



ใบรับรองวิทยานิพนธ์
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต (วิศวกรรมป่าไม้)

ปริญญา

วิศวกรรมป่าไม้	วิศวกรรมป่าไม้
สาขา	ภาควิชา
เรื่อง	ผลิตภาพและค่าใช้จ่ายในการทำไม้ยูคาลิปตัสในพื้นที่ภาคกลาง
	Productivity and Cost of Logging Operation in Eucalypt Plantation in Central Thailand
นามผู้วิจัย	นางสาวทิพวรรณ แสงทอง
ได้พิจารณาเห็นชอบโดย	
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก	(อาจารย์ปิยรัตน์ ดิลกสัมพันธ์, ปร.ด.)
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม	(อาจารย์ดำรง ศรีพระราม, D.Agr.)
หัวหน้าภาควิชา	(อาจารย์ปิยรัตน์ ดิลกสัมพันธ์, ปร.ด.)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์รับรองแล้ว

(รองศาสตราจารย์กาญจนา ชีระกุล, D.Agr.)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

วันที่ เดือน พ.ศ.

วิทยานิพนธ์

เรื่อง

ผลิตภาพและค่าใช้จ่ายในการทำไม้ยูคาลิปตัสในพื้นที่ภาคกลาง

Productivity and Cost of Logging Operation in Eucalypt Plantation in Central Thailand

โดย

นางสาวทิพวรรณ แสงทอง

เสนอ

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (วิศวกรรมป่าไม้)

พ.ศ. 2555

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ทิพวรรณ แสงทอง 2555: ผลผลิตภาพและค่าใช้จ่ายในการทำไม้ยูคาลิปตัสในพื้นที่ภาคกลาง
ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (วิศวกรรมป่าไม้) สาขาวิศวกรรมป่าไม้ ภาควิชาวิศวกรรม
ป่าไม้ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก: อาจารย์ปิยวัฒน์ ดิลกสัมพันธ์, ปร.ด. 76 หน้า

การศึกษาผลผลิตภาพ และค่าใช้จ่ายในการทำไม้ยูคาลิปตัสมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาถึงรูปแบบ
การทำไม้ ผลผลิตภาพ และค่าใช้จ่ายในแต่ละขั้นตอนการทำไม้ยูคาลิปตัสในท้องที่ภาคกลางของ
ประเทศไทย ในการศึกษาหาผลผลิตภาพในการทำไม้ได้ใช้กล้องวิดีโอ และกล้องถ่ายภาพเก็บบันทึก
ขั้นตอนการทำไม้ ศึกษาเวลาของขั้นตอนการทำไม้ ในแต่ละขั้นตอนซึ่งประกอบด้วย การล้มไม้ การ
ตัดทอน และการลิดกิ่งรวมกอง จากนั้นนำมาวิเคราะห์หาค่าความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยต่างๆที่มีผล
ต่อเวลาที่ใช้ในการทำไม้ ในแต่ละขั้นตอน โดยใช้สมการถดถอยเชิงเส้น สร้างรูปแบบสมการทาง
คณิตศาสตร์ เพื่อนำไปคำนวณหาผลผลิตภาพการทำไม้และค่าใช้จ่ายในแต่ละขั้นตอน

ผลผลิตภาพและค่าใช้จ่ายการทำไม้ยูคาลิปตัสในแต่ละขั้นตอนแตกต่างกันไปตามรูปแบบการ
ทำไม้ จากผลการวิเคราะห์หาค่าความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยต่างๆ กับเวลาในการทำไม้ขั้นตอนต่างๆ
สามารถคำนวณหาผลผลิตภาพของการทำไม้และค่าใช้จ่ายต่อหน่วยได้ดังนี้ คือ การล้มด้วยเลื่อยโซ่
12.45 ม³/ชม., 8.54 บาท/ม³ เลื่อยงาน 28.43 ม³/ชม., 3.35 บาท/ม³ การทอนไม้ด้วยเลื่อยโซ่ 19.77 ม³/
ชม., 5.35 บาท/ม³ เลื่อยงาน 9.88 ม³/ชม., 9.65 บาท/ม³ การลิดกิ่งรวมกองด้วยมีด 3.57 ม³/ชม., 17.53
บาท/ม³

ดังนั้น เพื่อเพิ่มผลผลิตภาพในการทำไม้ยูคาลิปตัส ควรล้มไม้ด้วยเลื่อยงานซึ่งจะได้ปริมาตรไม้
มากกว่าและค่าใช้จ่ายที่น้อยกว่าเลื่อยโซ่ ส่วนการทอนไม้ด้วยเลื่อยโซ่ได้ปริมาตรไม้ที่ได้มากกว่า
และค่าใช้จ่ายที่น้อยกว่าเลื่อยงาน ส่วนการลิดกิ่งรวมกองควรทำด้วยมีด ผลการศึกษาเรื่องนี้เป็น
ประโยชน์สำหรับนำไปเป็นข้อมูลประกอบในการวางแผนการทำไม้ยูคาลิปตัสในท้องที่อื่นที่มี
สภาพใกล้เคียงกัน เพื่อให้ได้ผลประโยชน์ทางด้านธุรกิจที่เหมาะสมที่สุด

ลายมือชื่อผู้ผลิต

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

Tippawan Saengthong 2012: Productivity and Cost of Logging Operation in Eucalypt Plantation in Central Thailand. Master of Science (Forest Engineering), Major Field: Forest Engineering, Department of Forest Engineering. Thesis Advisor: Mr. Piyawat Diloksumpun, Ph.D. 76 pages.

The study of logging operation in eucalyptus plantation was conducted in central part of Thailand with purpose to evaluate the productivity and cost of each phase of the operation. The details of felling, bucking as well as delimiting and piling operations were recorded by a video camcorder and a digital camera and were analyzed using continuous time study technique. Regression model was formed to estimate the total time consumption of each work phase as a function of the most influential factors. The model calculated time values would be used to further calculate the productivity and cost of the eucalyptus logging operation.

The productivity and cost of eucalyptus logging operation differed according to the tools used in the operation. The average productivity and unit cost of felling with powersaw was 12.45 m³/hour and 8.54 baht/m³ while that of felling with circular saw was 28.43 m³ and 3.35 baht/m³. The average productivity and unit cost of bucking with powersaw was 19.77 m³/hour and 5.38 baht/m³ and that of circular saw was 9.88 m³/hour and 9.65 baht/m³. The average productivity and unit cost of delimiting and piling was 3.57 m³/hour and 17.53 baht/m³.

Circular saw should be used to increase the productivity of the eucalyptus felling but bucking operation should be done with powersaw. Delimiting and piling should be carried out with big knife. The knowledge gained from this study could be used in planning logging operation in other eucalyptus plantations with similar terrain condition for the optimum return of the investment.

_____ / ____ / ____
Student's signature

_____ / ____ / ____
Thesis Advisor's signature

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ อ.ดร.ปิยวัฒน์ ศิลกสัมพันธ์ ประธานกรรมการที่ปรึกษา
วิทยานิพนธ์หลัก และ อ.ดร.ดำรงศรี ศรีพระราม กรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์รอง ที่ให้คำปรึกษา
ในการเรียน การค้นคว้าวิจัย ตลอดจนการตรวจแก้ไขวิทยานิพนธ์จนกระทั่งเสร็จสมบูรณ์ และกราบ
ขอบพระคุณ ผู้แทนบัณฑิตวิทยาลัย ที่ได้ให้ความกรุณาตรวจแก้ไขวิทยานิพนธ์ให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอกราบขอบพระคุณอาจารย์ภาควิชาวิศวกรรมป่าไม้ทุกท่าน ที่ได้อบรมสั่งสอนและมอบ
ความรู้อันเป็นประโยชน์อย่างยิ่งในการนำไปใช้ประโยชน์ต่อไป

ด้วยความดีหรือประโยชน์อันใดเนื่องจากวิทยานิพนธ์เล่มนี้ ขอมอบแด่คุณพ่อ คุณแม่ ที่ได้
อบรมและให้กำลังใจผู้วิจัยมาตลอดในทุกเรื่อง

ทิพวรรณ แสงทอง

เมษายน 2555

สารบัญ

	หน้า
สารบัญ	(1)
สารบัญตาราง	(2)
สารบัญภาพ	(3)
คำนำ	1
วัตถุประสงค์	3
การตรวจเอกสาร	4
อุปกรณ์และวิธีการ	20
อุปกรณ์	21
วิธีการ	21
ผลและวิจารณ์	24
ผล	24
วิจารณ์	63
สรุปและข้อเสนอแนะ	67
สรุป	67
ข้อเสนอแนะ	73
เอกสารและสิ่งอ้างอิง	74
ประวัติการศึกษาและการทำงาน	76

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า	
1	ลักษณะของพื้นที่ศึกษาของสวนป่าองค์พระ จ. สุพรรณบุรี	26
2	รูปแบบการทำไม้ในแต่ละขั้นตอน ในแต่ละพื้นที่ศึกษา	34
3	เวลาเฉลี่ยการทำงานของการล้มนไม้ในแต่ละพื้นที่ศึกษา	35
4	เวลาเฉลี่ยการทำงานของการทอนไม้ในแต่ละพื้นที่ศึกษา	37
5	เวลาเฉลี่ยการทำงานของการลิดกิ่งรวมกองในแต่ละพื้นที่ศึกษา	38
6	จำนวนตัวอย่างที่ทำการศึกษาในแต่ละขั้นตอนการทำไม้	40
7	ปัจจัยต่างๆที่มีผลกระทบต่อเวลาที่ใช้ในการล้มนไม้	42
8	ค่าสถิติจากการวิเคราะห์หาค่าความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยต่างๆที่มีผลกระทบต่อเวลาที่ใช้ในการล้มนไม้	43
9	ค่าของเวลาที่ใช้ในการล้มนไม้ และผลผลิตต่อชั่วโมง	46
10	ปัจจัยต่างๆที่มีผลกระทบต่อเวลาที่ใช้ในการทอนไม้	48
11	ค่าสถิติจากการวิเคราะห์หาค่าความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยต่างๆที่มีผลกระทบต่อเวลาที่ใช้ในการทอนไม้	49
12	ค่าของเวลาที่ใช้ในการทอนไม้ และผลผลิตต่อชั่วโมง	52
13	ปัจจัยต่างๆที่มีผลกระทบต่อเวลาที่ใช้ในการลิดกิ่งรวมกอง	54
14	ค่าสถิติจากการวิเคราะห์หาค่าความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยต่างๆที่มีผลกระทบต่อเวลาที่ใช้ในการลิดกิ่งรวมกอง	55
15	ค่าของเวลาที่ใช้ในการลิดกิ่งรวมกอง และผลผลิตต่อชั่วโมง	58
16	ข้อมูลและค่าใช้จ่ายในแต่ละขั้นตอนการทำไม้	62

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	พื้นที่ที่ศึกษาการทำไม้ยูคาลิปตัส	20
2	ลักษณะของพื้นที่ศึกษา	25
3	เลื่อยโซ่ขนาดบาร์ 25 และขนาดบาร์ 20	28
4	เลื่อยจาน	29
5	รูปแบบการล้มนไม้ด้วยเลื่อยโซ่	29
6	รูปแบบการล้มนไม้ด้วยเลื่อยจาน	30
7	รูปแบบการทอนไม้ด้วยเลื่อยโซ่	31
8	รูปแบบการทอนไม้ด้วยเลื่อยจาน	32
9	รูปแบบการลิดกิ่งรวมกองด้วยมีด	33

ผลิตภาพและค่าใช้จ่ายในการทำไม้ยูคาลิปตัสในพื้นที่ภาคกลาง

Productivity and Cost of Logging Operation in Eucalypt Plantation in Central Thailand

คำนำ

การทำไม้ หมายถึงการดำเนินงานในป่า เริ่มตั้งแต่การล้มไม้ การทอนไม้ การขนส่งไม้ไปยังโรงงานหรือตลาดการค้า รวมถึงการแปรรูปไม้ในป่า เพื่อลดต้นทุนหรือเพื่อเพิ่มความสะดวกในการขนส่ง และการวางแผนการทำไม้ให้บรรลุเป้าหมายที่วางไว้ ซึ่งการทำไม้เป็นส่วนหนึ่งของกิจกรรมทางด้านป่าไม้ และเป็นส่วนสำคัญในการนำไม้ออกมาใช้ประโยชน์ (อำนาจ, 2524) แม้เมื่อมีการประกาศยกเลิกสัมปทานการทำไม้ในปี พ.ศ. 2532 แต่กิจกรรมการทำไม้ไม่ได้ยุติลงตามการปิดป่า ดังจะเห็นได้จากมีการพัฒนาธุรกิจในการปลูกสร้างสวนป่าเกิดขึ้น ไม่ว่าจะเป็นในส่วนของภาครัฐหรือเอกชน ที่หันมาประกอบธุรกิจในการปลูกสร้างสวนป่า และจากการรวบรวมข้อมูลสวนป่าไม้เศรษฐกิจ ขององค์การอุตสาหกรรมป่าไม้จากสำนักส่งเสริมและพัฒนาไม้เศรษฐกิจ ในปี พ.ศ. 2553 พบว่า ในช่วงปี พ.ศ.2533 พ.ศ.2543 และ พ.ศ.2552 ประกอบด้วย สวนป่าไม้เศรษฐกิจ เนื้อที่รวมทั้งสิ้น 762,610.00 ไร่ 788,922.00 ไร่ และ 1,151,730.77 ไร่ ตามลำดับ สวนป่ายูคาลิปตัสถือเป็นสวนป่าเศรษฐกิจที่มีอัตราการเติบโตสูงกว่าไม้เศรษฐกิจประเภทอื่น นับจากปี พ.ศ. 2533 มีเนื้อที่สวนป่ายูคาลิปตัสอยู่เพียง 79,684.00 ไร่ มาถึงปี พ.ศ. 2552 มีเนื้อที่สวนป่ายูคาลิปตัสรวมกันถึง 212,733.09 ไร่ และจากข้อมูลอุตสาหกรรมการผลิตเชื้อและกระดาษในระหว่างปี 2540-2550 ปริมาณการบริโภคเชื้อกระดาษของไทยเพิ่มขึ้นเฉลี่ยร้อยละ 6.40 ต่อปี ปัจจุบันกำลังผลิตเชื้อและกระดาษของไทย ยังมีเหลือเพื่อส่งออกต่างประเทศเช่นจีน อินเดีย และเวียดนาม ซึ่งทำรายได้เข้าสู่ประเทศปีละจำนวนมาก โดยมีมูลค่าการส่งออกเชื้อและกระดาษเติบโตอย่างต่อเนื่อง โดยในปี 2550 มีมูลค่าการส่งออก 27,004.50 ล้านบาท เพิ่มขึ้นจากปี 2549 ร้อยละ 5.50 (สมาคมการพิมพ์ไทย, 2550)

จากข้อมูลข้างต้นจะเห็นว่าความต้องการใช้ไม้ยูคาลิปตัสส่งผลต่อธุรกิจการปลูกสร้างสวนป่าไม้ยูคาลิปตัส ซึ่งมีผลทำให้กิจกรรมการทำไม้ยูคาลิปตัสยังคงมีการดำเนินงานมาอย่างต่อเนื่อง สำหรับระบบของการทำไม้ได้มีการเปลี่ยนไปในแต่ละพื้นที่ซึ่งขึ้นอยู่กับเครื่องมือ เครื่องจักร แรงงาน และความพยายามในการลดต้นทุน เช่น การใช้ขวาน การใช้เลื่อยยนต์ เลื่อยงานในการล้ม

ไม้ ตลอดจนการนำเอาเครื่องมือทางการเกษตรมาดัดแปลงเป็นเครื่องมือในการทำไม้ โดยในแต่ละรูปแบบให้ผลผลิตภาพและค่าใช้จ่ย ซึ่งปัจจัยที่มีผลต่อผลผลิตภาพการทำไม้ คือ ปัจจัยที่เกี่ยวกับแรงงานคน สภาพพื้นที่ และ เครื่องมือ (Rome, 1976) แต่ถึงอย่างไรก็ตามยังไม่ได้มีการศึกษาที่ชัดเจนได้ว่าวิธีการใดหรือเครื่องมือใดที่เหมาะสมกับการทำไม้ยุคาลิปตัส ด้วยเหตุนี้ จึงเป็นที่มาในการศึกษาในครั้งนี้ ซึ่งผลที่ได้จากการศึกษาครั้งนี้จะทำให้ทราบถึงรูปแบบการทำไม้ยุคาลิปตัส ผลผลิตภาพ และค่าใช้จ่ยที่ได้ในการทำไม้ยุคาลิปตัสด้วยการใช้เครื่องมือและวิธีการต่างๆ ในแต่ละขั้นตอนเพื่อที่จะเป็นแนวทางผู้ประกอบการนำไปใช้ในการตัดสินใจในการเลือกวิธีการและเครื่องมือในการทำไม้ยุคาลิปตัสที่เหมาะสมต่อไป

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาถึงรูปแบบการทำไม้ยูคาลิปตัสในท้องที่ภาคกลางของประเทศไทย
2. เพื่อพัฒนาเป็นรูปแบบสมการทางคณิตศาสตร์ (model) ซึ่งนำมาใช้ในการคำนวณหาผลผลิตและค่าใช้จ่ายในการทำไม้ยูคาลิปตัส และสามารถนำไปใช้เป็นแนวทางประกอบการตัดสินใจในการเลือกวิธีการทำไม้ยูคาลิปตัสที่เหมาะสมในสภาพการที่ใกล้เคียงกันกับพื้นที่ที่ศึกษา เพื่อให้เกิดผลประโยชน์ทางธุรกิจที่เหมาะสมที่สุดต่อไป

การตรวจเอกสาร

1. ความหมายของการทำไม้

การทำไม้ หมายถึงการดำเนินงานในป่าเริ่มตั้งแต่ การล้อม ไม้ การทอนไม้ การขนส่งไม้จนถึง โรงงานหรือตลาดการค้า รวมถึงการแปรรูปไม้ในป่าเพื่อลดต้นทุนหรือเพื่อสะดวกในการขนส่ง และการวางแผนการทำไม้ให้บรรลุถึงเป้าหมายที่วางไว้ แต่ไม่รวมถึงการแปรรูปโดยโรงงานซึ่ง จำเป็นต้องใช้เทคนิคโดยเฉพาะ เมื่อกล่าวถึงการทำไม้ซึ่งเริ่มตั้งแต่การล้อมไม้ไปจนถึงการขนส่งท่อน ซุงไปยังตลาดหรือโรงงานดูจะเป็นเรื่องสั้นๆ แต่ก็มีงานอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องอย่างมากมาย เช่น การ กำหนดอัตราค่าจ้าง การกำหนดราคาทุน และความรู้เรื่องสัตว์พาหนะและเครื่องจักรกลที่เกี่ยวข้อง ความปลอดภัยในการทำงานและอื่นๆ (อำนาจ, 2524)

2. ขั้นตอนการทำไม้

การทำไม้ ประกอบด้วยขั้นตอนหลัก 3 ขั้นตอน แต่ในบางครั้งก็อาจจะมีการขั้นตอนของ การชักลากถontonเข้ามาด้วย ซึ่งในแต่ละขั้นตอนก็จะมีวิธีการและเครื่องมือที่แตกต่างกัน (อำนาจ, 2524)

2.1 Cutting Operation มี 3 ขั้นตอนหลักๆ ดังนี้ ล้อมไม้ ลิดกิ่ง และตัดทอน โดยจะแยก พิจารณาตามเครื่องมือได้เป็น 2 หลักใหญ่ๆ คือ

2.1.1 เครื่องมือที่ต้องใช้แรงงานคน

ขวาน (Axe) เลื่อยมือ (Hand saws) และเลื่อยยนต์ (Power saws) หลักการในการ ล้อมไม้ก็จะคล้ายๆ กัน คือ จะต้องบากหน้าเป็นรูปลิ้ม (Under cut หรือ Notch) ในที่ต้องการจะให้ไม้ ล้อมราว 1/4-1/3 ของเส้นผ่าศูนย์กลางของต้นไม้ที่จะตัด แล้วลัดหลังเพียงรอยเดียว (Back cut หรือ Felling cut) ตรงระดับ 5-10 ซม. สูงกว่าบาก ในกรณีต้นไม้เอนและต้องการล้อมฝืนทิศทางเดิมควร บากหน้าให้ลึกกว่าปกติในด้านที่ต้องการให้ไม้ล้ม ในการลัดหลังไม้เอนควรให้เหลือแกนกลาง (Hinge) ไว้ระหว่างรอยบากหน้าและบากหลังราว 5-10 ซม. แกนกลางนี้จะช่วยยึดไม้ไว้ไม่ให้ล้มไป

ทางอื่น เมื่อไม้เอนจะล้มและคลองเลื่อยที่ลัดหลังเริ่มเปิดอ้าออกก็ให้ไ้ปลายใบเลื่อยยนต์ตัดแกนกลางให้ขาดออกไป ในกรณีที่ไม้เอนเป็นไม้เนื้อแข็งการสอดปลายใบเลื่อยเข้าตัดแกนกลางทางด้านบนหน้าเสี้ยอีกครั้งหนึ่งก่อนแล้วจึงมาตัดแกนกลางทางด้านลัดหลังจะช่วยให้ไม้ล้มง่ายขึ้น

2.1.2 เครื่องจักรกล ซึ่งในประเทศไทยยังไม่มีการนำเอาเครื่องจักรกลเหล่านี้มาใช้ เนื่องจากมีค่าใช้จ่ายค่อนข้างสูงและยังต้องอาศัยผู้ที่มีความชำนาญในการใช้เครื่องจักรเหล่านี้ด้วย

ก) Harvester มี 2 ประเภท คือ One-grip harvester และ Two-grip harvester ทำหน้าที่ในการ ล้มไม้ ลิดกิ่ง และตัดทอน

ข) Feller-buncher ทำหน้าที่ในการล้มไม้

ค) Stroke Delimber ทำหน้าที่ลิดกิ่ง และรวมกอง

ง) Processing ทำหน้าที่ลิดกิ่ง ตัดทอนและรวมกอง

2.2 การชักลากถอนตอ คือ เป็นขั้นตอนที่เมื่อมีล้มไม้ ลิดกิ่ง และตัดทอนแล้วมีการนำมากองรวมกันไว้ซึ่งจะไม่ห่างจากตอมาก เพื่อที่จะรอนขนส่งไปยังหมอนไม้ข้างทาง

2.3 การขนส่งตอนป่า โดยจะแบ่งเป็น 2 ประเภท คือ

2.3.1 การขนส่งระยะใกล้ (Roadside) คือ เป็นขั้นตอนที่ขนส่งไม้มาไว้ที่หมอนไม้ข้างทาง เมื่อมีการชักลากถอนตอแล้วนำมากองรวมกัน หรือเมื่อมีการล้มไม้ ลิดกิ่ง และตัดทอน แต่ไม่มีการรวมกองไว้แบ่งออก 3 ระบบ คือ

ก) กำลังสัตว์ในการชักลาก ในท้องถิ่นที่ราษฎรเลี้ยงสัตว์จำพวกวัว ควาย ช้าง กันมาก ระยะทางในการขนส่งไม้ช่วงไกลไม่เกิน 10 ก.ม. และไม้ซุงที่ขนส่งมีขนาดไม่ใหญ่นัก การขนส่งไม้ด้วยกำลังสัตว์พาหนะก็สมควรจะทำ การขนส่งไม้ด้วยกำลังสัตว์ แบ่งออกได้เป็น 2 ประเภท คือ การขนส่งด้วยล้อตะลุมพุก และการขนส่งไม้ด้วยล้อ เป็นการขนส่งด้วยช้าง วัว ควาย

ตัวเดียวเทียมด้วยล้อ ในปัจจุบันไม่มีการขนส่งทั้งสองประเภทนี้ คงเหลือไว้แต่การชักลากด้วยช้าง
อย่างเดียว

ข) ประเภทชักลากบนดิน (Ground-lead skidding)

1) Skidder โดยมี 3 แบบ คือ Grapple skidder, Clambunk skidder, Cable skidder ใช้ในการชักลากไม้ในระยะใกล้ สำหรับการชักลากไม้ด้วย skidder ทั้ง 3 แบบ ในไทยยังไม่มีการนำเข้ามาใช้เนื่องจากมีค่าใช้จ่ายที่สูง แต่ที่ใช้กันในปัจจุบันคือรถแทร็คเตอร์

2) Tractor แทร็คเตอร์ในที่นี้หมายถึงทั้งแทร็คเตอร์ตีนตะขาบและแทร็คเตอร์ล้อ ในการที่จะใช้แทร็คเตอร์ในกิจการป่าไม้ให้ได้ผลดีนั้นขึ้นอยู่กับแบบของรถแทร็คเตอร์กำลังแรงม้าที่เหมาะสมและอุปกรณ์ที่นำมาประกอบกับรถแทร็คเตอร์เพื่อให้มีประสิทธิภาพในการชักลากไม้ดียิ่งขึ้น รถแทร็คเตอร์ที่นำมาใช้ในการลากไม้นั้น มักจะใช้กันในการทำไม้ตามระบบเลือกตัด ซึ่งเป็นการตรงกันข้ามกับการชักลากไม้โดยระบบสายลวดทางอากาศ ซึ่งเหมาะสมสำหรับการทำไม้ในระบบตัดหมด

ค) ประเภทการชักลากไม้โดยสายลวดทางอากาศ (Aerial cable skidding) การชักลากไม้โดยเฮลิคอปเตอร์ (Helicopter) และ การชักลากไม้โดยใช้บอลลูน (Balloon yarding) ซึ่งในประเทศไทยยังไม่มีการนำเอาเครื่องจักรกลเหล่านี้มาใช้ เนื่องจากมีค่าใช้จ่ายค่อนข้างสูงและยังต้องอาศัยผู้ที่มีความชำนาญในการใช้เครื่องจักรเหล่านี้ด้วย อีกอย่างพื้นที่ที่ทำไม้ในประเทศไทยไม่มีพื้นที่ที่สูงชันมากถึงขนาดต้องใช้การชักลากไม้โดยสายลวดทางอากาศ (high lead system) ซึ่งนิยมใช้กัน在国外 ประเทศ อุปกรณ์สำคัญของการชักลากไม้วิธีนี้ คือ เครื่องกว้านซึ่งหมุนด้วยกำลังเครื่องยนต์ สายลวดเกลียว (cable) และเสาหรือต้นไม้สำหรับผูกลวดกว้าน (spar tree) เมื่อทราบสถานที่ที่จะทำไม้ได้แล้ว ผู้ทำไม้จะต้องกำหนดจุดที่จะรวมไม้ที่ชักลากออกมา โดยมากมักจะอยู่ริมถนน ซึ่งสามารถจะขนส่งไม้ที่ชักลากออกมาแล้ว ไปยังที่อื่นต่อไปได้ ณ จุดที่รวมไม้ที่กำหนดไว้ นี้ ผู้ทำไม้จะนำเครื่องกว้านมาตั้งไว้ โดยเลือกหาต้นไม้ใหญ่และสูงเป็นเสา สำหรับผูกลวดกว้านเสาแรกใกล้ ๆ กับเครื่องกว้าน ต่อจากนั้นก็หาต้นไม้อีกต้นหนึ่ง ซึ่งอยู่ปลายทางของการชักลากไม้ไว้เป็นเสา สำหรับผูกลวดกว้านต้นที่สอง ผูกลวดกว้านระหว่างเสาด้านแรกกับต้นที่สองให้เชื่อมติดต่อกัน แล้วติดรอกให้วิ่งบนลวดกว้านที่เชื่อมระหว่างต้นไม้ 2 ต้นนั้น ที่รอกมีสายลวดเกลียวผูกเชื่อมติดกับเครื่องกว้าน เมื่อจะชักลากไม้ซุงต้นใด ก็เอาปลายลวดของรอกผูกติดกับซุงแล้วเดินเครื่องกว้านให้ไม้ซุงแขวนตามเส้นลวด ที่ขึงระหว่างเสา 2 ต้นมายังเครื่องกว้าน ทำซ้ำ ๆ เช่นนี้

จนกว่าจะหมดไม้ซุงที่ต้องการจะซัดลาก การซัดลากไม้แบบนี้ มักจะทำกันในป่าที่เป็นภูเขาสูงชัน และเป็นการทำไม้โดยวิธีตัดหมด (clear felling system) คือ ตัดออกหมดทุกต้นในบริเวณที่กำหนดไว้ เนื่องจากการเคลื่อนย้ายเครื่องกว้านและการติดตั้งเสาสำหรับผูกลวดกว้าน ตลอดจนการผูกลวดกว้านระหว่างเสา 2 ต้น ทำได้ยากและต้องลงทุนสูง จึงไม่สามารถย้ายเครื่องกว้านบ่อย ๆ ได้ วิธีนี้จึงไม่เหมาะสำหรับการทำไม้ในประเทศไทย ที่ใช้ระบบการทำไม้แบบเลือกตัด (delection system) ซึ่งมีไม้ที่อนุญาตได้ตัดได้แต่ละต้นห่างกันมาก

นอกจากนี้ยังมีการซัดลากไม้ โดยใช้เครื่องกว้านอีกประเภทหนึ่ง ซึ่งใช้เครื่องกว้านขนาดใหญ่ เดินด้วยเครื่องยนต์ ตั้งอยู่บนพื้นดิน ผูกเครื่องกว้านติดไว้กับต้นไม้หรือปักหลักยึดไว้ แล้วปล่อยปลายสายลวดกว้าน ซึ่งยาวประมาณ 50-100 เมตร ไปผูกซุงที่จะซัดลาก ต่อจากนั้น จึงเดินเครื่องกว้าน ดึงซุงเข้ามาหาจุดที่เครื่องกว้านตั้งอยู่ วิธีนี้เหมาะสำหรับการทำไม้ในที่ราบ ซึ่งต้องการตัดต้นไม้เพื่อเปิดที่ดินทำประโยชน์อย่างอื่น และไม่เหมาะสำหรับการทำไม้บนภูเขาหรือทำไม้ตามระบบเลือกตัด เพราะการลากไม้วิธีนี้จะทำลายลูกไม้เล็ก ๆ และทำลายหน้าดินให้เสียหาย นอกจากนั้น การย้ายเครื่องกว้านไปติดตั้งที่อื่น จะทำโดยวิธีการลวดกว้านผูกกับต้นไม้ตรงจุดที่ต้องการจะตั้งเครื่องกว้าน แล้วเดินเครื่องยนต์ให้ตัวกว้านเคลื่อนตัวเข้าไปหา เนื่องจากเครื่องกว้านนี้มีน้ำหนักมาก ฉะนั้น การเคลื่อนตัวของมันจึงทำลายหน้าดินและต้นไม้ที่กีดขวางจนหมดสิ้น ซึ่งทำความเสียหายให้แก่ป่าไม้มาก วิธีนี้จึงไม่เหมาะที่จะนำมาใช้ในประเทศไทยเช่นกัน

2.3.2 การขนส่งระยะไกล (Landing) คือ ขั้นตอนที่ขนส่งไม้จากหมอนไม้ข้างทางมาไว้ที่หมอนไม้

ก) Semi-trailer หมายถึงล้อพ่วงที่มีล้อแต่เพียงเพลเดียว ตัวของล้อพ่วงไม้สามารถจะทรงตัวอยู่ได้ถ้าไม่ได้เชื่อมกับตัวรถจักรหรือตัวรถยนต์ที่ใช้ในการลากไม้ การซัดลากไม้บนทางหลวงทางกรรมทางหลวงได้กำหนดให้ใช้ล้อพ่วงขาคู่ เพื่อบรรเทาอันตรายอันเกิดจากการลากไม้ต่อพื้นผิวของทางหลวงให้น้อยลง และในขณะเดียวกันเมื่อใช้ล้อพ่วงขาคู่อัตราบรรทุกทุกแต่ละเที่ยวก็เพิ่มขึ้น ด้วยเหตุนี้ผู้ลากขนไม้ซุงโดยรถยนต์จึงนิยมแบ่งการลากขนออกเป็น 2 ตอน คือ ตอนป่า ซึ่งเป็นตอนที่ใช้ล้อพ่วงขาคู่อัตราบรรทุกน้อยตอนหนึ่งและ ตอนทางหลวง ซึ่งเป็นตอนที่ใช้ล้อพ่วงขาคู่อัตราบรรทุกมาก ตอนหนึ่งโดยลากไม้ตอนป่าซึ่งมีอัตราบรรทุกอย่างสูงราว 7 ม³ มาไว้ที่หมอนริมทางหลวงเสียครั้งหนึ่งแล้วกับไม้ใหม่เป็น 12 ม³ ตามอัตราบรรทุกบนทางหลวงและเปลี่ยนเป็นล้อพ่วงขาคู่แล้วจึงลากขนบนทางหลวงต่อไป

ข) Full trailer รถบรรทุกซึ่งต้องใช้รถยนต์อื่นลากและนำหนักบรรทุกทั้งหมดลงบนเพลาล้อสมบูรณ์ในตัวเอง ในภาคใต้ของประเทศไทยได้มีการประดิษฐ์เครื่องมือสำหรับติดรถลากไม้เพื่อเอาไม้ขึ้นลงได้ด้วยตัวเองเรียกว่า รถจอหนั่ง เนื่องจากไม้ซุงในภาคใต้นิยมตัดกันเป็นขนาดสั้นๆ คือยาวไม่เกิน 6 เมตร และขนาดของไม้ซุงไม่ใหญ่โตนัก อัตราการบรรทุกไม้ซุงของรถจอหนั่งเที่ยวหนึ่งราว 5-6 ม³

2.4 Transportation เป็นขั้นตอนการขนส่งจากหมอนไม้ไปส่งที่โรงงานหรือตลาดการค้า ซึ่งในปัจจุบันการขนส่งทางรถไฟ และทางน้ำไม่มีแล้ว

2.4.1 Trucks ที่ใช้จะมีทั้งที่เป็น Semi-trailer และ Full trailer

2.4.2 การขนส่งทางรถไฟ (Railroads) ในวงการทำไม้การขนส่งทางรถไฟนิยมทำกันเฉพาะผู้ที่ได้รับสัมปทานป่าไม้ใหญ่ๆ ที่มีกำลังผลิตเป็นรายปีสูง และอายุสัมปทานนานพอที่จะคุ้มการลงทุน การขนไม้ทางรถไฟแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภท คือ การขนไม้โดยทางรถไฟเล็ก และการขนส่งไม้โดยทางรถไฟใหญ่ ค่าระวางในการขนส่งนั้น ทางการรถไฟได้กำหนดไว้เป็นระเบียบเดียวกันทั่วประเทศ การขนส่งค่าระยะทางยาวมีค่าระวางต่อกิโลเมตรถูกกว่าการขนส่งระยะสั้น ฉะนั้นการขนส่งระยะใกล้การใช้รถยนต์ขนส่งอาจจะถูก เพราะการขนส่งทางรถยนต์ได้เปรียบในข้อที่ว่าส่งถึงที่หมายโดยตรง สำหรับการขนส่งโดยทางรถไฟนั้น จะต้องมียานพาหนะอื่นรับช่วงจากสถานีรถไฟไปยังจุดหมายปลายทางอีกทอดหนึ่ง

2.4.3 การขนส่งทางน้ำ (Water Transport) การขนส่งไม้ทางน้ำหรือการล่องแพเป็นการขนส่งที่มีค่าใช้จ่ายถูกที่สุด และขนส่งได้ครั้งละมากๆ แต่เสียเวลานานบางครั้งนับเป็นเดือนกว่าจะถึงจุดหมายปลายทาง การขนส่งไม้ซุงโดยทางเรือเป็นที่นิยมกันมากสำหรับประเทศที่เป็นเกาะหรือประเทศที่มีฝั่งทะเลมาก ที่ต้องการส่งทรัพยากรป่าไม้ของตนออกไปขายต่างประเทศ

3. การศึกษาเวลา (Time Study)

3.1 ความหมายของการศึกษาเวลา (Time Study)

การศึกษาเวลา (Time Study) คือการหาเวลาที่เป็นมาตรฐานในการทำงาน ใช้ในการวัดผลงานเป็นเวลาที่ทำงานได้ ผลของการศึกษาเวลาคือ เราได้เวลามาตรฐาน Standard Time

การศึกษาเวลาทางตรง (Direct time study) หมายถึงการหาค่าเวลาที่จำเป็นกับการปฏิบัติงาน โดยการเก็บข้อมูลเวลาที่ใช้ในการทำงานจริง และประยุกต์ใช้หลักสถิติเพื่อให้แน่ใจได้ว่า ข้อมูลที่ได้จากการศึกษาจะมีความน่าเชื่อถือ และถูกต้องแม่นยำ (คมสัน, 2544)

3.2 การแบ่งงานเป็นงานย่อย (Dividing Operation into Element)

งานย่อย (Element) คือ งานที่เป็นส่วนประกอบของการทำงานหนึ่งๆ ในรอบการทำงานหนึ่งๆ (Work Cycle) จะประกอบด้วยงานย่อยหลายๆงาน

งานย่อย หมายถึงการระบุขั้นตอนการปฏิบัติอย่างละเอียด โดยขั้นตอนเหล่านี้จะต้องมีระยะเวลาที่ใช้ในการทำให้สำเร็จได้ในช่วงระยะเวลาสั้นๆ ที่จับเวลาได้ ก่อนที่จะแตกงานที่ศึกษาออกเป็นงานย่อยนั้น ผู้ศึกษาเวลาจะต้องระบุชื่องานนี้ พร้อมทั้งเขียนแผนภาพบริเวณการปฏิบัติงานลงในแบบฟอร์มเตรียมการเพื่อการศึกษางาน ซึ่งเป็นการสรุปรายละเอียดตามข้อมูลที่ได้จากการทำความเข้าใจกับงานที่จะศึกษา

วัฏจักรการทำงาน (Work Cycle) คือ การทำงานวนซ้ำกัน เมื่อทำงานตั้งแต่แรกและเมื่อสิ้นสุดการทำงานนั้นจะเริ่มทำงานใหม่ที่จุดเริ่มต้นเดิมซ้ำๆกันเป็นรอบๆ โดยมีจุดเริ่มต้นของการทำงานมาบรรจบกับจุดสิ้นสุดเป็นวงรอบ เสมอ การทำงานครบ 1 รอบมักจะได้ผลงานอย่างน้อย 1 งาน

3.3 ประโยชน์ของการศึกษาเวลา

- 3.3.1. เพื่อใช้หา กำหนดการและวางแผน การทำงาน/การผลิต
- 3.3.2. ใช้หาค่าใช้จ่ายมาตรฐาน และช่วยประมาณงบใช้จ่าย
- 3.3.3. ใช้หาราคาของผลิตภัณฑ์ก่อนลงมือผลิต
- 3.3.4. ใช้หาประสิทธิภาพการทำงานของคน-เครื่องจักร
- 3.3.5. ใช้เวลาเป็นข้อมูลในการสมดุลสายการผลิต
- 3.3.6. หาเวลามาตรฐานที่ใช้เป็นพื้นฐานในการจ่ายค่าตอบแทน
- 3.3.7. หาเวลามาตรฐานสำหรับใช้ในการควบคุมค่าแรง

3.4 วิธีการศึกษาเวลา การศึกษาเวลาสามารถแบ่งได้ 4 วิธีการใหญ่

3.4.1. การศึกษาเวลาโดยตรง คือการศึกษาเวลาที่ใช้การจับเวลาพนักงานที่มีการเลือกไว้แล้ว มาทำการจับเวลา โดย นาฬิกา ทั้งนี้ต้องมีการคำนวณจำนวนครั้งในการจับเวลา แล้วจึงนำมาหาเวลาทำงานปกติ (Normal Time) เวลามาตรฐานต่อไป

3.4.2. การสุ่มงาน (Work Sampling) เป็นการการศึกษาเวลาเพื่อให้ได้เวลามาตรฐานจากการสุ่มจับเวลาการทำงานจริงของพนักงานในสายการผลิตๆ ต้องใช้เวลาในการศึกษาเวลาเป็นเวลานานหลายสัปดาห์

3.4.3. การศึกษาเวลา จากข้อมูลเวลามาตรฐานและสูตร (Standard Data and Formulas) เป็นการศึกษาเวลาที่ใช้ข้อมูลเวลาที่จัดทำเป็นมาตรฐานของโรงงานนั้น รวมทั้งการคำนวณหาเวลาจากสูตรสำเร็จ เช่น สูตรมาตรฐานในการคำนวณเวลางานกลึง สูตรที่โรงงานคิดขึ้นเอง เป็นต้น

3.4.4. การศึกษาเวลาโดยระบบหาเวลาก่อนล่วงหน้า หรือการสังเคราะห์เวลา (Predetermined-Time System or Synthesis Time) เป็นการศึกษาเวลาเพื่อให้ได้เวลามาตรฐานจากการหาเวลาล่วงหน้าก่อนที่งานจะเกิดจริงหรือการสังเคราะห์เวลา โดยใช้ระบบการหาเวลาชนิดต่าง เช่น ระบบ MTM ระบบ Work factor

3.5 การจับเวลา

การจับเวลาในการศึกษาเวลานิยมใช้นาฬิกาจับเวลา โดยใช้มาตรฐานเวลาที่แตกต่างจากเวลาปกติกล่าวคือ มาตรฐานที่ใช้ในการศึกษาเวลา ได้แก่ มาตรฐานเวลา 1/100 นาที หรือมีความละเอียดเท่ากับ 0.01 นาทีนั่นเองการจับเวลาเพื่อศึกษาเวลาการทำงานสามารถแบ่งได้เป็น 3 แบบใหญ่ คือ

3.5.1 การจับเวลาแบบต่อเนื่อง (Continuous Timing) เป็นการจับเวลาโดยที่ไม่มีการหยุดนาฬิกาเพื่อบันทึกค่าเวลา แต่จะปล่อยให้นาฬิกาเดินจับเวลาไปเรื่อย โดยผู้บันทึกเวลาจะสังเกตเวลา ณ จุดสิ้นสุดงานย่อยนั้น ตรงกับเวลาในนาฬิกาค่าใด ก็บันทึกค่านั้นลงไป ดังนั้นการบันทึกเวลาของงานย่อยต่างๆ จะเป็นการบันทึกเวลาที่ต่อเนื่องกัน ซึ่งเรียกว่าเวลา R จากนั้นถ้าต้องการเวลาที่แท้จริงของแต่ละงานย่อย จำเป็นต้องมีการคำนวณ โดยนำค่าเวลา R ของงานย่อยนั้น ลบด้วยค่าเวลา R ของงานย่อยก่อนหน้ามา 1 งาน เราจะได้เวลาของงานย่อยนั้น เรียกว่าเวลา T

3.5.2 การจับเวลาแบบจับซ้ำ (Repetitive Timing) เป็นการจับเวลาที่ต้องหยุดเวลาเพื่ออ่านค่าและตั้งกลับไปทีค่าศูนย์ใหม่เพื่อจับเวลางานย่อยถัดไป ดังนั้น เวลาที่เราจับได้ จะเป็นเวลาของงานย่อยนั้นเลย หรือก็คือเวลา T นั่นเอง ข้อเสียของวิธีการแบบนี้ คือผู้บันทึกจับเวลาต้องมีความชำนาญในการจับ บันทึกค่า และตั้งค่าศูนย์ ซึ่งใช้เวลาที่ค่อนข้างรวดเร็วมาก

3.5.3 การจับเวลาแบบสะสม (Accumulative Timing) เป็นการจับเวลาโดยการใช้นาฬิกาสองเรือนที่ต่อปุ่มพ่วงกัน เพื่อเวลาคดให้นาฬิกาตัวหนึ่งเดินจับเวลา นาฬิกาอีกตัวจะหยุด เมื่อนาฬิกาตัวแรกถูกกดให้หยุดจับเวลา นาฬิกาตัวที่สอง เข็มของมันจะหมุนกับมาตั้งที่ศูนย์แล้วเดินจับเวลาทันที ทำให้เกิดลักษณะการจับเวลาสลับกันระหว่างนาฬิกาสองเรือน ข้อดีคือผู้ศึกษาเวลา สามารถอ่านค่าเวลาทำงานของงานย่อยนั้นได้เลยและไม่ต้องพะวงว่าจะจับเวลางานย่อยต่อไปไม่ทัน

3.6 ขั้นตอนในการดำเนินงาน

3.6.1 ทดลองจับเวลาการปฏิบัติงานของงานย่อยแต่ละงาน ประมาณ 5-10 รอบ

3.6.2 คำนวณจำนวนรอบเวลาที่จำเป็นสำหรับการจับเวลางานย่อยต่างๆ โดยใช้สูตร หรือตารางการคำนวณที่กำหนด

3.6.3 จับเวลางานย่อย ให้ครบตามจำนวนรอบที่ต้องการ

3.6.4 ตรวจสอบย้อนกลับว่าค่าเวลาที่ได้จากเวลาจับเวลาในข้างต้น มีความน่าเชื่อถือพอเพียง โดยพิจารณาจากความแม่นยำ และค่าความแปรปรวนของข้อมูลทั้งหมด ระดับความแม่นยำนี้ มักกำหนดเป็นค่าความเที่ยงตรงในการประมาณค่าช่วงด้วยวิธีการทางสถิติ ที่ระดับ $\pm 5\%$ Accuracy และให้มีระดับความเชื่อมั่น ที่ 95% Confidence interval โดยมีข้อตกลงเบื้องต้นว่า การกระจายของข้อมูลเวลาที่บันทึกได้มีลักษณะการกระจายแบบปกติ ค่าเวลาที่ได้จากข้อมูลการจับเวลาตามจำนวนรอบที่ครบถ้วนนี้เรียกว่าค่าเวลาตัวแทน (Representative time, RT)

3.6.5 ในขณะที่เก็บข้อมูลเวลา ผู้ศึกษาเวลายังต้องประเมินค่าอัตราความเร็วในการปฏิบัติงาน (Performance rating, PR) โดยใช้เกณฑ์การประเมินซึ่งเป็นที่ยอมรับขององค์กร เมื่อปรับค่าเวลาตัวแทน ด้วยอัตราความเร็วในการปฏิบัติงานซึ่งประเมินไว้แล้ว เราจะได้ค่าเวลาปกติ (Normal time, NT) คำนวณได้จาก $NT = RT * PR$

3.6.6 นอกเหนือจากขั้นตอนการเก็บข้อมูลระยะเวลาการปฏิบัติงานตามจำนวนรอบให้เพียงพอ และคำนวณค่าเวลาปกติ ดังที่ได้กล่าวแล้ว ผู้ศึกษาเวลายังต้องประเมินระยะเวลาเพื่อในการปฏิบัติงาน (Allowance factor, AF) โดยใช้เกณฑ์การประเมินซึ่งเป็นที่ยอมรับขององค์กร หรือเกณฑ์มาตรฐานในอุตสาหกรรม เพื่อนำระยะเวลาเพื่อนำมาปรับค่าเวลาปกติ ให้เป็นค่าเวลามาตรฐาน (Standard time, ST) ที่เป็นธรรม โดยใช้สูตร $ST = NT * (1 + AF)$ หรือ $ST = NT * [100 / (100 - AF)]$

3.7 การประเมินอัตราสมรรถภาพในการปฏิบัติงาน (Performance rating)

อัตราสมรรถภาพในการปฏิบัติงาน หมายถึง ระดับความเร็วในการทำงานหรือกิจกรรมใดกิจกรรมหนึ่ง ซึ่งผู้ปฏิบัติงานที่ได้รับการฝึกอบรมอย่างเพียงพอได้ปฏิบัติงานจริง ณ ระยะเวลาใดเวลาหนึ่ง การประเมินอัตราสมรรถภาพในการปฏิบัติงาน เพื่อการศึกษาเวลามาตรฐานนั้น ผู้วิเคราะห์ควรแยกประเมินอัตราสมรรถภาพนี้ ไปตามแต่ละงานย่อย ซึ่งเป็นองค์ประกอบของงานทั้งหมด ระดับความเร็วนี้เป็นอัตราความเร็วเชิงเปรียบเทียบ โดยมีจุดอ้างอิง กับระดับความเร็วในการทำงานปกติ จุดอ้างอิงนี้ เรียกอีกอย่างหนึ่งว่า อัตราปกติ

อัตราปกติ อัตราปกติ หรือ Normal pace หมายถึงระดับความเร็วในการปฏิบัติงานซึ่งผู้ปฏิบัติโดยส่วนใหญ่จะสามารถทำได้อย่างต่อเนื่องโดยไม่เหน็ดเหนื่อย และไม่เป็นอันตรายต่อร่างกาย แม้ว่าจะทำกิจกรรมนั้นตลอดช่วงเวลาปฏิบัติงานประจำวัน

ประเภทของแบบประเมินอัตราสมรรถภาพ เพื่อให้ทราบค่าเวลาปกติที่ผู้ปฏิบัติงานได้ด้วยอัตราความเร็วปกติ การใช้ค่าเวลาตัวแทนที่ได้จากการจับเวลาจึงไม่ใช่ค่าตัวเลขที่เหมาะสมในการกำหนดค่าเวลามาตรฐาน ผู้วิเคราะห์เวลามาตรฐานจะต้องประเมินอัตราเร็วที่ผู้ปฏิบัติงานทำงานของตน วิธีประเมินอัตราสมรรถภาพในการปฏิบัติงานมีอยู่ด้วยกันหลายวิธี บริษัทบางแห่งยังได้พัฒนาวิธีของตนขึ้นใช้เอง ในที่นี้ จึงขอแนะนำวิธีการประเมินอัตราสมรรถภาพ 4 วิธีหลัก ซึ่งได้แก่ 1. Westinghouse system of rating 2. Synthetic 3. Physiological evaluation of performance level 4. Performance rating scales เป็นแบบประเมินที่ให้ค่าความเร็วการปฏิบัติงาน โดยตรง ซึ่งมีระบบแยกย่อยออกไปอีก 4 แบบ คือ 1. Scale A: 100 percent equals normal performance 2. Scale B: 60 points equals normal performance 3. Scale C: 125 percent equals incentive performance, 4. Scale D: 100 percent equals incentive performance

3.8 การหาจำนวนครั้งในการจับเวลา

$$n = (t^2 s^2) / E^2$$

เมื่อ	t	=	จำนวนตัวอย่างที่ต้องการ
	n	=	ค่าจากตาราง t เมื่อ $\alpha = 0.05$ และ d.f. = n-1
	s ²	=	ค่าความแปรปรวนของข้อมูล
	E	=	ค่าความคลาดเคลื่อนของค่าเฉลี่ยของข้อมูล ในที่นี้ คิด 10% ของค่าเฉลี่ย

ที่มา: Freese (1967)

4. ผลผลิตภาพ (Productivity)

ผลผลิตภาพ (Productivity) หมายถึง การปรับปรุงประสิทธิภาพการผลิตเพื่อให้ผลผลิตมีปริมาณและ/หรือมูลค่าเพิ่มสูงขึ้น โดยคำนึงถึงความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในการปรับปรุงคุณภาพปัจจัยการผลิต ได้แก่ วัตถุดิบ อุปกรณ์การผลิต ตลอดจนบุคลากรที่มีส่วนร่วมในการผลิต การเพิ่มผลผลิต มักได้รับการกล่าวถึงในฐานะที่มีความหมายเฉพาะทั้งในเชิงปรัชญาและเชิงเศรษฐศาสตร์โดยหน่วยงานหรือองค์การระหว่างประเทศ อาทิ International Labor Organization (ILO), European Productivity Agency (EPA), Asian Productivity Organization (APO) แต่เพื่อให้

เป็นที่เข้าใจร่วมกัน การเพิ่มผลผลิตในที่นี้ หมายถึง การใช้ประโยชน์จากทรัพยากรที่มีอยู่อย่างคุ้มค่า อันนำไปสู่การพัฒนาที่ยั่งยืน (sustainable development) หรือ การปรับปรุงอย่างต่อเนื่อง (continuous improvement) ด้วยจิตสำนึกเป็นแรงผลักดัน และใช้เทคนิคและเครื่องมือในการเพิ่มผลผลิต/ผลิตภาพ (Productivity Techniques and Tools) เป็นตัวช่วยให้ประสบความสำเร็จ

พจนานุกรมศัพท์เศรษฐศาสตร์ แห่งราชบัณฑิตยสถาน อธิบายว่า ผลิตภาพ (Productivity) หมายถึง จำนวนของผลผลิตสินค้าหรือบริการต่อปัจจัยการผลิตที่ใช้ในการผลิตของหน่วยการผลิต อุตสาหกรรม หรือประเทศ ผลิตภาพสามารถจำแนกตามประเภทของปัจจัยการผลิต เช่น ผลิตภาพแรงงาน (labour productivity) คือ จำนวนผลผลิตต่อแรงงาน 1 คน หรือต่อ 1 ชั่วโมงของการทำงาน ผลิตภาพทุน (capital productivity) คือ จำนวนผลผลิตต่อเงินทุน 1 หน่วย ผลิตภาพการผลิตรวม (total productivity) คือ การเพิ่มขึ้นของผลผลิตที่เกิดจากปัจจัยอื่นนอกเหนือจากปัจจัยการผลิตที่ใช้ เช่น การพัฒนาทางเทคโนโลยี การปรับปรุงการบริหาร และการพัฒนาคุณภาพของแรงงาน

Productivity ผลิตภาพ (การเพิ่มผลผลิต) คืออัตราส่วนของการผลผลิตต่อปัจจัยนำเข้า คือ อัตราส่วนระหว่างผลลัพธ์กับทรัพยากรที่ใช้/ที่ทำให้เกิดผล

Labor Productivity ผลิตภาพด้านแรงงาน คือ ผลผลิตต่อหน่วยเวลา

$$\text{ผลผลิตต่อชั่วโมงการทำงาน} = \frac{\text{ผลผลิตที่เกิดจากการทำงาน}}{\text{ชั่วโมงการทำงาน}}$$

Capital Productivity ผลิตภาพเชิงการลงทุน ในด้านการลงทุน เรื่อง อุปกรณ์ เครื่องจักร ฯลฯ ที่เป็นมูลค่าเงินลงทุน แล้วมีผลิตภาพเท่าไร

$$\text{บาทต่อก.ก.} = \frac{\text{ผลผลิต}}{\text{การลงทุน(เงินลงทุน)}}$$

Material Productivity ผลิตภาพเชิงวัตถุดิบ หมายถึง การที่สามารถผลิตได้โดยใช้จำนวนวัตถุดิบปริมาณหนึ่ง

$$MP = \text{อัตราส่วนของ ผลผลิตที่ได้ / วัตถุดิบที่ใช้}$$

ที่มา: คมสัน (2544)

5. การคำนวณค่าใช้จ่าย

$$(a) \text{ ค่าเสื่อมราคา} = \frac{\text{ราคาเครื่องจักรกล} \times .90}{\text{อายุการใช้งาน}}$$

$$(b) \text{ ดอกเบี้ย} = \frac{\text{ราคาเครื่องจักรกล} \times .60 \times \text{อัตราดอกเบี้ย}}{\text{อายุการใช้งาน}}$$

$$(c) \text{ เบี้ยประกัน} = \frac{\text{ราคาเครื่องจักรกล} \times .60 \times .03}{\text{ชั่วโมงการทำงาน}}$$

$$(d) \text{ ภาษี} = \frac{\text{อัตราดอกเบี้ย}}{\text{ชั่วโมงการทำงาน}}$$

$$(e) \text{ ค่าจ้าง} = \frac{\text{อัตราค่าจ้าง} \times (1+f)}{\text{ชั่วโมงการทำงานของเครื่องจักร}}$$

เมื่อ $f =$ ค่าสวัสดิการและผลตอบแทนอื่นๆ

$$(f) \text{ เชื้อเพลิง} = GHP \times X \times CL$$

เมื่อ $GHP =$ แรงม้า

$CL =$ ราคาน้ำมัน, ลิตร/บาท

$X =$ เบนซิน 43 บาท/ลิตร, น้ำมันหล่อลื่น (2T) 45 บาท/ลิตร

$$(g) \text{ น้ำมัน และน้ำมันหล่อลื่น} = \frac{\text{GHP} \times X \times \text{CL}}{100}$$

เมื่อ $X = .20$ for tractors, skidders, front-end loaders and trucks

$X = .30$ for feller-bunchers and knuckle-boom loaders

$X = .50$ for processors, harverters and forwarders

$$(h) \text{ ค่าบริการและค่าซ่อมบำรุง (*)} = \frac{\text{ราคาเครื่องจักรกล}}{\text{อายุการใช้งาน**}}$$

* รวมราคาขางรถที่นอกเหนือจากขางที่ใช้เป็นสายโยง (hauling rigs)

** อายุการใช้งานที่รวมถึงขางที่ใช้เป็นสายโยง (hauling rigs)

$$(i) \text{ ขางรถ} = .0006 \times \text{CST}$$

เมื่อ $\text{CST} = \text{ราคาขางรถ}$

ที่มา: Rome (1967)

5. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

Sobhany and Stuart (1988) ศึกษาการประมาณระบบการทำไม้ใน Caspian Forest มีจุดประสงค์เพื่อ การจัดการระบบการทำไม้ ลักษณะของงานและการวางแผนการทำไม้ รวมถึงการพัฒนาในเรื่องของผลผลิตและค่าใช้จ่ายเพื่อวางแผนในการทำไม้ ซึ่งการศึกษานี้จะเน้นไปที่ขั้นตอนของการชักลากไม้ ซึ่งใช้ rubber-tired skidding เนื่องจากเป็นขั้นตอนที่มีค่าใช้จ่ายมาก ซึ่งวิธีการศึกษาศึกษาโดยการทำ time-study ของ Clark 66BDS choker skidder ซึ่งจะเก็บทั้งหมด 30 cycles โดย 1 cycle ประกอบด้วย element ดังนี้ empty, loaded, hook, pile, winch, unhook, release นำข้อมูลมาวิเคราะห์โดยใช้ Regression models เพื่อที่จะดูความสัมพันธ์ของเวลาต่อปริมาตรไม้จากการศึกษาพบว่า การนำเอา rubber-tired skidding มาใช้ในการชักลากไม้ แทนการใช้ crawler and yarder ผลผลิตที่ได้และค่าใช้จ่ายก็คุ้มกว่า อีกทั้งมีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมน้อยกว่า

Ghaffarian and Sobhani (2007) ศึกษาของค่าใช้จ่ายที่ใช้ในล้มไม้และกระบวนการ ลิดกิ่ง ตัดทอน (Processing) ด้วยเลื่อยยนต์ จุดประสงค์เพื่อ เพื่อแสดงค่าใช้จ่ายและผลผลิตที่ได้จากการล้มไม้และกระบวนการ ลิดกิ่ง ตัดทอน และเป็นแนวทางในการวางแผนการทำไม้ โดยการสร้างเป็น โมเดลของเวลาที่ใช้ในกระบวนการล้มไม้และกระบวนการ processing การศึกษาครั้งนี้ได้แบ่ง ขั้นตอนของการล้มไม้ด้วยเลื่อยยนต์ประกอบด้วย 8 elements คือ movement to tree, deciding about felling direction, cutting the buttress roots, under cut, back cut, wedging, tirfor setting, and fueling. ซึ่งเวลาที่ใช้จะเปลี่ยนไปตาม ชนิดไม้ DBH ระยะห่างระหว่างต้นไม้ที่จะล้ม ความชันของพื้นที่ และความเอียงของต้นไม้ ส่วนเวลาที่ใช้ในกระบวนการ processing จะเปลี่ยนไปตาม DBH ของท่อนไม้, ความยาวของท่อนไม้และความชันของพื้นที่ในการเดินไปวัดความยาวของท่อนไม้ นำ ข้อมูลที่ได้มาหาปริมาตรโดยใช้สูตร $V = \pi D^2 x \frac{H}{4}$ จากนั้นนำมาวิเคราะห์ทางสถิติโดยใช้ SPSS 11 Software ซึ่งจากผลการศึกษาครั้งนี้จะได้เป็น โมเดลของกระบวนการล้มไม้ คือ $Y = -1.85 + 0.206D$ โดยที่ Y คือ เวลาที่ใช้ในการล้มไม้ต่อ 1 cycle (min), D คือ DBH ส่วน โมเดลของกระบวนการ processing คือ $T = 16.741 + 22.855xV - 1.485xL$ โดยที่ T คือ เวลาที่ใช้ในการลิดกิ่ง ตัดทอนต่อ 1 cycle (min) โดย V คือ ปริมาตรของท่อนไม้ (m^3) L คือ ความยาวของท่อนไม้ (m) จากผลการศึกษาครั้งนี้พบว่าเมื่อ DBH มีผลต่อเวลาและค่าใช้จ่ายในการล้มไม้ เมื่อ DBH มาก เวลาและค่าใช้จ่ายในการล้มไม้ก็เพิ่มมากตามด้วย และยังสามรถที่จะนำเอาโมเดลนี้ ไปปรับพิจารณาในการลดจำนวนคนงานที่ใช้ในกระบวนการล้มไม้และกระบวนการลิดกิ่งตัดทอน ให้เหลือเพียงคนล้มไม้ไว้คนเดียว เพื่อที่จะลดค่าใช้จ่ายในส่วนของการจ้างแรงงานไป

Behjou *et al.* (2009) ศึกษาผลผลิตและค่าใช้จ่ายในการล้มไม้ด้วยเลื่อยยนต์ใน Caspian Forest มีจุดประสงค์เพื่อ การจัดการระบบในการทำไม้ด้วยเลื่อยยนต์ รวมถึงการประมาณอัตรา ผลผลิตและค่าใช้จ่ายในการล้มไม้ด้วยเลื่อยยนต์ โดยในการศึกษาได้แบ่งขั้นตอนการล้มไม้โดยการ ทำ time study ซึ่งจะเก็บทั้งหมด 129 cycles โดย 1 cycle ประกอบด้วย element ดังนี้ walk to tree, acquire, undercut, back cut. จากนั้นก็วัด dbh/butt diameter ของแต่ละต้น คำนวหาปริมาตรของ ต้นไม้ Zobeiry (1994) วิเคราะห์ทางสถิติโดยใช้ SPSS 14 ที่ระดับความเชื่อมั่น 0.05 ส่วนในการ ประมาณค่าใช้จ่ายคำนวณได้จาก machine rate method Miyata (1980) ผลที่ได้จากการศึกษาครั้งนี้ จะได้สมการที่ใช้ในการคำนวณหาเวลาที่ใช้ใน 1 cycle ของการล้มไม้ด้วยเลื่อยยนต์ คือ $t = -2.80 + 0.051D + 0.039L$ โดยที่ D คือ DBH, L คือ ระยะห่างของต้นไม้ที่จะล้ม ซึ่งพบว่า เวลาที่ใช้ในการล้มไม้ใน 1 cycle ขึ้นอยู่กับ DBH และ ระยะห่างของต้นไม้ที่จะล้ม ถ้า DBH และ

ระยะห่างของต้นไม้ที่จะล้มมีค่าเพิ่มขึ้นเวลาที่ใช้ในการล้มไม้ก็จะมีค่าเพิ่มขึ้นตาม ซึ่งผลการศึกษาครั้งนี้ได้นำมาเปรียบเทียบกันระหว่างผลผลิตและค่าใช้จ่ายในระบบของการทำไม้ด้วยเลื่อยยนต์ เพื่อที่จะช่วยให้ผู้ทำไม้ได้เลือกระบบที่เหมาะสมโดยอยู่ภายใต้สภาวะแวดล้อม

ชวลิต และคณะ (2530) ศึกษาเศรษฐกิจการปลูกและทำไม้ยูคาลิปตัส การศึกษาเฉพาะกรณี : สวนป่าเอกชนในท้องที่ภาคกลางและตะวันออก การศึกษาครั้งนี้มุ่งที่จะทำการศึกษาและวิเคราะห์ถึงความเหมาะสมและความเป็นไปได้ในการลงทุนปลูก และทำไม้ยูคาลิปตัสออกมาใช้ประโยชน์ โดยเฉพาะ ได้ทำการ ศึกษาจากสวนป่าของภาคเอกชนในท้องที่ภาคกลางและตะวันออก 4 สวนป่า โดยได้แยกการศึกษาออกดังนี้ คือ 1. ศึกษาค่าใช้จ่ายในทุกขั้นตอนของ การปลูก บำรุง และทำไม้ยูคาลิปตัสออกจำหน่าย เช่น การเตรียมพื้นที่ การเพาะกล้าไม้ การปลูก การบำรุงรักษา การโค่นล้ม-ตัดทอน การชักลาก-รวมหมอน และการขนส่ง เป็นต้น 2. ศึกษาตลาด วิธีการตลาด ราคาตลาด ตลอดจนผลตอบแทนหรือรายได้ที่ได้รับจากการปลูกและทำไม้ส่งออกจำหน่าย 3. ศึกษาและวิเคราะห์ทางวิชาการ ถึงผลตอบแทนที่ได้รับจากการปลูกและทำไม้ส่งออกจำหน่าย จากผลการศึกษาพบว่า ผู้ประกอบการแต่ละราย คือ 1 2 3 และ 4 เมื่อปลูกและทำไม้ส่งออกมาใช้ประโยชน์แล้ว ได้รับผลกำไรหรือผลตอบแทนในเบื้องต้นประมาณ 74.93, 68.89, 84.16 และ 101.89 บาท/ตัน หรือประมาณร้อยละ 14.27, 12.95, 16.32 และ 20.46 ของค่าใช้จ่ายในการทำไม้ และจากผลการวิเคราะห์หาผลตอบแทนของการลงทุนในรูปของการคำนวณหามูลค่าปัจจุบันสุทธิ (net present value) การคำนวณหาอัตราผลตอบแทนต่อค่าใช้จ่าย (B/C ratio) และการคำนวณหาอัตราผลตอบแทนของโครงการ (internal rate of return) ของผู้ประกอบการทั้ง 4 รายแล้ว ต่างก็ให้ผลตอบแทนที่คุ้มค่ากับการลงทุนทั้งสิ้น ดังนั้นจึงเห็นว่าไม้ยูคาลิปตัสนี้เป็นไม้ที่น่าสนใจและความสนใจ และนำลงทุนปลูกชนิดหนึ่ง

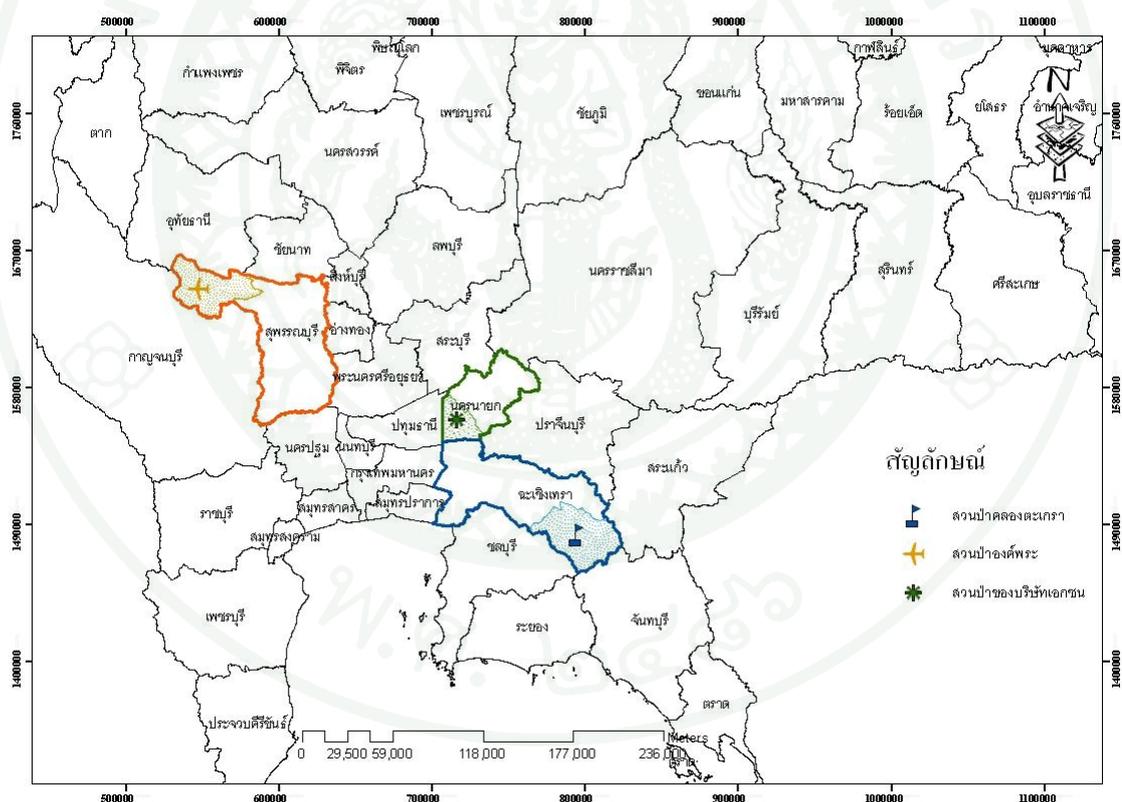
ชวลิต และคณะ (2530) ศึกษาการโค่นล้มและตัดทอนต้นยูคาลิปตัส การศึกษาครั้งนี้มุ่งทำการหาผลผลิตและค่าตัวแปรมาตรฐานต่างๆ ของไม้ยูคาลิปตัสที่ทำออกมาใช้ประโยชน์จากสวนป่าของภาคเอกชน โดยได้ทำการศึกษาจากสวนป่ายูคาลิปตัสตัวอย่างที่มีการทำไม้ส่งออกมาใช้ประโยชน์ในท้องที่ภาคกลางและตะวันออก จำนวน 5 สวน ได้ไม้ตัวอย่างที่ทำกรโค่นล้มและตัดทอนทั้งหมด 551 ต้น โดยมีชั้นอายุ และระยะปลูกแตกต่างกันออกไปในแต่ละสวน แยกการศึกษาออกดังนี้ คือ 1. ศึกษาหาปริมาณการ โค่นล้มและตัดทอนต้นยูคาลิปตัส แยกออกตามขนาดความโต ชั้นอายุ และท้องที่ที่ทำออกมาใช้ประโยชน์ 2. ศึกษาหาน้ำหนักสดต่อหน่วยปริมาตรไม้ยูคาลิปตัสที่ทำออกมาใช้ประโยชน์ 3. ศึกษาหาความชื้นหรือปริมาณน้ำที่มีอยู่ภายในเนื้อไม้ยูคาลิปตัสที่ทำออกมาใช้ประโยชน์ 4. ศึกษาเปรียบเทียบหาปริมาตรไม้ที่แท้จริง (solid volume) กับปริมาตรไม้รวมกอง

(store volume) ของไม้ยูคาลิปตัสที่ทำออกมาใช้ประโยชน์ 5. ศึกษาและวิเคราะห์ทางวิชาการ โดยการสร้างรูปแบบสมการทางคณิตศาสตร์ (model) เพื่อนำมาใช้ในการสร้างตารางปริมาณไม้ยูคาลิปตัสให้เหมาะสมและสอดคล้องกับการปฏิบัติหรือกับการใช้งานมากที่สุด จากผลการศึกษาและวิเคราะห์ได้ผลดังนี้ 1. ปริมาณไม้ยูคาลิปตัสที่โคนล้มและตัดทอนได้ในแต่ละต้น จะแปรผันไปตามขนาดของไม้ต้นนั้นและจากการสร้างรูปแบบจำลองทางคณิตศาสตร์รูปแบบต่างๆ พบว่าสมการที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณไม้ที่ทำสินค้าได้ กับความโตวัดรอบของลำต้นในรูปแบบสมการเส้นตรง (Simple linear equation) คือ $V_m = -0.071487 + 0.004113G$ เป็นสมการที่เหมาะสมกับการนำไปสร้างเป็นตารางปริมาณไม้สำเร็จรูปมากที่สุด ทั้งนี้ เพราะสมการดังกล่าวให้ค่าสหสัมพันธ์ (correlation) สูงที่สุด 2. ที่ความโตวัดรอบของลำต้น ตั้งแต่ 20 เซนติเมตรขึ้นไปจะให้ไม้ที่ทำเป็นสินค้าได้ และไม้พื้ในอัตราโดยเฉลี่ยประมาณร้อยละ 95.20 และ 4.80 ของปริมาณไม้ทั้งหมด 3. อัตราส่วนระหว่างน้ำหนักสดกับปริมาณไม้จริง (solid volume) โดยเฉลี่ยประมาณ 1.08 ตันต่อลูกบาศก์เมตร 4. อัตราส่วนระหว่างน้ำหนักสดกับปริมาณไม้รวมกอง (stack volume) โดยเฉลี่ยประมาณ 0.62 ตันต่อลูกบาศก์เมตร 5. ปริมาณไม้จริงมีค่าเฉลี่ยประมาณร้อยละ 51.20 ของปริมาณไม้รวมกอง (stack volume) 6. ความชื้นโดยเฉลี่ยของเนื้อไม้มีค่าประมาณร้อยละ 111.83 ของน้ำหนักแห้ง จากค่าตัวแปรมาตรฐานต่างๆ สามารถนำไปใช้ในการศึกษา วิเคราะห์ ตลอดจนการพิจารณาตัดสินใจต่างๆ ไม่ว่าจะเป็นทางด้านการลงทุนปลูก การนำไม้ที่ปลูกไปใช้ประโยชน์ การตลาด และอื่นๆ ได้

อุปกรณ์และวิธีการ

พื้นที่ศึกษา

สำรวจพื้นที่ที่มีการปลูกสร้างสวนป่ายูคาลิปตัส เพื่อนำมาใช้วางแผนในการเก็บข้อมูลภาคสนาม ได้ทำการศึกษาการทำไม้ในพื้นที่สวนป่ายูคาลิปตัสขององค์การอุตสาหกรรมป่า (ออป.) ได้แก่ สวนป่าองค์พระ จ. สุพรรณบุรี สวนป่าคลองตะเกรา จ. ฉะเชิงเทรา และสวนป่าของบริษัทเอกชนในพื้นที่ จ. นครนายก ปรากฏในภาพที่ 1 เนื่องจากทั้ง 3 พื้นที่มีความแตกต่างในเรื่องของรูปแบบการทำไม้ สภาพพื้นที่ และรวมถึงปัจจัยต่างๆที่อาจจะมีผลต่อการทำไม้ ซึ่งมีความเหมาะสมกับการศึกษาในครั้งนี้



ภาพที่ 1 พื้นที่ที่ศึกษาการทำไม้ยูคาลิปตัส

อุปกรณ์

1. กล้องวิดีโอ
2. กล้องถ่ายรูป
3. สายวัดตัว และเทปวัดระยะ
4. นาฬิกาจับเวลา
5. อุปกรณ์เครื่องเขียน

วิธีการ

1. การรวบรวมข้อมูล

ทำการศึกษาขั้นตอนการทำไม้ในแต่ละพื้นที่ศึกษา เพื่อศึกษารูปแบบการทำไม้ในแต่ละขั้นตอน รวมถึงเครื่องมือที่ใช้ในแต่ละขั้นตอนการทำไม้ โดยการใช้กล้องวิดีโอ และกล้องถ่ายรูป บันทึกขั้นตอนการทำไม้ยูคาลิปตัสในแต่ละขั้นตอนอย่างต่อเนื่อง รวมถึงรวบรวมข้อมูลของปัจจัยต่างๆ ที่คาดว่าจะมีผลกระทบต่อเวลาที่ใช้ในการทำไม้ในแต่ละขั้นตอน เช่น ความโตที่โคนต้น สภาพพื้นที่ ประสิทธิภาพในการทำงานของคนงานของแต่ละขั้นตอนการทำไม้ ความยาวของไม้ที่ทำเป็นสินค้าได้ และปริมาตรไม้ ทั้งนี้ได้คำนวณหาจำนวนตัวอย่างที่เพียงพอโดยใช้สูตรการคำนวณหาจำนวนตัวอย่างที่เหมาะสมของ (Freese, 1987) ดังที่ได้กล่าวในส่วนของการตรวจสอบ และทั้งนี้ได้เก็บข้อมูลค่าใช้จ่ายที่เกี่ยวข้องในแต่ละขั้นการทำไม้โดยการสอบถามจากผู้รับเหมาทำไม้

2. การวิเคราะห์ข้อมูล

2.1 รูปแบบการทำไม้

วิเคราะห์รูปแบบการทำไม้ยูคาลิปตัสในแต่ละขั้นตอน ซึ่งประกอบด้วย การล้มไม้ การทอนไม้ และการลิดกิ่งรวมกอง รวมถึงเครื่องมือที่ใช้ในแต่ละขั้นตอน เพื่อนำผลที่ได้ไปใช้ในการออกแบบศึกษาหาเวลาการทำงานของการทำไม้ในแต่ละขั้นตอน รวมถึงปัจจัยที่คาดว่าจะมีผลกระทบต่อเวลาที่ใช้ในการทำไม้ในแต่ละขั้นตอน

2.2 ผลผลิตของการทำไม้

2.2.1 นำข้อมูลที่บันทึกจากกล้องวิดีโอมาศึกษาหาเวลาการทำงานของการทำไม้ในแต่ละขั้นตอนต่างๆ ซึ่งประกอบด้วย การล้มไม้ การทอนไม้ และการลิดกิ่งรวมกอง ซึ่งในแต่ละขั้นตอนจะแบ่งออกเป็นงานย่อยดังนี้

- 1) การล้มไม้
 - ก) เริ่มจากเดินเข้าไปหาต้นไม้ที่จะล้ม
 - ข) เตรียมพื้นที่รอบต้นไม้
 - ค) ทำการบากหน้าและลัดหลัง (กรณีที่ดินใหญ่)
 - ง) เวลาสำหรับความล่าช้า (delay)
- 2) การตัดทอน
 - ก) เริ่มต้นเดินเข้าไปหาต้นไม้ที่ล้ม
 - ข) ทำการทอนไม้จนเสร็จใน 1 ต้น
 - ค) เวลาสำหรับความล่าช้า (delay)
- 3) การลิดกิ่งและรวมกอง
 - ก) เริ่มต้นเดินเข้าไปหาต้นไม้ที่ทอน
 - ข) ทำการลิดกิ่งจนลิดเสร็จ
 - ค) รวมกอง
 - ง) เวลาสำหรับความล่าช้า (delay)

2.2.2 ศึกษาเวลาการทำงานของการทำไม้ (time study) ในขั้นตอนต่างๆ เพื่อนำมาวิเคราะห์หาค่าความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยต่างๆ ที่มีผลกระทบต่อเวลาที่ใช้ในการทำไม้ในแต่ละขั้นตอน โดยการใช้สมการถดถอยเชิงเส้น (linear regression) สร้างรูปแบบสมการทางคณิตศาสตร์ (model) โดย เวลาในการทำไม้ในแต่ละขั้นตอนจะเป็นตัวแปรตาม โดยมีปัจจัยต่างๆ เป็นตัวแปรอิสระ อันได้แก่ ปัจจัยของความโต ความยาวของต้นไม้ที่ทำเป็นสินค้า และปริมาตรไม้ (ชาญ, 2525) ซึ่งได้จากการวัดในแต่ละขั้นตอนการทำไม้ ส่วนปัจจัยของสภาพพื้นที่ได้จากการให้ค่าน้ำหนักของพื้นที่

โดยพิจารณาจากความหนาแน่นของวัชพืชต่อพื้นที่นั้น ซึ่งมีการให้ค่าน้ำหนัก อยู่ 4 ค่า
คือ 1 = วัชพืชต่อพื้นที่น้อย 2 = วัชพืชต่อพื้นที่ปานกลาง 3 = วัชพืชต่อพื้นที่มาก 4 = วัชพืชต่อพื้นที่
มากที่สุด และปัจจัยเกี่ยวกับบุคคล คือ ประสบการณ์ทำงาน ซึ่งได้จากการสอบถามจากบุคคลที่ได้
ทำไม้ในแต่ละขั้นตอน

สูตรที่ใช้ในการคำนวณปริมาตรไม้

$$V = \frac{G^2}{4\pi} \times h$$

เมื่อ V = ปริมาตรไม้, m^3
 G = เส้นรอบวงความโตที่โคนต้น, ซม.
 h = ความยาว, ม.

2.2.3 คำนวณผลผลิตภาพของการทำไม้ โดยการแทนค่าของตัวแปรต่างๆ ลงในสมการที่
วิเคราะห์ได้ ซึ่งจะได้เป็นเวลาที่ใช้ในการทำไม้ในแต่ละขั้นตอน มีหน่วยเป็นวินาทีต่อต้น และ
สามารถที่จะนำไปหาผลผลิตภาพการทำไม้ต่อชั่วโมงได้ และสามารถนำสมการนี้เป็นตัวแทนในการ
คำนวณผลผลิตภาพของการทำไม้ยูคาลิปตัสในท้องที่อื่นได้

2.3 ศึกษาค่าใช้จ่ายในการทำไม้

นำข้อมูลค่าใช้จ่ายที่เกี่ยวข้องในแต่ละขั้นตอนการทำไม้ โดยการสอบถามจากผู้รับเหมา
ทำไม้ มาคำนวณหาค่าใช้จ่ายต่อลูกบาศก์เมตรจากสูตรที่ได้รับการอ้างอิงโดย (Manavakun, 2008)
ในแต่ละขั้นตอนการทำไม้ยูคาลิปตัส

$$\text{ค่าใช้จ่ายต่อลูกบาศก์เมตร} = \frac{\text{ค่าใช้จ่าย (บาท/ชั่วโมง)}}{\text{ผลผลิตภาพของการทำไม้ (ลูกบาศก์เมตร/ชั่วโมง)}}$$

ผลและวิจารณ์

ผล

1. รูปแบบการทำไม้

จากการสำรวจลักษณะของพื้นที่ศึกษา พบว่า สวนป่าองค์พระ จ. สุพรรณบุรี มีระยะการปลูก 2x3 ม. มีสภาพพื้นที่ราบเรียบ ความหนาแน่นของวัชพืชต่อพื้นที่อยู่ในระดับ 3-4 ความโตเฉลี่ยที่โคนต้น 39.92 ซม. ความยาวที่ทำเป็นสินค้าได้เฉลี่ยที่ 8.32 ม. เนื่องจากไม้มีขนาดที่โตไม่มากนัก การนำไปใช้ประโยชน์จึงนำไปทำชิ้นไม้สับ สำหรับรายละเอียดของพื้นที่ ปรากฏในตารางที่ 1 และภาพที่ 2 (ก)

สวนป่าคลองตะเกรา จ. ฉะเชิงเทรา มีระยะการปลูก 2x3 ม. มีสภาพพื้นที่ราบเรียบ ความหนาแน่นของวัชพืชต่อพื้นที่อยู่ในระดับ 1-2 ความโตเฉลี่ยที่โคนต้น 32.93 ซม. ความยาวที่ทำเป็นสินค้าได้เฉลี่ยที่ 7.83 ม. เนื่องจากไม้มีขนาดที่โตไม่มากนัก การนำไปใช้ประโยชน์จึงนำไปทำชิ้นไม้สับ สำหรับรายละเอียดของพื้นที่ ปรากฏในตารางที่ 1 และภาพที่ 2 (ข)

สวนป่าของบริษัทเอกชน จ. นครนายก มีรูปแบบการปลูกที่ยกคันสูงขึ้นเป็นร่อง ความกว้างของคันจะเป็นตัวกำหนดแถวซึ่งจากการสำรวจพบว่ามีปลูกอยู่ 2 ลักษณะ คือ ปลูกเป็นแถวเดียว หรือ 2 แถวในลักษณะสลับฟันปลา อีกทั้งในพื้นที่ของสวนป่าเอกชน ซึ่งตั้งอยู่ใน จ. นครนายก มีลักษณะพื้นที่เป็นที่ลุ่มน้ำท่วมถึง รวมทั้งมีสภาพของดินเปรี้ยว จึงเป็นสาเหตุให้ต้องปลูกบนคันที่ยกสูงขึ้นเป็นร่อง โดยระยะห่างของคันประมาณ 2.5 ม. มีสภาพพื้นที่ราบเรียบ ความหนาแน่นของวัชพืชต่อพื้นที่อยู่ในระดับ 1-2 ความโตเฉลี่ยที่โคนต้น 76.88 ซม. ความยาวที่ทำเป็นสินค้าได้เฉลี่ยที่ 13.39 ม. เนื่องจากไม้มีขนาดที่โต การนำไปใช้ประโยชน์จึงนำไปทำเป็นไม้แปรรูป สำหรับรายละเอียดของพื้นที่ ปรากฏในตารางที่ 1 และภาพที่ 2 (ค)



(ก)



(ข)



(ค)

ภาพที่ 2 ลักษณะของพื้นที่ศึกษาของสวนป่าองค์พระ จ. สุพรรณบุรี (ก) สวนป่าคลองตะเกรา จ. ฉะเชิงเทรา (ข) และสวนป่าของบริษัทเอกชน จ. นครนายก (ค)

ตารางที่ 1 ลักษณะของพื้นที่ศึกษาในแต่ละท้องถิ่น

พื้นที่ศึกษา	สภาพพื้นที่	ระยะปลูก, ม.	ความโตเฉลี่ยที่ โคนต้น, ซม.	ความยาวที่ทำให้ เป็นสินค้าได้ เฉลี่ย, ม.	การนำไปใช้ ประโยชน์
สุพรรณบุรี	ราบเรียบ ความ หนาแน่นของ พืชต่อพื้นที่ อยู่ ในระดับ 3-4	2x3	39.92	8.32	ขึ้นไม้สับ
ฉะเชิงเทรา	ราบเรียบ ความ หนาแน่นของ พืชต่อพื้นที่ อยู่ ในระดับ 1-2	2x3	32.93	7.83	ขึ้นไม้สับ
นครนายก	ราบเรียบ ความ หนาแน่นของ พืชต่อพื้นที่ อยู่ ในระดับ 1-2	ระยะห่าง ของคัน ประมาณ 2.5 ม.	76.88	13.39	ไม้แปรรูป

รูปแบบการทำไม้ในแต่ละพื้นที่ประกอบด้วยขั้นตอน การล้มไม้ การทอนไม้ และการลิดกิ่งรวมกอง ซึ่งในแต่ละพื้นที่ใช้เครื่องมือในแต่ละขั้นตอนแตกต่างกัน

สวนป่าองค์พระ จ. สุพรรณบุรี ล้มไม้โดยใช้เลื่อยโซ่ และทอนไม้ด้วยเลื่อยโซ่และเลื่อยจาน ลิดกิ่งรวมกองด้วยมีด ในการทำไม้จะทำงานเป็นชุด โดย 1 ชุด จะมี 6-7 คน การล้มไม้ มีคนล้ม 2 คน (คนล้มและผู้ช่วยล้ม) คนล้ม ล้มด้วยเลื่อยโซ่ ขนาดบาร์ 25 ดังปรากฏในภาพที่ 3 (ก) ส่วนผู้ช่วยล้มจะทำหน้าที่ในการกำหนดทิศทางการล้มของไม้โดยการใส่ตะขอเกี่ยวแล้วดึงให้ล้มในทิศทางที่ต้องการ ดังปรากฏในภาพที่ 5 ส่วนการทอนไม้ด้วยเลื่อยจาน คนทอน ทอนด้วยเลื่อยจาน ดังปรากฏในภาพที่ 4 ซึ่งจะมีคนทอนไม้ 1 คน ดังปรากฏในภาพที่ 8 (ก) แต่ถ้าทอนไม้ด้วยเลื่อยโซ่ จะมีคนทอน 2 คน คือ คนทอนและผู้ช่วยทอน คนทอน ทอนด้วยเลื่อยโซ่ ขนาดบาร์ 20 ดังปรากฏในภาพที่ 3 (ข) โดยผู้ช่วยทอนจะทำหน้าที่ในการคอยเติมน้ำมันหล่อโซ่เพื่อป้องกันเลื่อยติด ดังปรากฏในภาพที่ 7 (ก) ส่วนการลิดกิ่งรวมกอง มีคนลิดกิ่งรวมกอง 4-5 คน โดยจะทำการลิดกิ่งรวมกองหลังจากการ

ทอนไม้ ซึ่งทำการลิดกิ่งที่ละท่อนด้วยมีดแล้วนำไปวางรวมกอง เพื่อรอการขนส่ง โดย 1 กอง ประมาณ 20-30 ท่อน ดังปรากฏในภาพที่ 9 (ก)

สวนป่าคลองตะเกรา จ. ฉะเชิงเทรา ล้มไม้และทอนไม้ด้วยเลื่อยจาน ลิดกิ่งรวมกองด้วยมีด ในการทำไม้จะทำงานเป็นชุด โดย 1 ชุด จะมี 6-7 คน การล้มไม้มีคนล้ม 2 คน (คนล้มและผู้ช่วยล้ม) คนล้ม ล้มด้วยเลื่อยจาน ดังปรากฏในภาพที่ 4 ส่วนผู้ช่วยล้มจะทำหน้าที่ในการกำหนดทิศทางการ ล้มของไม้โดยใช้ตะขอกเกี่ยวแล้วดึงให้ล้มในทิศทางที่ต้องการ ดังปรากฏในภาพที่ 6 (ค) ส่วน การทอนไม้ด้วยเลื่อยจาน คนทอน ทอนด้วยเลื่อยจาน ดังปรากฏในภาพที่ 4 ซึ่งจะมีคนทอนไม้ 1 คน ดังปรากฏในภาพที่ 8 (ข) ส่วนการลิดกิ่งรวมกอง มีคนลิดกิ่งรวมกอง 4-5 คน โดยจะทำการลิดกิ่ง รวมกองหลังจากการทอนไม้ ซึ่งทำการลิดกิ่งที่ละท่อนด้วยมีดแล้วนำไปวางรวมกอง เพื่อรอการ ขนส่ง โดย 1 กอง ประมาณ 20-30 ท่อน ดังปรากฏในภาพที่ 9 (ข)

สวนป่าของบริษัทเอกชน จ. นครนายก ล้มไม้ด้วยเลื่อยจาน แต่ทอนไม้ด้วยเลื่อยโซ่ ลิดกิ่ง รวมกองด้วยมีด ในการทำไม้จะทำงานเป็นชุด โดย 1 ชุด จะมี 6-7 คน การล้มไม้มีคนล้ม 2 คน (คน ล้มและผู้ช่วยล้ม) คนล้ม ล้มด้วยเลื่อยจาน ดังปรากฏในภาพที่ 4 แต่การล้มไม้ที่สวนป่าของ บริษัทเอกชนต้องมีการบากหน้าก่อน และถึงลัดหลังเพื่อล้มไม้ เนื่องจากไม้ในพื้นที่มีขนาดใหญ่ ส่วนผู้ช่วยล้มจะทำหน้าที่ในการกำหนดทิศทางการล้มของไม้โดยใช้ตะขอกเกี่ยวแล้วดึงให้ล้มใน ทิศทางที่ต้องการ ดังปรากฏในภาพที่ 6 (ก) และ (ข) ส่วนการทอนไม้ จะมีคนทอน 2 คน คือ คน ทอน ซึ่งทอนด้วยเลื่อยโซ่ ขนาดบาร์ 20 ดังปรากฏในภาพที่ 3 (ข) ส่วนผู้ช่วยทอนจะทำหน้าที่ใน การคอยเติมน้ำมันหล่อโซ่เพื่อป้องกันเลื่อยติด และทำหน้าที่ในการปักหลักตามความยาวของไม้ที่ ทอน เพื่อป้องกันไม้ตกลงไปในคูน้ำ ดังปรากฏในภาพที่ 7 (ข) (ค) และ (ง) แต่การทอนไม้ของสวน ป่าของบริษัทจะต่างจากที่สวนป่าองค์พระ และสวนป่าคลองตะเกรา โดยจะทอนหลังจากที่ทำการ ลิดกิ่งแล้ว เนื่องจากสภาพพื้นที่ที่มีการปลูกบนคันที่ยกสูงชันเป็นร่อง ประกอบกับขนาดของไม้ที่ มีขนาดโต จึงต้องมีการลิดกิ่งก่อนการทอนไม้ และผู้ช่วยต้องทำหน้าที่ในการปักหลักก่อนที่จะมีการ ทอนไม้ เพื่อป้องกันไม่ให้ไม้ที่ทอนตกลงไปในคูน้ำดังที่ได้กล่าวไว้ ซึ่งมีคนลิดกิ่งรวมกอง 4-5 คน โดยจะทำการลิดกิ่งทั้งต้น ดังปรากฏในภาพที่ 9 (ค)

สำหรับรูปแบบในการทำไม้ของแต่ละพื้นที่ศึกษาในแต่ละชั้นตอน จะมีคนงานที่มีประสบการณ์ทำงานที่ต่างกัน ดังปรากฏในตารางที่ 2 ซึ่งเป็นปัจจัยหนึ่งที่มีผลต่อเวลาที่ใช้ในการทำไม้ในแต่ละชั้นตอนที่จะนำไปวิเคราะห์ในส่วนของการศึกษาเวลาการทำงานของการทำไม้ในชั้นตอนต่อไป



(ก)



(ข)

ภาพที่ 3 เลื่อยโซ่ขนาดบาร์ 25 (ก) และขนาดบาร์ 20 (ข)



ภาพที่ 4 เลื่อยงาน



ภาพที่ 5 รูปแบบการล้มไม้ด้วยเลื่อยโซ่ของพื้นที่ศึกษาของสวนป่าองค์พระ จ. สุพรรณบุรี



(ก)



(ข)



(ค)

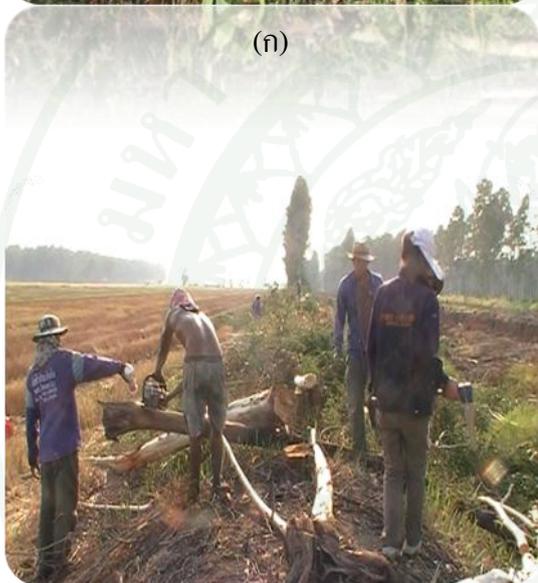
ภาพที่ 6 รูปแบบการล้มไม้ด้วยเลื่อยจาน (บากหน้า) (ก) และ (ลัดหลัง) (ข) ของพื้นที่ศึกษาของสวนป่าของบริษัทเอกชน จ. นครนายก สวนคลองตะเกรา จ. ฉะเชิงเทรา (ค)



(ก)



(ข)



(ค)



(ง)

ภาพที่ 7 รูปแบบการทอนไม้ ของพื้นที่สวนป่าองค์พระ จ. สุพรรณบุรี (ก) และพื้นที่ศึกษาของสวนป่าเอกชน จ. นครนายก (ข) (ค) (ง)



(ก)



(ข)

ภาพที่ 8 รูปแบบการทอนไม้ด้วยเลื่อยจานของพื้นที่ศึกษาของสวนป่าองค์พระ จ. สุพรรณบุรี (ก)
และสวนคลองตะเกรา จ. ฉะเชิงเทรา (ข)



(ก)



(ข)



(ค)

ภาพที่ 9 รูปแบบการลิดกิ่งรวมกองด้วยมีดของพื้นที่ศึกษาของสวนป่าองค์พระ จ. สุพรรณบุรี (ก)
สวนป่าคลองตะเกรา จ. ฉะเชิงเทรา (ข) และสวนป่าของบริษัทเอกชน จ. นครนายก (ค)

ตารางที่ 2 รูปแบบการทำไม้ในแต่ละขั้นตอน ในแต่ละพื้นที่ศึกษา

พื้นที่ศึกษา	ขั้นตอนการทำไม้	เครื่องมือ	คนงาน	ประสบการณ์ทำงาน, ปี
สุพรรณบุรี	ลี้มไม้	เลื่อยโซ่	2	23
ฉะเชิงเทรา		เลื่อยจาน	2	7
นครนายก		เลื่อยจาน	2	13
สุพรรณบุรี	ทอนไม้	เลื่อยโซ่	2	10
สุพรรณบุรี		เลื่อยจาน	1	26
ฉะเชิงเทรา		เลื่อยจาน	1	11
นครนายก		เลื่อยโซ่	2	16
สุพรรณบุรี	ลิดกิ่งรวมกอง	มีด	4-5	18
ฉะเชิงเทรา		มีด	4-5	16
นครนายก		มีด	4-5	2

2. ผลภาพในการทำไม้

2.1 ศึกษาเวลาของขั้นตอนการทำไม้ (Time Study) ในการศึกษาหาผลภาพในการทำไม้ โดยใช้กล้องวิดีโอ และกล้องถ่ายรูปเก็บบันทึกขั้นตอนการทำไม้ เพื่อศึกษาหาเวลาของขั้นตอนการทำไม้ในแต่ละขั้นตอน ซึ่งประกอบด้วยขั้นตอน การลี้มไม้ การทอนไม้ และการลิดกิ่งรวมกอง ซึ่งแต่ละขั้นตอนจะแบ่งออกเป็นงานย่อย และเครื่องมือที่ใช้ในการทำไม้ในแต่ละขั้นตอนของแต่ละพื้นที่ศึกษาแตกต่างกัน ซึ่งมีผลทำให้เวลาเฉลี่ยในการทำงานแต่ละขั้นตอนการทำไม้ต่างกัน โดยได้ผลดังนี้

2.1.1 การลี้มไม้

สวนป่าองค์พระ จ. สุพรรณบุรี พบว่า ลี้มไม้ด้วยเลื่อยโซ่ ซึ่งเวลาของขั้นตอนการลี้มไม้ แบ่งออกเป็นงานย่อยดังนี้ โดยเริ่มจาก 1. การเดินเข้าไปหาต้นไม้มที่จะลี้ม โดยใช้เวลาเฉลี่ย 4 วินาที/ต้น 2. การเตรียมพื้นที่รอบต้นไม้ ใช้เวลาเฉลี่ย 2 วินาที/ต้น 3. ลี้มไม้ ใช้เวลาเฉลี่ย 9 วินาที/ต้น 4. เวลาสำหรับความล่าช้า ใช้เวลาเฉลี่ย 3 วินาที/ต้น

สวนป่าคลองตะเกรา จ. ฉะเชิงเทรา พบว่า ล้มไม้ด้วยเลื่อยงาน ซึ่งเวลาของขั้นตอนการล้มไม้ แบ่งออกเป็นงานย่อยดังนี้ โดยเริ่มจาก 1. การเดินเข้าไปหาต้นไม้ที่จะล้ม โดยใช้เวลาเฉลี่ย 2 วินาที/ต้น 2. การเตรียมพื้นที่รอบต้นไม้ ใช้เวลาเฉลี่ย 1 วินาที/ต้น 3. ล้มไม้ ใช้เวลาเฉลี่ย 7 วินาที/ต้น 4. เวลาสำหรับความล่าช้า ใช้เวลาเฉลี่ย 3 วินาที/ต้น

สวนป่าของบริษัทเอกชน จ. นครนายก พบว่า ล้มไม้ด้วยเลื่อยงาน ซึ่งเวลาของขั้นตอนการล้มไม้ แบ่งออกเป็นงานย่อยดังนี้ โดยเริ่มจาก 1. การเดินเข้าไปหาต้นไม้ที่จะล้ม โดยใช้เวลาเฉลี่ย 2 วินาที/ต้น 2. การเตรียมพื้นที่รอบต้นไม้ ใช้เวลาเฉลี่ย 1 วินาที/ต้น 3. การล้มไม้ที่ต้องทำการบากหน้าและตัดหลัง ใช้เวลาเฉลี่ย 57 วินาที/ต้น 4. เวลาสำหรับความล่าช้า ใช้เวลาเฉลี่ย 1 วินาที/ต้น สำหรับรายละเอียดดังปรากฏในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 เวลาเฉลี่ยการทำงานของกรล้มไม้ในแต่ละพื้นที่ศึกษา

ขั้นตอนการทำไม้	พื้นที่ศึกษา	เครื่องมือ	งานย่อย	เวลาเฉลี่ย, วินาที/ต้น
ล้มไม้	สุพรรณบุรี	เลื่อยโซ่	เดินเข้าไปหาต้นไม้ที่จะล้ม	4
			เตรียมพื้นที่รอบต้นไม้	2
			ล้มไม้	9
			เวลาสำหรับความล่าช้า	3
(delay)				
	ฉะเชิงเทรา	เลื่อยงาน	เดินเข้าไปหาต้นไม้ที่จะล้ม	2
			เตรียมพื้นที่รอบต้นไม้	1
			ล้มไม้	7
			เวลาสำหรับความล่าช้า	3
(delay)				
	นครนายก	เลื่อยงาน	เดินเข้าไปหาต้นไม้ที่จะล้ม	2
			เตรียมพื้นที่รอบต้นไม้	1
			ทำการบากหน้าและตัดหลัง (กรณีที่ดินใหญ่)	57
			เวลาสำหรับความล่าช้า	1
(delay)				

2.1.2 การทอนไม้

สวนป่าองค์พระ จ. สุพรรณบุรี พบว่า ทอนไม้ด้วยเลื่อยโซ่ และเลื่อยจาน ซึ่งพบว่าถ้าทอนไม้ด้วยเลื่อยโซ่เวลาของขั้นตอนการทอนไม้ แบ่งออกเป็นงานย่อยดังนี้ โดยเริ่มจาก 1. การเดินเข้าไปหาต้นไม้ที่ล้ม โดยใช้เวลาเฉลี่ย 8 วินาที/ต้น 2. ทำการทอนไม้จนเสร็จใน 1 ต้น ใช้เวลาเฉลี่ย 30 วินาที/ต้น 3. เวลาสำหรับความล่าช้า ใช้เวลาเฉลี่ย 3 วินาที/ต้น แต่ถ้าทอนไม้ด้วยเลื่อยจานเวลาของขั้นตอนการทอนไม้ แบ่งออกเป็นงานย่อยดังนี้ โดยเริ่มจาก 1. การเดินเข้าไปหาต้นไม้ที่ล้ม ใช้เวลาเฉลี่ย 8 วินาที/ต้น 2. ทำการทอนไม้จนเสร็จใน 1 ต้น ใช้เวลาเฉลี่ย 10 วินาที/ต้น 3. เวลาสำหรับความล่าช้า ใช้เวลาเฉลี่ย 3 วินาที/ต้น

สวนป่าคลองตะเกรา จ. ฉะเชิงเทรา พบว่า ทอนไม้ด้วยเลื่อยจาน เวลาของขั้นตอนการทอนไม้ แบ่งออกเป็นงานย่อยดังนี้ โดยเริ่มจาก 1. การเดินเข้าไปหาต้นไม้ที่ล้ม โดยใช้เวลาเฉลี่ย 7 วินาที/ต้น 2. ทำการทอนไม้จนเสร็จใน 1 ต้น ใช้เวลาเฉลี่ย 12 วินาที/ต้น 3. เวลาสำหรับความล่าช้า ใช้เวลาเฉลี่ย 4 วินาที/ต้น

สวนป่าของบริษัทเอกชน จ. นครนายก พบว่าทอนไม้ด้วยเลื่อยโซ่ เวลาของขั้นตอนการทอนไม้ แบ่งออกเป็นงานย่อยดังนี้ โดยเริ่มจาก 1. โดยการเดินเข้าไปหาต้นไม้ที่ลิดกิ่ง ใช้เวลาเฉลี่ย 8 วินาที/ต้น 2. ทำการทอนไม้จนเสร็จใน 1 ต้น ใช้เวลาเฉลี่ย 69 วินาที/ต้น 3. เวลาสำหรับความล่าช้า ใช้เวลาเฉลี่ย 5 วินาที/ต้น สำหรับรายละเอียดดังปรากฏในตารางที่ 4

ตารางที่ 4 เวลาเฉลี่ยการทำงานของการทอนไม้ในแต่ละพื้นที่ศึกษา

ขั้นตอนการ ทำไม้	พื้นที่ศึกษา	เครื่องมือ	งานย่อย	เวลาเฉลี่ย, วินาที/ต้น
การตัดทอน	สุพรรณบุรี	เลื่อยโซ่	เดินเข้าไปหาต้นไม้ที่ล้ม	8
			ทำการทอนไม้จนเสร็จ ใน 1 ต้น	30
			เวลาสำหรับความล่าช้า (delay)	3
			เดินเข้าไปหาต้นไม้ที่ล้ม	8
นครนายก	เลื่อยโซ่	เลื่อยโซ่	ทำการทอนไม้จนเสร็จ ใน 1 ต้น	69
			เวลาสำหรับความล่าช้า (delay)	5
			เดินเข้าไปหาต้นไม้ที่ล้ม	8
			ทำการทอนไม้จนเสร็จ ใน 1 ต้น	10
สุพรรณบุรี	เลื่อยงาน	เลื่อยงาน	เวลาสำหรับความล่าช้า (delay)	3
			เดินเข้าไปหาต้นไม้ที่ล้ม	7
			ทำการทอนไม้จนเสร็จ ใน 1 ต้น	12
			เวลาสำหรับความล่าช้า (delay)	4
ฉะเชิงเทรา	เลื่อยงาน	เลื่อยงาน	เวลาสำหรับความล่าช้า (delay)	4
			เดินเข้าไปหาต้นไม้ที่ล้ม	7
			ทำการทอนไม้จนเสร็จ ใน 1 ต้น	12
			เวลาสำหรับความล่าช้า (delay)	4

2.1.3 การลิดกิ่งรวมกอง

สวนป่าองค์พระ จ. สุพรรณบุรี พบว่า การลิดกิ่งรวมกองด้วยมีด เวลาของขั้นตอนการลิดกิ่งรวมกอง แบ่งออกเป็นงานย่อยดังนี้ โดยเริ่มจาก 1. การเดินเข้าไปหาต้นไม้ที่ทอน โดยใช้เวลาเฉลี่ย 15 วินาที/ต้น 2. ทำการลิดกิ่งจนลิดเสร็จ ใช้เวลาเฉลี่ย 25 วินาที/ต้น 3. รวมกอง ใช้เวลาเฉลี่ย 6 วินาที/ต้น 4. เวลาสำหรับความล่าช้า ใช้เวลาเฉลี่ย 2 วินาที/ต้น

สวนป่าคลองตะเกรา จ. ฉะเชิงเทรา พบว่า การลิดกิ่งรวมกองด้วยมีด เวลาของขั้นตอนการลิดกิ่งรวมกอง แบ่งออกเป็นงานย่อยดังนี้ โดยเริ่มจาก 1. การเดินเข้าไปหาต้นไม้ที่ทอน โดยใช้เวลาเฉลี่ย 15 วินาที/ต้น 2. ทำการลิดกิ่งจนลิดเสร็จ ใช้เวลาเฉลี่ย 36 วินาที/ต้น 3. รวมกอง ใช้เวลาเฉลี่ย 6 วินาที/ต้น 4. เวลาสำหรับความล่าช้า ใช้เวลาเฉลี่ย 2 วินาที/ต้น

สวนป่าของบริษัทเอกชน จ. นครนายก พบว่า การลิดกิ่งรวมกองด้วยมีด เวลาของขั้นตอนการลิดกิ่งรวมกอง แบ่งออกเป็นงานย่อยดังนี้ โดยเริ่มจาก 1. การเดินเข้าไปหาต้นไม้ที่ล้ม โดยใช้เวลาเฉลี่ย 15 วินาที/ต้น 2. ทำการลิดกิ่งจนลิดเสร็จ ใช้เวลาเฉลี่ย 402 วินาที/ต้น 3. รวมกอง ใช้เวลาเฉลี่ย 6 วินาที/ต้น 4. เวลาสำหรับความล่าช้า ใช้เวลาเฉลี่ย 1 วินาที/ต้น ดังปรากฏในตารางที่ 5

ตารางที่ 5 เวลาเฉลี่ยการทำงานของกรลิดกิ่งรวมกองด้วยมีดในแต่ละพื้นที่ศึกษา

ขั้นตอนการทำไม้	พื้นที่ศึกษา	งานย่อย	เวลาเฉลี่ย, วินาที/ต้น
การลิดกิ่งและรวมกอง	สุพรรณบุรี	เริ่มต้นเดินเข้าไปหาต้นไม้ที่ทอน	15
		ทำการลิดกิ่งจนลิดเสร็จ	25
		รวมกอง	6
		เวลาสำหรับความล่าช้า (delay)	2
	ฉะเชิงเทรา	เริ่มต้นเดินเข้าไปหาต้นไม้ที่ทอน	15
		ทำการลิดกิ่งจนลิดเสร็จ	36
		รวมกอง	6
		เวลาสำหรับความล่าช้า (delay)	2
	นครนายก	เริ่มต้นเดินเข้าไปหาต้นไม้ที่ล้ม	15
		ทำการลิดกิ่งจนลิดเสร็จ	402
		รวมกอง	6
		เวลาสำหรับความล่าช้า (delay)	1

2.2 ผลผลิตภาพของการทำไม้ในแต่ละขั้นตอน

จากการสำรวจพื้นที่ที่มีการปลูกสร้างสวนป่ายูคาลิปตัส ซึ่งได้ทำการศึกษการทำไม้ในพื้นที่สวนป่ายูคาลิปตัสขององค์การอุตสาหกรรมป่าไม้ (ออป.) ได้แก่ สวนป่าองค์พระ จ.สุพรรณบุรี สวนป่าคลองตะเกรา จ. ฉะเชิงเทรา และสวนป่าของบริษัทเอกชนในพื้นที่ จ. นครนายก เพื่อศึกษาระดับขั้นตอนการทำไม้ในแต่ละพื้นที่ศึกษา เพื่อหารูปแบบการทำไม้ และพัฒนาเป็นรูปแบบสมการทางคณิตศาสตร์ ซึ่งสามารถนำไปคำนวณหาผลผลิตและค่าใช้จ่ายในการทำไม้ยูคาลิปตัส โดยในการศึกษาได้ทำการศึกษาเวลาของขั้นตอนการทำไม้ (time study) โดยใช้กล้องวิดีโอ และกล้องถ่ายรูปบันทึกขั้นตอนการทำไม้ยูคาลิปตัสในแต่ละขั้นตอนอย่างต่อเนื่อง โดยแบ่งการศึกษาออกเป็นขั้นตอน 3 ขั้นตอน อันได้แก่ การล้มไม้ การทอนไม้ และการลิดกิ่งรวมกอง แต่ละขั้นตอนมีการใช้เครื่องมือที่ต่างกัน ทั้งนี้จำนวนตัวอย่างที่ศึกษาในแต่ละขั้นตอนการทำไม้ จำนวน โดยใช้สูตรการคำนวณตัวอย่างที่เหมาะสมของ (Freese, 1987) ซึ่งจะได้จำนวนตัวอย่างที่ศึกษาในแต่ละขั้นตอนการทำไม้ ดังนี้

การล้มไม้ ล้มด้วยเลื่อยโซ่ จำนวนตัวอย่างที่คำนวณโดยใช้สูตร ได้จำนวนตัวอย่าง 75 ตัวอย่าง แต่จำนวนตัวอย่างที่ทำการศึกษาใช้จำนวนตัวอย่าง 487 ตัวอย่าง แต่ถ้าล้มด้วยเลื่อยจาน จำนวนตัวอย่างที่คำนวณโดยใช้สูตร ได้จำนวนตัวอย่าง 46 ตัวอย่าง แต่จำนวนตัวอย่างที่ทำการศึกษาใช้จำนวนตัวอย่าง 242 ตัวอย่าง

การทอนไม้ ทอนด้วยเลื่อยโซ่ จำนวนตัวอย่างที่คำนวณโดยใช้สูตร ได้จำนวนตัวอย่าง 72 ตัวอย่าง แต่จำนวนตัวอย่างที่ทำการศึกษาใช้จำนวนตัวอย่าง 132 ตัวอย่าง แต่ถ้าทอนด้วยเลื่อยจาน จำนวนตัวอย่างที่คำนวณโดยใช้สูตร ได้จำนวนตัวอย่าง 69 ตัวอย่าง แต่จำนวนตัวอย่างที่ทำการศึกษาใช้จำนวนตัวอย่าง 367 ตัวอย่าง

การลิดกิ่งรวมกองด้วยมีด จำนวนตัวอย่างที่คำนวณโดยใช้สูตร ได้จำนวนตัวอย่าง 175 ตัวอย่าง แต่จำนวนตัวอย่างที่ทำการศึกษาใช้จำนวนตัวอย่าง 261 ตัวอย่าง สำหรับรายละเอียดดังปรากฏในตารางที่ 6

ตารางที่ 6 จำนวนตัวอย่างที่ทำการศึกษาในแต่ละขั้นตอนการทำไม้

งานย่อย	เครื่องมือ	จำนวนตัวอย่างที่ต้องการ	จำนวนตัวอย่างที่ศึกษา
ลี้มไม้	เลื่อยโซ่	75	487
	เลื่อยจาน	46	242
ทอนไม้	เลื่อยโซ่	72	132
	เลื่อยจาน	69	367
ลีดกึ่งรวมกอง	มีด	175	261

2.2.1 การลี้มไม้

จากการศึกษาเวลาการทำงานของขั้นตอนการลี้มไม้ (time study) เพื่อนำมาวิเคราะห์หาค่าความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยต่างๆที่มีผลกระทบต่อเวลาที่ใช้ในการลี้มไม้ พบว่า ปัจจัยที่มีผลต่อเวลาที่ใช้ในการลี้มไม้ในแต่ละพื้นที่ศึกษา ได้ผลดังนี้

สวนป่าองค์พระ จ. สุพรรณบุรี ซึ่งลี้มไม้ด้วยเลื่อยโซ่ พบว่า ปัจจัยที่มีผลต่อเวลาที่ใช้ในการลี้มไม้ คือ 1. ความโตเฉลี่ยที่โคนต้น โดยมีค่าเฉลี่ย คือ 39.92 ซม. 2. สภาพพื้นที่ โดยค่าอยู่ที่ระดับ 2-4 3. ประสบการณ์ทำงาน พบว่าคนลี้มไม้มีประสบการณ์ทำงานสูงสุด คือ 30 ปี และเวลาที่ใช้ในการลี้มไม้ของคนลี้มไม้ของสวนป่าองค์พระ เฉลี่ยอยู่ที่ 16 วินาที/ต้น

สวนป่าคลองตะเกรา จ. ฉะเชิงเทรา ซึ่งลี้มไม้ด้วยเลื่อยจาน พบว่า ปัจจัยที่มีผลต่อเวลาที่ใช้ในการลี้มไม้ คือ 1. ความโตเฉลี่ยที่โคนต้น โดยมีค่าเฉลี่ย คือ 32.93 ซม. 2. สภาพพื้นที่ โดยค่าอยู่ที่ระดับ 1-2 3. ประสบการณ์ทำงาน พบว่าคนลี้มไม้มีประสบการณ์ทำงานสูงสุด คือ 9 ปี และเวลาที่ใช้ในการลี้มไม้ของคนลี้มไม้ของสวนป่าองค์พระ เฉลี่ยอยู่ที่ 12 วินาที/ต้น

สวนป่าของบริษัทเอกชน จ. นครนายก ซึ่งลัมไม้ด้วยเลื่อยโซ่ พบว่า ปัจจัยที่มีผลต่อเวลาที่ใช้ในการลัมไม้ คือ 1. ความโตเฉลี่ยที่โคนต้น โดยมีค่าเฉลี่ย คือ 71.35 ซม. 2. สภาพพื้นที่ โดยค่าอยู่ที่ระดับ 1 3. ประสิทธิภาพทำงาน พบว่าคนลัมไม้มีประสิทธิภาพทำงานสูงสุด คือ 17 ปี และเวลาที่ใช้ในการลัมไม้ของคนลัมไม้ของสวนป่าองค์พระ เฉลี่ยอยู่ที่ 61 วินาที/ต้น สำหรับรายละเอียดดังปรากฏในตารางที่ 7 จากปัจจัยที่มีผลต่อเวลาที่ใช้ในการลัมไม้ในแต่ละพื้นที่ศึกษาจะถูกนำไปวิเคราะห์โดยใช้สมการถดถอยเชิงเส้น (linear regression) เพื่อสร้างรูปแบบสมการทางคณิตศาสตร์ (model) ซึ่งได้จากค่าทางสถิติ ดังปรากฏในตารางที่ 8



ตารางที่ 7 ปัจจัยต่างๆที่มีผลกระทบต่อเวลาที่ใช้ในการล้มน้

ขั้นตอนการ ทำไม้	พื้นที่ศึกษา	คนล้มน้	เครื่องมือ	ความโตเฉลี่ยที่โคน, ซม.	สภาพพื้นที่	ประสบการณ์ทำงาน, ปี	ปริมาตรไม้, ต้น	เวลา, วินาที/ต้น t_{fp}, t_{fc}
				x_1	x_2	x_3	x_5	
ล้มน้	สุพรรณบุรี	1		34.47	2	3	0.09	19
		2		43.72	2	1	0.11	19
		3	เลื่อยโซ่	40.21	3	30	0.04	10
		4		39.36	3	20	0.05	13
		5		41.86	3	16	0.04	17
		6		39.87	4	25	0.06	18
ฉะเชิงเทรา	1		34.29	2	5	0.10	11	
	2		31.56	2	9	0.07	12	
นครนายก		1	เลื่อยงาน	68.67	1	17	0.52	61
		2		71.17	1	12	0.50	61
		3		74.20	1	10	0.65	62

ตารางที่ 8 ค่าสถิติจากการวิเคราะห์หาค่าความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยต่างๆที่มีผลกระทบต่อเวลาที่ใช้ในการล้มน้

งานย่อย	Dependent variable	R ²	F-test			Term	Constant/ coefficient	Estimated std.error	t-test	
			F-value	P	N				t-value	p
ล้มน้	t_{fp}	0.601	242.160	<0.01	486	Constant	8.093	0.845	9.583	<0.01
						x_1	0.006	0.011	0.521	0.603
						x_2	5.705	0.339	16.828	<0.01
						x_3	-0.547	0.021	-26.105	<0.01
	t_{fc}	0.987	6202.460	<0.01	241	Constant	99.277	2.350	42.250	<0.01
						x_1	0.077	0.014	5.380	<0.01
						x_2	-45.793	0.844	-54.270	<0.01
					x_3	0.168	0.073	2.297	0.225	

จากผลการวิเคราะห์ทางสถิติโดยใช้ Multiple linear regression วิเคราะห์ปัจจัยที่มีผลต่อ เวลาที่ใช้ในการล้ม คือ ความโตที่โคน สภาพพื้นที่ และประสิทธิภาพทำงาน พบว่า การล้มไม้ ด้วย เลื่อยโซ่ ปัจจัยที่มีผลต่อเวลาที่ใช้ในการล้มไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่าง เวลา กับ สภาพพื้นที่และประสิทธิภาพทำงาน ($P < 0.01$) และมีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญ ทางสถิติกับความโตที่โคน ($P = 0.603$) สรุปว่า สภาพพื้นที่และประสิทธิภาพทำงานมีความสัมพันธ์ กับเวลาที่ใช้ในการล้มไม้ด้วยเลื่อยโซ่ มากกว่าความโตที่โคนต้น โดยมีผลต่อเวลาที่ใช้ในการล้มไม้ ถึง 60% จากผลการวิเคราะห์ทางสถิติจะได้รูปแบบสมการทางคณิตศาสตร์ (model) ดังสมการที่ 1 จากนั้นนำมารวมกับค่าคงที่ a คือเวลาเฉลี่ยในการเดินไปล้มไม้ มีค่าเท่ากับ 3 วินาที/ต้น ซึ่งจะ ได้รูปแบบสมการที่เหมาะสม ดังสมการที่ 3

ส่วนการล้มไม้ด้วยเลื่อยจาน เวลาที่ใช้ในการล้มไม้ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทาง สถิติระหว่างเวลากับ ความโตที่โคนและสภาพพื้นที่ ($P < 0.01$) และมีความแตกต่างกันอย่างไม่มี นัยสำคัญทางสถิติกับประสิทธิภาพทำงาน ($P = 0.225$) สรุปว่า ความโตที่โคนและสภาพพื้นที่มี ความสัมพันธ์กับเวลาที่ใช้ในการล้มไม้ด้วยเลื่อยจาน มากกว่าประสิทธิภาพทำงาน โดยมีผลต่อเวลา ที่ใช้ในการล้มไม้ถึง 99% จากผลการวิเคราะห์ทางสถิติจะได้รูปแบบสมการทางคณิตศาสตร์ (model) ดังสมการที่ 2 จากนั้นนำมารวมกับค่าคงที่ a คือเวลาเฉลี่ยในการเดินไปล้มไม้ มีค่าเท่ากับ 3 วินาที/ต้น ซึ่งจะ ได้รูปแบบสมการที่เหมาะสม ดังสมการที่ 4

$$\text{เลื่อยโซ่} : t_{fp} = 8.09266 + 5.70518 x_2 - 0.547361 x_3 \quad (1)$$

$$\text{เลื่อยจาน} : t_{fc} = 99.2773 + 0.0774149 x_1 - 45.7929 x_2 \quad (2)$$

$$t_{tfp} = t_{fp} + a \quad (3)$$

$$t_{tfc} = t_{fc} + a \quad (4)$$

เมื่อ t_{tfp} = เวลาที่ใช้ในการล้มไม้ทั้งหมดด้วยเลื่อยโซ่, วินาที/ต้น

t_{tfc} = เวลาที่ใช้ในการล้มไม้ทั้งหมดด้วยเลื่อยจาน, วินาที/ต้น

t_{fp} = เวลาที่ใช้ในการล้มไม้ด้วยเลื่อยโซ่, วินาที/ต้น

t_{fc} = เวลาที่ใช้ในการล้มไม้ด้วยเลื่อยจาน, วินาที/ต้น

x_1 = ความโตที่โคน (stump diameter), ซม. (โดยที่ $x_1 > 0$)

x_2 = สภาพพื้นที่ (โดยที่ $x_2 > 0$)

x_3 = ประสิทธิภาพทำงาน, ปี (โดยที่ $x_3 = 1-45$ เนื่องจากประสิทธิภาพทำงานมากกว่านี้

อายุของคนงานก็จะมากขึ้นตาม อายุมากกำลังในการทำงานก็น้อยลงถึงแม้จะมี
ประสบการณ์ทำงานมากก็ตาม)

a = ค่าคงที่ (เวลาเฉลี่ยในการเดินไปล้มไม้) มีค่าเท่ากับ 3, วินาที/ต้น

จากรูปแบบจำลองทางคณิตศาสตร์สามารถคำนวณผลผลิตภาพของการล้มไม้ โดยการแทนค่า
ของตัวแปรที่มีผลต่อเวลาในการล้มไม้ ลงในสมการ ซึ่งจะได้เป็นเวลาที่ใช้ในการล้มไม้ มีหน่วยเป็น
วินาทีต่อต้น และสามารถที่จะนำไปหาผลผลิตภาพการล้มไม้ต่อชั่วโมงในแต่ละพื้นที่ศึกษา ได้ผลดังนี้

สวนป่าองค์พระ จ. สุพรรณบุรี ล้มไม้ด้วยเลื่อยโซ่ พบว่า เมื่อมีการแทนค่าของตัวแปรที่มี
ผลต่อเวลาในการล้มไม้ ลงในสมการที่ 3 ซึ่งจะได้เป็นเวลาที่ใช้ในการล้มไม้ต่อต้น ซึ่งพบเวลาเฉลี่ย
ที่ใช้ในการล้มไม้ต่อต้น คือ 19 วินาที และเมื่อนำไปหาคำนวณหาผลผลิตภาพการล้มไม้ต่อชั่วโมง จะ
ได้ปริมาณไม้ต่อชั่วโมงเฉลี่ย คือ 12.45 ลูกบาศก์เมตร

สวนป่าคลองตะเกรา จ. ฉะเชิงเทรา ล้มไม้ด้วยเลื่อยจาน พบว่า เมื่อมีการแทนค่าของตัวแปร
ที่มีผลต่อเวลาในการล้มไม้ ลงในสมการที่ 4 ซึ่งจะได้เป็นเวลาที่ใช้ในการล้มไม้ต่อต้น ซึ่งพบเวลา
เฉลี่ยที่ใช้ในการล้มไม้ต่อต้น คือ 13 วินาที และเมื่อนำไปหาคำนวณหาผลผลิตภาพการล้มไม้ต่อชั่วโมง
จะได้ปริมาณไม้ต่อชั่วโมงเฉลี่ย คือ 22.67 ลูกบาศก์เมตร

สวนป่าของบริษัทเอกชน จ. นครนายก ล้มไม้ด้วยเลื่อยจาน พบว่า เมื่อมีการแทนค่าของตัว
แปรที่มีผลต่อเวลาในการล้มไม้ ลงในสมการที่ 4 ซึ่งจะได้เป็นเวลาที่ใช้ในการล้มไม้ต่อต้น ซึ่งพบ
เวลาเฉลี่ยที่ใช้ในการล้มไม้ต่อต้น คือ 62 วินาที และเมื่อนำไปหาคำนวณหาผลผลิตภาพการล้มไม้ต่อ
ชั่วโมง จะได้ปริมาณไม้ต่อชั่วโมงเฉลี่ย คือ 32.27 ลูกบาศก์เมตร

แต่เมื่อพิจารณาถึงผลผลิตภาพของการล้มไม้ตามเครื่องมือที่ใช้ พบว่า การล้มไม้ด้วยเลื่อยจาน
ให้ปริมาณที่มากกว่า การล้มไม้ด้วยเลื่อยโซ่ โดยมีปริมาณเฉลี่ย คือ 28.43 ม³/ชั่วโมง และ 12.45 ม³/ชั่วโมง ตามลำดับ ดังปรากฏในตารางที่ 9

ตารางที่ 9 ค่าของเวลาที่ใช้ในการล้มไม้ และผลิตภาพต่อชั่วโมง

ขั้นตอนการทำไม้	พื้นที่ศึกษา	คนล้มไม้	เครื่องมือ	เวลา (วินาที/ต้น)	ปริมาตร (ม ³ /ชั่วโมง)
ล้มไม้	สุพรรณบุรี	1	เลื่อยโซ่	21	15.01
		2		22	18.20
		3		12	13.44
		4		17	10.85
		5		19	7.40
		6		20	9.79
		ค่าเฉลี่ย		19	12.45
จะเขิงเทรา	นครนายก	1	เลื่อยจาน	13	26.71
		2		13	18.64
		1		62	30.41
		2		62	28.86
		3		62	37.55
		ค่าเฉลี่ย		43	28.43

2.2.2 การทอนไม้

จากการศึกษาเวลาการทำงานของขั้นตอนการทอนไม้ (time study) เพื่อนำมาวิเคราะห์หาค่าความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยต่างๆที่มีผลกระทบต่อเวลาที่ใช้ในการทอนไม้ พบว่า ปัจจัยที่มีผลต่อเวลาที่ใช้ในการทอนไม้ในแต่ละพื้นที่ศึกษา ได้ผลดังนี้

สวนป่าองค์พระ จ. สุพรรณบุรี พบว่าการทอนไม้ด้วยเลื่อยโซ่ และเลื่อยจาน ซึ่งถ้าทอนไม้ด้วยเลื่อยโซ่ พบว่า ปัจจัยที่มีผลต่อเวลาที่ใช้ในการทอนไม้ คือ 1. ความโตเฉลี่ยที่โคนต้น โดยมีค่าเฉลี่ย คือ 55.56 ซม. 2. สภาพพื้นที่ โดยค่าอยู่ที่ระดับ 3 3. ประสบการณ์ทำงาน พบว่า คนทอนไม้มีประสบการณ์ทำงานสูงสุด คือ 10 ปี 4. ความยาวของต้นไม้ที่ทำเป็นสินค้า มีความยาวเฉลี่ย คือ 10.75 ม. 5. ปริมาตรไม้ เฉลี่ย คือ 0.12 ลบ.ม. และเวลาที่ใช้ในการทอนไม้ของคนทอนไม้ของสวนป่าองค์พระ เฉลี่ยอยู่ที่ 38 วินาที/ต้น แต่ถ้าทอนไม้ด้วยเลื่อยจาน พบว่า ปัจจัยที่มีผลต่อเวลาที่ใช้ในการทอนไม้ คือ 1. ความโตเฉลี่ยที่โคนต้น โดยมีค่าเฉลี่ย คือ 39.10 ซม. 2. สภาพพื้นที่ โดย

ค่าอยู่ที่ระดับ 3-4 3. ประสิทธิภาพทำงาน พบว่าคนล้มไม้มีประสิทธิภาพทำงานสูงสุด คือ 11 ปี 4. ความยาวของต้นไม้ที่ทำเป็นสินค้า มีความยาวเฉลี่ย คือ 8.13 ม. 5. ปริมาตรไม้ เฉลี่ย คือ 0.07 ลบ.ม. และเวลาที่ใช้ในการทอนไม้ของคนทอนไม้ของสวนป่าองค์พระ เฉลี่ยอยู่ที่ 18 วินาที/ต้น

สวนป่าคลองตะเกรา จ. ฉะเชิงเทรา ทอนไม้ด้วยเลื่อยจาน พบว่า ปัจจัยที่มีผลต่อเวลาที่ใช้ในการทอนไม้ คือ 1. ความโตเฉลี่ยที่โคนต้น โดยมีค่าเฉลี่ย คือ 31.35 ซม. 2. สภาพพื้นที่ โดยค่าอยู่ที่ระดับ 2 3. ประสิทธิภาพทำงาน พบว่าคนทอนไม้มีประสิทธิภาพทำงานสูงสุด คือ 12 ปี 4. ความยาวของต้นไม้ที่ทำเป็นสินค้า มีความยาวเฉลี่ย คือ 7.83 ม. 5. ปริมาตรไม้ เฉลี่ย คือ 0.08 ลบ.ม. และเวลาที่ใช้ในการทอนไม้ของคนทอนไม้ของสวนป่าคลองตะเกรา เฉลี่ยอยู่ที่ 19 วินาที/ต้น

สวนป่าของบริษัทเอกชน จ. นครนายก ทอนไม้ด้วยเลื่อยโซ่ พบว่า ปัจจัยที่มีผลต่อเวลาที่ใช้ในการทอนไม้ คือ 1. ความโตเฉลี่ยที่โคนต้น โดยมีค่าเฉลี่ย คือ 76.88 ซม. 2. สภาพพื้นที่ โดยค่าอยู่ที่ระดับ 2 3. ประสิทธิภาพทำงาน พบว่าคนทอนไม้มีประสิทธิภาพทำงานสูงสุด คือ 17 ปี 4. ความยาวของต้นไม้ที่ทำเป็นสินค้า มีความยาวเฉลี่ย คือ 12.71 ม. 5. ปริมาตรไม้ เฉลี่ย คือ 0.56 ลบ.ม. และเวลาที่ใช้ในการทอนไม้ของคนทอนไม้ของสวนป่าของบริษัทเอกชน เฉลี่ยอยู่ที่ 77 วินาที/ต้น ปรากฏในตารางที่ 10 จากปัจจัยที่มีผลต่อเวลาที่ใช้ในการทอนไม้ในแต่ละพื้นที่ศึกษาจะ ถูกนำไปวิเคราะห์โดยใช้สมการถดถอยเชิงเส้น (linear regression) สร้างรูปแบบสมการทางคณิตศาสตร์ (model) จากค่าทางสถิติ ปรากฏในตารางที่ 11

ตารางที่ 10 ปัจจัยต่างๆที่มีผลกระทบต่อเวลาที่ใช้ในการทอนไม้

ขั้นตอน การทำไม้	พื้นที่ศึกษา	คนทอนไม้	เครื่องมือ	ความโตเฉลี่ยที่ โคน, ซม. x_1	สภาพพื้นที่	ประสบการณ์ ทำงาน, ปี x_3	ความยาวของต้นไม้ที่ทำ เป็นสินค้า, ม. x_4	ปริมาตรไม้, ต้น x_5	เวลา, วินาที/ ต้น t_{bp}, t_{bc}
ทอนไม้	นครนายก	1	เลื่อยโซ่	79.12	2	15	12.68	0.53	78
		2		73.70	2	7	12.39	0.51	78
		3		77.81	2	17	13.06	0.63	76
	สุพรรณบุรี	1		55.56	3	10	10.75	0.12	38
	จະเชิงเตตรา	1	เลื่อยจัน	30.60	2	2	8.40	0.07	20
2			31.04	2	9	7.18	0.10	18	
3			32.40	2	12	7.91	0.10	19	
	สุพรรณบุรี	1		46.80	4	35	9.81	0.10	24
2			37.92	3	5	9.22	0.07	18	
3			34.15	4	11	7.87	0.05	16	
4			37.51	3	3	5.62	0.06	15	

ตารางที่ 11 ค่าสถิติจากการวิเคราะห์หาค่าความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยต่างๆที่มีผลกระทบต่อเวลาที่ใช้ในการทอนไม้

งานย่อย	Dependent variable	R ²	F-test			Term	Constant/ coefficient	Estimated std.error	t-test	
			F-value	P	N				t-value	p
ทอนไม้	t_{bp}	0.785	91.910	<0.01	131	Constant	98.882	12.027	8.222	<0.01
						x_1	0.443	0.081	5.472	<0.01
						x_2	-28.720	3.228	-8.896	<0.01
						x_3	-0.346	0.256	-1.350	0.179
						x_4	0.631	0.351	1.798	0.746
						x_5	-2.702	3.863	-0.700	0.486
	t_{bc}	0.618	117.000	<0.01	366	Constant	6.675	1.069	6.245	<0.01
						x_1	0.250	0.028	8.787	<0.01
						x_2	-1.932	0.335	-5.760	<0.01
						x_3	0.116	0.026	4.463	<0.01
						x_4	0.817	0.095	8.571	<0.01
						x_5	7.921	4.801	1.650	0.998

จากผลการวิเคราะห์ทางสถิติโดยใช้ Multiple linear regression วิเคราะห์ปัจจัยที่มีผลต่อ เวลาที่ใช้ในการทอนไม้ คือ ความโตที่โคน สภาพพื้นที่ ประสิทธิภาพ ความยาวของต้นไม้ที่ทำเป็น สินค้าได้ และปริมาตรไม้ พบว่า การทอนไม้ ด้วยเลื่อยโซ่ ปัจจัยที่มีผลต่อเวลาที่ใช้ในการทอนไม้มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ กับความโตที่โคน สภาพพื้นที่ ($P < 0.01$) และเวลาที่ใช้ในการทอนไม้มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติกับ ประสิทธิภาพทำงาน ความยาวของต้นไม้ที่ทำเป็นสินค้าได้ และปริมาตรไม้ ($P = 0.179, 0.746, 0.486$) สรุปว่า ความโตที่โคน สภาพพื้นที่มีความสัมพันธ์กับเวลาที่ใช้ในการทอนไม้ด้วยเลื่อยโซ่ มากกว่าประสิทธิภาพทำงาน ความยาวของต้นไม้ที่ทำเป็นสินค้าได้ และปริมาตรไม้ โดยมีผลต่อเวลาที่ใช้ในการทอนไม้ถึง 79% จากผลการวิเคราะห์ทางสถิติจะได้รูปแบบสมการทางคณิตศาสตร์ (model) ดังสมการที่ 5 จากนั้นนำมารวมกับค่าคงที่ b คือเวลาเฉลี่ยในการเดินไปทอนไม้ มีค่าเท่ากับ 10 วินาที/ต้น ซึ่งจะได้รูปแบบสมการที่เหมาะสม ดังสมการที่ 7

การทอนไม้ ด้วยเลื่อยจาน เวลาที่ใช้ในการทอนไม้มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับ ความโตที่โคน สภาพพื้นที่ ประสิทธิภาพ และความยาวของต้นไม้ที่ทำเป็นสินค้าได้ ($P < 0.01$) และมีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติกับปริมาตรไม้ ($P = 0.998$) สรุปว่า ความโตที่โคน สภาพพื้นที่ ประสิทธิภาพ และความยาวของต้นไม้ที่ทำเป็นสินค้าได้มีความสัมพันธ์กับเวลาที่ใช้ในการทอนไม้ด้วยเลื่อยจานมากกว่า ปริมาตรไม้ โดยมีผลต่อเวลาที่ใช้ในการทอนไม้ถึง 62% จากผลการวิเคราะห์ทางสถิติจะได้รูปแบบสมการทางคณิตศาสตร์ (model) ดังสมการที่ 6 จากนั้นนำมารวมกับค่าคงที่ b คือเวลาเฉลี่ยในการเดินไปทอนไม้ มีค่าเท่ากับ 10 วินาที/ต้น ซึ่งจะได้รูปแบบสมการที่เหมาะสม ดังสมการที่ 8

$$\text{เลื่อยโซ่} : t_{bp} = 98.882 + 0.442631 x_1 - 28.7195 x_2 \quad (5)$$

$$\text{เลื่อยจาน} : t_{bc} = 6.6748 + 0.250216 x_1 - 1.93235 x_2 + 0.115618 x_3 + 0.817169 x_4 \quad (6)$$

$$t_{ibp} = t_{bp} + b \quad (7)$$

$$t_{ibc} = t_{bc} + b \quad (8)$$

เมื่อ t_{ibp} = เวลาที่ใช้ในการทอนไม้ทั้งหมดด้วยเลื่อยโซ่, วินาที/ต้น

t_{ibc} = เวลาที่ใช้ในการทอนไม้ทั้งหมดด้วยเลื่อยจาน, วินาที/ต้น

t_{bp} = เวลาที่ใช้ในการทอนไม้ด้วยเลื่อยโซ่, วินาที/ต้น

t_{bc} = เวลาที่ใช้ในการทอนไม้ด้วยเลื่อยจาน, วินาที/ต้น

x_1 = ความโตที่โคน (stump diameter), ซม. (โดยที่ $x_1 > 0$)

x_2 = สภาพพื้นที่ (โดยที่ $x_2 > 0$)

x_3 = ประสบการณ์ทำงาน, ปี (โดยที่ $x_3 = 1-45$)

x_4 = ความยาวของต้นไม้ที่ทำเป็นสินค้า, เมตร (โดยที่ $x_4 > 0$)

x_5 = ปริมาตรไม้, ต้น (โดยที่ $x_5 > 0$)

b = ค่าคงที่ (เวลาเฉลี่ยในการเดินไปทอนไม้) มีค่าเท่ากับ 10, วินาที/ต้น

จากรูปแบบจำลองทางคณิตศาสตร์สามารถคำนวณผลผลิตภาพของการทอนไม้ โดยการแทนค่าของตัวแปรที่มีผลต่อเวลาในการล้มไม้ ลงในสมการ ซึ่งจะได้เป็นเวลาที่ใช้ในการล้มไม้ มีหน่วยเป็นวินาทีต่อต้น และสามารถที่จะนำไปหาผลผลิตภาพการทอนไม้ต่อชั่วโมงในแต่ละพื้นที่ศึกษาได้ผลดังนี้

สวนป่าองค์พระ จ. สุพรรณบุรี มีการทอนไม้ด้วยเลื่อยโซ่ และเลื่อยจาน ซึ่งพบว่า ถ้าทอนไม้ด้วยเลื่อยโซ่ เมื่อมีการแทนค่าของตัวแปรที่มีผลต่อเวลาในการทอนไม้ ลงในสมการที่ 7 ซึ่งจะได้เป็นเวลาที่ใช้ในการทอนไม้ต่อต้น ซึ่งพบเวลาเฉลี่ยที่ใช้ในการทอนไม้ต่อต้น คือ 47 วินาที และเมื่อนำไปหาคำนวณหาผลผลิตภาพการทอนไม้ต่อชั่วโมง จะได้ปริมาตรไม้ต่อชั่วโมงเฉลี่ย คือ 8.75 ลูกบาศก์เมตร และถ้าทอนไม้ด้วยเลื่อยจาน เมื่อมีการแทนค่าของตัวแปรที่มีผลต่อเวลาในการทอนไม้ ลงในสมการที่ 8 ซึ่งจะได้เป็นเวลาที่ใช้ในการทอนไม้ต่อต้น ซึ่งพบเวลาเฉลี่ยที่ใช้ในการทอนไม้ต่อต้น คือ 28 วินาที และเมื่อนำไปหาคำนวณหาผลผลิตภาพการทอนไม้ต่อชั่วโมง จะได้ปริมาตรไม้ต่อชั่วโมงเฉลี่ย คือ 8.64 ลูกบาศก์เมตร

สวนป่าคลองตะเกรา จ. ฉะเชิงเทรา ทอนไม้ด้วยเลื่อยจาน เมื่อมีการแทนค่าของตัวแปรที่มีผลต่อเวลาในการทอนไม้ ลงในสมการที่ 8 ซึ่งจะได้เป็นเวลาที่ใช้ในการทอนไม้ต่อต้น ซึ่งพบเวลาเฉลี่ยที่ใช้ในการทอนไม้ต่อต้น คือ 28 วินาที และเมื่อนำไปหาคำนวณหาผลผลิตภาพการทอนไม้ต่อชั่วโมง จะได้ปริมาตรไม้ต่อชั่วโมงเฉลี่ย คือ 11.54 ลูกบาศก์เมตร

สวนป่าของบริษัทเอกชน จ. นครนายก ทอนไม้ด้วยเลื่อยโซ่ เมื่อมีการแทนค่าของตัวแปรที่มีผลต่อเวลาในการทอนไม้ ลงในสมการที่ 7 ซึ่งจะได้เป็นเวลาที่ใช้ในการทอนไม้ต่อต้น ซึ่งพบเวลาเฉลี่ยที่ใช้ในการทอนไม้ต่อต้น คือ 85 วินาที และเมื่อนำไปหาคำนวณหาผลผลิตภาพการทอนไม้ต่อชั่วโมง จะได้ปริมาตรไม้ต่อชั่วโมงเฉลี่ย คือ 23.44 ลูกบาศก์เมตร

แต่เมื่อพิจารณาถึงผลผลิตภาพของการทอนไม้ตามเครื่องมือที่ใช้ พบว่า การทอนไม้ด้วยเลื่อยโซ่ให้ปริมาณที่มากกว่า การทอนไม้ด้วยเลื่อยจาน โดยมีปริมาตรเฉลี่ย คือ 19.77 ม³/ชั่วโมง และ 9.88 ม³/ชั่วโมง ตามลำดับ ดังปรากฏในตารางที่ 12

ตารางที่ 12 ค่าของเวลาที่ใช้ในการทอนไม้ และผลผลิตต่อชั่วโมง

ขั้นตอนการทำไม้	พื้นที่ศึกษา	คนทอนไม้	เครื่องมือ	เวลา (วินาที/ ต้น)	ปริมาตร (ม ³ /ชั่วโมง)	
ทอนไม้	นครนายก	1	เลื่อยโซ่	86	21.94	
		2		84	21.80	
		3		86	26.58	
	สุพรรณบุรี	ค่าเฉลี่ย	1	เลื่อยจาน	47	8.75
			ค่าเฉลี่ย		76	19.77
			1		28	9.40
			2		27	12.71
	ฉะเชิงเทรา	ค่าเฉลี่ย	3	เลื่อยจาน	29	12.51
			1		33	10.89
			2		28	8.22
			3		25	6.43
			4		25	8.99
			ค่าเฉลี่ย		28	9.88

2.2.3 การลิดกิ่งรวมกอง

จากการศึกษาเวลาการทำงานของขั้นตอนการลิดกิ่งรวมกองไม้ (time study) เพื่อนำมาวิเคราะห์หาค่าความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยต่างๆที่มีผลกระทบต่อเวลาที่ใช้ในการลิดกิ่งรวมกองไม้ พบว่า ปัจจัยที่มีผลต่อเวลาที่ใช้ในการลิดกิ่งรวมกองในแต่ละพื้นที่ศึกษา ได้ผลดังนี้

สวนป่าองค์พระ จ. สุพรรณบุรี ลิดกิ่งรวมกองด้วยมีด พบว่า ปัจจัยที่มีผลต่อเวลาที่ใช้ในการลิดกิ่งรวมกอง คือ 1. สภาพพื้นที่ โดยค่าอยู่ที่ระดับ 3-4 2. ประสบการณ์ทำงาน พบว่า

คนลิดกิ่งรวมกองไม้มีประสบการณ์ทำงานสูงสุด คือ 25 ปี 3. ความยาวของต้นไม้ที่ทำเป็นสินค้า มีความยาวเฉลี่ย คือ 8.32 ม. 4. ปริมาตรไม้ เฉลี่ย คือ 0.06 ลบ.ม. และเวลาที่ใช้ในการลิดกิ่งรวมกองของคนลิดกิ่งรวมกองของสวนป่าองค์พระ เฉลี่ยอยู่ที่ 47 วินาที/ต้น

สวนป่าคลองตะเกรา จ. ฉะเชิงเทรา ลิดกิ่งรวมกองด้วยมีด พบว่า ปัจจัยที่มีผลต่อเวลาที่ใช้ในการลิดกิ่งรวมกอง คือ 1. สภาพพื้นที่ โดยค่าอยู่ที่ระดับ 1 2. ประสบการณ์ทำงาน พบว่าคนลิดไม้มีประสบการณ์ทำงานสูงสุด คือ 3 ปี 3. ความยาวของต้นไม้ที่ทำเป็นสินค้า มีความยาวเฉลี่ย คือ 7.44 ม. 4. ปริมาตรไม้ เฉลี่ย คือ 0.07 ลบ.ม. และเวลาที่ใช้ในการลิดกิ่งรวมกองของคนลิดกิ่งรวมกองของสวนป่าคลองตะเกรา เฉลี่ยอยู่ที่ 58 วินาที/ต้น

สวนป่าของบริษัทเอกชน จ. นครนายก ลิดกิ่งรวมกองด้วยมีด พบว่า ปัจจัยที่มีผลต่อเวลาที่ใช้ในการลิดกิ่งรวมกอง คือ 1. สภาพพื้นที่ โดยค่าอยู่ที่ระดับ 2 2. ประสบการณ์ทำงาน พบว่าคนลิดกิ่งรวมกองมีประสบการณ์ทำงานสูงสุด คือ 20 ปี 3. ความยาวของต้นไม้ที่ทำเป็นสินค้า มีความยาวเฉลี่ย คือ 13.39 ม. 4. ปริมาตรไม้ เฉลี่ย คือ 0.67 ลบ.ม. และเวลาที่ใช้ในการลิดกิ่งรวมกองของคนลิดกิ่งรวมกองของสวนป่าของบริษัทเอกชน เฉลี่ยอยู่ที่ 422 วินาที/ต้น ปรากฏในตารางที่ 13 จากปัจจัยที่มีผลต่อเวลาที่ใช้ในการลิดกิ่งรวมกองในแต่ละพื้นที่ศึกษาจะถูกนำไปวิเคราะห์โดยใช้สมการถดถอยเชิงเส้น (linear regression) สร้างรูปแบบสมการทางคณิตศาสตร์ (model) จากค่าทางสถิติ ปรากฏในตารางที่ 14

ตารางที่ 13 ปัจจัยต่างๆที่มีผลกระทบต่อเวลาที่ใช้ในการลิดกิ่งรวมกอง

ขั้นตอนการ ทำไม้	พื้นที่ศึกษา	คนลิดกิ่ง รวมกอง	เครื่องมือ	สภาพพื้นที่	ประสบการณ์	ความยาวของต้นไม้ที่ทำเป็น	ปริมาตรไม้,	เวลา, วินาที/ ต้น
				x_2	ทำงาน, ปี x_3	สินค้า, ม. x_4	ต้น x_5	ต้น t_1
ลิดกิ่งรวม กอง	ฉะเชิงเทรา	1	มีด	1	3	7.16	0.07	58
		2		1	1	7.72	0.06	57
สุพรรณบุรี	นครนายก	1	2	20	12.70	0.74	421	
		2	2	12	14.08	0.60	423	
	สุพรรณบุรี	1	3	14	9.83	0.07	46	
		2	4	17	7.54	0.05	47	
		3	3	25	6.85	0.07	46	
		4	4	18	9.20	0.06	48	
		5	4	16	8.20	0.05	48	

ตารางที่ 14 ค่าสถิติจากการวิเคราะห์หาค่าความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยต่างๆที่มีผลกระทบต่อเวลาที่ใช้ในการลิดกิ่งรวมกอง

งานย่อย	Dependent variable	R ²	F-test			Term	Constant/ coefficient	Estimated std.error	t-test	
			F-value	P	N				t-value	p
ลิดกิ่งรวมกอง	t_1	0.785	200.680	<0.01	260	Constant	13.881	11.394	1.218	0.224
						x_2	-13.781	4.641	-2.969	0.033
						x_3	1.406	0.731	1.924	0.555
						x_4	4.898	1.158	4.231	<0.01
						x_5	408.900	21.307	19.191	<0.01

จากผลการวิเคราะห์ทางสถิติโดยใช้ Multiple linear regression วิเคราะห์ปัจจัยที่มีผลต่อ เวลาที่ใช้ในการลิดกิ่งรวมกอง คือ สภาพพื้นที่ ประสบการณ์ ความยาวของต้นไม้ที่ทำเป็นสินค้าได้ และปริมาตรไม้ การลิดกิ่งรวมกอง เวลาที่ใช้ในการลิดกิ่งรวมกองมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับ ความยาวของต้นไม้ที่ทำเป็นสินค้าได้ และปริมาตรไม้ ($P < 0.01$) และมีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติกับ สภาพพื้นที่ และประสบการณ์ ($P = 0.033, 0.555$)

สรุปว่า ความยาวของต้นไม้ที่ทำเป็นสินค้าได้ และปริมาตรไม้มีความสัมพันธ์กับเวลาที่ใช้ในการลิดกิ่งรวมกองมากกว่าสภาพพื้นที่ และประสบการณ์ โดยมีผลต่อเวลาที่ใช้ในการลิดกิ่งรวมกองถึง 79% จากผลการวิเคราะห์ทางสถิติจะได้รูปแบบสมการทางคณิตศาสตร์ (model) ดังสมการที่ 9 จากนั้นนำมารวมกับค่าคงที่ c คือเวลาเฉลี่ยในการเดินไปลิดกิ่งรวมกอง มีค่าเท่ากับ 6 วินาที/ต้น ซึ่งจะได้รูปแบบสมการที่เหมาะสม ดังสมการที่ 10

$$\text{มีด: } t_1 = 13.881 + 4.89768 x_4 + 408.9 x_5 \quad (9)$$

$$t_{II} = t_1 + c \quad (10)$$

เมื่อ t_{II} = เวลาที่ใช้ในการลิดกิ่งรวมกองไม้ทั้งหมด, วินาที/ต้น

t_1 = เวลาที่ใช้ในการลิดกิ่งรวมกองไม้, วินาที/ต้น

x_2 = สภาพพื้นที่ (โดยที่ $x_2 > 0$)

x_3 = ประสบการณ์ทำงาน, ปี (โดยที่ $x_3 = 1-45$)

x_4 = ความยาวของต้นไม้ที่ทำเป็นสินค้า, เมตร (โดยที่ $x_4 > 0$)

x_5 = ปริมาตรไม้, ต้น (โดยที่ $x_5 > 0$)

c = ค่าคงที่ (เวลาเฉลี่ยในการเดินไปลิดกิ่งรวมกอง) มีค่าเท่ากับ 6, วินาที/ต้น

จากรูปแบบจำลองทางคณิตศาสตร์สามารถคำนวณผลผลิตภาพของการลิดกิ่งรวมกอง โดยการแทนค่าของตัวแปรที่มีผลต่อเวลาในการลิดกิ่งรวมกอง ลงในสมการ ซึ่งจะได้เป็นเวลาที่ใช้ในการลิดกิ่งรวมกอง มีหน่วยเป็นวินาทีต่อต้น และสามารถที่จะนำไปหาผลผลิตภาพการลิดกิ่งรวมกองต่อชั่วโมงในแต่ละพื้นที่ศึกษา ได้ผลดังนี้

สวนป่าองค์พระ จ. สุพรรณบุรี การลิดกิ่งรวมกองด้วยมีด เมื่อมีการแทนค่าของตัวแปรที่มีผลต่อเวลาในการลิดกิ่งรวมกอง ลงในสมการที่ 10 ซึ่งจะได้เป็นเวลาที่ใช้ในการลิดกิ่งรวมกองต่อต้น ซึ่งพบเวลาเฉลี่ยที่ใช้ในการลิดกิ่งรวมกองต่อต้น คือ 86 วินาที และเมื่อนำไปหาคำนวณหาผลผลิตภาพการลิดกิ่งรวมกองต่อชั่วโมง จะได้ปริมาตรไม้ต่อชั่วโมงเฉลี่ย คือ 2.57 ลูกบาศก์เมตร

สวนป่าคลองตะเกรา จ. ฉะเชิงเทรา การลิดกิ่งรวมกองด้วยมีด เมื่อมีการแทนค่าของตัวแปรที่มีผลต่อเวลาในการลิดกิ่งรวมกอง ลงในสมการที่ 10 ซึ่งจะได้เป็นเวลาที่ใช้ในการลิดกิ่งรวมกองต่อต้น ซึ่งพบเวลาเฉลี่ยที่ใช้ในการลิดกิ่งรวมกองต่อต้น คือ 84 วินาที และเมื่อนำไปหาคำนวณหาผลผลิตภาพการลิดกิ่งรวมกองต่อชั่วโมง จะได้ปริมาตรไม้ต่อชั่วโมงเฉลี่ย คือ 2.92 ลูกบาศก์เมตร

สวนป่าของบริษัทเอกชน จ. นครนายก การลิดกิ่งรวมกองด้วยมีด เมื่อมีการแทนค่าของตัวแปรที่มีผลต่อเวลาในการลิดกิ่งรวมกอง ลงในสมการที่ 10 ซึ่งจะได้เป็นเวลาที่ใช้ในการลิดกิ่งรวมกองต่อต้น ซึ่งพบเวลาเฉลี่ยที่ใช้ในการลิดกิ่งรวมกองต่อต้น คือ 359 วินาที และเมื่อนำไปหาคำนวณหาผลผลิตภาพการลิดกิ่งรวมกองต่อชั่วโมง จะได้ปริมาตรไม้ต่อชั่วโมงเฉลี่ย คือ 6.69 ลูกบาศก์เมตร

แต่เมื่อพิจารณาถึงผลผลิตภาพของการลิดกิ่งรวมกองด้วยมีดในทั้ง 3 พื้นที่ พบว่า โดยมีปริมาตรเฉลี่ย คือ $3.57 \text{ ม}^3/\text{ชั่วโมง}$ ดังปรากฏในตารางที่ 15

ตารางที่ 15 ค่าของเวลาที่ใช้ในการลิดกิ่งรวมกอง และผลิตภาพต่อชั่วโมง

ขั้นตอนการทำ ไม้	พื้นที่ศึกษา	คนลิดกิ่งรวม กองไม้	เครื่องมือ	เวลา (วินาที/ต้น)	ปริมาตร (ม ³ /ชั่วโมง)
ลิดกิ่งรวมกอง	มะเขิงเทรา	1	มีด	85	3.13
		2		83	2.72
	นครนายก	1		383	6.92
		2		334	6.46
	สุพรรณบุรี	1		97	2.66
		2		79	2.46
		3		83	3.16
		4		89	2.39
		5		80	2.20
		ค่าเฉลี่ย		146	3.57

3. ค่าใช้จ่ายในการทำไม้

จากการสอบถามค่าใช้จ่ายการทำไม้ในแต่ละขั้นตอนจากผู้รับเหมา เพื่อนำมาคำนวณหา ค่าใช้จ่ายต่อลูกบาศก์เมตรในแต่ละขั้นตอนของการทำไม้ยูคาลิปตัส ซึ่งจะได้ค่าใช้จ่ายต่อลูกบาศก์ เมตรในแต่ละขั้นตอนของการทำไม้ยูคาลิปตัส อันได้แก่ขั้นตอน การล้มไม้ การทอนไม้ และการลิด กิ่งรวมกอง ซึ่งในแต่ละขั้นตอนเครื่องมือที่ใช้ก็ต่างกัน ซึ่งมีผลทำให้ค่าใช้จ่ายก็ต่างกัน โดยได้ พิจารณาค่าใช้จ่ายตามขั้นตอนการทำไม้ในแต่ละขั้นตอน ได้ผลดังนี้

3.1 การล้มไม้

การล้มไม้ ซึ่งเครื่องมือที่ใช้ คือ เลื่อยโซ่ และเลื่อยจาน พบว่า จากการสอบถาม ค่าใช้จ่ายการทำไม้ในขั้นตอนของการล้มไม้ด้วยเลื่อยโซ่ มีค่าใช้จ่ายดังนี้ ราคาเลื่อยโซ่ 26,000 บาท อัตราดอกเบี้ย 0.15 บาท/ปี อายุเครื่องมือ 10 ปี ราคาโซ่เลื่อย 10,800 บาท/ปี ราคาบาร์เลื่อย 12,000 บาท/ปี หัวเทียน 150 บาท/ปี หน้าทองขาว 2,040 บาท/ปี ตะไบ 3,000 บาท/ปี เวลาทำงาน 323 วัน/ปี ค่าซ่อม 10.83 บาท/ชั่วโมง (ราคาโซ่เลื่อย + ราคาบาร์เลื่อย + หัวเทียน + หน้าทองขาว + ตะไบ + หาง

ด้วย ชั่วโมงทำงาน) ราคาน้ำมัน 42.50 บาท/ชั่วโมง ค่าจ้าง 62.50 บาท/ชั่วโมง ซึ่งข้อมูลที่ได้เป็น ข้อมูลที่ได้จากการสอบถามจากผู้รับเหมาทำไม้ จากข้อมูลดังกล่าวนำมาคำนวณหา ค่าเสื่อมราคา ดอกเบี้ย และ เบี้ยประกัน โดยใช้สูตรของ Rome, 1976 ดังที่ได้กล่าวแล้วในส่วนของตรวจเอกสาร ซึ่งจากการคำนวณมีค่า คือ 0.27บาท/ชั่วโมง, 0.91บาท/ชั่วโมง และ 0.18 บาท/ชั่วโมง ตามลำดับ หลังจากนั้นนำค่ามาคำนวณหาค่าใช้จ่ายต่อลูกบาศก์เมตรของขั้นตอนการลี้มไม้ โดยการนำมารวมกับค่าของ ค่าซ่อม ราคาน้ำมัน และ ค่าจ้าง ซึ่งได้ค่าใช้จ่ายต่อหน่วยราคาของขั้นตอนการลี้มไม้ด้วย เลื่อยโซ่ คือ 106.36 บาท/ชั่วโมง

พบว่า จากการสอบถามค่าใช้จ่ายการทำไม้ในขั้นตอนของการลี้มไม้ด้วยเลื่อยจาน มี ค่าใช้จ่ายดังนี้ ราคาเลื่อยจาน 3,500 บาท อัตราดอกเบี้ย 0.15 บาท/ปี อายุเครื่องมือ 2 ปี ราคาใบเลื่อย 2,000 บาท/ปี สปริงคาร์ท 150 บาท/ปี ค่าแถมใบเลื่อย 4,800 บาท/ปี เวลาการทำงาน 323 วัน/ปี ค่าซ่อม 2.69 บาท/ชั่วโมง (สปริงคาร์ท + ค่าแถมใบเลื่อย + ราคาใบเลื่อย หารด้วย ชั่วโมงการทำงาน) ราคาน้ำมัน 32.50 บาท/ชั่วโมง ค่าจ้าง 62.50 บาท/ชั่วโมง ซึ่งข้อมูลที่ได้เป็นข้อมูลที่ได้จากการ สอบถามจากผู้รับเหมาทำไม้ จากข้อมูลดังกล่าวนำมาคำนวณหา ค่าเสื่อมราคา ดอกเบี้ย และ เบี้ย ประกัน โดยใช้สูตรของ (Rome, 1976) ดังที่ได้กล่าวแล้วในส่วนของตรวจเอกสาร ซึ่งจากการ คำนวณมีค่า คือ 0.18 บาท/ชั่วโมง, 0.12บาท/ชั่วโมง และ 0.02 บาท/ชั่วโมง ตามลำดับ หลังจากนั้น นำค่ามาคำนวณหาค่าใช้จ่ายต่อลูกบาศก์เมตรของขั้นตอนการลี้มไม้ โดยการนำมารวมกับค่าของ ค่า ซ่อม ราคาน้ำมัน และ ค่าจ้าง ซึ่งได้ค่าใช้จ่ายต่อหน่วยราคาของขั้นตอนการลี้มไม้ด้วยเลื่อยจาน คือ 95.32 บาท/ชั่วโมง

3.2 การทอนไม้

การทอนไม้ ซึ่งเครื่องมือที่ใช้ คือ เลื่อยโซ่ และเลื่อยจาน พบว่า จากการสอบถาม ค่าใช้จ่ายการทำไม้ในขั้นตอนของการทอนไม้ด้วยเลื่อยโซ่ มีค่าใช้จ่ายดังนี้ ราคาเลื่อยโซ่ 15,000 บาท อัตราดอกเบี้ย 0.15 บาท/ปี อายุเครื่องมือ 10 ปี ราคาโซ่เลื่อย 8,400 บาท/ปี ราคาบาร์เลื่อย 6,000 บาท/ปี หัวเทียน150 บาท/ปี หน้าทองขาว 2,040 บาท/ปี ตะไบ 3,000 บาท/ปี เวลาการทำงาน 323 วัน/ปี ค่าซ่อม 7.58 บาท/ชั่วโมง (ราคาโซ่เลื่อย + ราคาบาร์เลื่อย + หัวเทียน + หน้าทองขาว + ตะไบ หารด้วย ชั่วโมงทำงาน) ราคาน้ำมัน 42.50 บาท/ชั่วโมง ค่าจ้าง 62.50 บาท/ชั่วโมง ซึ่งข้อมูลที่ได้เป็น ข้อมูลที่ได้จากการสอบถามจากผู้รับเหมาทำไม้ จากข้อมูลดังกล่าวนำมาคำนวณหา ค่าเสื่อมราคา ดอกเบี้ย และ เบี้ยประกัน โดยใช้สูตรของ (Rome, 1976) ดังที่ได้กล่าวแล้วในส่วนของตรวจเอกสาร

ซึ่งจากการคำนวณมีค่า คือ 0.15 บาท/ชั่วโมง, 0.52 บาท/ชั่วโมง และ 0.10 บาท/ชั่วโมง ตามลำดับ หลังจากนั้นนำค่ามาคำนวณหาค่าใช้จ่ายต่อลูกบาศก์เมตรของขั้นตอนการทอนไม้ โดยการนำมารวมกับค่าของ ค่าซ่อม ราคาน้ำมัน และ ค่าจ้าง ซึ่งได้ค่าใช้จ่ายต่อหน่วยราคาของขั้นตอนการทอนไม้ด้วยเลื่อยโซ่ คือ 105.78 บาท/ชั่วโมง

พบว่า จากการสอบถามค่าใช้จ่ายการทำไม้ในขั้นตอนของการทอนไม้ด้วยเลื่อยจาน มีค่าใช้จ่ายดังนี้ ราคาเลื่อยจาน 3,500 บาท อัตราดอกเบี้ย 0.15 บาท/ปี อายุเครื่องมือ 2 ปี ราคาใบเลื่อย 2,000 บาท/ปี สปริงคาร์ท 150 บาท/ปี ค่าแถมใบเลื่อย 4,800 บาท/ปี เวลาการทำงาน 323 วัน/ปี ค่าซ่อม 2.69 บาท/ชั่วโมง (สปริงคาร์ท + ค่าแถมใบเลื่อย + ราคาใบเลื่อย หารด้วย ชั่วโมงการทำงาน) ราคาน้ำมัน 32.50 บาท/ชั่วโมง ค่าจ้าง 62.50 บาท/ชั่วโมง ซึ่งข้อมูลที่ได้เป็นข้อมูลที่ได้จากการสอบถามจากผู้รับเหมาทำไม้ จากข้อมูลดังกล่าวนำมาคำนวณ ค่าเสื่อมราคา ดอกเบี้ย และ เบี้ยประกัน โดยใช้สูตรของ (Rome, 1976) ดังที่ได้กล่าวไว้ในส่วนของตรวจเอกสาร ซึ่งจากการคำนวณมีค่า คือ 0.18 บาท/ชั่วโมง, 0.12บาท/ชั่วโมง และ 0.02 บาท/ชั่วโมง ตามลำดับ หลังจากนั้นนำค่ามาคำนวณหาค่าใช้จ่ายต่อลูกบาศก์เมตรของขั้นตอนการทอนไม้ โดยการนำมารวมกับค่าของ ค่าซ่อม ราคาน้ำมัน และ ค่าจ้าง ซึ่งได้ค่าใช้จ่ายต่อหน่วยราคาของขั้นตอนการทอนไม้ด้วยเลื่อยจาน คือ 95.32 บาท/ชั่วโมง

3.3 การลิดกิ่งรวมกอง

พบว่า จากการสอบถามค่าใช้จ่ายการทำไม้ในขั้นตอนของการลิดกิ่งรวมกองด้วยมีด มีค่าใช้จ่ายดังนี้ ราคามีด 250 บาท อายุเครื่องมือ 5 ปี เวลาการทำงาน 323 วัน/ปี ค่าจ้าง 62.50 บาท/ชั่วโมง ซึ่งข้อมูลที่ได้เป็นข้อมูลที่ได้จากการสอบถามจากผู้รับเหมาทำไม้ หลังจากนั้นนำค่ามาคำนวณหาค่าใช้จ่ายต่อลูกบาศก์เมตรของขั้นตอนการลิดกิ่งรวมกอง ซึ่งได้ค่าใช้จ่ายต่อหน่วยราคาของขั้นตอนการทอนไม้ด้วยเลื่อยจาน คือ 62.50 บาท/ชั่วโมง

จากนั้นนำค่าใช้จ่ายต่อหน่วยราคาของขั้นตอนการทำไม้ในแต่ละขั้นตอนมาคำนวณหาค่าใช้จ่ายต่อลูกบาศก์เมตร อันได้แก่ขั้นตอน การล้มไม้ การทอนไม้ และการลิดกิ่งรวมกอง ได้ผลดังนี้

การล้มน้ ถ้ำล้มน้ด้วยเลื่อยโซ่ จะมีค่าใช้จ่ายต่อลูกบาศก์เมตร 8.54 บาท/ม³ ซึ่งคำนวณได้จากการ นำค่าใช้จ่ายต่อหน่วยราคาของขั้นตอนการล้มน้ด้วยเลื่อยโซ่ ซึ่งมีค่า 106.36 บาท/ชั่วโมง หาดด้วย ค่าเฉลี่ยต่อปริมาตร ซึ่งมีค่า 12.45 ม³/ชั่วโมง แต่ถ้ำล้มน้ด้วยเลื่อยจาน จะมีค่าใช้จ่ายต่อลูกบาศก์เมตร 3.35 บาท/ม³ ซึ่งคำนวณได้จากการ นำค่าใช้จ่ายต่อหน่วยราคาของขั้นตอนการล้มน้ด้วยเลื่อยโซ่ ซึ่งมีค่า 95.32 บาท/ชั่วโมง หาดด้วย ค่าเฉลี่ยต่อปริมาตร ซึ่งมีค่า 28.43 ม³/ชั่วโมง

การทอนน้ ถ้ำทอนน้ด้วยเลื่อยโซ่ จะมีค่าใช้จ่ายต่อลูกบาศก์เมตร 5.35 บาท/ม³ ซึ่งคำนวณได้จากการ นำค่าใช้จ่ายต่อหน่วยราคาของขั้นตอนการล้มน้ด้วยเลื่อยโซ่ ซึ่งมีค่า 105.78 บาท/ชั่วโมง หาดด้วย ค่าเฉลี่ยต่อปริมาตร ซึ่งมีค่า 19.77 ม³/ชั่วโมง แต่ถ้ำล้มน้ด้วยเลื่อยจาน จะมีค่าใช้จ่ายต่อลูกบาศก์เมตร 9.88 บาท/ม³ ซึ่งคำนวณได้จากการ นำค่าใช้จ่ายต่อหน่วยราคาของขั้นตอนการล้มน้ด้วยเลื่อยโซ่ ซึ่งมีค่า 95.32 บาท/ชั่วโมง หาดด้วย ค่าเฉลี่ยต่อปริมาตร ซึ่งมีค่า 9.65 ม³/ชั่วโมง

การลิดกิ่งรวมกอง ลิดกิ่งรวมกองด้วยมีด จะมีค่าใช้จ่ายต่อลูกบาศก์เมตร 17.53 บาท/ม³ ซึ่งคำนวณได้จากการ นำค่าใช้จ่ายต่อหน่วยราคาของขั้นตอนการล้มน้ด้วยเลื่อยโซ่ ซึ่งมีค่า 62.50 บาท/ชั่วโมง หาดด้วย ค่าเฉลี่ยต่อปริมาตร ซึ่งมีค่า 17.53 ม³/ชั่วโมง

จากข้อมูลค่าใช้จ่ายในการทำน้ในแต่ละขั้นตอน พบว่าการล้มน้ด้วยเลื่อยจาน ค่าใช้จ่ายในการล้มน้มีค่าน้อยกว่าการล้มน้ด้วยเลื่อยโซ่ ส่วนการทอนน้ด้วยเลื่อยโซ่ค่าใช้จ่ายในการทอนน้มีค่าน้อยกว่าการทอนน้ด้วยเลื่อยจาน ปรากฏในตารางที่ 16

ตารางที่ 16 ข้อมูลและค่าใช้จ่ายในแต่ละขั้นตอนการทำไม้

งานย่อย Cost factors	ส้มไม้		ทอนไม้		ลิดกิ่งรวมกอง มีด
	เลื่อยโซ่	เลื่อยจาน	เลื่อยโซ่	เลื่อยจาน	
ราคาซื้อ, บาท	26000	3500	15000	3500	250
อัตราดอกเบี้ย, บาท/ปี	0.15	0.15	0.15	0.15	-
อายุเครื่องมือ, ปี	10	2	10	2	5
ราคาโซ่เลื่อย, บาท/ปี	10800	-	8400	-	-
ราคาบาร์เลื่อย, บาท/ปี	12000	-	6000	-	-
ราคาใบเลื่อย, บาท/ปี	-	2000	-	2000	-
เวลาการทำงาน, วัน/ปี	323	323	323	323	323
ค่าเสื่อมราคา, บาท/ชั่วโมง	0.27	0.18	0.15	0.18	-
ดอกเบี้ย, บาท/ชั่วโมง	0.91	0.12	0.52	0.12	-
เบี้ยประกัน, บาท/ชั่วโมง	0.18	0.02	0.10	0.02	-
ค่าซ่อม, บาท/ชั่วโมง	10.83	2.69	7.58	2.69	-
ราคาน้ำมัน, บาท/ชั่วโมง	42.50	32.50	42.50	32.50	-
ค่าจ้าง, บาท/ชั่วโมง	62.50	62.50	62.50	62.50	62.50
หน่วยราคา, บาท/ชั่วโมง	106.36	95.32	105.78	95.32	62.50
ค่าเฉลี่ยปริมาตร, (ม ³ /ชั่วโมง	12.45	28.43	19.77	9.88	3.57
ราคา, (บาท/ม ³)	8.54	3.35	5.35	9.65	17.523

วิจารณ์

1. รูปแบบการทำไม้

จากการสำรวจลักษณะพื้นที่ศึกษา พบว่า ในแต่ละพื้นที่ศึกษามีลักษณะของสภาพพื้นที่ที่ต่างกันไม่ว่าจะเป็น ความหนาแน่นของวัชพืชต่อพื้นที่ ระยะการปลูก ซึ่งระยะการปลูกมีผลต่อขนาดความโตของไม้ โดยเฉพาะในสวนป่าของบริษัทเอกชน จ.นครนายก ที่ขนาดของไม้มีขนาดใหญ่ อีกทั้งความหนาแน่นของวัชพืช และความ โตของไม้เป็นปัจจัยที่มีผลต่อเวลาในการทำไม้

จากลักษณะของสภาพพื้นที่ที่ต่างกันมีผลต่อรูปแบบการทำไม้ที่ต่างกัน พบว่า สวนป่าองค์พระ จ.สุพรรณบุรี ล้มไม้ด้วยเลื่อยโซ่ ทอนไม้ด้วยเลื่อยโซ่และเลื่อยจาน สวนป่าคลองตะเกรา จ.ฉะเชิงเทรา ล้ม ไม้และทอน ไม้ด้วยเลื่อยจาน สวนป่าของบริษัทเอกชน จ.นครนายก ล้มไม้ด้วยเลื่อยจาน ทอนไม้ด้วยเลื่อยโซ่ แต่ทั้ง 3 พื้นที่ศึกษา ลิดกิ่งรวมกองด้วยมีด โดยในแต่ละพื้นที่ศึกษาของแต่ละขั้นตอนการทำไม้ คนงานมีประสบการณ์ทำงานที่ต่างกัน ซึ่งเป็นปัจจัยหนึ่งที่มีผลต่อเวลาที่ใช้ในการทำไม้ และยังส่งผลต่อผลิตภาพการทำไม้ในแต่ละขั้นตอน

2. ผลิตภาพในการทำไม้

2.1 การล้มไม้

จากการศึกษาเวลาการทำงานของการล้มไม้ เพื่อนำมาวิเคราะห์หาค่าความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยต่างๆ ที่มีผลกระทบทต่อเวลาที่ใช้ในการล้มไม้ โดยปัจจัยที่คาดว่าจะมีผลต่อเวลาที่ใช้ในการล้มไม้ คือ ปัจจัยของความโตที่โคน สภาพพื้นที่ ประสบการณ์ทำงาน แต่เมื่อนำมาวิเคราะห์โดยใช้สมการถดถอยเชิงเส้น เพื่อสร้างรูปแบบสมการทางคณิตศาสตร์ พบว่า มีเพียงปัจจัยของสภาพพื้นที่ และประสบการณ์ทำงาน ที่มีผลต่อเวลาการล้มไม้ด้วยเลื่อยโซ่ แต่ปัจจัยของความโตที่โคนกลับไม่มีผล ทั้งที่ในความเป็นจริงปัจจัยของความโตที่โคนต้องมีผลต่อเวลาที่ใช้ในการล้มไม้ ที่เป็นเช่นนี้เนื่องมาจาก ในพื้นที่ที่ล้มไม้ด้วยเลื่อยโซ่มีขนาดของไม้มีขนาดเล็ก เมื่อเทียบกับการล้มไม้ด้วยเลื่อยโซ่ขนาดบาร์ 25 แล้ว ทำให้ความโตแทบไม่มีผลต่อเวลาในการล้มไม้ด้วยเลื่อยโซ่เลย เมื่อเทียบกับปัจจัยของสภาพพื้นที่ และประสบการณ์ทำงาน และการล้มไม้ด้วยเลื่อยโซ่ต้องอาศัยคนที่มีประสบการณ์ในการทำงานค่อนข้างมาก เพราะในการล้มไม้คนล้มต้องมีความชำนาญในการใช้

เลื่อยโซ่ เพราะเวลาล้อมไม้คนล้อมจะอยู่ค่อนข้างชิดต้นไม้ ต่างจากเลื่อยงานที่เวลาล้อมอยู่ค่อนข้างห่างจากต้นไม้เนื่องจากลักษณะของเลื่อยที่ต่างกัน

สำหรับการล้อมไม้ด้วยเลื่อยงาน มีเพียงปัจจัยของความโตที่โคน และสภาพพื้นที่ ที่มีผลต่อเวลาการล้อมไม้ด้วยเลื่อยงาน จากสมการจะเห็นว่าขนาดของความ โตมีผลต่อเวลาการล้อมไม้ด้วยเลื่อยงาน เนื่องจากในพื้นที่ที่ล้อมด้วยเลื่อยงานมีขนาดของไม้ที่โต โดยเฉพาะไม้ในพื้นที่สวนป่าของ บริษัทเอกชนใน จ. นครนายก เมื่อเปรียบเทียบกับกำลังของเลื่อยงานแล้วจึงทำให้เวลาในการล้อมไม้ด้วยเลื่อยงานต้องใช้เวลามากกว่า แต่ประสิทธิภาพทำงานกลับไม่มีผลเนื่องจาก เลื่อยงานเลื่อยงาน เป็นเลื่อยที่ดัดแปลงมาจากเครื่องตัดหญ้าที่ทำการปรับใบเลื่อยให้อยู่ในแนวตั้ง ประกอบกับลักษณะของเลื่อยงานที่มีใบเลื่อยอยู่ห่างจากคนล้อม ดังนั้นการล้อมไม้ด้วยเลื่อยงานจึงไม่ต้องอาศัย ประสิทธิภาพทำงานมากเท่าการล้อมไม้ด้วยเลื่อยโซ่

ส่วนปัจจัยในเรื่องของสภาพพื้นที่ เป็นปัจจัยที่มีผลต่อเวลาในการล้อมไม้ทั้งการล้อมไม้ด้วยเลื่อยโซ่ และการล้อมไม้ด้วยเลื่อยงาน เนื่องจากในทุกสภาพพื้นที่ต่างมีระดับของความหนาแน่นของวัชพืช ต่อพื้นที่ต่างกัน ซึ่งเป็นปัจจัยที่หลีกเลี่ยงไม่ได้ นอกจากก่อนการทำงานต้องมีการเคลียร์พื้นที่ก่อน เพื่อลดเวลาในการล้อมไม้ลง

2.2 การทอนไม้

จากการศึกษาเวลาการทำงานของการทอนไม้ เพื่อนำมาวิเคราะห์หาค่าความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยต่างๆ ที่มีผลกระทบทต่อเวลาที่ใช้ในการทอนไม้ โดยปัจจัยที่คาดว่าจะมีผลต่อเวลาที่ใช้ในการทอนไม้ คือ ปัจจัยของความโตที่โคน สภาพพื้นที่ ประสิทธิภาพทำงาน ความยาวที่ทำเป็นสินค้า ปริมาตรไม้ แต่เมื่อนำมาวิเคราะห์โดยการใช้สมการถดถอยเชิงเส้น เพื่อสร้างรูปแบบสมการทางคณิตศาสตร์ จะพบว่ามีเพียงปัจจัยของความโตที่โคน และสภาพพื้นที่ ที่มีผลต่อเวลาในการเวลาในการทอนไม้ด้วยเลื่อยโซ่ เนื่องจากในพื้นที่ทอนไม้ด้วยเลื่อยโซ่ ขนาดของ ไม้ที่โตมาก โดยเฉพาะในสวนป่าของบริษัทเอกชน เพราะเมื่อนำเลื่อยโซ่ที่มีขนาดบาร์ 20 ซึ่งเป็นเลื่อยโซ่ที่มีขนาดเล็กเมื่อนำไปทอนไม้ที่มีขนาดใหญ่จึงมีผลทำให้เวลาที่ใช้ในการทอนมาก เป็นเหตุให้ปัจจัยในด้านอื่นๆ ไม่มีผลต่อเวลาในการทอนไม้

ส่วนการทอนไม้ด้วยเลื่อยงาน พบว่าปัจจัยของ ความโตที่โคน สภาพพื้นที่ ประสิทธิภาพทำงาน และความยาวที่ทำเป็นสินค้า เป็นปัจจัยที่มีผลต่อเวลาที่ใช้ในการทอนไม้ด้วยเลื่อยงาน ซึ่งปัจจัยในเรื่องความ โตของไม้มีผลต่อเวลาที่ใช้ในการทอนไม้ด้วยเลื่อยโซ่ เนื่องจากขนาดของไม้ในพื้นที่ที่ทอนด้วยเลื่อยงานมีขนาดความโตไม่ใหญ่เท่ากับไม้ที่ทอนด้วยเลื่อยโซ่ เพราะไม้ที่ทอนด้วยเลื่อย

งานมีขนาดที่เหมาะสมกับขนาดของเลื่อย จึงมีปัจจัยด้านอื่นเข้ามามีผลต่อเวลาในการทอนไม้ด้วย เลื่อยงาน

2.3 การลิดกิ่งรวมกอง

จากการศึกษาเวลาการทำงานของการลิดกิ่งรวมกอง เพื่อนำมาวิเคราะห์หาค่าความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยต่างๆ ที่มีผลกระทบต่อเวลาที่ใช้ในการลิดกิ่งรวมกอง โดยปัจจัยที่คาดว่าจะมีผลต่อเวลาที่ใช้ในการลิดกิ่งรวมกอง คือ ปัจจัยของสภาพพื้นที่ ประสิทธิภาพทำงาน ความยาวที่ทำเป็นสินค้า ปริมาตรไม้ แต่เมื่อนำมาวิเคราะห์โดยการใส่สมการถดถอยเชิงเส้น เพื่อสร้างรูปแบบสมการทางคณิตศาสตร์ พบว่า มีเพียงปัจจัยของ ความยาวที่ทำเป็นสินค้า และปริมาตรไม้ ที่มีผลต่อเวลาที่ใช้ในการลิดกิ่งรวมกอง เนื่องจากปัจจัยในเรื่องของ ความยาวที่ทำเป็นสินค้า แสดงถึงจำนวนท่อน ถ้าต้นไม้ที่มีความยาวที่ทำเป็นสินค้ามาก จำนวนท่อนก็มากตาม เวลาที่ใช้ในการลิดกิ่งต่อต้นก็ใช้เวลามาก รวมถึงเวลาในการเดินไปรวมกองเวลาที่ใช้ก็มากขึ้น ประกอบไม้ที่มีปริมาตรมาก การลิดกิ่งก็จะใช้เวลามากเนื่องจากมีขนาดและน้ำหนักที่มาก เมื่อนำไม้ไปรวมกองเวลาที่ใช้ก็มากกว่าไม้ที่มีปริมาตรน้อยเนื่องจากการนำไปรวมกองอาจนำไปได้หลายท่อน ต่างจากไม้ที่มีปริมาตรน้อยอาจนำไปรวมกองได้มากกว่า 1 ท่อน เนื่องจากปัจจัยทั้ง 2 ปัจจัยนี้มีผลต่อเวลาที่ใช้ในการลิดกิ่งรวมกองมาก จึงทำให้ปัจจัยในด้านของ สภาพพื้นที่ และประสิทธิภาพทำงานไม่มีผลต่อเวลาในการลิดกิ่งรวมกอง และเนื่องจากการลิดกิ่งรวมกอง มีเพียงรูปแบบเดียว คือการลิดกิ่งรวมกองด้วยมีด จึงไม่สามารถเปรียบเทียบในเรื่องของเครื่องมือ และวิธีการที่นำไปสู่ผลิตภาพและขั้นตอนของการลิดกิ่งรวมกอง

3. ค่าใช้จ่าย

จากการสอบถามจากผู้รับเหมาทำไม้ค่าใช้จ่ายในแต่ละขั้นตอนการทำไม้ เพื่อคำนวณหาค่าใช้จ่ายต่อลูกบาศก์เมตรในแต่ละขั้นตอนการทำไม้ยูคาลิปตัส จะได้ค่าใช้จ่ายต่อลูกบาศก์เมตรในแต่ละขั้นตอนการทำไม้ยูคาลิปตัส พบว่าการลี้มน้อยด้วยเลื่อยงาน ค่าใช้จ่ายในการลี้มน้อยกว่าการลี้มน้อยด้วยเลื่อยโซ่ ส่วนการทอนไม้ด้วยเลื่อยโซ่ค่าใช้จ่ายในการทอนไม้น้อยกว่าการทอนไม้ด้วยเลื่อยงาน

ถึงแม้ว่าการล้มน้ด้วยเลื่อยงาน และการทอนไม้ด้วยเลื่อยโซ่จะให้ปริมาตรไม้ที่มากและ
ค่าใช้จ่ายที่น้อย แต่เครื่องมือทั้งสองก็มีข้อดีและข้อเสียที่ต่างกัน จาก พระราชบัญญัติ เลื่อยโซ่ยนต์
พ.ศ. 2545 ห้ามมิให้ผู้ใดมี ผลิต หรือนำเข้าเลื่อยโซ่ยนต์ เว้นแต่จะได้รับใบอนุญาตจากนายทะเบียน
เลื่อยโซ่ยนต์ การออกใบอนุญาตให้มีเลื่อยโซ่ยนต์ ให้นายทะเบียนเลื่อยโซ่ยนต์ทำเครื่องหมายที่
เลื่อยโซ่ยนต์ตามแบบที่กำหนดในกฎกระทรวง และระบุพื้นที่ที่อนุญาตให้มีหรือใช้เลื่อยโซ่ยนต์ไว้
ด้วย (ศูนย์ทนายความทั่วไป, 2553) แต่สำหรับ เลื่อยงานนั้นแม้ไม่ต้องมีใบการอนุญาต แต่มีข้อเสีย
ในเรื่องของอายุการใช้งานที่ไม่ยาวนานเท่าเลื่อยโซ่



สรุป และข้อเสนอแนะ

สรุป

จากการศึกษาผลิตภาพ และค่าใช้จ่ายในการทำไม้ยูคาลิปตัสในท้องที่ภาคกลางของประเทศไทย ซึ่งมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาถึงรูปแบบการทำไม้ ผลิตภาพ และค่าใช้จ่าย ได้ผลดังนี้

1. รูปแบบการทำไม้

จากผลการศึกษาในรูปแบบการทำไม้ในแต่ละพื้นที่ศึกษา พบว่ารูปแบบการทำไม้ ในแต่ละพื้นที่ศึกษา ประกอบด้วยขั้นตอนการล้มน้ การตัดทอน และการลิดกิ่งรวมกอง และในแต่ละพื้นที่ศึกษาใช้เครื่องมือในแต่ละขั้นตอนการทำไม้ต่างกัน พบว่า สวนป่าองค์พระ ล้มน้ด้วยเลื่อยโซ่ และทอนไม้ด้วยเลื่อยโซ่และเลื่อยจาน ส่วนสวนป่าคลองตะเกรา ล้มน้และทอนไม้ด้วยเลื่อยจาน และสวนป่าของบริษัทเอกชน ล้มน้ด้วยเลื่อยจาน แต่ทอนไม้ด้วยเลื่อยโซ่ โดยในการทำไม้จะทำงานเป็นชุด โดย 1 ชุด จะมี 6-7 คน การล้มน้ มีคนล้มน้ 2 คน (คนล้มน้และผู้ช่วยล้มน้) ซึ่งผู้ช่วยล้มน้จะทำหน้าที่ในการกำหนดทิศทางการล้มน้ของไม้โดยใช้ตะขอเกี่ยวแล้วดึงให้ล้มน้ในทิศทางที่ต้องการ แต่การล้มน้ที่สวนป่าของบริษัทเอกชนต้องมีการบากหน้าก่อน และถึงลัดหลังเพื่อล้มน้ เนื่องจากไม้ในพื้นที่มีขนาดใหญ่ ส่วนการทอนไม้ ถ้าทอนไม้ด้วยเลื่อยจานจะมีคนทอนไม้ 1 คน แต่ถ้าทอนไม้ด้วยเลื่อยโซ่ จะมีคนทอน 2 คน คือ คนทอนและผู้ช่วยทอน โดยผู้ช่วยทอนจะทำหน้าที่ในการคอยเติมน้ำมันหล่อโซ่เพื่อป้องกันเลื่อยติด และที่สวนป่าของบริษัทเอกชนผู้ช่วยทอนจะทำหน้าที่ในการคอยเติมน้ำมันหล่อโซ่และทำหน้าที่ในการปักหลักตามความยาวของไม้ที่ทอน เพื่อป้องกันไม้ตกลงไปในคูน้ำ ส่วนการลิดกิ่งรวมกองด้วยมีด มีคนลิดกิ่งรวมกอง 4-5 คน

ซึ่งจากการศึกษารูปแบบการทำไม้ในแต่ละพื้นที่ศึกษา จะพบว่า รูปแบบการทำไม้ในแต่ละพื้นที่ศึกษา ประกอบด้วย 3 ขั้นตอน คือ 1. ขั้นตอนของการล้มน้ ซึ่งมี 2 รูปแบบ คือ การล้มน้ด้วยเลื่อยโซ่ และการล้มน้ด้วยเลื่อยจาน 2. ขั้นตอนการทอนไม้ ซึ่งมี 2 รูปแบบ คือ การทอนไม้ด้วยเลื่อยโซ่ และการทอนไม้ด้วยเลื่อยจาน 3. ขั้นตอนการลิดกิ่งรวมกอง ซึ่งมี 1 รูปแบบ คือการลิดกิ่งรวมกองด้วยมีด โดยในการทำไม้จะทำงานเป็นชุด โดย 1 ชุด จะมี 6-7 คน แต่เนื่องจากขั้นตอนในการทำไม้เป็นขั้นตอนที่ต่อเนื่องเป็นลำดับ โดยเริ่มจากการล้มน้ การทอนไม้ และการลิดกิ่งรวมกอง

ดังนั้น คนงานในการทำไม้ใน 1 ชุด จึงไม่จำเป็นต้องมี 6-7 คน ควรมีแค่ 5 คน เนื่องจากคนล้มน้ำ และคนทอนไม้อาจเป็นคนเดียวกัน ส่วนผู้ช่วยล้มน้ำและทอนไม้ก็เป็นคนเดียวกัน ส่วนคนลิดกิ่งรวมกอง ซึ่งเป็นขั้นตอนต่อจากขั้นตอนของการล้มน้ำและทอนไม้ ดังนั้น คนงานที่ทำไม้ในขั้นตอนของการล้มน้ำและทอนไม้ก็อาจมาทำในส่วนของขั้นตอนการลิดกิ่งรวมกอง

2. ผลผลิตภาพในการทำไม้

จากผลการศึกษาเวลาการทำงานของการทำไม้ (time study) ในแต่ละขั้นตอน นำมาวิเคราะห์หาค่าความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยต่างๆ ที่คาดว่าจะมีผลกระทบต่อเวลาที่ใช้ในการทำไม้ในแต่ละขั้นตอน วิเคราะห์โดยใช้สมการถดถอยเชิงเส้น (linear regression) เพื่อสร้างรูปแบบสมการทางคณิตศาสตร์ (model) จากค่าทางสถิติ พบว่า ปัจจัยที่มีผลต่อเวลาที่ใช้ในการล้มน้ำด้วยเลื่อยโซ่ คือ สภาพพื้นที่และประสิทธิภาพทำงาน โดยมีผลต่อเวลาที่ใช้ในการล้มน้ำถึง 60% ส่วนการล้มน้ำด้วยเลื่อยจานปัจจัยที่มีผลต่อเวลาที่ใช้ในการล้มน้ำ คือ ความโตที่โคนและสภาพพื้นที่ โดยมีผลต่อเวลาที่ใช้ในการล้มน้ำถึง 99%

ส่วนการทอนไม้ ปัจจัยที่มีผลต่อเวลาการทอนไม้ด้วยเลื่อยโซ่ คือ ความโตที่โคน สภาพพื้นที่ โดยมีผลต่อเวลาที่ใช้ในการทอนไม้ถึง 79% ส่วนการทอนไม้ด้วยเลื่อยจานปัจจัยที่มีผลต่อเวลาการทอนไม้ คือ ความโตที่โคน สภาพพื้นที่ ประสิทธิภาพ และความยาวของต้นไม้ที่ทำเป็นสินค้าได้ โดยมีผลต่อเวลาที่ใช้ในการทอนไม้ถึง 62%

ส่วนการลิดกิ่งรวมกอง ปัจจัยที่มีผลต่อเวลาที่ใช้ในการลิดกิ่งรวมกอง คือ ความยาวของต้นไม้ที่ทำเป็นสินค้าได้ และปริมาตรไม้ โดยมีผลต่อเวลาที่ใช้ในการลิดกิ่งรวมกองถึง 79%

คำนวณผลผลิตภาพของการทำไม้ โดยการแทนค่าของตัวแปรของปัจจัยที่มีผลต่อเวลาที่ใช้ในการทำไม้ในแต่ละขั้นตอนต่างๆ ลงในสมการ ซึ่งจะได้เป็นเวลาที่ใช้ในการทำไม้ในแต่ละขั้นตอน มีหน่วยเป็นวินาทีต่อตัน และสามารถที่จะนำไปหาผลผลิตภาพการทำไม้ต่อชั่วโมง ได้ดังนี้ คือ การล้มน้ำด้วยเลื่อยโซ่ 12.45 ม³/ชม., เลื่อยจาน 28.43 ม³/ชม., การทอนไม้ ด้วยเลื่อยโซ่ 19.77 ม³/ชม., เลื่อยจาน 9.88 ม³/ชม., การลิดกิ่งรวมกอง ลิดกิ่งด้วยมีด 3.57 ม³/ชม.

ซึ่งจากการศึกษาผลิตภาพในการทำไม้ได้มาจากการศึกษาเวลาการทำงานของการทำไม้ในแต่ละขั้นตอน โดยการนำเอาปัจจัยที่คาดว่าจะมีผลต่อระยะเวลาที่ใช้ในการทำไม้ในแต่ละขั้นตอนมาวิเคราะห์หาค่าความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยต่างๆ โดยใช้สมการถดถอยเชิงเส้นเพื่อสร้างเป็นรูปแบบสมการทางคณิตศาสตร์ ซึ่งแต่ละขั้นตอนของการทำไม้จะมีรูปแบบที่ต่างกัน การลี้มน้ำ มี 2 รูปแบบ คือการลี้มน้ำด้วยเลื่อยโซ่ และการลี้มน้ำด้วยเลื่อยจาน ดังนั้นสมการที่ได้จึงมี 2 สมการ คือสมการของการลี้มน้ำด้วยเลื่อยโซ่และสมการของการลี้มน้ำด้วยเลื่อยจาน พบว่า 2 รูปแบบ จะมีปัจจัยที่มีผลต่อเวลาต่างกัน ถ้าเป็นสมการของการลี้มน้ำด้วยเลื่อยโซ่ ปัจจัยที่มีผลคือสภาพพื้นที่และประสิทธิภาพทำงาน ส่วนปัจจัยของความโตที่โคนต้น กลับไม่มีผล ที่เป็นเช่นนี้เนื่องจากการลี้มน้ำด้วยเลื่อยโซ่พบว่ามีความสัมพันธ์ของสวนป่าองค์พระ ที่ทำการลี้มน้ำด้วยเลื่อยโซ่ และเลื่อยโซ่ที่ใช้ในการลี้มน้ำมีขนาดบาร์ 25 ซึ่งมีขนาดใหญ่เมื่อเทียบกับขนาดของไม้ของสวนป่าองค์พระ ดังนั้นสวนป่าองค์พระ ควรที่จะลี้มน้ำด้วยเลื่อยจาน เพื่อให้เครื่องมือมีขนาดที่เหมาะสมกับขนาดของไม้ ส่วนสมการของการลี้มน้ำด้วยเลื่อยจาน ปัจจัยที่มีผล คือ ความโตที่โคนต้น และสภาพพื้นที่ ซึ่งพบว่า การลี้มน้ำด้วยเลื่อยจานความโตที่โคนต้น มีผลต่อเวลาที่ใช้ในการลี้มน้ำ โดยเฉพาะไม้ที่มีขนาดใหญ่อย่างไม้ในพื้นที่สวนป่าของบริษัทเอกชน ดังนั้นไม้ที่มีขนาดใหญ่ควรที่จะทำการลี้มน้ำด้วยเลื่อยโซ่ที่มีขนาดบาร์ 25 โดยมีขนาดความโตที่โคน > 50 ซม. ส่วนไม้ที่มีขนาดความโตที่โคน < 50 ซม. ควรที่จะลี้มน้ำด้วยเลื่อยจาน และก่อนที่จะมีการลี้มน้ำไม่ว่าจะเป็นการลี้มน้ำด้วยเลื่อยโซ่หรือลี้มน้ำด้วยเลื่อยจานต้องมีการเตรียมพื้นที่ก่อนทำการลี้มน้ำเพื่อจะได้ไม่เสียเวลาในการเตรียมพื้นที่ในขั้นตอนของการการลี้มน้ำ

ส่วนการทอนไม้ มี 2 รูปแบบ คือการทอนไม้ด้วยเลื่อยโซ่และการทอนไม้ด้วยเลื่อยจาน เมื่อนำมาวิเคราะห์หาค่าความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยต่างๆ ดังนั้นสมการที่ได้จึงมี 2 สมการ คือ สมการของการทอนไม้ด้วยเลื่อยโซ่และสมการของการทอนไม้ด้วยเลื่อยจาน พบว่า 2 รูปแบบ จะมีปัจจัยที่มีผลต่อเวลาต่างกัน ถ้าเป็นสมการของการทอนไม้ด้วยเลื่อยโซ่ ปัจจัยที่มีผล คือ ความโตที่โคนต้น และสภาพพื้นที่ ที่เป็นเช่นนี้เนื่องมาจากทอนไม้ด้วยเลื่อยโซ่ที่มีขนาดบาร์ 20 ซึ่งมีขนาดของเลื่อยที่มีขนาดเล็กกว่าเลื่อยโซ่ที่ใช้ในการลี้มน้ำ เมื่อนำมาทอนไม้ที่มีขนาดใหญ่อย่างไม้ในพื้นที่สวนป่าของบริษัทเอกชน จึงมีผลต่อเวลาที่ใช้ในการทอนมาก ดังนั้นเพื่อจะสามารถลดเวลาในการทอนไม้ที่มีขนาดของไม้ที่มีขนาดความโตที่ใกล้เคียงกับขนาดความโตของไม้ในสวนป่าของบริษัทเอกชน ควรทอนด้วยเลื่อยโซ่ที่มีขนาดบาร์ 25 ส่วนการทอนไม้ด้วยเลื่อยจาน ปัจจัยที่มีผล คือ ความโตที่โคนต้น สภาพพื้นที่ ประสิทธิภาพทำงาน ความยาวของไม้ที่ทำเป็นสินค้า ซึ่งปัจจัยในเรื่องความโตของไม้ไม่มีผลต่อเวลาที่ใช้ในการทอนไม้ด้วยเลื่อยโซ่มากกว่า ที่เป็นเช่นนี้เนื่องจากขนาดของไม้ใน

พื้นที่ที่ทอนด้วยเลื่อยงานซึ่งมีขนาดความโตไม่ใหญ่เท่ากับไม้ที่ทอนด้วยเลื่อยโซ่ เพราะไม้ที่ทอนด้วยเลื่อยงานมีขนาดที่เหมาะสมกับขนาดของเลื่อย จึงมีปัจจัยด้านอื่นเข้ามามีผลต่อเวลาในการทอน ไม้ด้วยเลื่อยงาน จะเห็นว่าปัจจัยที่มีผลต่อเวลาในขั้นตอนของการทอนไม้ทั้ง 2 รูปแบบ คือความโตที่โคนต้น แต่เมื่อเปรียบเทียบในส่วนของปริมาตรแล้ว การทอนไม้ด้วยเลื่อยโซ่จะให้ปริมาตรที่มากกว่าการทอนไม้ด้วยเลื่อยงาน แต่ถ้าเกิดเปลี่ยนมาทอนไม้ด้วยเลื่อยโซ่ที่มีขนาดบาร์ 25 เวลาที่ใช้ในการทอนจะน้อยกว่าและปริมาตรที่ได้อาจจะมากกว่าการทอนด้วยเลื่อยโซ่ขนาดบาร์ 20

ส่วนการลิดกิ่งรวมกอง มีเพียง 1 รูปแบบ คือ การลิดกิ่งรวมกองด้วยมีด เนื่องจากพื้นที่ศึกษาทั้ง 3 พื้นที่ ลิดกิ่งรวมกองด้วยมีด เมื่อนำปัจจัยมาวิเคราะห์ทางสถิติพบว่า มีเพียงปัจจัยของความยาวที่ทำเป็นสินค้าได้ และปริมาตรไม้ที่มีผลต่อเวลาในการลิดกิ่งรวมกอง เนื่องมาจากขั้นตอนของการลิดกิ่งรวมกองนั้น ถ้าไม่มีความยาวที่ทำเป็นสินค้าที่ยาว จำนวนทอนไม้ที่ทอนได้ต่อต้นก็จะมีจำนวนทอนที่มาก ซึ่งจะใช้เวลาในการลิดกิ่งรวมกองต่อต้นมากตาม ประกอบกับปริมาตรไม้ที่มากซึ่งแสดงว่าไม้มีขนาดของทอนที่ใหญ่ซึ่งในการลิดกิ่งก็จะใช้เวลามากตามและปัจจัย 2 ปัจจัยนี้ยังมีส่วนต่อการรวมกอง เพราะถ้าไม้มีปริมาตรที่มากจะต้องเสียเวลาในการเดินไปรวมกอง ในขณะที่ถ้าไม้มีปริมาตรที่น้อยก็ไม่ต้องเสียเวลาในการเดินไปรวมกอง อาจจะโยนไปรวมกองหรือไม่ก็ในการเดินไปรวมกองอาจหยิบไปรวมได้ 2-3 ท่อนต่อครั้ง ต่างจากไม้ที่มีปริมาตรมากที่หยิบไปรวมกองได้ทีละท่อนซึ่งจะเสียเวลาในขั้นตอนของการลิดกิ่งรวมกอง ดังนั้นเพื่อลดเวลาในการทำไม้ในขั้นตอนของการลิดกิ่งรวมกอง อาจทำการรวมกองในระยะที่ใกล้กับพื้นที่ที่ไม่ห่างจากพื้นที่ที่ทำการทอนไม้ไม่มาก และควรเพิ่มจำนวนของจุดที่รวมกองไม้เพิ่มมากขึ้น เพื่อลดเวลาในการเดินไปรวมกอง

แต่เมื่อนำมาคำนวณหาผลผลิตภาพของการทำไม้ในแต่ละขั้นตอน พบว่าการลี้มน้อยด้วยเลื่อยงานให้ปริมาตรที่มากกว่าการลี้มน้อยด้วยเลื่อยโซ่ ที่เป็นเช่นนี้เนื่องจาก พื้นที่ที่ทำการลี้มน้อยด้วยเลื่อยงานมีขนาดของไม้ที่โต โดยเฉพาะไม้ในพื้นที่ของสวนป่าของบริษัทเอกชน แต่เมื่อเปรียบเทียบในเรื่องของเวลากับไม้ที่มีขนาดเท่ากันในพื้นที่ในสวนป่าองค์พระ และสวนป่าคลองตะเกรา กลับพบว่า การลี้มน้อยด้วยเลื่อยโซ่ใช้เวลาน้อยกว่าการลี้มน้อยด้วยเลื่อยงาน ส่วนปริมาตรของการทอนไม้ พบว่า ปริมาตรไม้ของการทอนไม้ด้วยเลื่อยโซ่ให้ปริมาตรที่มากกว่าการทอนไม้ด้วยเลื่อยงาน เนื่องจาก พื้นที่ที่ทำการทอนไม้ด้วยเลื่อยโซ่มีขนาดของไม้ที่โต โดยเฉพาะไม้ในพื้นที่ของสวนป่าของบริษัทเอกชน แต่เมื่อเปรียบเทียบในเรื่องของเวลากับไม้ที่มีขนาดเท่ากัน อย่างพื้นที่ในสวนป่าองค์พระที่ทำการทอนด้วยเลื่อยโซ่ และสวนป่าคลองตะเกรา ที่ทำ

การทอนด้วยเลื่อยงานจะใช้เวลาในการทอนที่น้อยกว่าการทอนด้วยเลื่อยโซ่ที่มีขนาดบาร์ 20 ประกอบกับการทอนไม้ด้วยเลื่อยโซ่ต้องคอยเติมน้ำมันหล่อลื่นตลอดเวลา ดังนั้น เพื่อให้ได้ปริมาณไม้ที่มากและเวลาที่น้อยควรทอนไม้ด้วยเลื่อยงาน

ส่วนการลี้มน้ไม้ก็ควรลี้มน้ด้วยเลื่อยโซ่ที่มีขนาดบาร์ 25 ถ้าไม้มีขนาดที่โต > 50 ซม. โดยเฉพาะไม้ในพื้นที่ของสวนป่าของบริษัทเอกชน ส่วนไม้ที่มีขนาดที่โต < 50 ซม. อย่างพื้นที่ในสวนป่าองค์พระ และสวนป่าคลองตะเกรา ควรลี้มน้ด้วยเลื่อยงาน แต่ถึงอย่างไรก็ต้องพิจารณาในเรื่องของค่าใช้จ่ายและปัจจัยอื่นอีก โดยเฉพาะในเรื่องของ พรบ. การใช้เลื่อยยนต์

ส่วนปริมาตรของการลิดกิ่งรวมกองด้วยมีด ได้ปริมาตรต่อชั่วโมง น้อยกว่าขั้นตอนของการลี้มน้ และการทอนไม้ เนื่องจากเป็นขั้นตอนที่ต้องใช้เวลามากกว่า เพราะต้องทำการลิดกิ่งให้เสร็จ แล้วต้องเดินไปรวมกอง และอีกอย่างขั้นตอนของการลิดกิ่งรวมกองมีเพียงรูปแบบเดียว คือการลิดกิ่งรวมกองด้วยมีด จึงไม่สามารถเปรียบเทียบในเรื่องของผลิตภาพและค่าใช้จ่ายในขั้นตอนลิดกิ่งรวมกองได้

3. ค่าใช้จ่ายในการทำไม้

ค่าใช้จ่ายการทำไม้ยูคาลิปตัสในแต่ละขั้นตอนแตกต่างกันไปตามรูปแบบการทำไม้ที่ต่างกัน ซึ่งเมื่อนำมาคำนวณหาค่าใช้จ่ายต่อหน่วยได้ดังนี้ คือ การลี้มน้ด้วยเลื่อยโซ่ 8.54 บาท/ม³ เลื่อยงาน 3.35 บาท/ม³ การทอนไม้ ด้วยเลื่อยโซ่ 5.35 บาท/ม³ เลื่อยงาน 9.65 บาท/ม³ การลิดกิ่งรวมกอง ลิดกิ่งด้วยมีด 17.53 บาท/ม³

จากการคำนวณหาค่าใช้จ่ายในการทำไม้ยูคาลิปตัสในแต่ละขั้นตอน พบว่า ค่าใช้จ่ายในการลี้มน้ไม้ด้วยเลื่อยโซ่มีค่าใช้จ่ายต่อลูกบาศก์เมตรมากกว่าการลี้มน้ด้วยเลื่อยงาน ถึงแม้ว่าค่าใช้จ่ายต่อหน่วยลูกบาศก์เมตรของการลี้มน้ด้วยเลื่อยโซ่จะมีค่ามากกว่า แต่เวลาที่ใช้ในการลี้มน้ด้วยเลื่อยโซ่ใช้เวลาที่น้อยกว่า ดังนั้น ถ้าในพื้นที่ที่มีขนาดความโตที่โคน > 50 ซม. ควรที่จะทำการลี้มน้ด้วยเลื่อยโซ่ที่มีขนาดบาร์ 25 ในขณะที่ในพื้นที่ที่มีขนาดความโตที่โคน < 50 ซม. ควรที่จะทำการลี้มน้ด้วยเลื่อยงาน เพราะเมื่อนำมาคำนวณหาค่าใช้จ่ายต่อหน่วยลูกบาศก์เมตร พบว่ามีค่าใช้จ่ายที่คุ้มและเวลาที่ใช้ในการลี้มน้ก็น้อยลง ส่วนการทอนไม้ ค่าใช้จ่ายในการทอนด้วยเลื่อยโซ่มีค่าใช้จ่ายต่อหน่วยลูกบาศก์เมตรที่น้อยกว่าเลื่อยงาน แต่เวลาที่ใช้ในการทอนด้วยเลื่อยโซ่ใช้เวลามากกว่าการทอนไม้ด้วยเลื่อยงาน ดังนั้น ถ้าในพื้นที่ที่มีขนาดความโตที่โคน > 50 ซม. ควรที่จะทำการทอนไม้ด้วยเลื่อยโซ่ที่มีขนาดบาร์ 25 เพราะถ้าทอนไม้ด้วยเลื่อยโซ่ที่มี ขนาดบาร์ 20 เวลาที่ใช้ในการทอน

ไม้จะมีเวลาที่ค่อนข้างมากกว่าเลื่อยโซ่ขนาดบาร์ 25 ประกอบกับปริมาตรที่ได้ก็อาจน้อยกว่าเลื่อยโซ่ขนาดบาร์ 25 เมื่อดูค่าใช้จ่ายต่อหน่วย มีค่าใช้จ่ายที่ไม่ต่างกันมากระหว่างเลื่อยโซ่ขนาดบาร์ 25 และเลื่อยโซ่ขนาดบาร์ 20 ในขณะที่ในพื้นที่ที่มีขนาดความโตที่โคน < 50 ซม. ควรที่จะทำการทอนไม้ด้วยเลื่อยจานเพราะเมื่อนำมาคำนวณหาค่าใช้จ่ายต่อหน่วยลูกบาศก์เมตร พบว่ามีค่าใช้จ่ายที่คุ้มและเวลาที่ใช้ในการลี้มน้ก็น้อยลง ส่วนการลิดกิ่งรวมกอง จะเห็นว่าเป็นขั้นตอนที่มีค่าใช้จ่ายต่อหน่วยลูกบาศก์เมตรมากกว่าขั้นตอนของการลี้มน้ และการทอนไม้ เนื่องจากส่วนใหญ่เป็นเรื่องของการใช้แรงงานคนซึ่งต่างจากขั้นตอนของการลี้มน้และทอนไม้ ที่มีเครื่องจักรเข้ามาช่วย ถึงแม้จะมีในส่วนของค่าใช้จ่ายในส่วนอื่นมาเกี่ยวข้องแต่เมื่อเปรียบเทียบกับค่าใช้จ่ายในส่วนของการลิดกิ่งรวมกองแล้ว ยังมีค่าใช้จ่ายต่อหน่วยลูกบาศก์เมตรน้อยกว่า ดังนั้นเพื่อลดค่าใช้จ่ายในขั้นตอนนี้ควรมีวิธีการหรือเครื่องมือที่จะนำมาใช้ เพื่อลดค่าใช้จ่ายต่อไป

ดังนั้น เพื่อเพิ่มผลผลิตภาพในการทำไม้ยูคาลิปตัส ถ้าเป็นขั้นตอนของการลี้มน้ ถ้าในพื้นที่ที่มีขนาดความโตที่โคน > 50 ซม. ควรที่จะทำการลี้มน้ด้วยเลื่อยโซ่ที่มีขนาดบาร์ 25 ในขณะที่ในพื้นที่ที่มีขนาดความโตที่โคน < 50 ซม. ควรที่จะทำการลี้มน้ด้วยเลื่อยจาน ถ้าเป็นขั้นตอนของการทอนไม้ ถ้าในพื้นที่ที่มีขนาดความโตที่โคน > 50 ซม. ควรที่จะทำการทอนไม้ด้วยเลื่อยโซ่ที่มีขนาดบาร์ 25 ในขณะที่ในพื้นที่ที่มีขนาดความโตที่โคน < 50 ซม. ควรที่จะทำการทอนไม้ด้วยเลื่อยจาน ส่วนการลิดกิ่งรวมกองทำได้ด้วยมีด แต่เมื่อพิจารณาจากรูปแบบสมการที่ได้จากการศึกษา กลับพบว่า ควรลี้มน้ด้วยเลื่อยจานซึ่งจะได้ปริมาตร ไม้มากกว่าและค่าใช้จ่ายที่น้อยกว่าเลื่อยโซ่ ส่วนการทอนไม้ด้วยเลื่อยโซ่ได้ปริมาตร ไม้ที่ได้มากกว่าและค่าใช้จ่ายที่น้อยกว่าเลื่อยจาน และก่อนที่จะมีการทำไม้ควรที่จะมีการเตรียมพื้นที่ และควรมีการฝึกอบรมการทำไม้ให้แก่ผู้ทำงานก่อนเพื่อให้มีประสิทธิภาพการทำงาน เนื่องจากสภาพพื้นที่ และประสิทธิภาพทำงานมีผลต่อผลผลิตภาพในการทำไม้ เพราะปัจจัยของสภาพพื้นที่ และประสิทธิภาพทำงานมีผลต่อเวลาที่ใช้ในการทำไม้ในแต่ละขั้นตอนซึ่งส่งผลต่อผลผลิตภาพของการทำไม้ ซึ่งผลการศึกษาเรื่องนี้เป็นประโยชน์สำหรับนำไปเป็นข้อมูลประกอบในการวางแผนการทำไม้ยูคาลิปตัส ดังนั้นในการนำเอารูปแบบสมการทางคณิตศาสตร์ไปใช้ ต้องพิจารณาว่าในพื้นที่ได้มีการทำไม้ในแต่ละขั้นตอนในรูปแบบใด โดยในแต่ละพื้นที่มีปัจจัยที่ต้องพิจารณาหลายปัจจัย ไม่ว่าจะเป็นปัจจัยในเรื่องของ สภาพพื้นที่ แรงงานคน เครื่องมือ ตลอดจนผลผลิตภาพและค่าใช้จ่ายในที่ได้จากการทำไม้แต่ละขั้นตอน โดยเฉพาะถ้าเครื่องมือที่ใช้เป็นเลื่อยโซ่ ต้องพิจารณาในเรื่องของ พระราชบัญญัติเลื่อยโซ่ยนต์ พ.ศ. 2545 ซึ่งปัจจัยเหล่านี้เป็นตัวกำหนดว่าในพื้นที่นั้นจะเลือกใช้รูปแบบการทำไม้ในแต่ละขั้นตอนในรูปแบบใด โดยในแต่ละรูปแบบก็จะให้ผลผลิตภาพและค่าใช้จ่ายที่ต่างกันไปตามรูปแบบที่เลือก ซึ่งจากการศึกษาหา รูปแบบสมการทางคณิตศาสตร์ที่

เหมาะสมของการทำไม้ยูคาลิปตัสครั้งนี้ได้มีรูปแบบทั้งหมด 5 รูปแบบ ดังนี้ 1. รูปแบบของการ ล้มไม้ด้วยเลื่อยโซ่ ซึ่งจะได้อ้างอิงการที่ 3 2. รูปแบบของการล้มไม้ด้วยเลื่อยโซ่ ซึ่งจะได้อ้างอิงการ ที่ 4 3. รูปแบบของการทอนไม้ด้วยเลื่อยโซ่ ซึ่งจะได้อ้างอิงการที่ 7 4. รูปแบบของการทอนไม้ด้วย เลื่อยจาน ซึ่งจะได้อ้างอิงการที่ 8 และ 5. รูปแบบของการลัดกิ่งรวมกองด้วยมิด ซึ่งจะได้อ้างอิงการที่ 10 ซึ่งจากรูปแบบสมการทางคณิตศาสตร์ที่เหมาะสมนั้นสามารถที่นำไปสู่การหาผลผลิตภาพและ ค่าใช้จ่ายในการทำไม้ยูคาลิปตัส และสามารถนำไปเป็นแนวทางประกอบการตัดสินใจในการเลือก วิธีการทำไม้ยูคาลิปตัสในสภาพการที่ใกล้เคียงกันกับพื้นที่ที่ศึกษา เพื่อให้ได้ผลประโยชน์ทางด้าน ธุรกิจที่เหมาะสมที่สุดต่อไป ไม่ว่าจะเป็นทางด้านการลงทุนปลูก การนำไม้ที่ปลูกได้ไปใช้ ประโยชน์ การตลาด และอื่นๆ ได้ต่อไป

ข้อเสนอแนะ

1. ควรจะได้มีการศึกษาผลผลิตภาพและค่าใช้จ่ายขั้นตอนการขนส่งไม้เพิ่มเติม เพื่อที่จะได้ ข้อมูลการทำไม้ตั้งแต่การล้มไม้จนถึงการขนส่งถึงโรงงาน เนื่องจากขั้นตอนในการขนส่งไม้ถึง โรงงาน ไม่สามารถที่จะตามไปเก็บข้อมูลได้ เพราะ โรงงานอยู่ไกลจากสวนป่า ระยะเวลาที่ขนส่งไม้ ถึงโรงงานจึงกินเวลา 2-3 วัน
2. ควรมีการเก็บข้อมูลในภาคอื่นๆ ของประเทศไทย เพื่อที่จะสามารถนำมาเปรียบเทียบใน เรื่องของเครื่องมือ และวิธีการที่ใช้ในการทำไม้ เพราะเนื่องจากการศึกษานี้ได้ศึกษาเฉพาะการทำ ไม้ยูคาลิปตัสในภาคกลาง ทำให้ข้อมูลไม่ครอบคลุมทั่วประเทศ เพื่อที่จะสามารถนำไปใช้ในการศึกษา ถึงผลผลิตภาพและค่าใช้จ่ายในการทำไม้ และเป็นแนวทางในการทำไม้ยูคาลิปตัสในประเทศไทยได้

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

- กรมป่าไม้. 2551. **พื้นที่ป่าไม้ของประเทศไทย**. แหล่งที่มา:
<http://web2.forest.go.th/stat/stat50/TAB1.htm>, 7 กันยายน 2553.
- คมสัน จิระภัทรศิลป์. 2544. **การศึกษางานอุตสาหกรรม**. ภาควิชาครุศาสตร์ อุตสาหกรรมและ
 เทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี, กรุงเทพฯ.
- ชวลิต อรุณีพัฒน์พงศ์ ไพโรจน์ นิवासวัต และรัชชัช สินณะ. 2530. **การศึกษาการโค่นล้ม-ตัด
 ทอนต้นยูคาลิปตัส**. ฝ่ายเศรษฐกิจ กองแผนงาน กรมป่าไม้.
- ชวลิต อรุณีพัฒน์พงศ์ ไพโรจน์ นิवासวัต และรัชชัช สินณะ. 2530. **การศึกษาการปลูกและการ
 ทำไม้ยูคาลิปตัส** การศึกษาเฉพาะกรณี : สวนป่าเอกชนในท้องที่ภาคกลางและตะวันออก.
 ฝ่ายเศรษฐกิจ กองแผนงาน กรมป่าไม้.
- ชาญ บุญยศิริกุล. 2525. **การคณิตป่าไม้** คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ.
- สมาคมการพิมพ์ไทย. 2553. **อุตสาหกรรมเยื่อกระดาษของไทย**. แหล่งที่มา:
<http://www.thaiprint.org/thaiprint/index.>, 19 กรกฎาคม 2553.
- สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ. 2551. **ยูคาลิปตัส: ไม้เศรษฐกิจของโลก**.
 แหล่งที่มา: <http://www.nstda.or.th/index.php/news/>, 21 กุมภาพันธ์ 2554.
- สำนักส่งเสริมและพัฒนาไม้เศรษฐกิจ. 2553 **โครงการจัดหาบัญชีก๊าซเรือนกระจกพื้นที่สวนป่า
 องค์การอุตสาหกรรมป่าไม้**. แหล่งที่มา: <http://www.fio.co.th/>, 3 พฤศจิกายน 2553.
- ศูนย์ทนายความทั่วไปไทย. 2553. **พระราชบัญญัติ เลื่อยโซ่ยนต์ พ.ศ. ๒๕๔๕**. แหล่งที่มา:
www.forest.go.th/forestry_law/index.php?option, 19 ตุลาคม 2554.

อำนาจ คอวนิช. 2524. **การทำไม้**. กองทุนจัดพิมพ์ตำราป่าไม้ คณะวนศาสตร์
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

Behjou, F.K., B. Majnounian, J. Dvorak, M. Namiranian, A. Saeed and J. Fegghi. 2009.
Productivity and Cost of Manual Felling with a Chainsaw in Caspian Forests. **J. For.
Sci.** 55 (2): 96-100.

Ghaffarian, M.R., and H. Sobhany. 2007. Cost Production Study of Motor-manually
Felling and Processing of Logs. **For. Sci.** 3: 69-76.

Freese, F. 1967. **Elementary Statistical Methods for Foresters**. USDA, Agriculture
Handbook 317. U.S. Department of Agriculture, Washington, D.C.

Manavakun, N. 2008. Time Consumption Modelling for Timber Haulage in Commercial Teak
Plantations, pp. 115-132. In S. Diloksumpun and L. Puangchit, eds. **FORTROP II:
Tropical Forestry Change in a Changing**. Kasetsart University, Bangkok.

Rome, 1976. **Harvesting Man-Made Forests in Developing Countries** A Manual on
Techniques, Roads, Production and Costs. Food and Agriculture Organization of The
United Nations. FOI: TF 74 (SWE).

Sobhany, H and W.B. Stuart. 1988. Harvesting Systems Evaluation in Caspian Forests. **J. Eng.** :
21-24.

ประวัติการศึกษา และการทำงาน

ชื่อ	นางสาวทิพวรรณ แสงทอง
เกิดวันที่	24 พฤศจิกายน 2528
สถานที่เกิด	อำเภอกุฉินชัย จังหวัดอุตรธานี
ประวัติการศึกษา	วท.บ. (วนศาสตร์) มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
ตำแหน่งปัจจุบัน	เจ้าหน้าที่ GIS
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	เบญจจินดา

