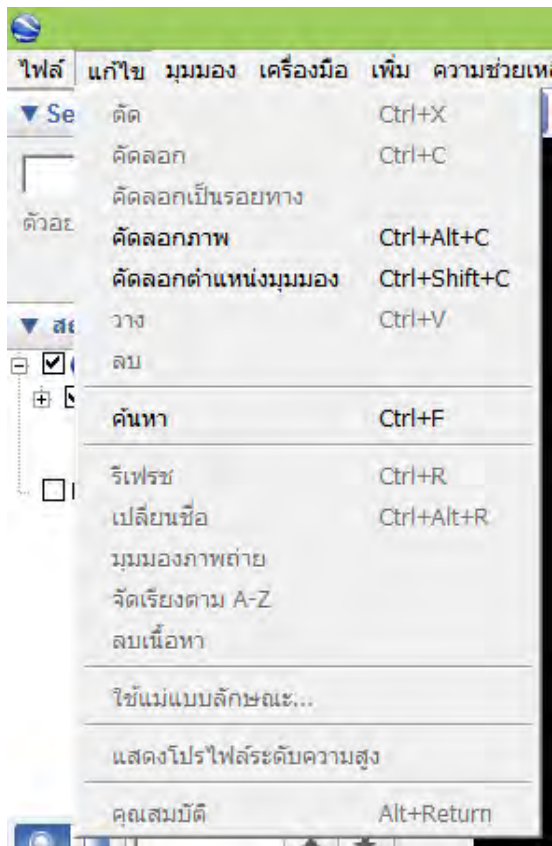


ภาพที่ 9 ส่วนประกอบของเมนูหลัก

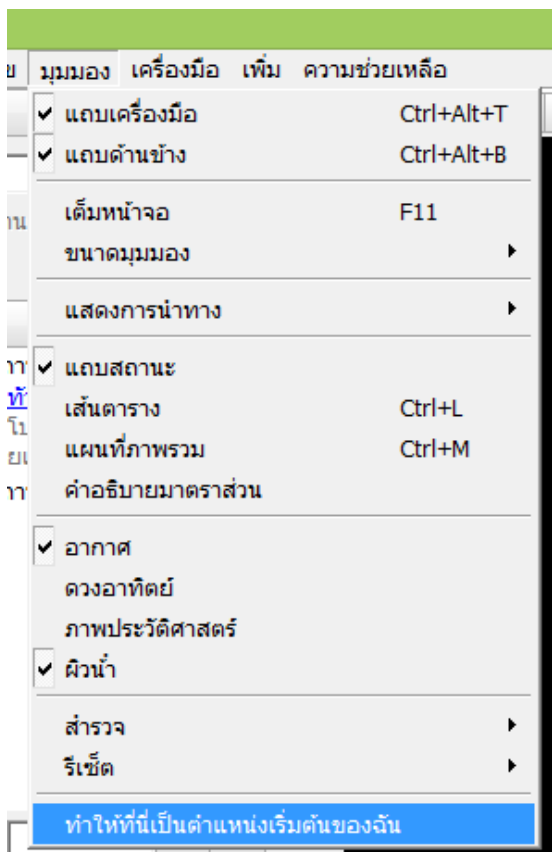
แถบเมนู ไฟล์ เป็นแถบเมนูสำหรับการเปิดไฟล์ บันทึก และออกจากโปรแกรม



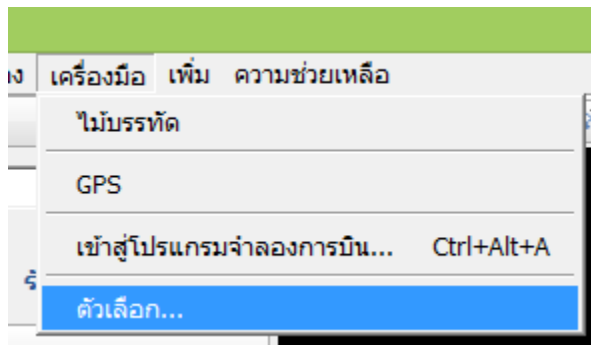
ภาพที่ 10 แถบเมนูไฟล์



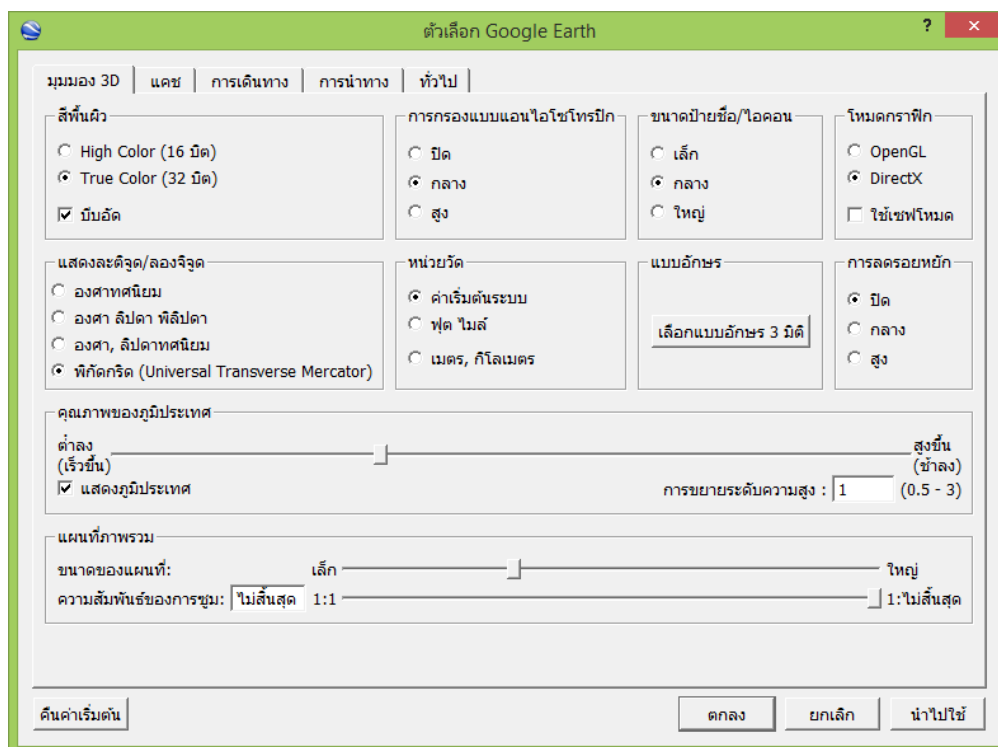
ภาพที่ 11 แถบเมนูแก้ไข



ภาพที่ 12 แถบเมนูมุมมอง

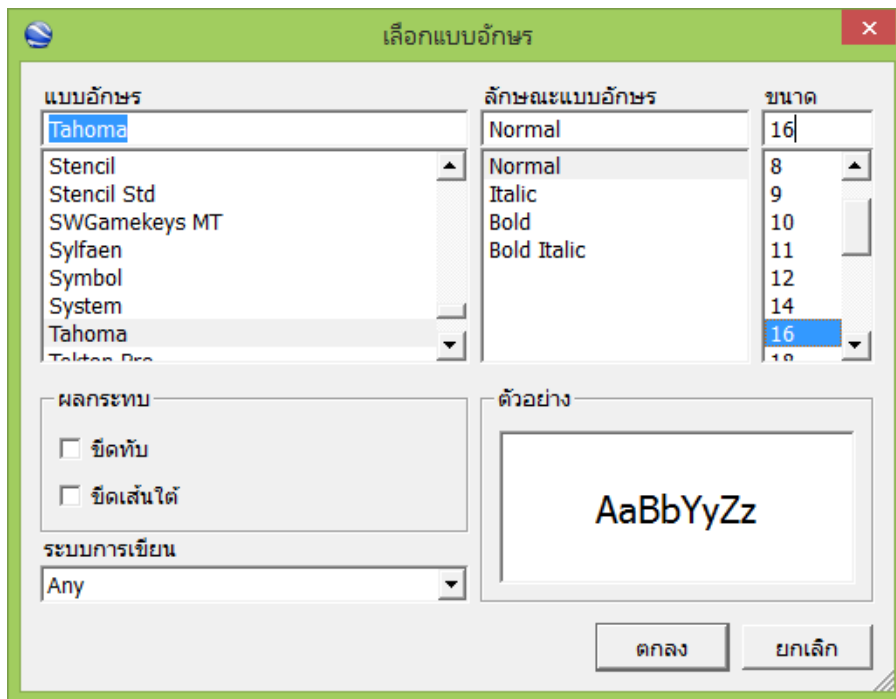


ภาพที่ 13 แถบเมนูเครื่องมือ



ภาพที่ 14 แถบเมนูย่อยตัวเลือก

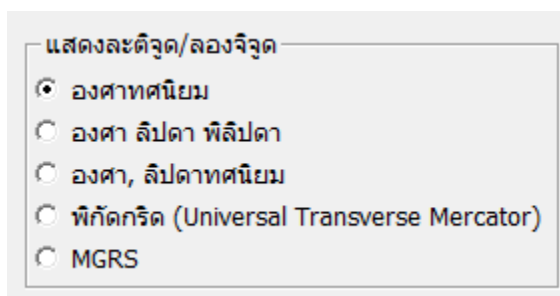
ในแถบแบบอักษร เป็นการเปลี่ยนตัวอักษรภายในโปรแกรม เพื่อให้อ่านง่ายขึ้น และตัวอักษรใหญ่ขึ้น แนะนำให้กำหนดเป็น แบบอักษร Tahoma ขนาดอักษร 16



ภาพที่ 15 เมนูย่อยการเลือกแบบอักษร

1.4 การเปลี่ยนระบบการแสดงค่าพิกัด

โดยปกติแล้วค่าเริ่มต้นของโปรแกรม จะเป็นระบบของศาตศนิยม (Lat –Long) แต่เพื่อให้ง่ายต่อการทำงานมักเปลี่ยนให้อยู่ในรูปของ UTM เพื่อให้ง่ายต่อการทำงาน โดยไปที่เครื่องมือ -> ตัวเลือก -> มุมมอง 3D -> แสดงละติจูด/ลองจิจูด



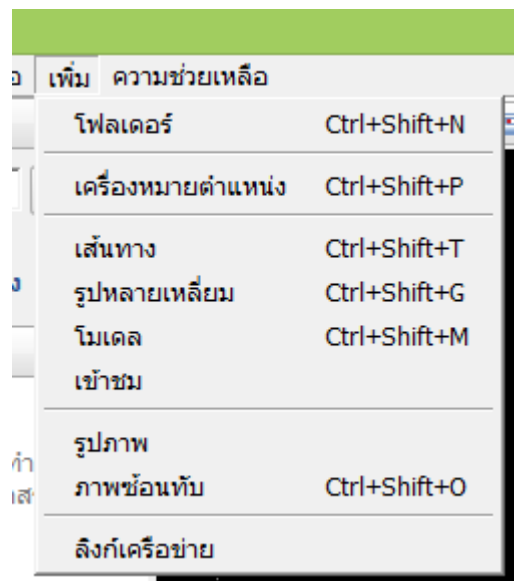
ภาพที่ 16 เมนูย่อยทางเลือก



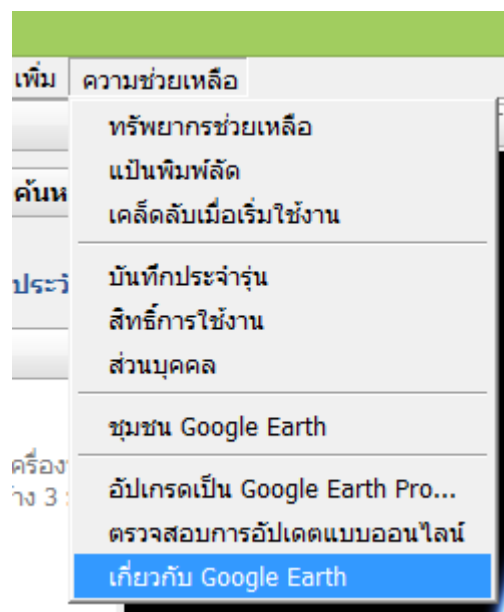
ภาพที่ 17 ระบบองศา

วันที่เก็บภาพ: 12/27/2013 47 P 755643.04 ม. ตะวันออก 1593867.73 ม. เหนือ ความสูง 0 ม.

ภาพที่ 18 ระบบ UTM (Universal Transverse Mercator)

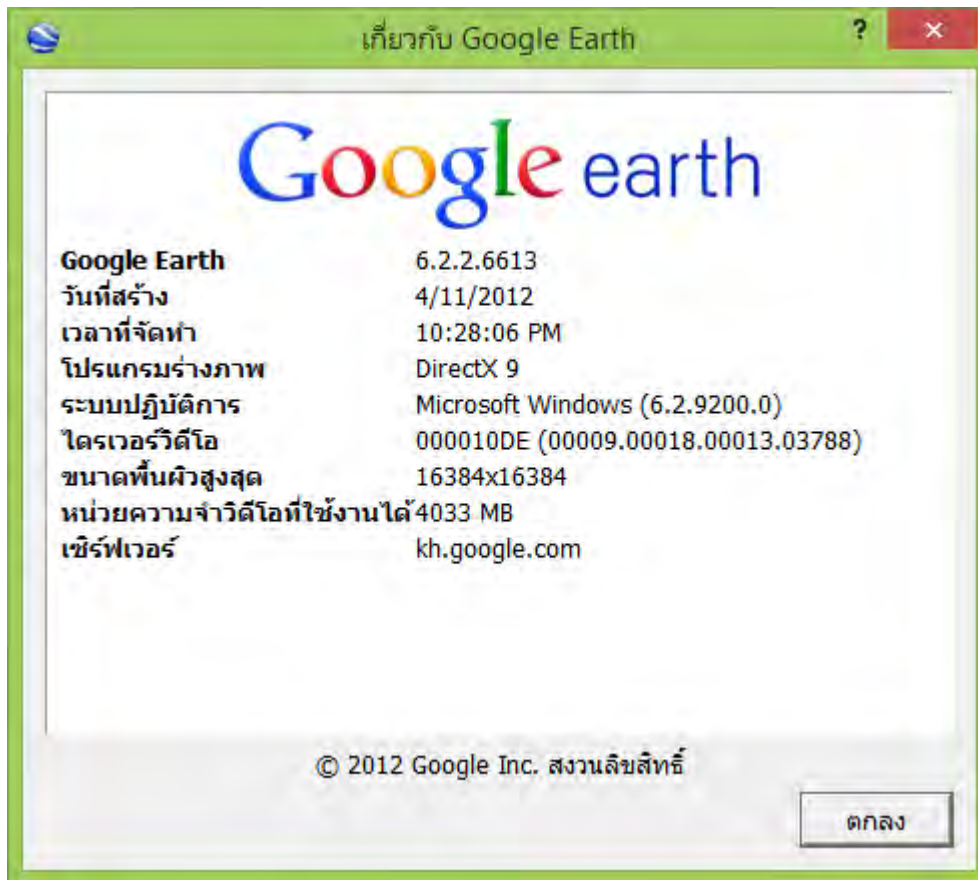


ภาพที่ 19 แถบเมนูเพิ่ม



ภาพที่ 20 แถบเมนูช่วยเหลือ

แสดงรายละเอียดรุ่นของโปรแกรม Google Earth



ภาพที่ 21 รุ่นของโปรแกรม

2. การเก็บบันทึกภาพเพื่อใช้งานแบบ Offline

วิธีการเก็บภาพที่เคยเปิดขึ้นมาแล้ว เพื่อนำไปใช้งานในเครื่องที่มีโปรแกรม Google Earth แต่ไม่ได้ติดตั้ง Internet ซึ่งโปรแกรม Google Earth จะบันทึกไฟล์ดังกล่าวที่เรียกว่า แคช (Cache) ซึ่งในการบันทึกครั้งแรกต้องใช้ Internet และโปรแกรม Google Earth ในครั้งแรกก่อน จากนั้นจึงบันทึกแคชดังกล่าวไปเปิดบนเครื่องอื่น แบบ Offline ได้

ซึ่งที่บันทึกแคชของโปรแกรมจะจัดเก็บตามลักษณะของระบบปฏิบัติการ โดยแบ่งระบบปฏิบัติการ Windows ออกเป็น 3 รุ่น ได้แก่ Windows XP, Windows 7 และ Windows 8 แต่ระบบปฏิบัติการต้องมีการให้สิทธิ์การมองเห็น Folder ที่ซ่อนอยู่ด้วย โดยไปที่ Control panel -> Folder Options -> View -> Show hidden files, folders and drives และที่เก็บของแคชไฟล์จะแตกต่างกันออกไปดังนี้

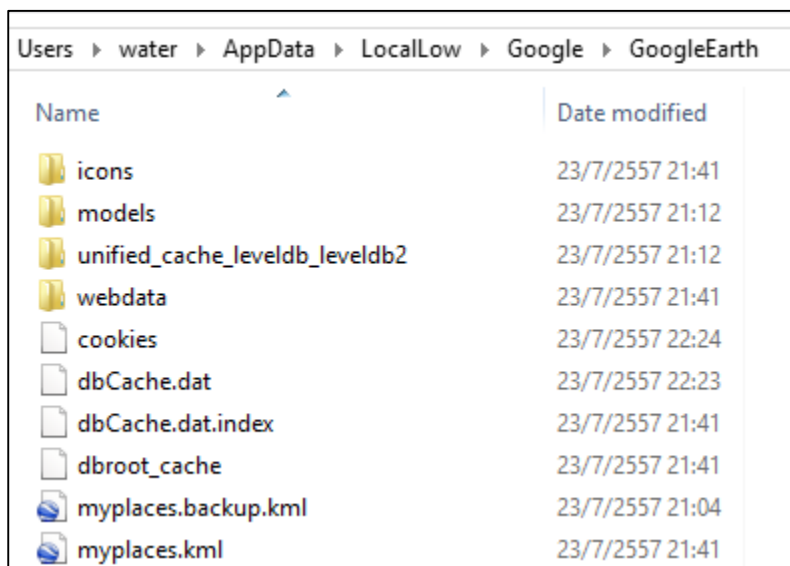
1. ระบบปฏิบัติการ Windows XP แคชไฟล์จะปรากฏใน C:\Documents and Settings\%username%\Local Settings\Application Data\Google\GoogleEarth

2. ระบบปฏิบัติการ Windows 7 แคชไฟล์จะปรากฏใน

C:\Users\%username%\AppData\Local หรือ LocalLow%\Google\GoogleEarth

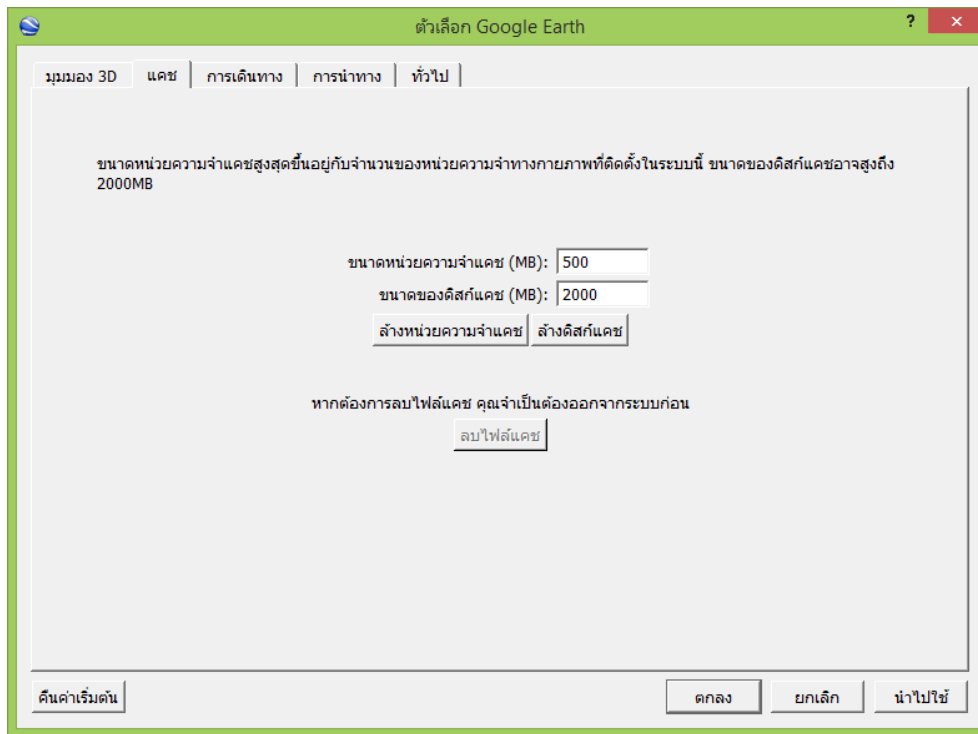
3. ระบบปฏิบัติการ Windows 8 แคชไฟล์จะปรากฏใน

C:\Users\%username%\AppData\Local หรือ LocalLow%\Google\GoogleEarth



ภาพที่ 22 แสดงที่จัดเก็บ Cache ที่อยู่ในเครื่องคอมพิวเตอร์

โดยให้ copy Folder GoogleEarth จากเครื่องที่ต่อ Internet และทำการ ซ่อมเข้า-ซ่อมออก บริเวณที่ต้องการ เพื่อบันทึกภาพเก็บไว้ และให้ ไปวางทับ Folder GoogleEarth ของเครื่องที่ต้องการเปิดโปรแกรม Google Earth แบบ Off-Line ซึ่งเมื่อเริ่มต้นใช้งานโปรแกรม จะกำหนดขนาดของแคชไว้ที่ 500 Megabyte และขนาดสูงสุดอยู่ที่ 2000 Megabyte

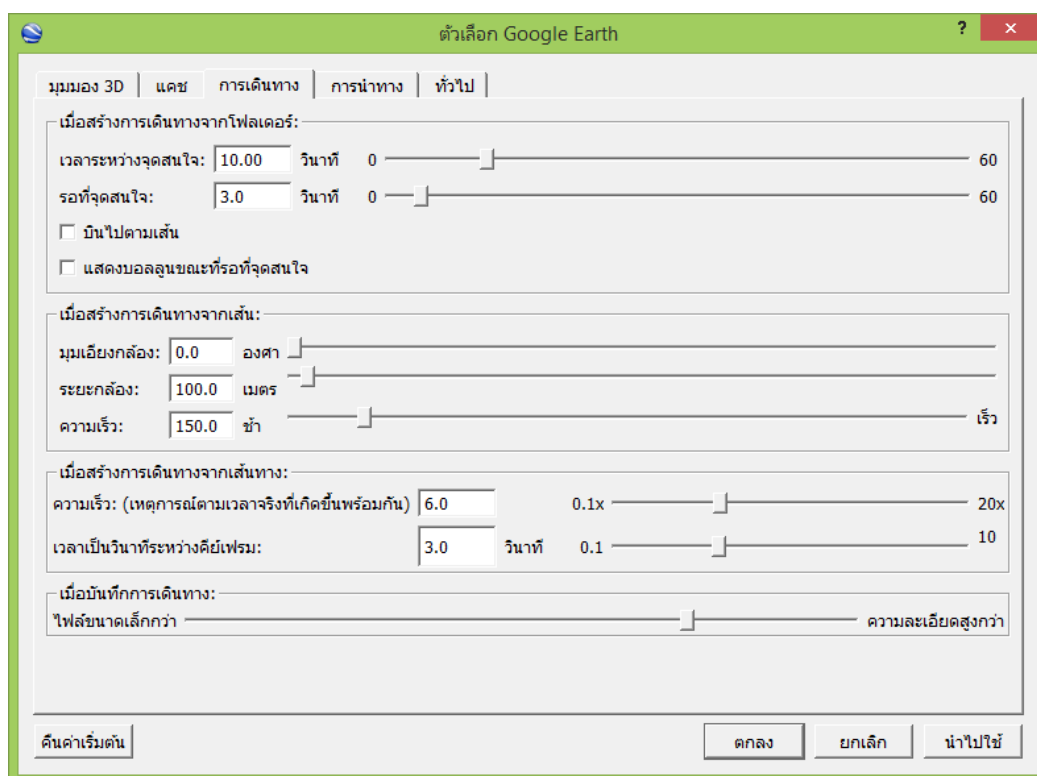


ภาพที่ 23 ตัวเลือก แคช ของโปรแกรม

3. การหาค่าพื้นที่จากโปรแกรม

3.1 การสร้างชั้นข้อมูล

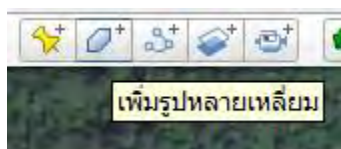
ปรับที่แถบเมนู การเดินทาง -> เมื่อสร้างการเดินทางจากเส้น -> มุมเอียงกลิ้ง ให้เท่ากับ 0
เพื่อไม่ให้โปรแกรม สร้างมุมมองภาพเอียง



ภาพที่ 24 แถบการปรับแก้มุมเอียงกล้อง

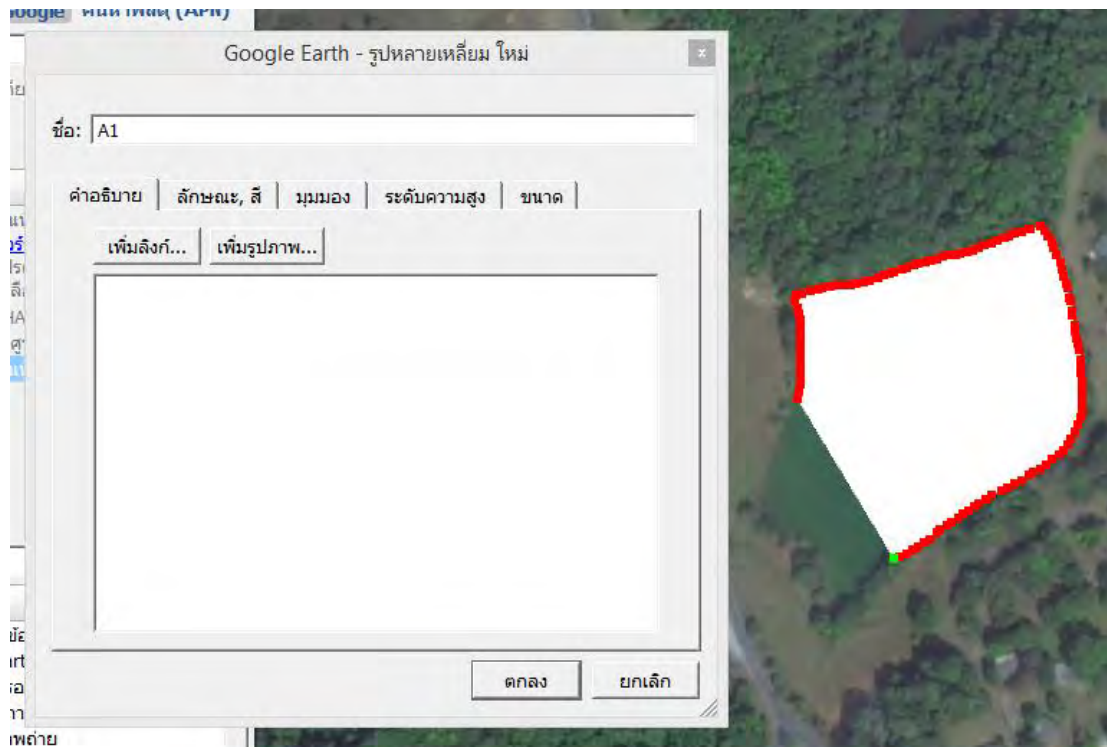


ภาพที่ 25 แถบเครื่องมือชุดที่ 2



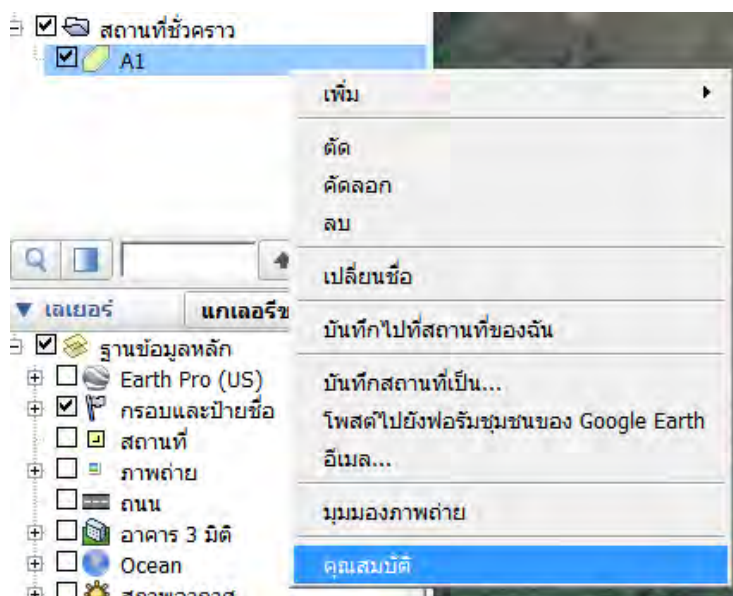
ภาพที่ 26 การเพิ่มรูปหลายเหลี่ยม

ให้ทำการตั้งชื่อ และคลิกซ้ายค้าง เพื่อวาดลวดลาย ตามต้องการ



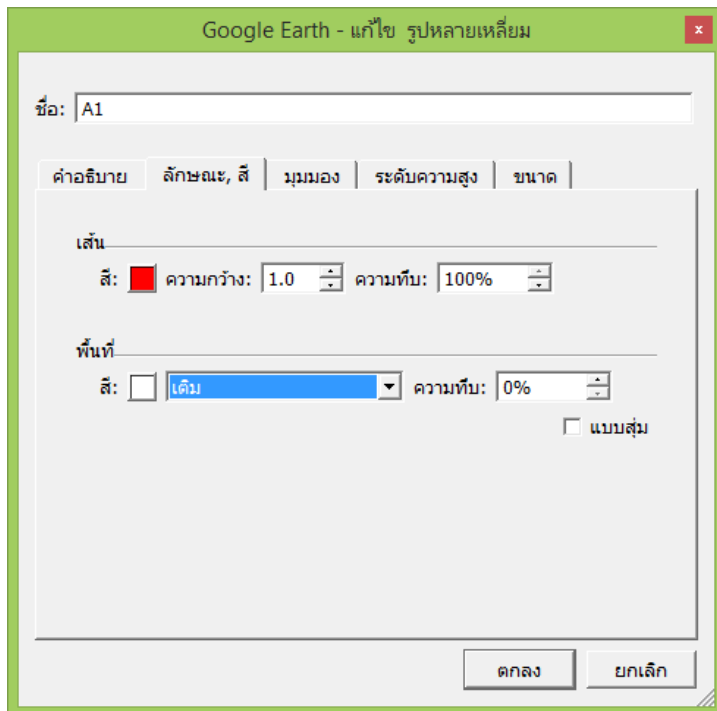
ภาพที่ 27 การตั้งชื่อภาพ

เมื่อวาดลดขนาดตามต้องการแล้ว สามารถคลิกขวาที่ชื่อรูป แล้วคลิกที่คุณสมบัติ เพื่อทำการการเปลี่ยนสีของรูปร่าง เพื่อความสะดวกต่อการมองภาพพื้นหลัง ในเมนูย่อย คุณสมบัติ



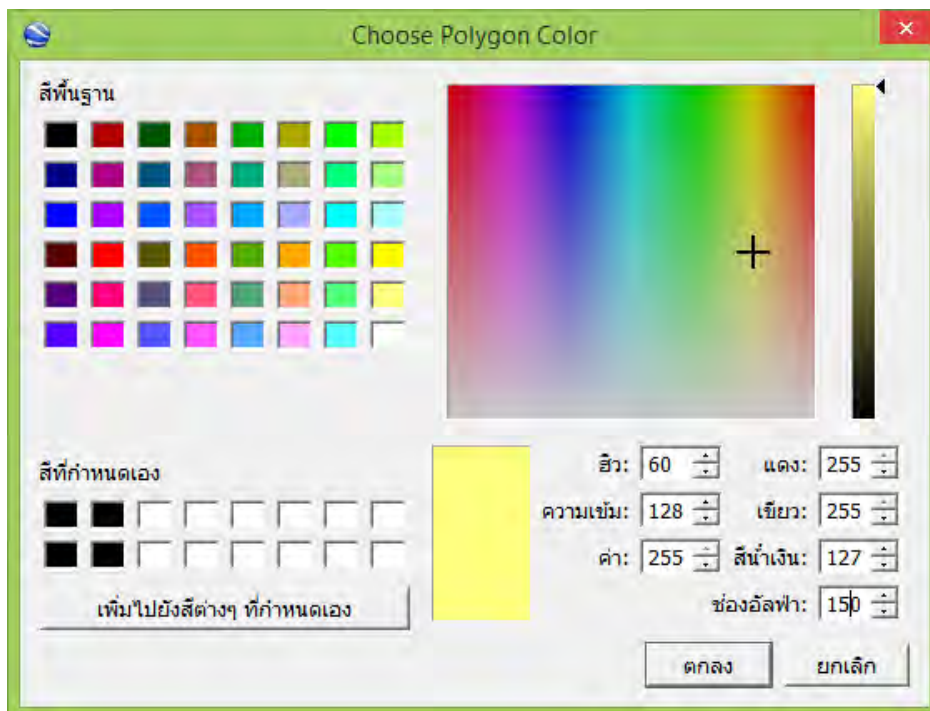
ภาพที่ 28 หน้าต่างคุณสมบัติ

สามารถเลือกสีได้ตามต้องการ



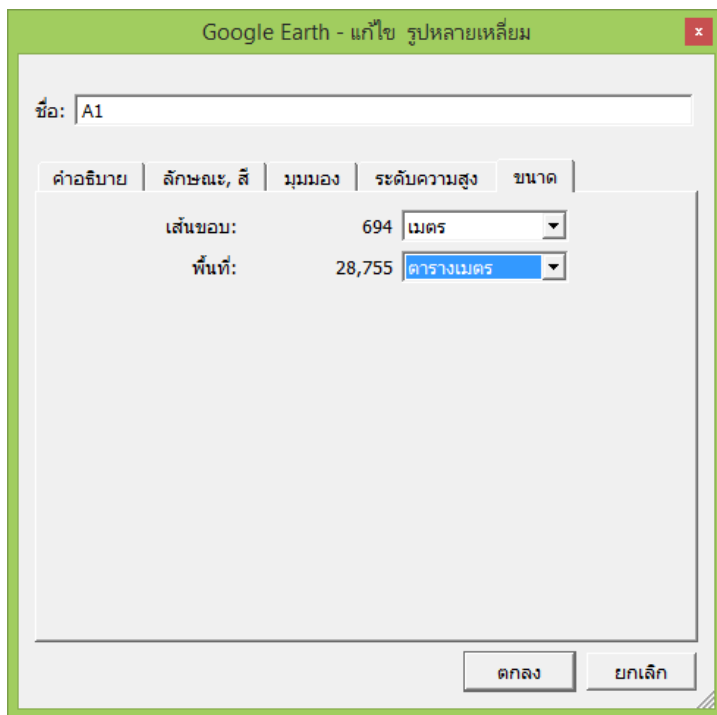
ภาพที่ 29 เมนูย่อยการแก้ไขเปลี่ยนแปลงสี

ควรกำหนดในช่องอัลฟาให้เท่า 150 เพื่อให้รูปทรง โปร่งแสง



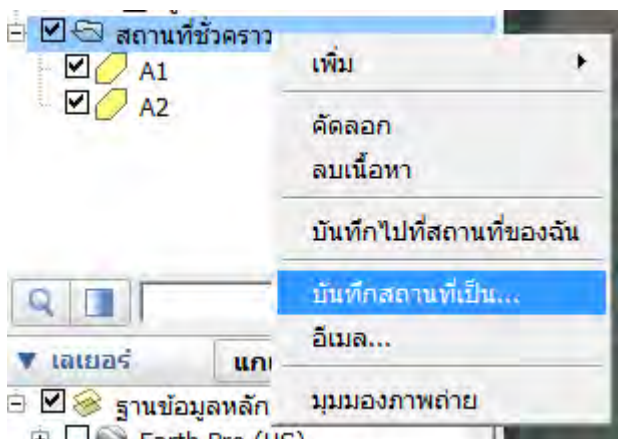
ภาพที่ 30 เมนูย่อยการเปลี่ยนสี

สามารถคำนวณขนาดของรูปร่างได้ และสามารถเปลี่ยนแปลงหน่วยของเส้นขอบและพื้นที่ได้



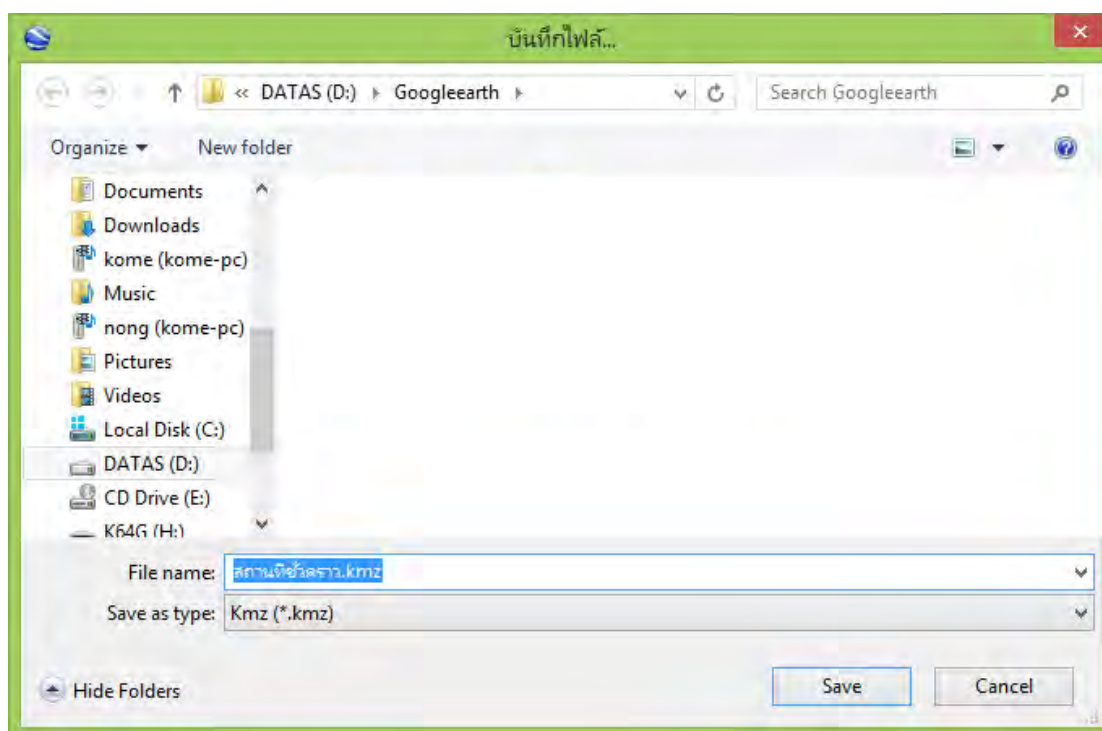
ภาพที่ 31 แสดงเส้นขอบและพื้นที่

การส่งออกข้อมูลสามารถคลิกขวาที่ชั้นข้อมูลสถานที่ชั่วคราว แล้วเลือก บันทึกสถานที่เป็น เพื่อส่งออกข้อมูลเป็น KML หรือ KMZ



ภาพที่ 32 การส่งออกและบันทึกข้อมูล

โดยโปรแกรมจะตั้งชื่อให้ว่า สถานที่ชั่วคราว ซึ่งสามารถเปลี่ยนแปลงได้



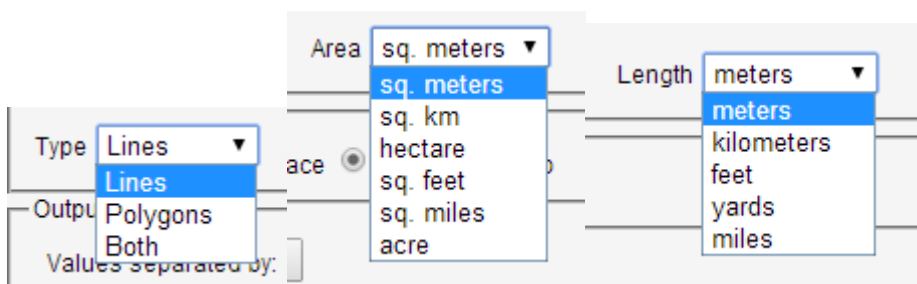
ภาพที่ 33 ตั้งชื่อไฟล์

3.2 การคำนวณพื้นที่

ในการคำนวณพื้นที่ของไฟล์ KML สามารถใช้ โปรแกรมช่วยเหลือผ่าน website ได้ซึ่งต้องมีการเชื่อมต่อ Internet และเข้าไปที่ <http://www.zonums.com/online/kmlArea/> โดยที่หน้าต่าง Website จะให้กรอกไฟล์ KML ที่ต้องการให้คำนวณพื้นที่ ซึ่งสามารถคำนวณได้ทั้ง พื้นที่ และความยาวรอบรูป ซึ่ง Website สามารถ ประมวลผลได้หลายอย่าง แต่ที่ใช้งานคือ KmlArea

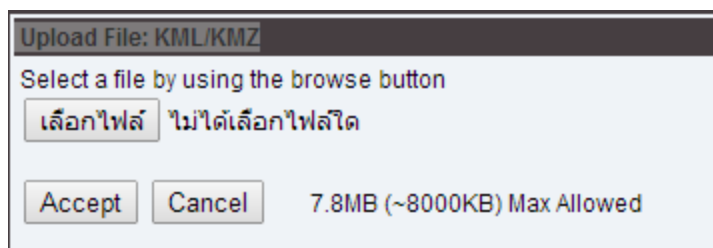


ภาพที่ 34 หน้าต่าง Website



ภาพที่ 35 เมนูย่อยในหมวดต่างๆ

เมื่อต้องการให้ Website ประมวลผล ให้เลือก KML ไฟล์ แต่ต้องมีขนาดไม่เกิน 8,000 กิโลไบต์
เมื่อทำการอ่านไฟล์ KML ที่กำหนด



ภาพที่ 36 การนำเข้าไฟล์

KML Area and Length: Calculate Area, Perimeter and Length from KML Objects

Data Source
☐ KML/KMZ File ☒ Copy/Paste

Objects to Measure and Units
 Type: Area: Length:

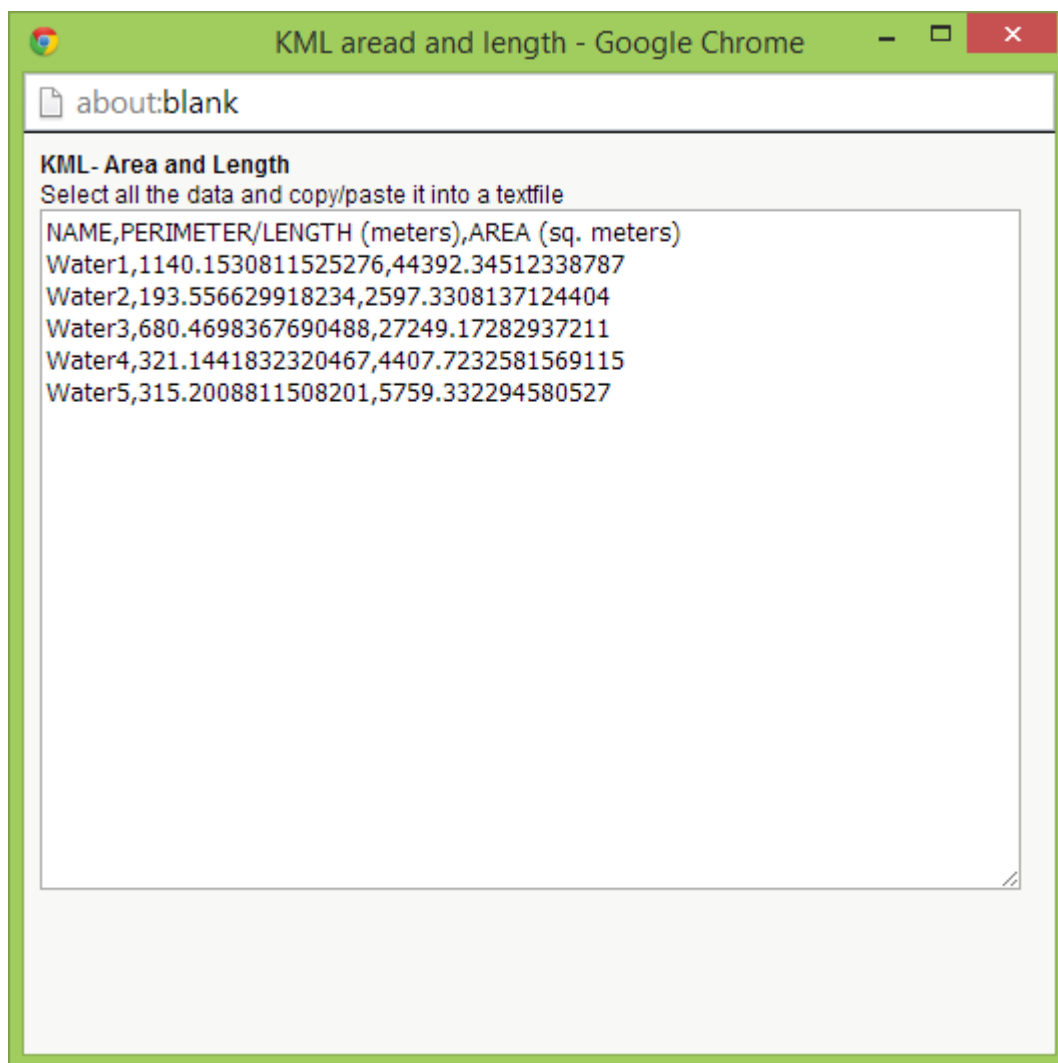
Output Format
 Values separated by: ☐ Space ☒ Comma ☐ Tab

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<kml xmlns="http://www.opengis.net/kml/2.2" xmlns:gx="http://www.google.com/kml/ext/2.2"
xmlns:kml="http://www.opengis.net/kml/2.2" xmlns:atom="http://www.w3.org/2005/Atom">
<Document>
  <name>Water.kmz</name>
  <Style id="sn_ylw-pushpin">
    <IconStyle>
      <scale>1.1</scale>
      <Icon>
        <href>http://maps.google.com/mapfiles/kml/pushpin/ylw-
pushpin.png</href>
      </Icon>
      <hotSpot x="20" y="2" xunits="pixels" yunits="pixels"/>
    </IconStyle>
    <PolyStyle>
      <color>647ffff</color>
    </PolyStyle>
  </Style>

```

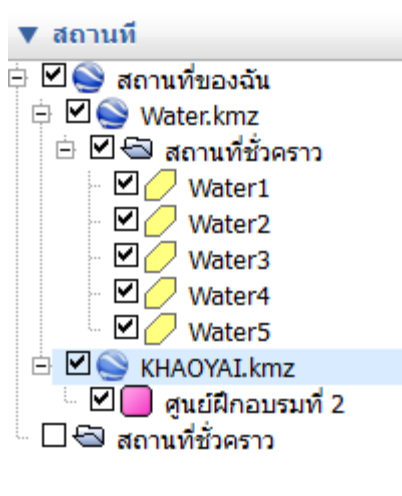
Related Tools: [Shp2kml](#) | [DigiPoint](#) | [MapTools](#) | [E-Query](#) | [Terrain](#) | [Mapplets](#)

ภาพที่ 37 การคำนวณ



ภาพที่ 38 ผลลัพธ์ที่ได้

จากรูปร่างใน โปรแกรม Google™ Earth ก่อนการคำนวณพื้นที่



ภาพที่ 39 รายชื่อสถานที่ในโปรแกรม



ภาพที่ 40 ภาพรูปร่างของพื้นที่ ที่วาดบนโปรแกรม Google™ Earth