



รายงานการวิจัย

การพัฒนาระบบออกแบบรูปแบบการเลื่อย ระบบควบคุมการอัดน้ำยา
ระบบควบคุมการอบและตากไม้ต้นแบบ สำหรับการผลิตไม้ยางพารา
แปรรูปในโรงงานอุตสาหกรรม (โครงการต่อเนื่องระยะที่ 3)

Development of Sawing Pattern Design System, Wood
Impregnation Control System and Design of Wood Drying
Kiln and Control System for Industrial Rubberwood Lumber
Production (Project phase 3)

โดย

มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นิรันดร์ มาแทนและคณะ

มิถุนายน พ.ศ. 2556

ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจากสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ

ปีงบประมาณ 2555



รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์

โครงการวิจัยเรื่อง การพัฒนาระบบออกแบบรูปแบบการเลื่อย ระบบควบคุมการอัดน้ำยา ระบบควบคุมการอบ และเตาอบไม้ต้นแบบ สำหรับการผลิตไม้ยางพาราแปรรูปในโรงงานอุตสาหกรรม (โครงการต่อเนื่องระยะที่ 3)

Development of Sawing Pattern Design System, Wood Impregnation Control System and Design of Wood Drying Kiln and Control System for Industrial Rubberwood Lumber Production (Project phase 3)

รายนามคณะผู้วิจัย

1. ผศ.ดร.บุญนำ เกี้ยวข้อง	ที่ปรึกษา
2. ผศ.ดร.นิรันดร์ มาแทน	หัวหน้าโครงการ
3. นายกรกต สุวรรณรัตน์	ผู้ร่วมวิจัย
4. นายทวีศิลป์ วงศ์พรต	ผู้ร่วมวิจัย
5. นายณัฐพล วิทยานุกากร	ผู้ร่วมวิจัย
6. นายสุธน ศรีวะโร	ผู้ร่วมวิจัย
7. นายวินิช เพ็ชรหมณี	ผู้ร่วมวิจัย
8. นายธรรมบุญ ศรีน่วม	ผู้ร่วมวิจัย
9. นายจิรพงศ์ กาละกาญจน์	ผู้ร่วมวิจัย
10. นายใจเพชร ไต่ะหมาด	ผู้ร่วมวิจัย
11. นายสมโชค นาคปน	ผู้ร่วมวิจัย

หน่วยวิจัยวิทยาศาสตร์และวิศวกรรมไม้ มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์ อำเภอท่าศาลา จังหวัดนครศรีธรรมราช

ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจากสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ

มิถุนายน 2556

กิตติกรรมประกาศ (Acknowledgement)

คณะผู้วิจัยใคร่ขอขอบคุณทุนอุดหนุนการวิจัยเรื่องการพัฒนาแบบรูปแบบการเลี้ยงระบบควบคุมการอัดน้ำยา ระบบควบคุมการอบ และเตาอบไม้ต้นแบบ สำหรับการผลิตไม้ยางพาราแปรรูปในโรงงานอุตสาหกรรม (โครงการต่อเนื่องระยะที่ 3) จากสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ประจำปีงบประมาณ 2555 ขอขอบคุณคณะกรรมการพิจารณาจัดสรรทุนวิจัยที่เล็งเห็นความสำคัญและให้โอกาสนักวิจัยได้ดำเนินการพัฒนางานอย่างต่อเนื่องจนได้ผลผลิตออกมาอย่างเป็นรูปธรรมและสามารถนำไปใช้งานได้จริงในโรงงานอุตสาหกรรมไม้ยางพาราแปรรูป ขอขอบคุณ บริษัทไทยนครพาราเว็ดจำกัด อำเภอนาง จังหวัดนครศรีธรรมราช และ บริษัทนครศรีพาราเว็ด จำกัด อำเภอเมือง จังหวัดนครศรีธรรมราช สำหรับความอนุเคราะห์การทดสอบระบบและให้ข้อมูลต่างๆที่จำเป็นสำหรับงานวิจัย

รายละเอียดเกี่ยวกับโครงการวิจัย

ชื่อโครงการ (ภาษาไทย) การพัฒนาระบบออกแบบรูปแบบการเลื่อย ระบบควบคุมการอัดน้ำยา ระบบควบคุมการอบ และเตาอบไม้ต้นแบบ สำหรับการผลิตไม้ยางพาราแปรรูปในโรงงานอุตสาหกรรม (โครงการต่อเนื่องระยะที่ 3)

(ภาษาอังกฤษ) Development of Sawing Pattern Design System, Wood Impregnation Control System and Design of Wood Drying Kiln and Control System for Industrial Rubberwood Lumber Production (Project phase 3)

ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยประจำปี 2555 เป็นจำนวนเงิน 760,000 บาท
ระยะเวลาทำการวิจัย 1 ปี ตั้งแต่ 22 พฤษภาคม 2555 ถึง 22 พฤษภาคม 2556

ชื่อผู้วิจัย

1. ผศ.ดร.บุญนา เกี่ยวข้อง	ที่ปรึกษา
2. ผศ.ดร.นิรันดร์ มาแทน	หัวหน้าโครงการ
3. นายกรกต สุวรรณรัตน์	ผู้ร่วมวิจัย
4. นายทวีศิลป์ วงศ์พรต	ผู้ร่วมวิจัย
5. นายณัฐพล วิทยานุกากร	ผู้ร่วมวิจัย
6. นายสุธน ศรีวะโร	ผู้ร่วมวิจัย
7. นายวินิช เพ็ชรรมณี	ผู้ร่วมวิจัย
8. นายธรรมบุญ ศรีน่วม	ผู้ร่วมวิจัย
9. นายจิรพงศ์ กาละกาญจน์	ผู้ร่วมวิจัย
10. นายใจเพชร โต๊ะหมาด	ผู้ร่วมวิจัย
11. นายสมโชค นาคปน	ผู้ร่วมวิจัย

หน่วยวิจัยวิทยาศาสตร์และวิศวกรรมไม้ มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์
อำเภอท่าศาลา จังหวัดนครศรีธรรมราช

การพัฒนาระบบออกแบบรูปแบบการเลื่อย ระบบควบคุมการอัดน้ำยา ระบบควบคุมการอบ และเตาอบ ไม้ต้นแบบ สำหรับการผลิตไม้ยางพาราแปรรูปในโรงงานอุตสาหกรรม (โครงการต่อเนื่องระยะที่ 3)

นิรันดร์ มาแทน, กรกต สุวรรณรัตน์, ทวีศิลป์ วงศ์พรต, ณัฐพล วิทยานุกาญ, สุชน ศรีวะโร,
 วินิช เพ็ชรเมณี, ธรรมบุญ ศรีน่วม, จิรพงศ์ กาละกาญจน์, ใจเพชร โต๊ะหมาด, สมโชค นาคปน
 หน่วยวิจัยวิทยาศาสตร์และวิศวกรรมไม้

มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์ อำเภอท่าศาลา จังหวัดนครศรีธรรมราช 80161

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ได้พัฒนาและปรับปรุงโปรแกรมออกแบบรูปแบบการเลื่อยไม้ซุง (*SawWood*) ที่ได้พัฒนาในโครงการระยะที่ 1-2 ซึ่งสามารถคำนวณหาสัดส่วนของไม้ที่ขนาดต่างๆที่ได้จากการเลื่อยไม้ซุง ปริมาณไม้เลื่อยและปีกไม้ที่เหลือจากการเลื่อย จำนวนครั้งของการเลื่อยและพลังงานที่ต้องใช้ในการเลื่อย ให้มีรูปแบบการใช้งานที่ง่ายและเหมาะสมสำหรับการใช้งานจริงในอุตสาหกรรม โดยได้แจกให้บริษัทไม้ยางพาราแปรรูปจำนวน 26 บริษัทนำไปทดลองใช้งาน และได้พัฒนาและปรับปรุงเครื่องต้นแบบระบบหาลูปทรงของไม้ยางพาราโดยการถ่ายภาพและประมวลผลด้วยคอมพิวเตอร์พร้อมทั้งระบบตีเส้นหน้าไม้ซุง คณะผู้วิจัยได้พัฒนาและขยายขอบเขตการใช้งานของระบบควบคุมความเข้มข้นของน้ำยาในกระบวนการอัดน้ำยาไม้ยางพาราแปรรูป (*ImPregWood*) ซึ่งประสบความสำเร็จในการทดสอบการใช้งานจริงในอุตสาหกรรม ให้ใช้งานกับน้ำยาทุกยี่ห้อที่มีในท้องตลาดและระบบถังอัดน้ำยารูปแบบต่างๆ โดยได้ติดตั้งระบบดังกล่าวนี้ให้บริษัทไม้ยางพาราแปรรูปแล้วจำนวน 5 บริษัท และทั้งนี้มีบริษัทแจ้งความจำนงค์ขอติดตั้งระบบดังกล่าวนี้อีกจำนวน 9 บริษัท คณะผู้วิจัยได้พัฒนาชุดเครื่องมือควบคุมการอบไม้ยางพาราซึ่งประกอบด้วย เครื่องวัดความชื้นไม้ยางพาราแบบใช้ความต้านทานไฟฟ้า ระบบควบคุมการอบอัตโนมัติโดยใช้ Microcontroller ซึ่งต่อกับโปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อควบคุมการอบ (*DryWood*) ซึ่งได้ทดสอบการใช้งานจริงและติดตั้งระบบให้กับบริษัทไม้ยางพาราแปรรูป 1 บริษัท ซึ่งสามารถใช้ควบคุมการอบไม้ยางพาราในอุตสาหกรรมได้อย่างดียิ่ง พร้อมกันนี้ได้ออกแบบเตาอบไม้ยางพาราต้นแบบในคอมพิวเตอร์โดยใช้เทคนิค Computational Fluid Dynamics (CFD) งานวิจัยในอนาคตควรดำเนินการเพื่อก่อสร้างโรงงานแปรรูปไม้ยางพาราต้นแบบเพื่อใช้เป็นศูนย์ฝึกอบรมและเป็นต้นแบบให้กับโรงงานอุตสาหกรรมไม้ยางพารา

คำสำคัญ: ไม้ยางพารา, การออกแบบการเลื่อย, กระบวนการอัดน้ำยาไม้, การอบไม้แปรรูป, เครื่องควบคุมการอบอัตโนมัติ, เตาอบไม้

**Development of Sawing Pattern Design System, Wood Impregnation Control System and
Design of Wood Drying Kiln and Control System
for Industrial Rubberwood Lumber Production (Project phase 3)**

Nirundorn Matan, Korakot Suwannarat, Taweessin Wongprot, Nattapon Wittayanupagorn,
Suthon Srivaro, Winit Petmanee, Dhammanoon Srinoum, Jirapong Kalakarn, Jaipet Tomad,
Somchoke Nakpon

Wood Science and Engineering Research Unit,
Walailak University, Thasala district, Nakhon Si Thammarat 80161, Thailand

Abstract

This research has improved the *SawWood* software developed in the project phase 1-2 (capable of calculating yield of lumber which would be obtained according to various sawing patterns of rubberwood log, amount of sawdust and waste wood together with energy used in each sawing process) to be a more user friendly version and suitable for industrial uses. The software has been distributed to 26 rubberwood sawmill industries. In addition, a system used to determine the profile and size of lumber to be sawn and a system to paint the optimum sawing pattern onto the log cross-section were also constructed. A wood impregnation control system (*ImPregWood*) used to maintain the concentration of chemical in water at a required concentration in the impregnation process was improved. The system has been installed in 5 rubberwood sawmill industries and will be installed in other 9 rubberwood sawmill industries. Finally, a wood drying control system (*DryWood*) was developed. The system includes an in-house made resistant type moisture meter specially designed for rubberwood, automatic drying control system using microcontroller and computer software. The system has been successfully installed and used to control the industrial drying kilns in one rubberwood industry. A prototype rubberwood drying kiln was designed using computational fluid dynamics (CFD) technique. Future work on a construction of the prototype rubberwood lumber factory which incorporates all the features developed in this work should be carried out.

Keywords: Rubberwood, Lumber sawing pattern, Wood chemical impregnation, Lumber drying, Lumber drying control system, Lumber drying kiln

สารบัญ

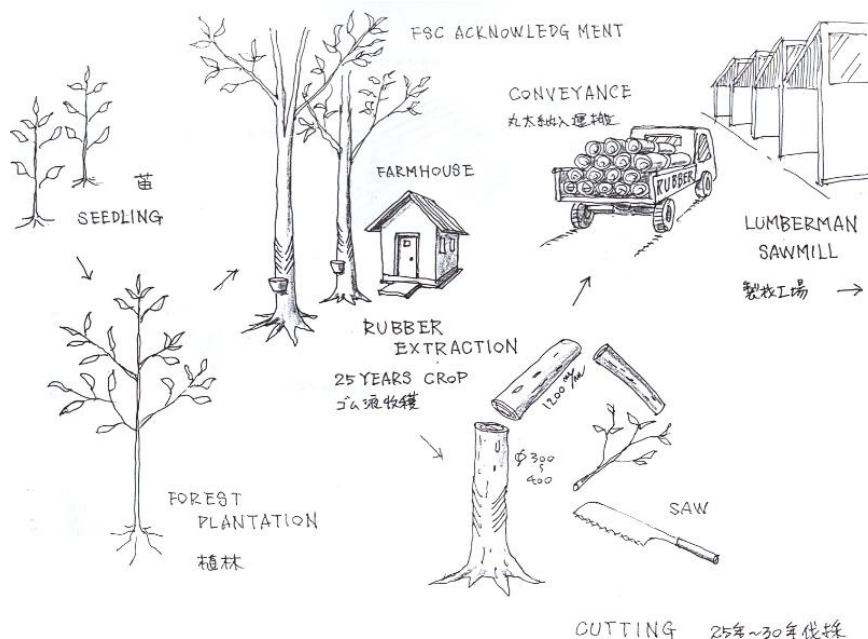
	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	4
บทคัดย่อ	5
สารบัญ	7
บทที่ 1 บทนำ	8
1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหา	8
1.2 วัตถุประสงค์	10
บทที่ 2 การทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง	11
2.1 การเลื่อยไม้ยางพารา	11
2.2 การอัดน้ำยาไม้ยางพารา	15
2.3 การอบไม้ยางพารา	16
บทที่ 3 การพัฒนาโปรแกรมออกแบบรูปแบบการเลื่อยไม้ยางพารา	19
3.1 โปรแกรมคำนวณรูปแบบการเลื่อย (SawWood)	19
3.2 ระบบการวัดขนาดไม้ซุง	22
3.3 เครื่องตัดเส้นหน้าตัดไม้ซุง	24
บทที่ 4 การพัฒนาระบบควบคุมการอัดน้ำยาไม้ยางพารา	28
4.1 เครื่องวัดความเข้มข้นน้ำยาสำหรับสารเคมีทุกยี่ห้อที่ใช้ในอุตสาหกรรม	28
4.2 โปรแกรมคำนวณการผสมเพื่อรักษาความเข้มข้นของน้ำยาให้คงที่	31
4.3 ติดตั้งระบบและวัดผลการใช้งานกับโรงงานอุตสาหกรรมที่เข้าร่วมโครงการ	34
บทที่ 5 การพัฒนาประสิทธิภาพของระบบควบคุมการอบและการออกแบบเตาอบไม้ยางพารา	37
5.1 การสร้างเครื่องวัดความชื้นไม้ยางพาราโดยใช้หลักการความต้านทานไฟฟ้า	37
5.2 ระบบและโปรแกรมควบคุมการอบไม้อัดโนมดิ	39
5.3 การออกแบบเตาอบไม้ยางพาราโดยใช้คอมพิวเตอร์	48
5.4 เตาอบไม้ยางพาราต้นแบบโดยใช้คอมพิวเตอร์พร้อมการทดสอบในโรงงานอุตสาหกรรม	53
บทที่ 6 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ	53
บทที่ 7 เอกสารอ้างอิง	54
ภาคผนวก	55
ประวัติคณะผู้วิจัย	77

บทที่ 1

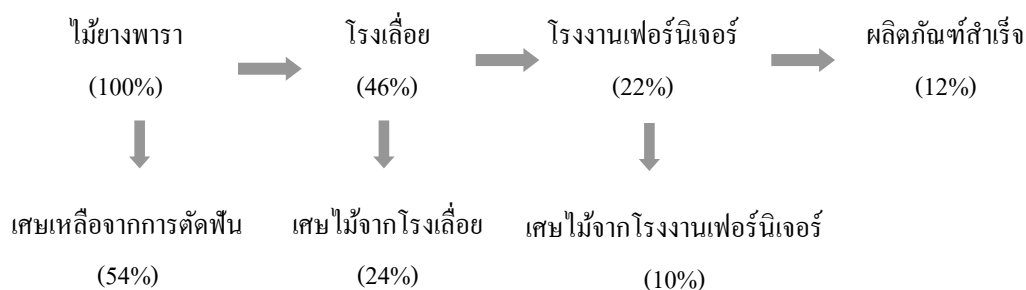
บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหา

ยางพารา (*Hevea brasiliensis* Muell. Arg.) เป็นไม้ยืนต้นขนาดใหญ่ เนื้อไม้จัดอยู่ในประเภทไม้ Hardwood มีสมบัติทางกลหลายประการเทียบเท่าไม้สัก ยางพาราเป็นพืชเศรษฐกิจของประเทศโดยมีพื้นที่ปลูกยางพาราประมาณ 12 ล้านกว่าไร่ ร้อยละ 90 หรือประมาณ 10.2 ล้านไร่เป็นพื้นที่ปลูกทางภาคใต้ ซึ่งจุดประสงค์หลักของการปลูกยางพาราเพื่อต้องการน้ำยาง แต่เมื่ออายุได้ 25 ถึง 30 ปี ยางพาราให้น้ำยางได้น้อยลง เกษตรกรทำการตัดฟันเพื่อปลูกทดแทน ในอดีตไม้ยางพาราที่ได้จากตัดฟันเกษตรกรมักเผาทิ้งภายในสวนยางหรือนำไปเผาถ่านแต่เมื่อปี พ.ศ.2532 รัฐบาลได้ประกาศยกเลิกการทำสัมปทานเพื่อป้องกันการลดลงอย่างรวดเร็วของพื้นที่ป่า เป็นการตัดทอนแหล่งวัตถุดิบไม้ ในขณะที่ปริมาณความต้องการไม้ของอุตสาหกรรมไม้เพิ่มสูงขึ้น ทำให้ผู้ประกอบการในภาคอุตสาหกรรมไม้หันมาให้ความสนใจไม้ยางพารา เนื่องจากไม้ยางพารามีศักยภาพเพียงพอที่จะทดแทนการใช้ไม้จากป่าธรรมชาติและเป็นวัตถุดิบที่ยั่งยืนให้กับอุตสาหกรรมไม้หลายประเภทโดยเฉพาะอุตสาหกรรมการผลิตเครื่องเรือน และผลิตภัณฑ์แผ่นไม้ประกอบ ผลิตภัณฑ์ที่ผลิตจากไม้ยางพารายังได้รับการรับรองจากองค์กรระหว่างประเทศว่าเป็นผลิตภัณฑ์ซึ่งได้จากป่าที่มีการจัดการแบบยั่งยืน (Sustainable forest management) และเป็นผลผลิตที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม (Environmentally friendly products) ช่วยส่งเสริมให้การส่งออกผลิตภัณฑ์จากไม้ยางพาราขยายตัวอย่างรวดเร็ว (รูปที่ 1.1) แต่ในการนำไม้ยางพารามาใช้ประโยชน์ยังคงมีอัตราการสูญเสียค่อนข้างสูงตั้งแต่กระบวนการตัดฟันจนเป็นผลิตภัณฑ์ (รูปที่ 1.2)



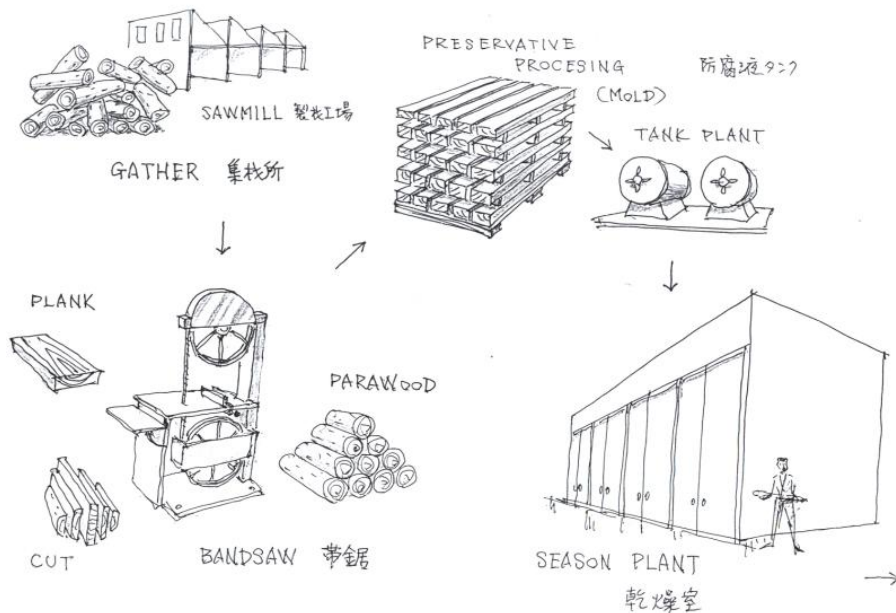
รูปที่ 1.1 ต้นยางพาราถูกตัดโค่นหลังจากมีอายุ 25-30 ปี ถ้าต้นไม้ยางพาราจะถูกตัดเป็นท่อนก่อนบรรจุรถส่งไปยังโรงงานไม้ยางพาราแปรรูป (ภาพวาดโดย T. Odawara)



รูปที่ 1.2 การสูญเสียในขั้นตอนการนำไม้ยางพาราไปใช้งาน

กระบวนการผลิตของโรงงานไม้ยางพาราแปรรูป (รูปที่ 1.3) ประกอบด้วยการเลื่อยไม้ท่อนยางพาราเป็นไม้ยางพาราแปรรูปขนาดต่างๆ เนื่องจากไม้ยางพารามีลำต้นที่ค่อนข้างเล็กและรูปร่างไม่แน่นอนทำให้อัตราการแปรรูปมีค่าค่อนข้างต่ำ การพัฒนากระบวนการแปรรูปไม้ยางพาราให้อัตราการแปรรูปไม้สูงขึ้น ลดการสูญเสียในรูปของปีกไม้และขี้เลื่อย โดยการศึกษาถึงปัจจัยที่มีผลกระทบต่ออัตราไม้แปรรูปและคุณภาพไม้แปรรูปที่ได้ เช่น ประสิทธิภาพของเครื่องเลื่อยและใบเลื่อย วิธีการเลื่อย รูปแบบการเลื่อย และความรู้ความเข้าใจของผู้ปฏิบัติงาน จึงเป็นสิ่งจำเป็น จากผลการสำรวจพบว่าการสูญเสียในกระบวนการแปรรูปดังกล่าวข้างต้นของโรงงานมีค่าสูงถึงประมาณร้อยละ 50 ของปริมาณไม้ท่อนยางพารา ซึ่งเป็นผลสืบเนื่องจากธรรมชาติของต้นยางพาราที่มีลำต้นเล็ก รูปร่างไม่แน่นอน และมีเส้นไม้สม่ำเสมอเพื่อปรับปรุงประสิทธิภาพการเลื่อยไม้ยางพาราให้มีค่าสูงสุด หน่วยวิจัยวิทยาศาสตร์และวิศวกรรมไม้ มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์ได้ดำเนินการพัฒนาเทคนิคการคำนวณรูปแบบการเลื่อยเบื้องต้นซึ่งประสบความสำเร็จในการใช้ทำนายปริมาณไม้ยางพาราแปรรูปที่ได้จากไม้ท่อนที่มีลักษณะกลมและไม่มีความหนา อย่างไรก็ตามเพื่อให้การคำนวณใช้ได้กับไม้ยางพาราจริงซึ่งมีตาไม้ ไล่ไม้ และมีลักษณะเรียว จึงต้องมีการพัฒนาเทคนิคการคำนวณให้ครอบคลุมปัจจัยดังกล่าว ทั้งนี้เป้าหมายของงานวิจัยนี้คือได้โปรแกรมสำหรับหารูปแบบการตัดไม้ที่ให้ปริมาณไม้สูงสุดหรือให้ได้ไม้ยางพาราแปรรูปราคาสูงสุด

เนื่องจากเนื้อไม้ยางพารามีองค์ประกอบของแป้งและน้ำตาลสูง เชื้อราและแมลงทำลายได้ง่าย จำเป็นต้องทำการปรับปรุงคุณภาพไม้ยางพาราก่อนไปใช้เพื่อยืดอายุการใช้งาน ซึ่งในปัจจุบันนิยมใช้สารประกอบโบรอนอัดเข้าไปในเนื้อไม้ สารประกอบโบรอนมีประสิทธิภาพในการป้องกันการเข้าทำลายของเชื้อราและแมลงได้ดี เป็นพืชต่อสัตว์เลื้อยคลานด้วยนมต่ำ ไม่ทำให้ไม้ยางพาราเสียสี โดยประสิทธิภาพของการป้องกันขึ้นอยู่กับปริมาณสารที่ตกค้างภายในเนื้อไม้ ซึ่งขึ้นอยู่กับหลายปัจจัย เช่น กรรมวิธีการอัดน้ำยา ความเข้มข้นของน้ำยา และความสามารถในการแทรกซึมของสารเข้าไปในเนื้อไม้ จึงต้องมีการศึกษาถึงปัจจัยดังกล่าวเพื่อให้การอัดน้ำยาเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ สูญเสียเวลา พลังงานและปริมาณของสารเคมีน้อยที่สุด จากการสำรวจโรงงานอุตสาหกรรมไม้ยางพาราที่อยู่ในพื้นที่ภาคใต้พบว่า ไม่มีกระบวนการอัดน้ำยาที่เป็นมาตรฐาน ทำให้ปริมาณน้ำยาที่อยู่ในเนื้อไม้มีค่าไม่ถึงมาตรฐานการส่งออก งานวิจัยนี้จึงมีเป้าหมายที่จะผลิตระบบควบคุมการอัดน้ำยาไม้ยางพารา เพื่อให้สามารถควบคุมปริมาณความเข้มข้นของน้ำยาได้ทุกรอบของการอัด และออกแบบโปรแกรมสำหรับคำนวณเวลาที่ต้องใช้ในการอัดน้ำยาไม้ยางพาราขนาดความหนาต่างๆ ในแต่ละครั้งของการอัด เพื่อให้มีปริมาณสารป้องกันเนื้อไม้ตามมาตรฐานการส่งออก



รูปที่ 1.3 ไม้ท่อนยาวพาราถูกเลื่อยเป็นไม้ยางพาราแปรรูป ก่อนนำไปอัดน้ำยารักษาเนื้อไม้และอบให้มีความชื้น
เหมาะสมกับสถานะที่ต้องการนำไปใช้งาน (ภาพวาดโดย T. Odawara)

จากธรรมชาติของไม้ที่สามารถดูดและคายความชื้นได้ (Hygroscopic) ตามสภาพบรรยากาศรอบๆ ก่อให้เกิดการพองตัวและหดตัวของชิ้นงาน จึงจำเป็นต้องทำการอบเพื่อปรับปริมาณความชื้นในเนื้อไม้ให้สอดคล้องกับปริมาณความชื้นของสถานที่ที่นำไม้ไปใช้งาน (โดยอบให้ไม้มีปริมาณความชื้นร้อยละ 8 ถึง 16 ในประเทศไทยโดยเฉลี่ยร้อยละ 12) ในปัจจุบันกรรมวิธีในการอบไม้ยางพารายังคงสูญเสียเวลาและพลังงานค่อนข้างสูง ผู้ประกอบการอาศัยความชำนาญในการปฏิบัติงานเป็นหลักในการควบคุมปัจจัยที่มีผลต่อการอบ จากการสำรวจโรงงานอุตสาหกรรมไม้ยางพาราที่อยู่ในพื้นที่ภาคใต้พบว่า โรงงานส่วนใหญ่ไม่มีอุปกรณ์ควบคุมการอบที่ได้มาตรฐาน รวมถึงไม่มีตารางการอบที่เป็นมาตรฐาน ทำให้ไม่สามารถควบคุมคุณภาพของไม้ยางพาราแปรรูปหลังการอบอย่างเป็นระบบได้ งานวิจัยนี้จึงมีเป้าหมายที่จะผลิตระบบควบคุมการอบไม้ยางพารา ที่สามารถนำไปประยุกต์ใช้กับเตาอบในโรงงานอุตสาหกรรม เพื่อให้สามารถควบคุมกระบวนการอบได้ตามตารางที่ออกแบบ ทำให้ได้ไม้ยางพาราที่มีมาตรฐานเดียวกัน

1.2 วัตถุประสงค์

1. พัฒนาและปรับปรุงระบบออกแบบรูปแบบการเลื่อยไม้ต้นแบบพร้อมเครื่องมือวัดขนาดไม้ซุงและเครื่องตีเส้นหน้าไม้ซุงสำหรับใช้ในโรงงานอุตสาหกรรมแปรรูปไม้ยางพารา
2. ปรับปรุงผลิตภัณฑ์ระบบควบคุมการอัดน้ำยาให้สมบูรณ์และติดตั้งระบบต้นแบบให้ภาคอุตสาหกรรม
3. พัฒนาและปรับปรุงระบบควบคุมการอบไม้แบบอัตโนมัติและระบบการวัดความชื้นไม้ให้สมบูรณ์
4. ปรับปรุงแบบเตาอบไม้ยางพาราต้นแบบโดยใช้คอมพิวเตอร์พร้อมการทดสอบในโรงงานอุตสาหกรรม

บทที่ 2

การทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

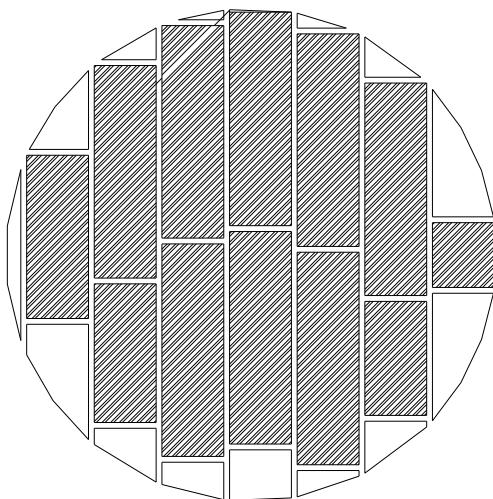
หน่วยวิจัยวิทยาศาสตร์และวิศวกรรมไม้ มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์ได้ดำเนินการวิจัยเพื่อศึกษาหาองค์ความรู้และพัฒนาเทคนิคเพื่อปรับปรุงกระบวนการผลิตไม้ยางพาราแปรรูปอย่างต่อเนื่อง โดยได้รับทุนสนับสนุนการวิจัยจากหลายหน่วยงาน อาทิเช่น MCA ประเทศญี่ปุ่นและศูนย์ส่งเสริมอุตสาหกรรมภาค 10 จังหวัดสุราษฎร์ธานี ในโครงการสำรวจเพื่อลดการสูญเสียในกระบวนการผลิตไม้ยางพาราแปรรูปของโรงงานไม้ยางพาราในจังหวัดสุราษฎร์ธานี เมื่อปี 2548 ซึ่งทำให้ทราบปัญหาต่างๆในกระบวนการผลิตไม้ยางพาราแปรรูป ต่อมาในปี 2549 ได้รับทุนต่อเนื่องจากศูนย์ส่งเสริมอุตสาหกรรมภาค 10 จังหวัดสุราษฎร์ธานีและจังหวัดสุราษฎร์ธานี ภายใต้โครงการวิจัยการปรับปรุงกระบวนการผลิตไม้ยางพาราแปรรูปเพื่อเตรียมความพร้อมในการให้คำปรึกษาทางวิชาการกับกลุ่มอุตสาหกรรมแปรรูปไม้ยางพาราในพื้นที่จังหวัดสุราษฎร์ธานี ซึ่งในปีเดียวกันได้ให้คำปรึกษาวินิจฉัยโรงงานที่เข้าร่วมโครงการทั้งหมด 8 โรงงานในพื้นที่จังหวัดสุราษฎร์ธานี นอกจากนี้หน่วยวิจัยได้รับทุนจาก สกว ฝ่ายอุตสาหกรรมร่วมกับบริษัทไทยนครพาราวิวด จำกัด เพื่อพัฒนากระบวนการอบที่มีประสิทธิภาพสูงซึ่งเหมาะสมสำหรับประยุกต์กับเตาอบที่ใช้อยู่ในโรงงานอุตสาหกรรมไม้ยางพารา และล่าสุดคณะผู้วิจัยได้รับทุนจากสำนักงานคณะกรรมการการวิจัยแห่งชาติในปี 2551 และ 2553 เพื่อสร้างผลิตภัณฑ์เพื่อใช้ควบคุมกระบวนการผลิตไม้ยางพาราแปรรูปซึ่งประกอบด้วยการเลื่อย การอัดน้ำยา และการอบไม้ยางพารา โดยมีรายละเอียดดังนี้

1. คณะวิจัยได้สร้างและทดสอบโปรแกรมคอมพิวเตอร์คำนวณหารูปแบบการเลื่อยไม้ใน 2 มิติ และประสบความสำเร็จในการทดสอบแบบจำลองเบื้องต้นในระดับโรงงาน (ดำเนินการด้วยทุนจากศูนย์ส่งเสริมอุตสาหกรรมภาค 10 และจังหวัดสุราษฎร์ธานี) อนึ่งการคำนวณดังกล่าวต้องได้รับการปรับปรุงเพื่อให้ใช้ในขอบเขตที่กว้างขวางขึ้น เช่นเป็น 3 มิติ ใช้ได้กับไม้ที่ไม่กลม มีตาไม้ และใส่ไม้ เป็นต้น



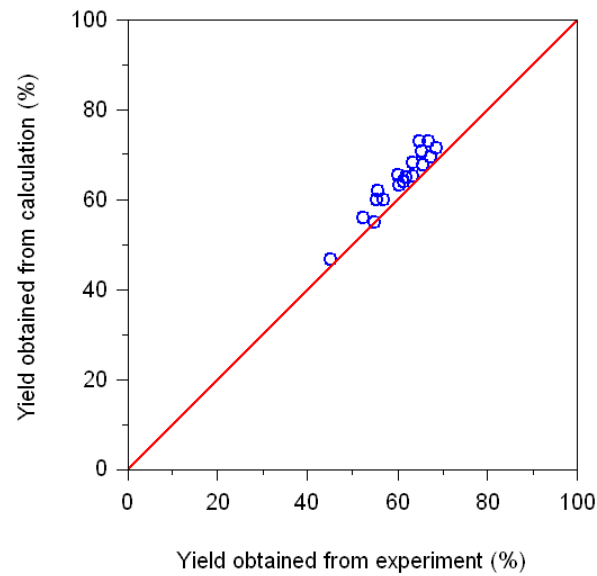
รูปที่ 2.1 ภาพถ่ายแสดงหน้าตัดของไม้ยางพาราขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 10 นิ้ว โดยใช้รูปแบบการเลื่อยแบบตีดับ

ไม้ซุงเส้นผ่านศูนย์กลาง 10 นิ้ว



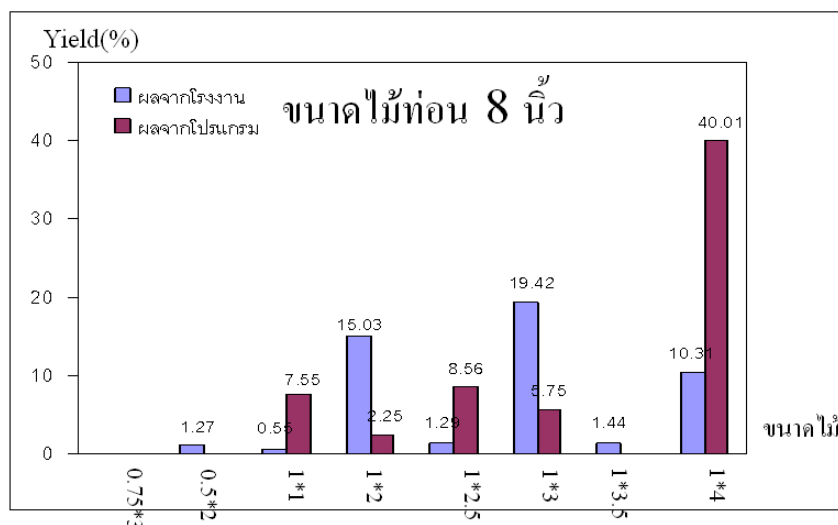
ไม้ซุง	ไม้แปรรูป (นิ้ว)	ขนาดไม้จริง (cm)	จำนวน(ท่อน)	พื้นที่ (cm ²)	อัตราการ แปรรูป (%)
เส้นผ่านศูนย์กลาง 10 นิ้ว หรือ 25.40 cm พื้นที่หน้าตัด 506.45 cm ²	1" x 1"	3.2 x 3.2	1	10.24	2.02
	1" x 2"	3.2 x 5.8	1	18.82	3.72
	1" x 2.5"	3.2 x 7.2	1	22.88	4.52
	1" x 3"	3.2 x 8.4	1	26.95	5.32
	1" x 4"	3.2 x 10.9	8	280.61	55.38
	ปึกไม้			84.42	16.71
	คล่องเลื่อย			62.53	12.34
	อัตราการแปรรูปรวม = 70.95 %				

รูปที่ 2.2 แผนภาพแสดงการเลื่อยไม้ซุงเส้นผ่านศูนย์กลาง 10 นิ้ว โดยใช้รูปแบบเลื่อยแบบตัดบั้งซึ่งคำนวณด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อให้ได้ไม้แปรรูปความหนา 1 นิ้ว พร้อมรายละเอียดขนาดและจำนวนไม้แปรรูปที่ได้และอัตราการแปรรูปไม้



รูปที่ 2.3 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการผลิตจากการเล่น (%) กับอัตราการผลิตจากการคำนวณ (%) ของการเล่นไม้ซุงยางพาราเป็นไม้ยางพาราแปรรูปขนาดความหนา 1 นิ้ว

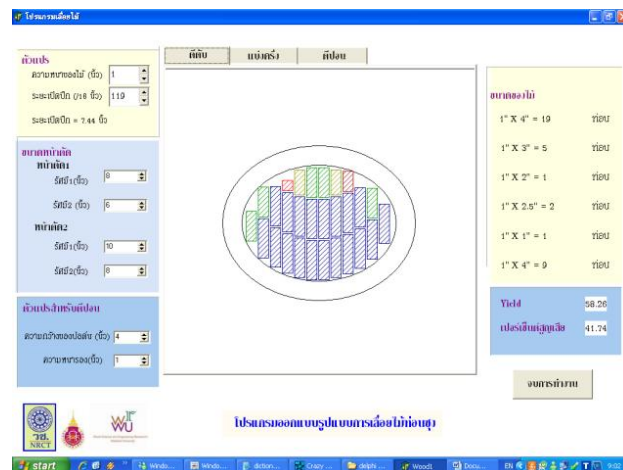
ตัวอย่างการนำแบบจำลองไปวิเคราะห์แบบการเล่นในโรงงาน



โครงการเสริมสร้างความเข้มแข็งของกลุ่มอุตสาหกรรมไม้ยางพาราจังหวัดสุราษฎร์ธานี
เนื่องการให้คำปรึกษาเพื่อปรับปรุงกระบวนการผลิตไม้ยางพาราแปรรูป
หน่วยวิจัยวิทยาศาสตร์และวิศวกรรมศาสตร์ไม้ มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์

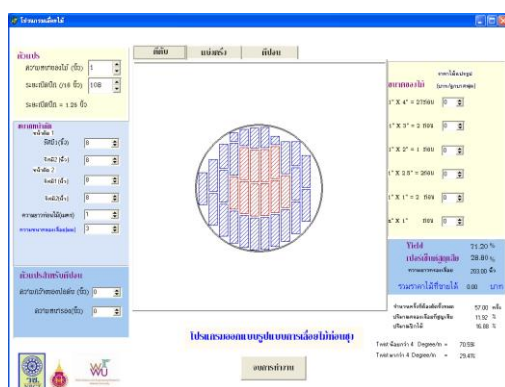
รูปที่ 2.4 กราฟเปรียบเทียบขนาดของไม้แปรรูปที่ได้จากการการเล่นของโรงงานกับขนาดของไม้แปรรูปที่ได้จากการคำนวณด้วยโปรแกรม จะเห็นว่าขนาดของไม้แปรรูปที่โรงงานเล่นได้ส่วนใหญ่เป็นไม้ขนาดเล็ก ซึ่งคณะทำงานได้นำมาตั้งรูปแบบการเล่นที่ดีกว่าทำให้โรงงานได้ไม้แปรรูปขนาดใหญ่ขึ้นซึ่งมีราคาต่อหน่วยสูงขึ้น

โดยในโครงการระยะที่ 1 ได้พัฒนาโปรแกรมออกแบบรูปแบบการเลื่อยไม้ซุงซื้อการค้า SawWood™ (จดลิขสิทธิ์ในนาม วช เลขที่ ลข. 218204 วันที่ 22 กันยายน 2552) ดังรูปที่ 2.8 ซึ่งสามารถคำนวณผลผลิตไม้ที่ได้จากการเลื่อย ปริมาณปึกไม้และขี้เลื่อย และคำนวณรูปแบบการเลื่อยได้ 3 แบบคือแบบตีดับ ตีปอน และแบ่งครึ่ง นอกจากนี้ยังได้รับการพัฒนาให้สามารถคำนวณได้ใน 3 มิติ ใช้ได้ในกรณีที่ไม้มีลักษณะเรียวและมีพื้นที่หน้าตัดเป็นวงรีได้

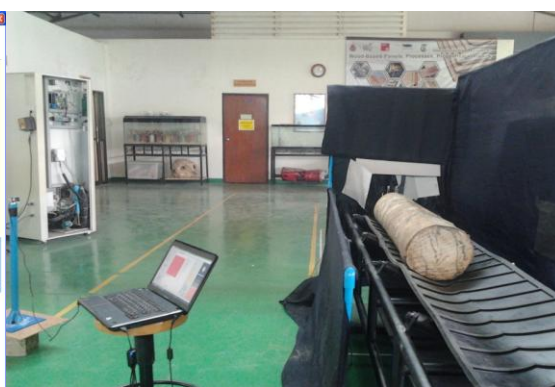


รูปที่ 2.5 โปรแกรมออกแบบรูปแบบการเลื่อยไม้ซุงของพารา SawWood™ ที่พัฒนาขึ้น

ในโครงการระยะที่ 2 ได้ปรับปรุงโปรแกรมให้สามารถพิจารณาผลจากไสไม้ จำนวนหาค่าขี้เลื่อย ปึกไม้ จำนวนครั้ง พลังงานที่ใช้ในการเลื่อย ทำนายลักษณะการบิดตัวหลังการอบ และราคาของไม้แปรรูปที่เลื่อยได้ และได้พัฒนาระบบหารูปทรงของไม้ซุงพาราโดยการถ่ายภาพและประมวลผลด้วยคอมพิวเตอร์เพื่อเป็นข้อมูลป้อนให้กับโปรแกรมเพื่อทำการคำนวณ อย่างไรก็ตามระบบดังกล่าวจำเป็นต้องปรับปรุงให้สมบูรณ์และง่ายกับการใช้งานในโรงงานอุตสาหกรรมจริงต่อไป



(ก)



(ข)

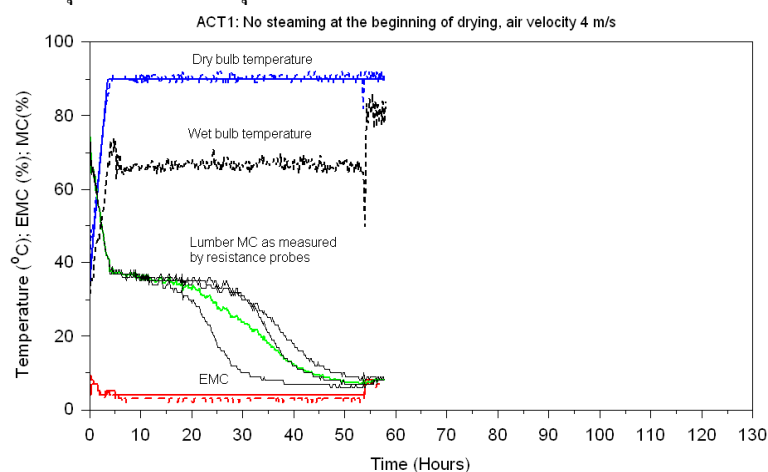
รูปที่ 2.6 (ก) โปรแกรมออกแบบรูปแบบการเลื่อยไม้ซุงของพาราที่ปรับปรุงให้สามารถพิจารณาผลจากไสไม้ จำนวนหาค่าขี้เลื่อย ปึกไม้ จำนวนครั้ง พลังงานที่ใช้ในการเลื่อย ทำนายลักษณะการบิดตัวหลังการอบ และราคาของไม้แปรรูปที่เลื่อยได้ (ข) เครื่องวัดขนาดของไม้ซุงของพารา

ในโครงการระยะที่ 2 ได้ปรับปรุงระบบจนสามารถใช้งานได้จริงในโรงงานอุตสาหกรรม ที่บริษัทไทยนครพารา วู้ด จำกัด จังหวัดนครศรีธรรมราช โดยพบว่าหลังจากการใช้งานไป 1 เดือน ระบบสามารถคุมความเข้มข้นของ น้ำยาได้อย่างแม่นยำ ทำให้สามารถลดการใช้สารเคมีจากวันละ 500 กิโลกรัมเหลือ 400 กิโลกรัม (คิดเป็นเงิน 5,000 บาทต่อวัน) โดยที่ไม้ยางพาราแปรรูปมีปริมาณสารเคมีคงค้างในไม้ตามมาตรฐาน ทั้งยังลดขั้นตอนการ ตรวจสอบและขั้นตอนการทำงาน ลงอีกด้วย งานในเฟสนี้จำเป็นต้องติดตั้งระบบให้ใช้ได้กับถังอัดน้ำยาทุก รูปแบบ และสารเคมีทุกยี่ห้อที่มีใช้ใน โรงงานอุตสาหกรรม



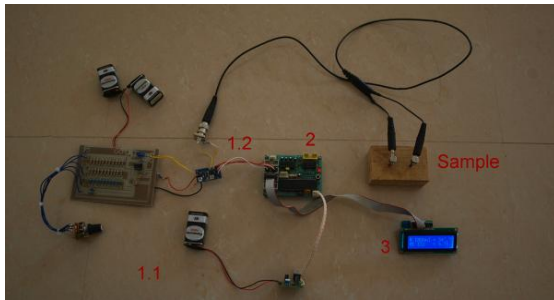
รูปที่ 2.9 (ก) ระบบควบคุมการอัดน้ำยาไม้ยางพาราสำหรับบริษัทไทยนครพารา วู้ด จำกัด ซึ่งประกอบไปด้วย เครื่องวัดความถ่วงจำเพาะความละเอียดสูง ชุดหลอดแก้วสำหรับถ่ายเทน้ำยา โซฟแวร์คอมพิวเตอร์สำหรับการ คำนวณรวมแผ่นซีดี และคู่มือการใช้งาน (ข) การติดตั้งระบบเพื่อใช้งานจริงที่บริษัทไทยนครพารา วู้ด จำกัด จังหวัดนครศรีธรรมราช

3. คณะผู้วิจัยประสบความสำเร็จในการพัฒนากระบวนการอบไม้ยางพาราแบบใหม่ที่มีประสิทธิภาพสูง ซึ่งได้รับการ ทดสอบกับการใช้จริงกับเตาอบในระดับอุตสาหกรรม (ดำเนินการด้วยทุนวิจัย สกว. ฝ่ายอุตสาหกรรม) ซึ่งสามารถนำ ความรู้มาสร้างระบบควบคุมการอบสำหรับอุตสาหกรรมได้



รูปที่ 2.10 ตัวอย่างข้อมูลการอบไม้ยางพาราหนา 3 เซนติเมตรจากการทดลองอบโดยใช้อุณหภูมิสูงซึ่งพบว่าสามารถ ลดเวลาการอบลงได้ โดยที่ไม้หลังการอบมีคุณภาพไม่แตกต่างกับการอบที่อุณหภูมิต่ำกว่าซึ่งใช้กันอยู่ทั่วไป

โดยในโครงการระยะที่ 1 และ 2 ได้สร้างและพัฒนาระบบควบคุมการอบอัตโนมัติประกอบด้วยอุปกรณ์วัดความชื้นไม่ยางพาราแบบความต้านทานไฟฟ้า ระบบควบคุมการอบโดยใช้ Microcontroller และโปรแกรมควบคุมการอบ (รูปที่ 2.11) ซึ่งต้องได้รับการพัฒนาต่อเนื่อง ก่อนที่จะนำไปใช้ได้จริงในโรงงานอุตสาหกรรม



(ก)



(ข)



(ค)

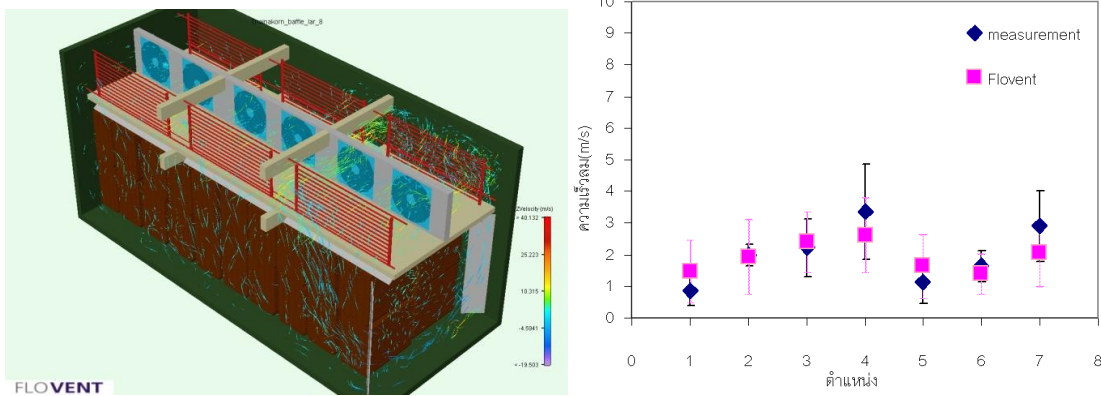


(ง)

รูปที่ 2.11 (ก) ระบบวัดความชื้นไม่ยางพาราแบบเข็มตอก (ข) ระบบควบคุมการอบไม่ยางพาราอัตโนมัติ (ค) ตู้ควบคุมและภายในตู้ควบคุมที่ติดตั้งไมโครคอนโทรลเลอร์ และ (ง) หน้าจอควบคุมซอฟต์แวร์ควบคุมการอบไม่ยางพาราอัตโนมัติ

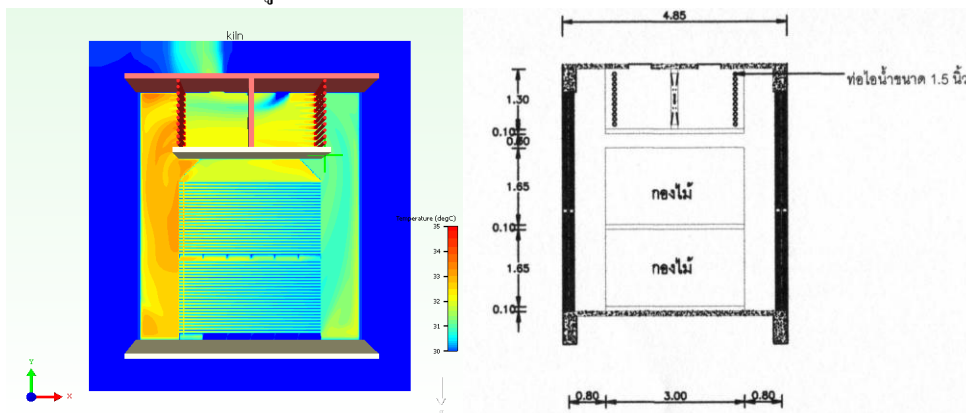
4. การออกแบบเตาอบไม้ยางพาราประสิทธิภาพสูง

คณะวิจัยได้ดำเนินการทดสอบแบบจำลองคอมพิวเตอร์โดยใช้โปรแกรม FloVent ทั้งในระดับห้องปฏิบัติการและระดับโรงงานอุตสาหกรรม พบว่าแบบจำลองสามารถอธิบายการเคลื่อนที่ของลมได้อย่างถูกต้องแม่นยำ (รูปที่ 2.12)



รูปที่ 2.12 การจำลองการเคลื่อนที่ของลมภายในเตาอบ ซึ่งในกราฟจะเห็นว่าค่าที่ได้จากการจำลองและการคำนวณมีค่าใกล้เคียงกัน

ในโครงการระยะที่ 2 คณะผู้วิจัยได้ใช้โปรแกรมออกแบบเตาอบไม้ยางพาราต้นแบบโดยทำการวิเคราะห์เชิงความร้อนเพิ่มเข้าไปด้วย (รูปที่ 2.13) งานในระยะถัดไปคือการออกแบบเตาอบในคอมพิวเตอร์สำหรับการอบไม้ขนาดต่างๆ และการทดสอบผลของการออกแบบกับเตาอบที่สร้างจริงในโรงงานอุตสาหกรรมซึ่งขณะนี้กำลังดำเนินการก่อสร้างที่โรงงานแปรรูปไม้ยางพาราที่เข้าร่วมโครงการ



รูปที่ 2.13 การจำลองการเคลื่อนตัวของอากาศและการกระจายตัวของความร้อนในเตาอบไม้และแบบก่อสร้างเตาอบไม้ยางพาราต้นแบบ

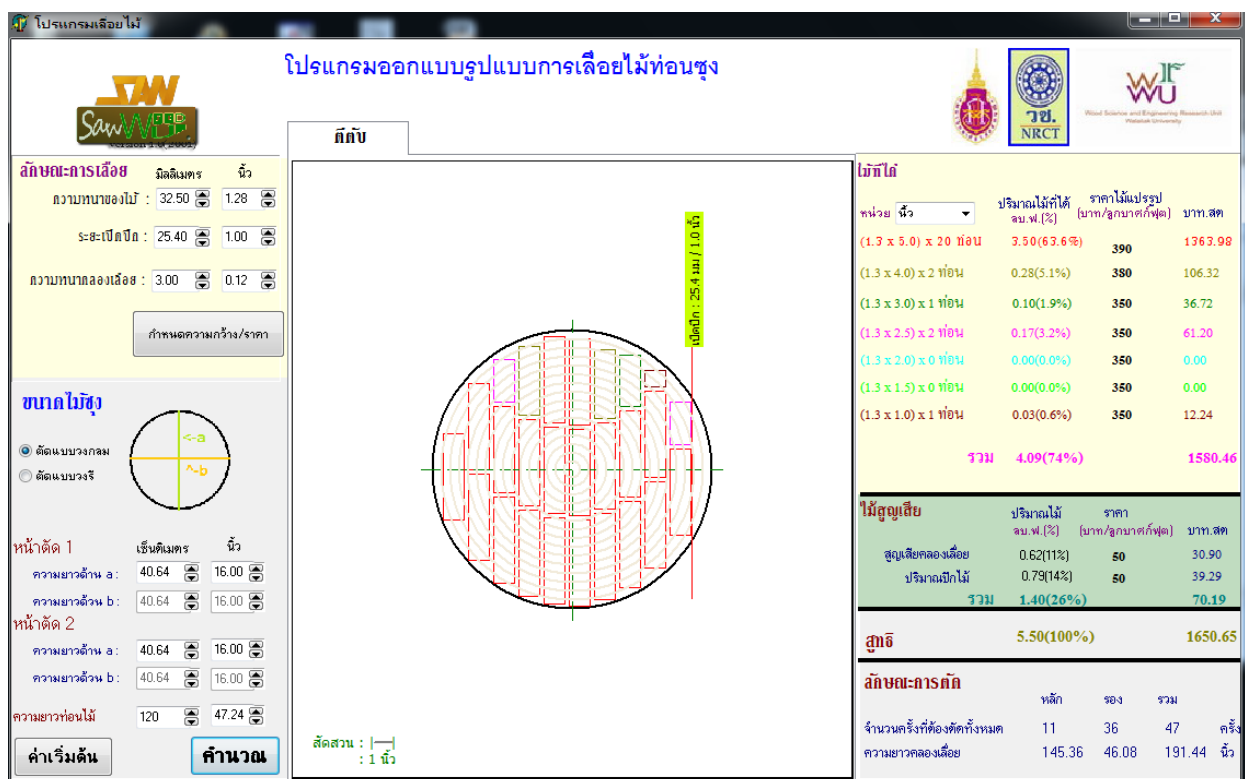
บทที่ 3

การพัฒนาโปรแกรมออกแบบรูปแบบการเลื่อยไม้ยางพารา

การวิจัยในส่วนนี้ประกอบด้วยการพัฒนาและปรับปรุงระบบออกแบบรูปแบบการเลื่อยไม้ต้นแบบพร้อมเครื่องมือวัดขนาดไม้ซุงและเครื่องตีเส้นหน้าไม้ซุงสำหรับใช้ในโรงงานอุตสาหกรรมแปรรูปไม้ยางพารา

3.1 โปรแกรมคำนวณรูปแบบการเลื่อย (Saw-Wood)

คณะผู้วิจัยได้ปรับปรุงโปรแกรมคำนวณรูปแบบการเลื่อยให้มีการใช้งานที่ง่ายขึ้นและเหมาะสมสำหรับนำไปใช้จริงในโรงงานอุตสาหกรรมเพื่อคำนวณหาการแปรรูปไม้ที่มีประสิทธิภาพสูงสุด โดยโปรแกรมสามารถเลือกความหนาของไม้แปรรูปที่จะตัด สามารถเลือกความกว้างหน้าไม้ที่ต้องการได้ 7 ขนาด สามารถปรับขนาดคลองเลื่อยและระยะเปิดปีกได้ สามารถใช้คำนวณไม้ซุงความยาวต่างๆที่มีลักษณะกลมรี และเรียบได้ในเวลาเดียวกัน ผลการคำนวณจะแสดงออกมาเป็นกราฟิกเพื่อให้ดูง่ายพร้อมรายละเอียดลายไม้ที่ได้ โปรแกรมจะแสดงผลปริมาณไม้แปรรูปแต่ละขนาดที่ได้รวมทั้งราคา ปริมาณไม้เลื่อยและปีกไม้ ในแง่ของพลังงานที่ใช้ โปรแกรมสามารถคำนวณจำนวนครั้งของการเลื่อยและระยะที่ทำการเลื่อยทั้งหมดได้ด้วย โดยได้จัดทำคู่มือการใช้งานดังแสดงในภาคผนวก 1



รูปที่ 3.1 โปรแกรมออกแบบรูปแบบการเลื่อยที่ทำการปรับปรุงล่าสุดและพร้อมที่จะนำไปทดลองใช้ในอุตสาหกรรม

ในงานวันเปิดศูนย์ มวล-วช ศูนย์เทคโนโลยีไม้และไม้ประกอบ มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์ เมื่อวันที่ 13 ธันวาคม 2555 รองเลขาธิการคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ในนามสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติและรองอธิการบดีฝ่ายวิจัยและเครือข่ายสังคม มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์ ได้ทำการมอบโปรแกรมออกแบบรูปแบบการเลื่อยให้กับตัวแทนจากบริษัทที่เข้าร่วมการอบรมจำนวน 26 บริษัทดังตารางด้านล่าง ทั้งนี้คณะทำงานได้ทำการฝึกอบรมการใช้งานโปรแกรกดังกล่าวให้ด้วย ซึ่งคณะทำงานจะได้ติดตามผลการใช้งานของบริษัทต่างๆเพื่อนำมาปรับปรุงโปรแกรมให้สมบูรณ์มากยิ่งขึ้นต่อไป



รูปที่ 3.2 การมอบโปรแกรมออกแบบรูปแบบการเลื่อยไม้แก่ผู้ประกอบการธุรกิจไม้ยางพาราโดย รองเลขาธิการคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ และรองอธิการบดีฝ่ายวิจัยและเครือข่ายสังคม มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์

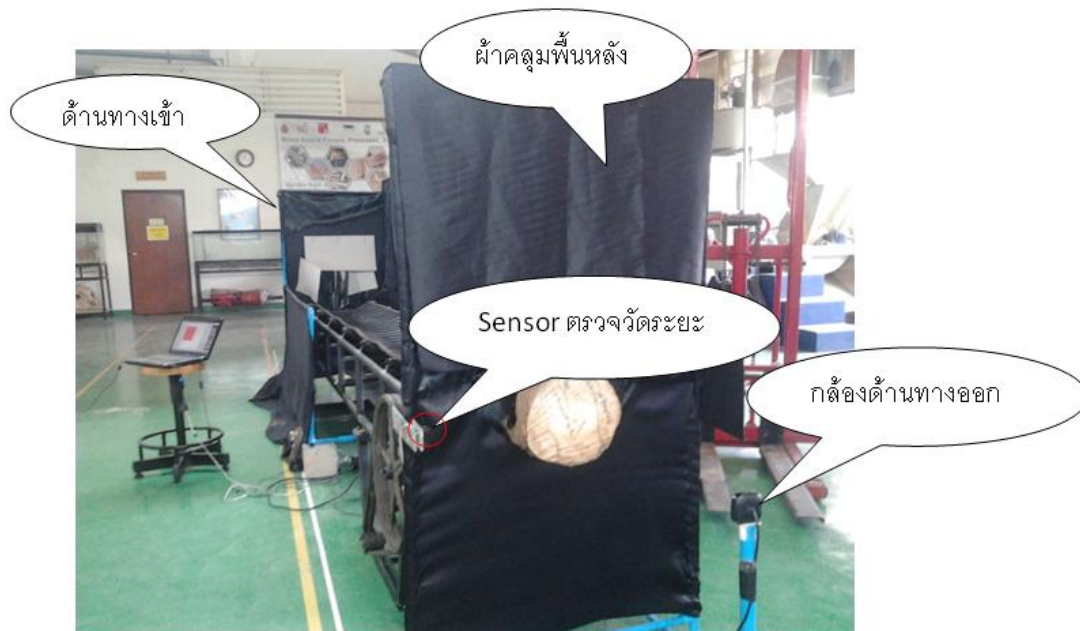
รูปที่ 3.3 ตัวอย่างใบรับรองจากบริษัทที่รับซอฟต์แวร์ไปใช้งาน

รายชื่อบริษัทที่รับโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับออกแบบรูปแบบการเลื่อยไม้ SawWooD

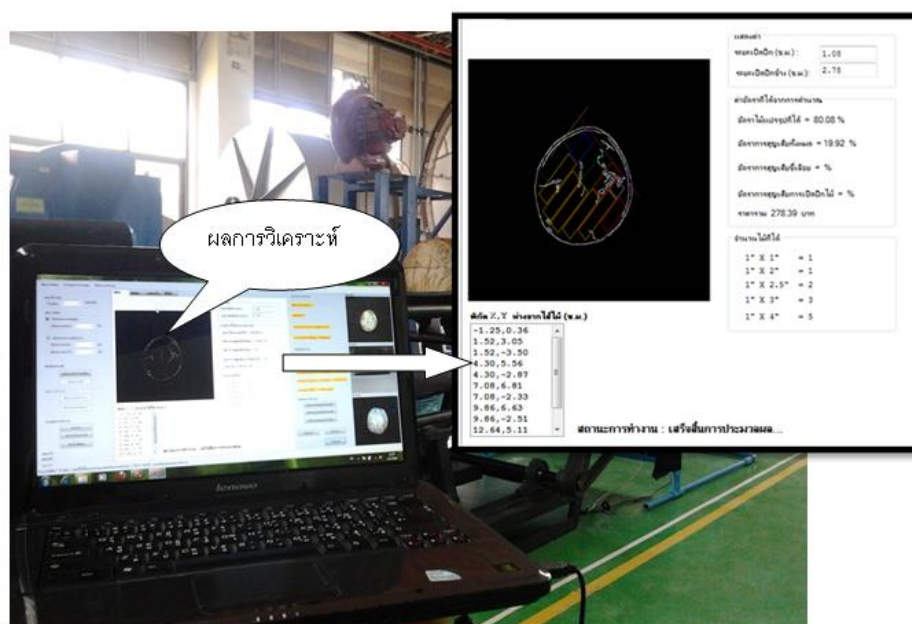
ลำดับที่	ชื่อ-สกุล	โรงงาน
1	นายสุกวิทย์ นุกิจรังสรรค์	บริษัท หุ่นหลวงวู้ดอินดัสตรีส์ จำกัด อำเภอเวียงสระ จังหวัดสุราษฎร์ธานี
2	นายประทีป เจริญทอง	บริษัท ไทยนครพาราวู้ด จำกัด อำเภอลำปาง จังหวัดนครศรีธรรมราช
3	นายมนต์ชัย เจนเจริญวงศ์	บริษัท กระบี่วู้ดอินดัสตรีส์ จำกัด อำเภออ่าวลึก จังหวัดกระบี่
4	นายอโณทัย ประดิษฐ์ศรีสกุล	บริษัท ชูศักดิ์ยูเนี่ยนพาราวู้ด จำกัด อำเภอทุ่งใหญ่ จังหวัดนครศรีธรรมราช
5	นายสังวาลย์ เพื่อกนาโพธิ์	บริษัท ชันพาราเทค จำกัด (มหาชน) อำเภอเมือง จังหวัดสุราษฎร์ธานี
6	นายอุดม หลีกภัย	บริษัท ทิพย์เมธา จำกัด อำเภอห้วยยอด จังหวัดตรัง
7	คุณจันทร์เพ็ญ แซ่เฮง	บริษัท บึงกาญจน์ พาราวู้ด จำกัด อำเภอเบิ่งกาฬ จังหวัดบึงกาฬ
8	นางสาวดวงใจ อุ่นเสียม	บริษัท เมกก้าวู้ด จำกัด อำเภอเมือง จังหวัดตรัง
9	นางสาวกนกพร วงศ์เหลือง	บริษัท วู้ดเวอร์คยูไนเต็ด จำกัด อำเภอห้วยยอด จังหวัดตรัง
10	นายพนมกร หลงแก้ว	บริษัท วู้ดเวอร์คเคีเอชั่น จำกัด อำเภอกลองท่อม จังหวัดกระบี่
11	นายสุรชัย หวังหริม	บริษัท วู้ดเวอร์คอิงสุธน จำกัด อำเภอละงู จังหวัดสตูล
12	นายทิปวัชร ราชพรหม	บริษัท กรีนรีเวอร์วู้ด แอนด์ ลัมเบอร์ แมนูแฟกเจอร์ (ประเทศไทย) จำกัด อำเภอบางกล่ำ จังหวัดสงขลา
13	นายสุรชาติ เดียวนากุล	บริษัท เงินดำวู้ด จำกัด อำเภอพระแสง จังหวัดสุราษฎร์ธานี
14	นายศุภกิจ สันคำ	บริษัท ชูศักดิ์พระแสงพาราวู้ด จำกัด อำเภอพระแสง จังหวัดสุราษฎร์ธานี
15	นายวุฒิชัย คำวงศ์	บริษัท นครศรีพาราวู้ด จำกัด อำเภอพรหมคีรี จังหวัดนครศรีธรรมราช
16	นายโกวิท หรินสรล	บริษัท แฟนชีวู้ดอินเตอร์เนชั่นแนล จำกัด อำเภอพุนพิน จังหวัดสุราษฎร์ธานี
17	นายสำคัญ เกษรบัว	บริษัท วู้ดเวอร์ค ปีพี จำกัด อำเภอทุ่งสง จังหวัดนครศรีธรรมราช
18	นายทรงพล ศรีสวัสดิ์	บริษัท อันวาร์พาราวู้ด จำกัด อำเภอสะเดา จังหวัดสงขลา
19	นายสันติ ชาญชัยวัฒน์	บริษัท บ้านสื่องพาราวู้ด จำกัด อำเภอเวียงสระ จังหวัดสุราษฎร์ธานี
20	นายพลกริช ทองเกตุ	บริษัท เพนสุราษฎร์ จำกัด อำเภอเวียงสระ จังหวัดสุราษฎร์ธานี
21	นายอรุณ สิ้นไชย	บริษัท เรืองอุทัยสุราษฎร์ธานี(1991) จำกัด อำเภอพุนพิน จังหวัดสุราษฎร์ธานี
22	นายอนุวัตร แซ่โล้ว	ห้างหุ้นส่วนจำกัด โรงเลื่อยสวนจันทร์ อำเภอเมือง จังหวัดตรัง
23	นายสมนึก สวธานนท์	ห้างหุ้นส่วนจำกัด ส.ร่อนพิบูลย์พาราวู้ด อำเภอร่อนพิบูลย์ จังหวัดนครศรีธรรมราช
24	นายชัชชม เหล่าฤทธิ์ไกร	บริษัท เอเชีย แปซิฟิคพาราวู้ด จำกัด อำเภอเมือง จังหวัดตรัง
25	นายวันส วิระพรสวรรค์	บริษัท พาราวีเนียร์ 2002 จำกัด อำเภอย่านตาขาว จังหวัดตรัง
26	นายกิตติภัทร์ เจนเจริญ	บริษัท อัลฟ่า วู้ด จำกัด อำเภอเขาพนม จังหวัดกระบี่

3.2 ระบบการวัดขนาดไม้ซุง

ได้ทำการปรับปรุงระบบลำเลียงท่อนไม้และระบบถ่ายภาพหน้าไม้ พร้อมทั้งระบบปิดกั้นแสงเพื่อให้ได้ภาพหน้าไม้ที่เหมาะสมสำหรับการวิเคราะห์ภาพที่ได้พัฒนาไว้แล้วในโครงการระยะที่ 2 โดยได้ทำการสาธิตการทำงานของระบบให้กับผู้เข้าร่วมการอบรม ในงานวันเปิดศูนย์ มวล-วช ศูนย์เทคโนโลยีไม้และไม้ประกอบ มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์ เมื่อวันที่ 13 ธันวาคม 2555



รูปที่ 3.4 ระบบชุดลำเลียงไม้ซุงยางพารา ด้านทางออกของระบบลำเลียงที่ได้พัฒนาในโครงการระยะที่ 2



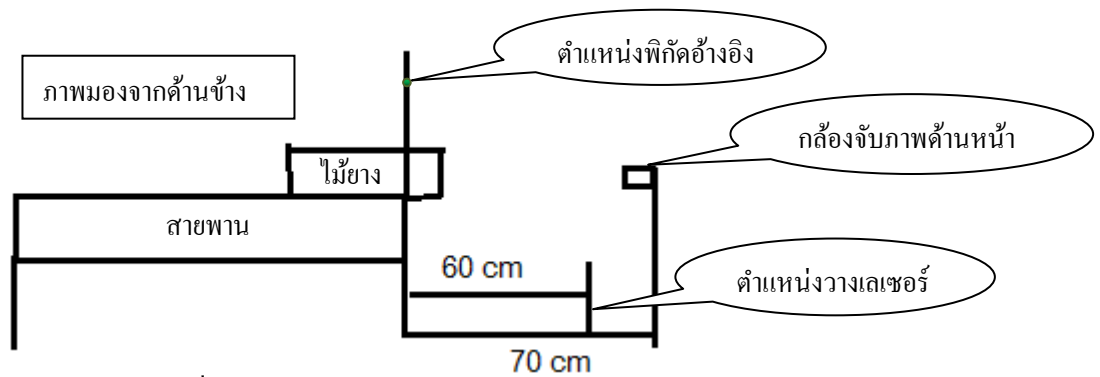
รูปที่ 3.5 การประมวลผลรูปแบบการเลื้อยที่ได้ทางคอมพิวเตอร์โดยใช้ข้อมูลลักษณะของไม้ซุงยางพาราที่ถ่ายได้ด้วยกล้องในระบบลำเลียงที่ได้พัฒนาในโครงการระยะที่ 2



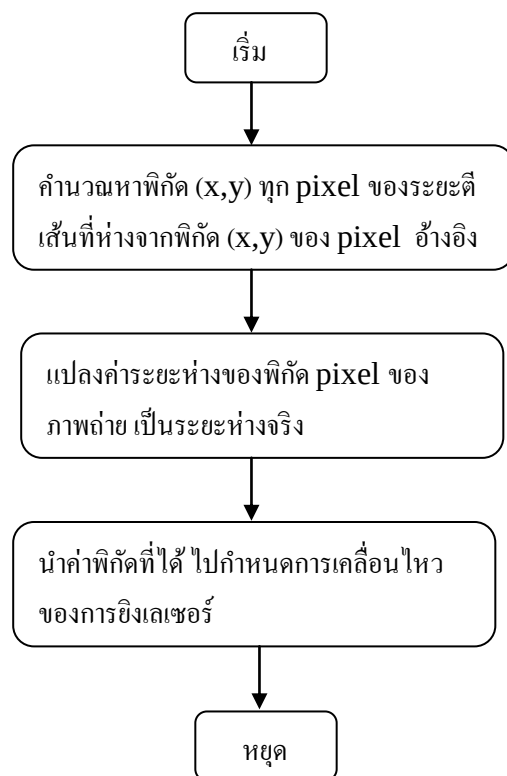
รูปที่ 3.6 การสาธิตระบบลำเลียงไม้ซุง ระบบวัดขนาด และซอฟต์แวร์ออกแบบรูปแบบการเลื่อยที่ได้ทำการปรับปรุงระบบลำเลียงท่อนไม้และระบบถ่ายภาพหน้าไม้

3.3 เครื่องตัดไม้ขง

คณะผู้วิจัยได้วางกรอบแนวคิดในการสร้างเครื่องตัดไม้ด้วยเครื่องยิงเลเซอร์ โดยที่ตัวยิงเลเซอร์สามารถที่จะดีเส้นตามรูปแบบที่ได้คำนวณมาจากภาพถ่าย ที่มีการหมุนของภาพเพื่อที่จะคำนวณและหารูปแบบการตัดที่ได้ปริมาตรไม้แปรรูปหรือราคาไม้แปรรูปสูงสุด โดยรูปแบบดังกล่าวไม่สามารถจะกำหนดแนวเส้นที่แน่นอนก่อนได้

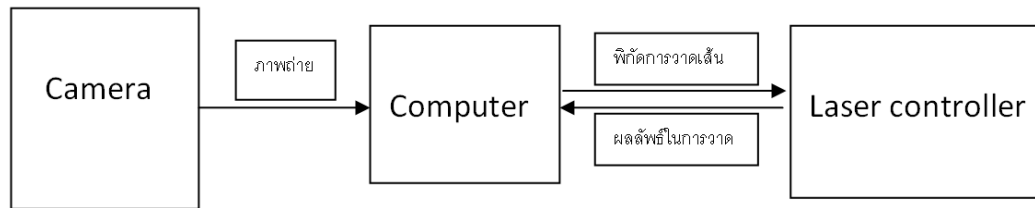


รูปที่ 3.7 การวางตำแหน่งแกน (x,y) ของตัวเลเซอร์



รูปที่ 3.8 การทำงานของโปรแกรม

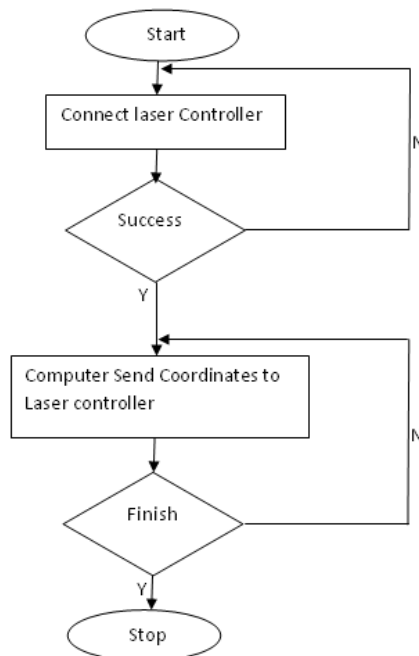
โดยการดำเนินการในเบื้องต้นจะเป็นการรับข้อมูลที่ได้ประมวลผลไว้ด้วยซอฟต์แวร์ที่พัฒนาขึ้นเพื่อนำมาตีเส้นด้วยเลเซอร์บนแผ่นกระดาษแข็งก่อน ระบบการทำงานโดยรวมดังแสดงในรูปที่ 3.9



รูปที่ 3.9 ระบบการทำงานโดยรวมของเครื่องตีเส้นโดยใช้แสงเลเซอร์

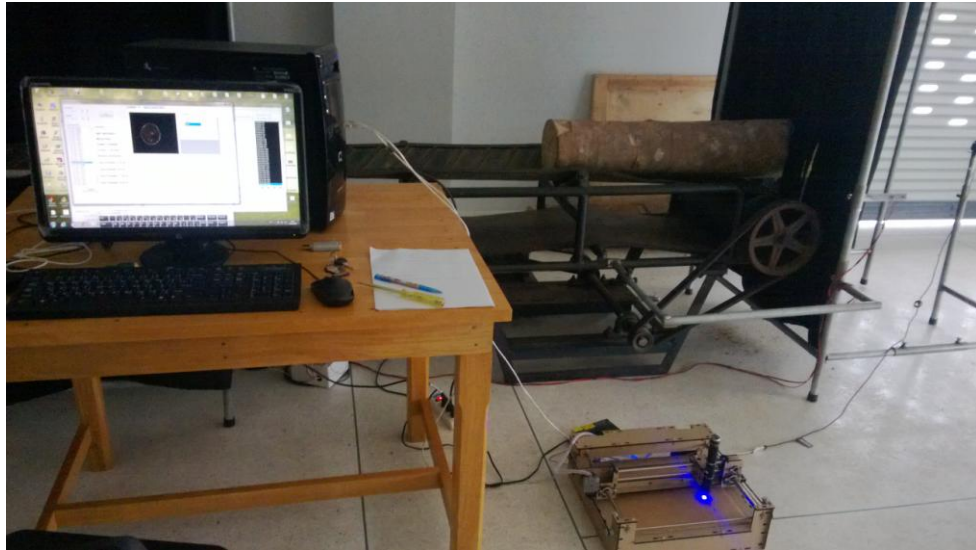
เมื่อคอมพิวเตอร์ ได้ภาพที่ถ่ายรูปหน้าตัดไม้ยางพารามาแล้ว จะทำการประมวลผลโดยหาขอบของไม้ยางพาราและวิเคราะห์ลักษณะการตัดออกมาซึ่งรูปแบบการวิเคราะห์ลักษณะการตัดที่ได้พัฒนาไว้แล้วในโครงการระยะที่ 2 ในกระบวนการวิเคราะห์ลักษณะข้อมูลในการวาดเส้นเพื่อให้ได้เท่ากับขนาดจริง หลังจากได้ข้อมูลภาพที่ได้วิเคราะห์ลักษณะการตัดเรียบร้อยแล้วโดยจะคิดวิเคราะห์เฉพาะ เส้นขอบไม้และเส้น เปิดปิดไม้ทั้งสองเส้น โดยทำการเก็บพิกัดพิกเซลที่ขอบไม้ และ พิกเซลเส้นที่ใช้ในการเปิดปิด ซึ่งเก็บอยู่ในลักษณะของ พิกัด X, Y เมื่อได้พิกัด หลังจากนั้นจะทำการขยายพิกัดเส้นขอบไม้และเส้นเปิดปิดเพื่อให้ได้เท่ากับขนาดของจริงโดยมีอัตราขยายเท่ากับ 128 ของพิกัดพิกเซลเดิม (ค่า 128 คือค่าที่ได้จากการทดลอง การถ่ายภาพที่ระยะ 70 เซนติเมตร เมื่อขยายอัตราส่วนที่ 128 ของค่าเดิมจะทำให้ได้การวาดเส้นที่มีขนาดเท่ากับขนาดจริง) และทำการส่งค่าข้อมูลไปยังอุปกรณ์ยิงเลเซอร์ต่อไป

การทำงาน ระหว่างคอมพิวเตอร์ กับเครื่องยิงเลเซอร์ โดยคอมพิวเตอร์ จะติดต่อกับ Laser controller ในรูปแบบแบบการติดต่อแบบ RS232 เมื่อทำการคิดได้สำเร็จก็จะเริ่มทำการส่งข้อมูลพิกัดในการวาดเส้นไปยัง Laser controller ทันที โดยมีลักษณะการทำงานดังนี้

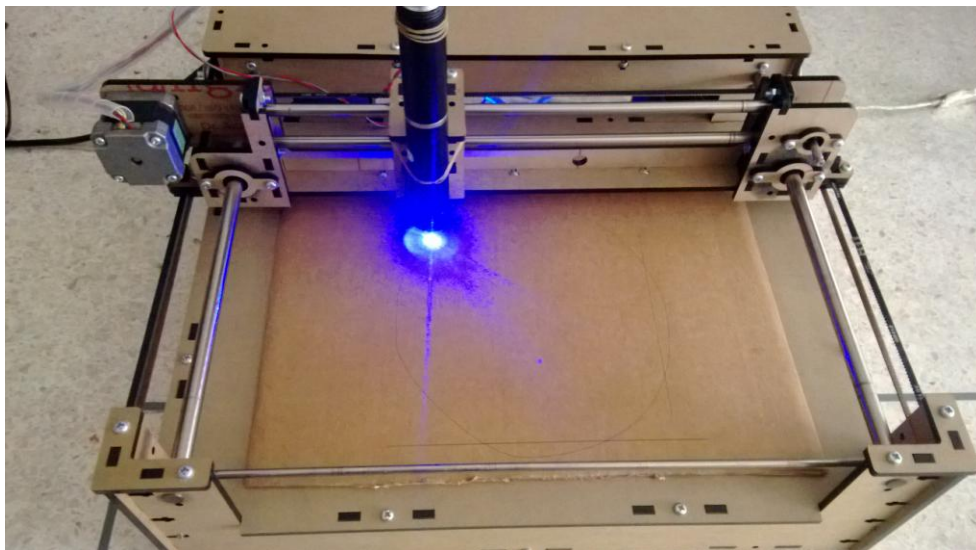


รูปที่ 3.10 ลักษณะการส่งข้อมูลและการสื่อสารการทำงาน

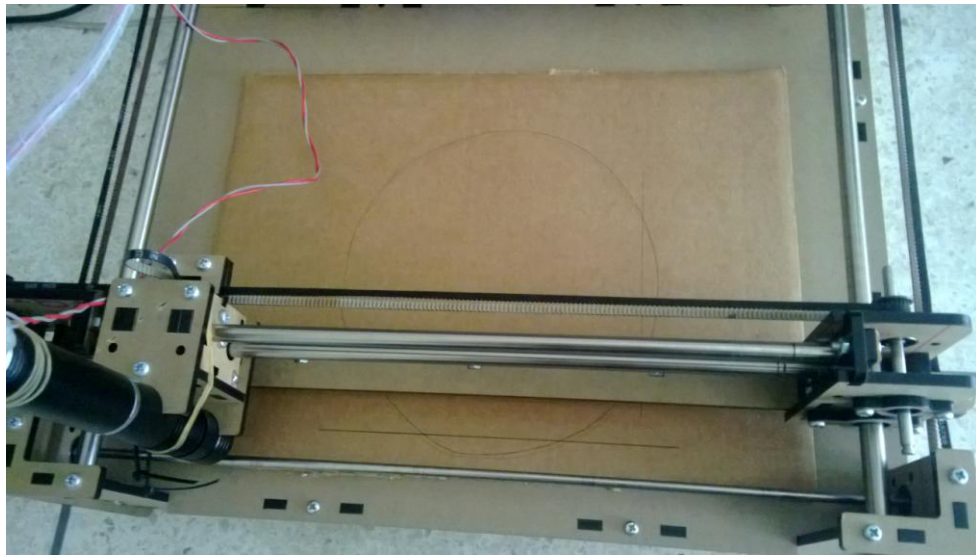
ลักษณะข้อมูลที่ใช้ในการสั่งการทำงานโดยมีรูปแบบการส่งข้อมูลคือ PUX Y (พียูเอ๊ก วาย) และ PDX Y (พีดีเอ๊ก วาย) เช่น ต้องการส่งพิกัด x ที่ 255 และ Y ที่ 60 โดยต้องการที่จะเลื่อนตำแหน่งหัวเลเซอร์อย่างเดียว จะส่งไปในรูปแบบ คือ PU255 60 แต่ถ้าต้องการให้เลื่อนพิกัดและยิงเลเซอร์ไปด้วย จะส่งข้อมูลไปในรูปแบบ PD255 60 ซึ่งในการส่งค่าข้อมูลพิกัดแต่ละครั้งจะต้องคำนึงถึงค่าพิกัด XY โดย ค่าพิกัด X จะต้องไม่เกิน 1270 และ ค่าพิกัด Y ต้องไม่เกิน 1030 โดยทั้งนี้ เป็นข้อจำกัดของเครื่องยิงเลเซอร์ ผลการทดสอบระบบติเส้นพบว่าสามารถติเส้นลักษณะการเลื่อยไม้ที่คำนวณโดยซอฟต์แวร์บนกระดาษแข็งโดยมีขนาดถูกต้องตามลักษณะของหน้าไม้จริง ดังรูปที่ 3.11 – 3.14



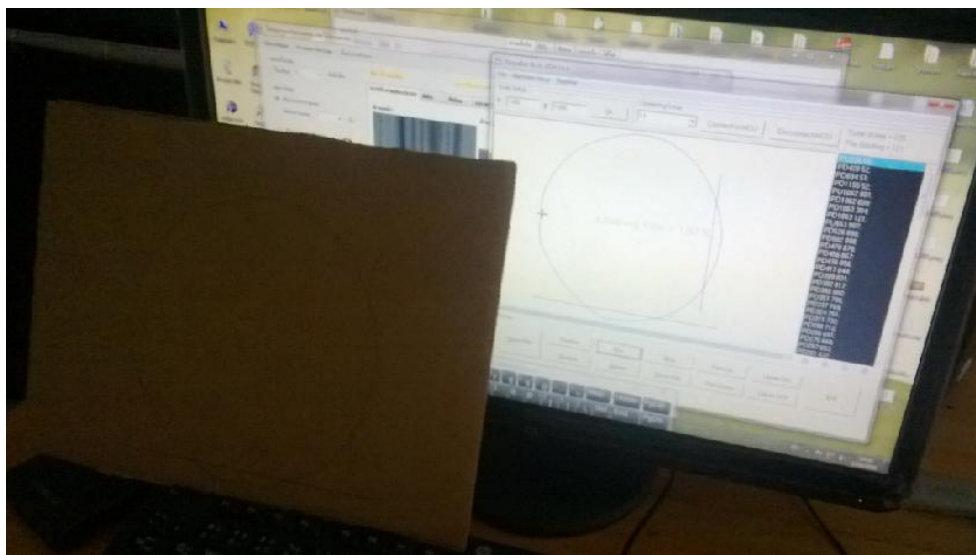
รูปที่ 3.11 เครื่องยิงเลเซอร์เพื่อติเส้นหน้าไม้บนกระดาษแข็ง ต่ออยู่กับระบบลำเลียงไม้และระบบวิเคราะห์รูปแบบการเลื่อยไม้ซุงที่ได้พัฒนาขึ้น



รูปที่ 3.12 เครื่องยิงเลเซอร์ขณะทำงานเพื่อติเส้นหน้าไม้และรูปแบบการเลื่อยบนกระดาษแข็ง



รูปที่ 3.13 ลักษณะของหน้าตัดไม้ซุงและรูปแบบการเลื่อยเปิดปีกขนาดเท่าของจริงบนกระดาษแข็ง
ซึ่งสร้างจากเครื่องยิงเลเซอร์



รูปที่ 3.14 ลักษณะของหน้าตัดไม้ซุงและรูปแบบการเลื่อยเปิดปีกขนาดเท่าของจริงบนกระดาษแข็ง
เปรียบเทียบกับภาพที่ออกแบบโดยซอฟต์แวร์คอมพิวเตอร์

บทที่ 4

การพัฒนาระบบควบคุมการอัดน้ำยาไม้ยางพารา

การวิจัยส่วนนี้มีจุดประสงค์เพื่อพัฒนาและปรับปรุงระบบควบคุมการอัดน้ำยาให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้นและออกแบบเป็นผลิตภัณฑ์พร้อมใช้สำหรับอุตสาหกรรม

4.1 การสร้างและออกแบบเครื่องวัดความเข้มข้นน้ำยาสำหรับสารเคมีทุกยี่ห้อที่ใช้ในอุตสาหกรรม

- สร้างเครื่องวัดความถ่วงจำเพาะที่มีความแม่นยำและทนทานมากขึ้น

คณะผู้วิจัยได้ปรับปรุงเครื่องวัดความถ่วงจำเพาะให้มีแม่นยำและสะดวกกับการใช้งานมากขึ้น ทั้งยังได้ปรับปรุงระบบถ่ายน้ำยาจากถังอัดมายังหลอดใส่สารละลายสำหรับการวัดค่าความถ่วงจำเพาะและระบบถ่ายน้ำทิ้งให้ใช้งานได้สะดวกขึ้น โดยเปลี่ยนวัสดุจากไม้เป็นแผ่นอะคริลิกเพื่อความคงทนของการใช้งานในอุตสาหกรรม ดังรูปที่ 4.1



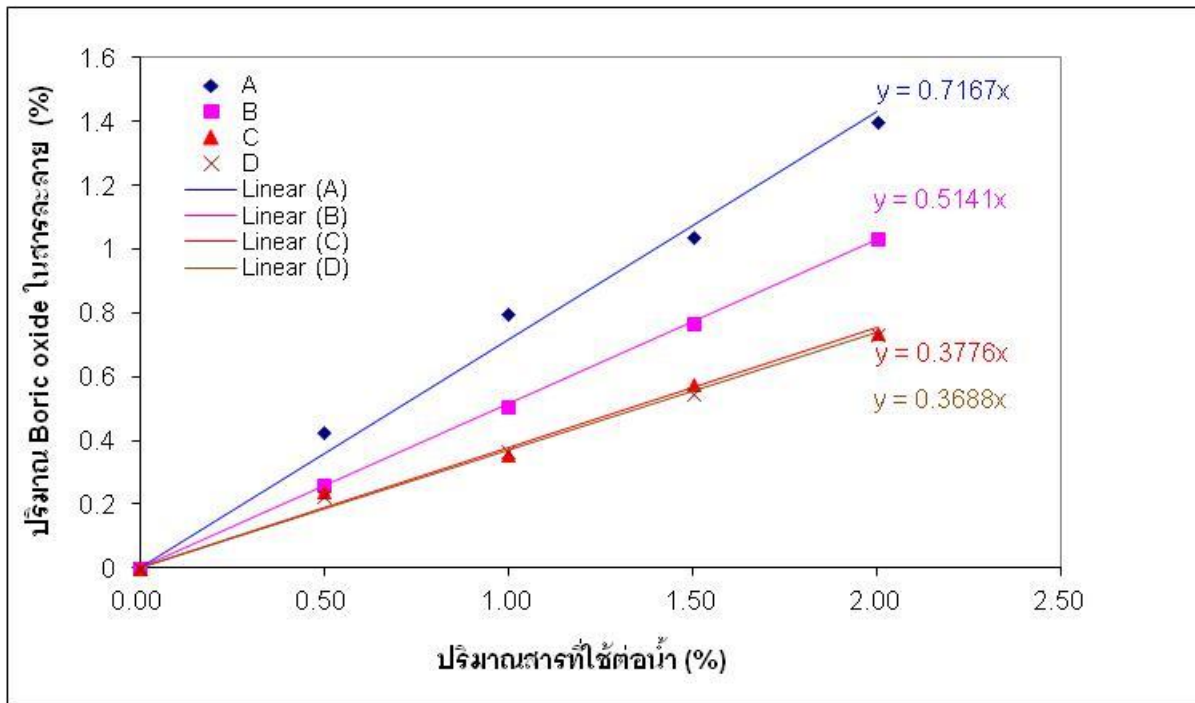
รูปที่ 4.1 ระบบวัดความถ่วงจำเพาะของสารละลายโบรอนสำหรับการใช้งานในโรงงานอุตสาหกรรม

- ทำกราฟมาตรฐานสำหรับสอบเทียบน้ำยาแต่ละยี่ห้อที่มีใช้ในอุตสาหกรรม

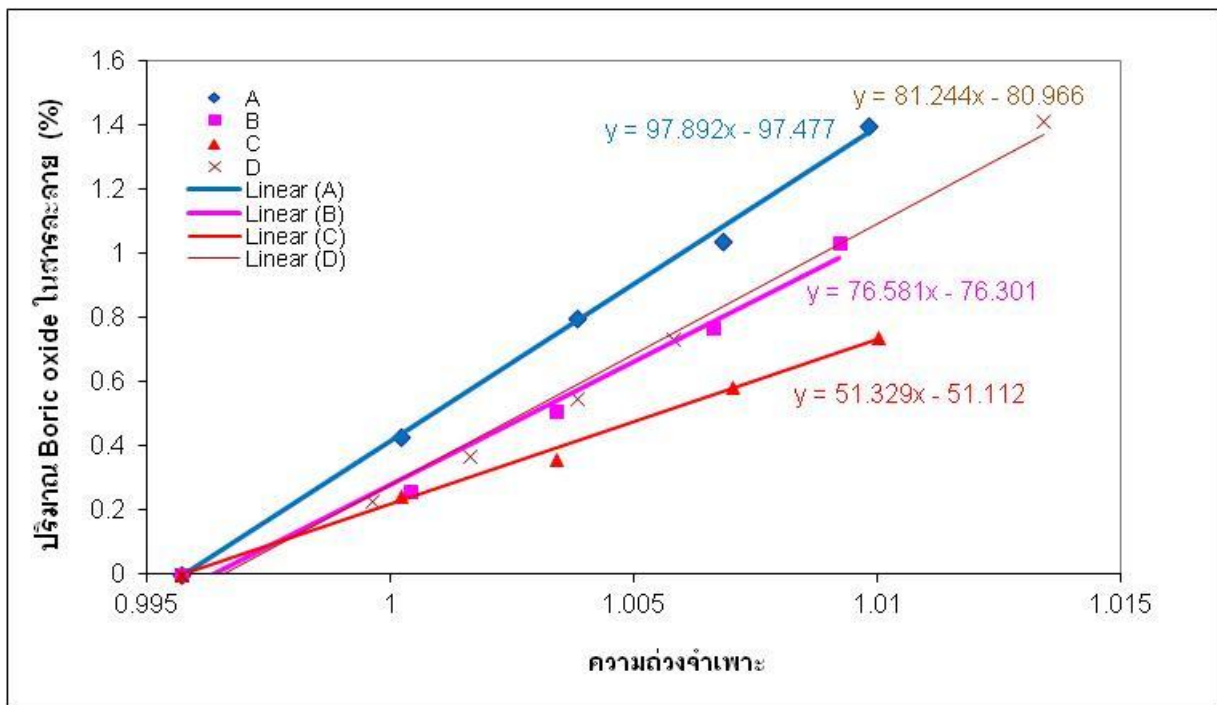
คณะวิจัยได้ดำเนินการทำกราฟมาตรฐานของสารประกอบโบรอนที่มีใช้ในอุตสาหกรรมในเบื้องต้น จำนวน 4 ยี่ห้อ (A, B, C และ D) เพื่อเปรียบเทียบความเข้มข้นของ Boric oxide ในสารละลายต่อปริมาณสารประกอบที่ใช้ไป ซึ่งหากทราบราคาต่อหน่วยของสารประกอบโบรอนจะทำให้สามารถตัดสินใจได้ว่าสารประกอบโบรอนยี่ห้อใดให้สารละลายโบรอนในราคาที่ถูกลงได้ โดยทำการวัดค่าความเข้มข้นของ Boric oxide ในสารละลายโดยใช้วิธีการไตเตรท ส่วนการวัดค่าความหนาแน่นของสารละลายได้ใช้ เครื่องวัดความถ่วงจำเพาะของบริษัท Leo Kübler GmbH ประเทศเยอรมันเป็นค่ามาตรฐานเพื่อเปรียบเทียบกับค่าที่วัดได้จากเครื่องที่ออกแบบและสร้างขึ้นโดยคณะผู้วิจัย



รูปที่ 4.2 ระบบวัดเครื่องวัดความถ่วงจำเพาะที่ออกแบบและสร้างขึ้นในงานวิจัยเพื่อวัดความถ่วงจำเพาะของสารละลายโบรอนที่ความเข้มข้นต่ำๆ



รูปที่ 4.3 กราฟเปรียบเทียบปริมาณสารประกอบโบรอนสี่ชนิดที่หือต่อน้ำกับความเข้มข้นของ Boric oxide ในสารละลาย



รูปที่ 4.4 กราฟเปรียบเทียบความเข้มข้นของ Boric oxide ในสารละลายกับความถ่วงจำเพาะของสารละลายของสารประกอบโบรอน 4 ชนิด

4.2 โปรแกรมคำนวณการผสมเพื่อรักษาความเข้มข้นของน้ำยาให้คงที่

- ปรับปรุงโปรแกรมให้ใช้งานได้กับถังอัดน้ำยาหลายรูปแบบที่ใช้ในอุตสาหกรรม

คณะผู้วิจัยได้ทำการปรับปรุงการคำนวณของโปรแกรมให้เข้ากับรูปแบบของเครื่องอัดน้ำยาไม่ที่มีใช้อยู่ในโรงงานอุตสาหกรรมที่ไม่เหมือนกัน โดยในเบื้องต้นได้ปรับการคำนวณให้ใช้ได้กับการมีถังเก็บน้ำยาหลายๆ รูปแบบเช่น ถังในถังเก็บด้านบน หรือเก็บเป็นแบบถังพักด้านล่าง ดังรูป 4.5-4.6



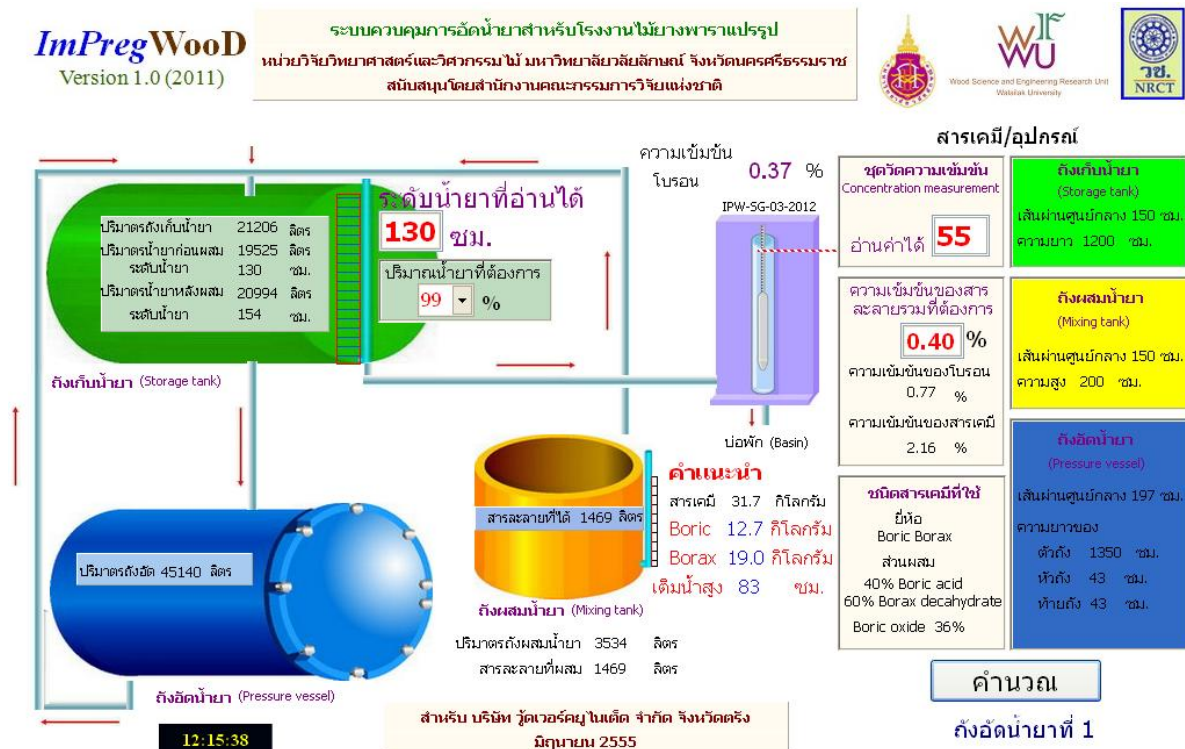
รูปที่ 4.5 ลักษณะของการเก็บน้ำยาในถังเก็บน้ำยาด้านบน



รูปที่ 4.6 ลักษณะของการใช้ถังพักด้านล่างในการเก็บน้ำยาแทนถังเก็บน้ำยาด้านบน

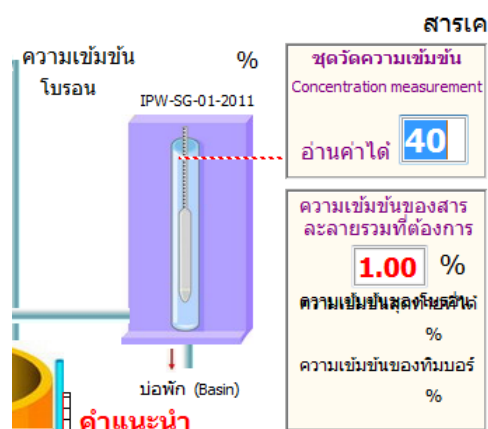
- การคำนวณโดยใช้โปรแกรม ImPregWood

ผู้วิจัยได้จัดทำคู่มือการใช้โปรแกรม ImPregWood เพื่อให้อุตสาหกรรมนำไปใช้งานตามรายละเอียดด้านล่าง

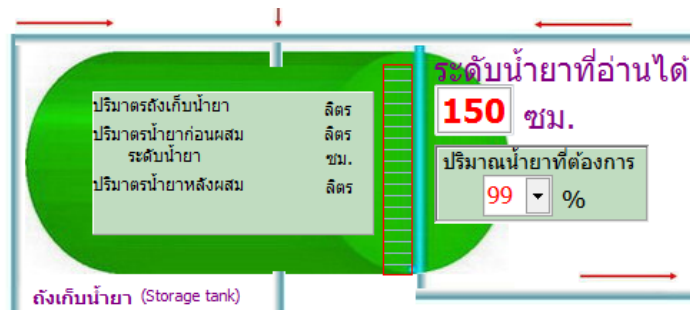


รูปที่ 4.7 ลักษณะของโปรแกรมที่ใช้คำนวณการผสมน้ำยาโบรอน

- ทำการวัดค่าความถ่วงจำเพาะของน้ำยาในถังเก็บที่เหลือหลังจากการอัดน้ำยาในรอบที่ผ่านมา แล้วป้อนค่าที่อ่านได้ในโปรแกรม (40)
- ป้อนค่าความเข้มข้นของน้ำยาที่ต้องการในรอบถัดไป (1.00%)



- ป้อนค่าความสูงของน้ำยาที่เหลือในถังเก็บ (150 ซม)
- ป้อนค่าปริมาณน้ำยาที่ต้องการหลังการผสม (99% ของปริมาณถังเก็บ)



— กดปุ่มคำนวณ

ชนิดสารเคมีที่ใช้

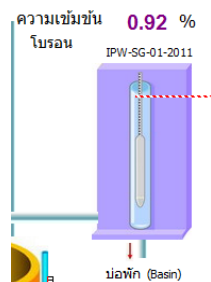
ยี่ห้อ
Tim-bor Industrial

ชื่อทางเคมี
Disodium Octaborate tetrahydrate

คำนวณ

— ข้อมูลที่ได้จากการคำนวณ

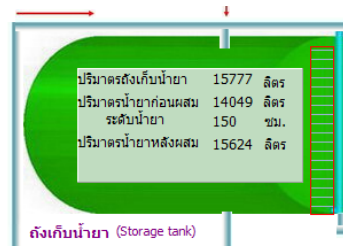
- a. ความเข้มข้นของน้ำยาที่เหลือในถังเก็บก่อนการผสม (0.92%)



- b. ปริมาณสารเคมีและน้ำที่ต้องใช้ในการผสมรอบถัดไป (สารเคมี 37 กิโลกรัม เติมน้ำสูง 83 ซม. จะได้สารละลายในถังผสม 1571 ลิตร หรือ เพื่อความสะดวกอาจจะใช้สารเคมี 1.5 กระสอบก็ได้ โดยสารละลายในถังผสมมีความเข้มข้นของบอริกออกไซด์ 1.71% และมีความเข้มข้นของสารเคมีโดยรวม 2.38%)



- c. โดยเมื่อนำสารละลายที่ผสมใหม่ในถังผสมผสมกับสารละลายเก่าที่มีเหลือในถังเก็บจะได้สารละลายปริมาตร 15624 ลิตร ที่ความเข้มข้น 1.00% ตามต้องการ



4.3 ติดตั้งระบบและวัดผลการใช้งานกับโรงงานอุตสาหกรรมที่เข้าร่วมโครงการ

คณะผู้วิจัยร่วมกับ โครงการ มวล-วช ศูนย์เทคโนโลยีไม้มะพร้าวและไม้ประกอบ ซึ่งได้รับทุนสนับสนุนจากภารกิจบริหารจัดการผลงานวิจัย สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ได้ดำเนินการขยายผลโดยทำการติดตั้งระบบควบคุมการอัดน้ำยาเพิ่มเติมให้กับบริษัทบริษัทวีดีเวอร์คยูไนเต็ด จำกัด เลขที่ 105 หมู่ 3 ตำบลหนองช้างแล่น อำเภอห้วยยอด จังหวัดตรัง 92130 โดยกรรมการผู้จัดการ คุณธนพจน์ สุกศรี เป็นผู้รับมอบ เมื่อวันที่ 14 มิถุนายน 2555 จำนวน 1 ชุด



รูปที่ 4.8 ระบบควบคุมการอัดน้ำยาไม้มะพร้าวสำหรับบริษัทวีดีเวอร์คยูไนเต็ด จำกัด ซึ่งประกอบไปด้วย เครื่องวัดความถ่วงจำเพาะความละเอียดสูง ชุดหลอดแก้วสำหรับถ่ายเทน้ำยา โซฟแวร์คอมพิวเตอร์สำหรับการคำนวณรวมแผ่นซีดี และคู่มือการใช้งาน

บริษัท วัฏเวอร์คอรี่ เอชเอ็น จำกัด เลขที่ 26/8 หมู่ 1 ถนนเพชรเกษม ตำบลห้วยน้ำขาว อำเภอลองท่อม จังหวัดกระบี่ 81120 โดยกรรมการผู้จัดการ คุณสุจินตนา แก้วสุข เป็นผู้รับมอบ เมื่อวันที่ 28 มิถุนายน 2555 จำนวน 1 ชุด



รูปที่ 4.9 ระบบควบคุมการอัดน้ำยาฆ่าเชื้อสำหรับบริษัท วัฏเวอร์คอรี่ เอชเอ็น จำกัด จังหวัดกระบี่ ซึ่งประกอบไปด้วย เครื่องวัดความถ่วงจำเพาะความละเอียดสูง ชุดหลอดแก้วสำหรับถ่ายเทน้ำยา โซฟแวร์คอมพิวเตอร์สำหรับการคำนวณรวมแผ่นซีดี และคู่มือการใช้งาน

บริษัท เขมมหาชัยพาราวัฏ จำกัด เลขที่ 13/3 หมู่ 5 นคร- พรหมคีรี ตำบลนาทราย อำเภอเมืองนครศรีธรรมราช นครศรีธรรมราช 80280 โดยคุณสุทิน พรชัยสุริย์ เป็นผู้รับมอบ เมื่อวันที่ 9 สิงหาคม 2555 จำนวน 1 ชุด



รูปที่ 4.10 ระบบควบคุมการอัดน้ำยาฆ่าเชื้อสำหรับบริษัท เขมมหาชัยพาราวัฏ จำกัด จังหวัดนครศรีธรรมราช ซึ่งประกอบไปด้วย เครื่องวัดความถ่วงจำเพาะความละเอียดสูง ชุดหลอดแก้วสำหรับถ่ายเทน้ำยา โซฟแวร์คอมพิวเตอร์สำหรับการคำนวณรวมแผ่นซีดี และคู่มือการใช้งาน

คณะผู้วิจัยได้ประชาสัมพันธ์เผยแพร่ผลงานนี้ในงานวันเปิดศูนย์ มวล-วช ศูนย์เทคโนโลยีไม้และไม้ประกอบ มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์ เมื่อวันที่ 13 ธันวาคม 2555 โดยมีผู้ประกอบการเข้าร่วมชมการสาธิตและสนใจที่จะนำระบบดังกล่าวไปติดตั้งที่โรงงานของตนเพิ่มอีกจำนวน 9 บริษัท ซึ่งจะได้ทำการขยายผลต่อไป



รูปที่ 4.11 การสาธิตระบบควบคุมการอัดน้ำยาไม้ยางพาราในงานวันเปิดศูนย์ มวล-วช ศูนย์เทคโนโลยีไม้และไม้ประกอบ มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์ เมื่อวันที่ 13 ธันวาคม 2555

ผลจากการจัดแสดงดังกล่าว จังหวัดนครศรีธรรมราช โดยสำนักงานอุตสาหกรรมจังหวัดนครศรีธรรมราช ได้จัดสรรงบประมาณเพื่อติดตั้งระบบควบคุมการอัดน้ำยาไม้ยางพาราที่พัฒนาขึ้นให้กับโรงงานอุตสาหกรรมแปรรูปไม้ยางพาราในพื้นที่จังหวัดนครศรีธรรมราช 5 โรงงาน คือ

1. ห้างหุ้นส่วนจำกัด ส. ร่อนพิบูลย์พาราว่าด 114/2 หมู่ที่ 7 ตำบลร่อนพิบูลย์ อำเภอร่อนพิบูลย์ จังหวัดนครศรีธรรมราช
2. บริษัท นครศรีพาราว่าด จำกัด 127/2 หมู่ที่ 1 ตำบลอินทรี อำเภอร่อนพิบูลย์ จังหวัดนครศรีธรรมราช
3. บริษัท ชุติศักดิ์ยูเนี่ยนพาราว่าด จำกัด 255 หมู่ที่ 3 ตำบลปริก อำเภอทุ่งใหญ่ จังหวัดนครศรีธรรมราช
4. บริษัท บางชัน พาราว่าด อินดัสตรี จำกัด 135 หมู่ที่ 9 ตำบลบ้านลาน อำเภอบางขัน จังหวัดนครศรีธรรมราช
5. บริษัท ไทย เนเจอร์ ริชอส จำกัด 131 หมู่ที่ 7 ตำบลปริก อำเภอทุ่งใหญ่ จังหวัดนครศรีธรรมราช

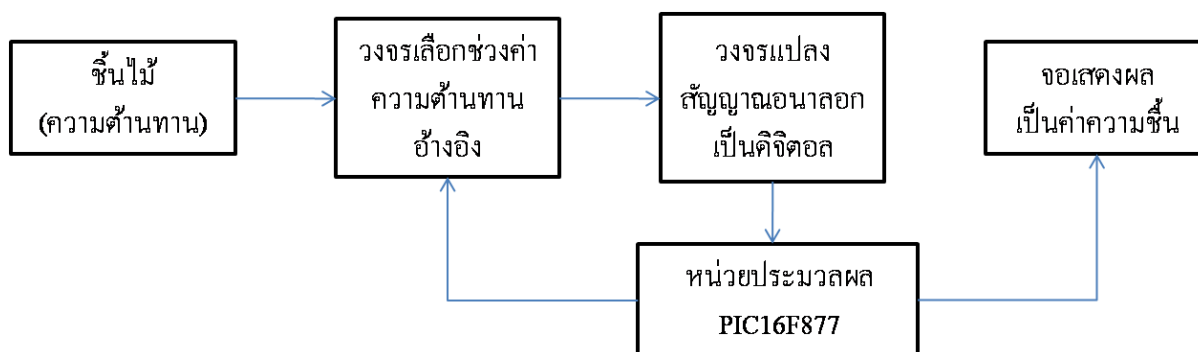
(ภาคผนวก 3)

บทที่ 5

การพัฒนาประสิทธิภาพของระบบควบคุมการอบและการออกแบบเตาอบไม้อย่างพารา

5.1 การสร้างเครื่องวัดความชื้นไม้อย่างพาราโดยใช้หลักการความต้านทานไฟฟ้า

ในวงจรวัดค่าความต้านทานจะใช้ตัวต้านทานสำหรับอ้างอิงค่า การวัดค่าความต้านทานที่มีค่าแตกต่างกันมากจะใช้วิธีแบ่งค่าความต้านทานที่ใช้ในการอ้างอิงออกเป็นช่วงๆ ซึ่งจะทำให้ค่าที่ได้จากการวัดมีความละเอียดสูงขึ้น ในงานวิจัยครั้งนี้จะพัฒนางจรวัดค่าความต้านโดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ในการเปลี่ยนค่าความต้านทานอ้างอิงโดยอัตโนมัติ แสดงดังรูป 5.1



รูปที่ 5.1 โครงสร้างของเครื่องวัดความชื้นของไม้

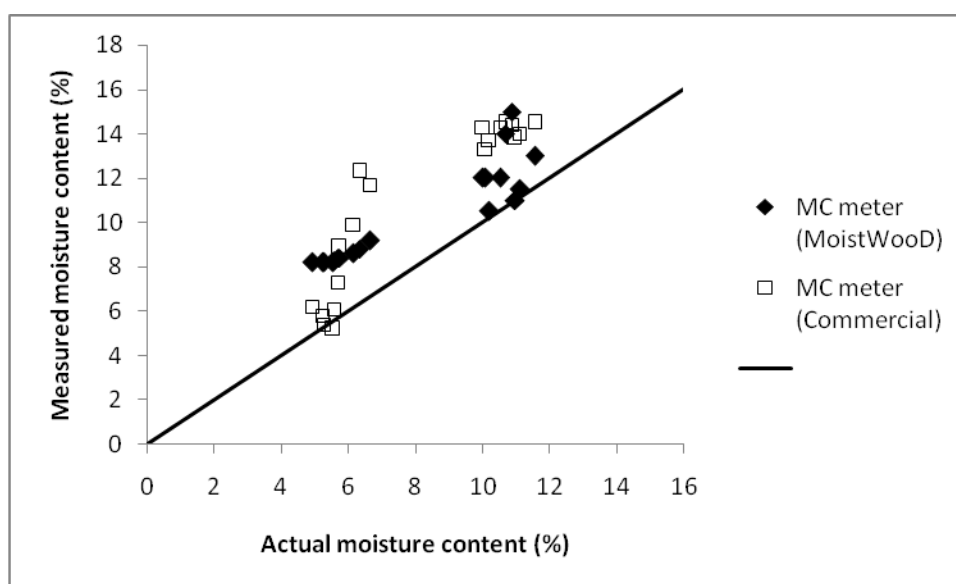
โดยมีขั้นตอนการทำงานดังนี้

1. เลือกใช้ค่าความต้านทานอ้างอิงที่ต่ำสุดและอ่านค่าความต้านทานจากไม้
2. ถ้าค่าที่อ่านได้มากกว่าค่าความต้านทานที่ใช้อ้างอิงให้เพิ่มค่าความต้านทานอ้างอิงจนกว่าค่าความต้านทานที่อ่านได้น้อยกว่าค่าความต้านทานอ้างอิง
3. แปลงค่าความต้านทานเป็นค่าความชื้นและแสดงผลการคำนวณ

จากหลักการดังกล่าวจะทำให้เครื่องวัดความชื้นมีช่วงการวัดที่กว้างขึ้น โดยได้ทำการสร้างต้นแบบขึ้นมาเป็นแบบอนาล็อกก่อนเพื่อตรวจสอบความถูกต้อง ดังรูป 5.2 ผลการทดสอบพบว่าเครื่องมือที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพทัดเทียมเครื่องมือที่นำเข้าจากต่างประเทศ (รูปที่ 5.3) โดยสามารถวัดความชื้นในไม้อย่างพาราได้ใกล้เคียงความเป็นจริง



รูปที่ 5.2 เครื่องวัดความชื้นในไม้ที่พัฒนาขึ้น

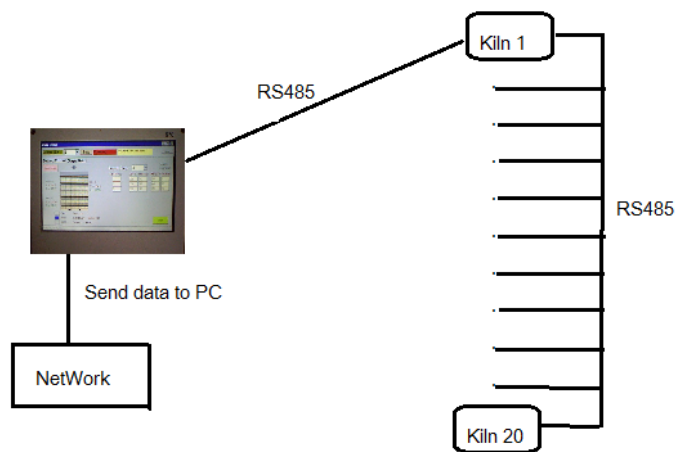


รูปที่ 5.3 ผลการทดสอบเครื่องวัดความชื้นในไม้ที่พัฒนาขึ้นกับเครื่องที่มีขายในท้องตลาดเทียบกับความชื้นจริงในไม้
ที่ทำได้จากเทคนิคการอบแห้ง

5.2 ระบบและโปรแกรมควบคุมการอบไม้อัตโนมัติ

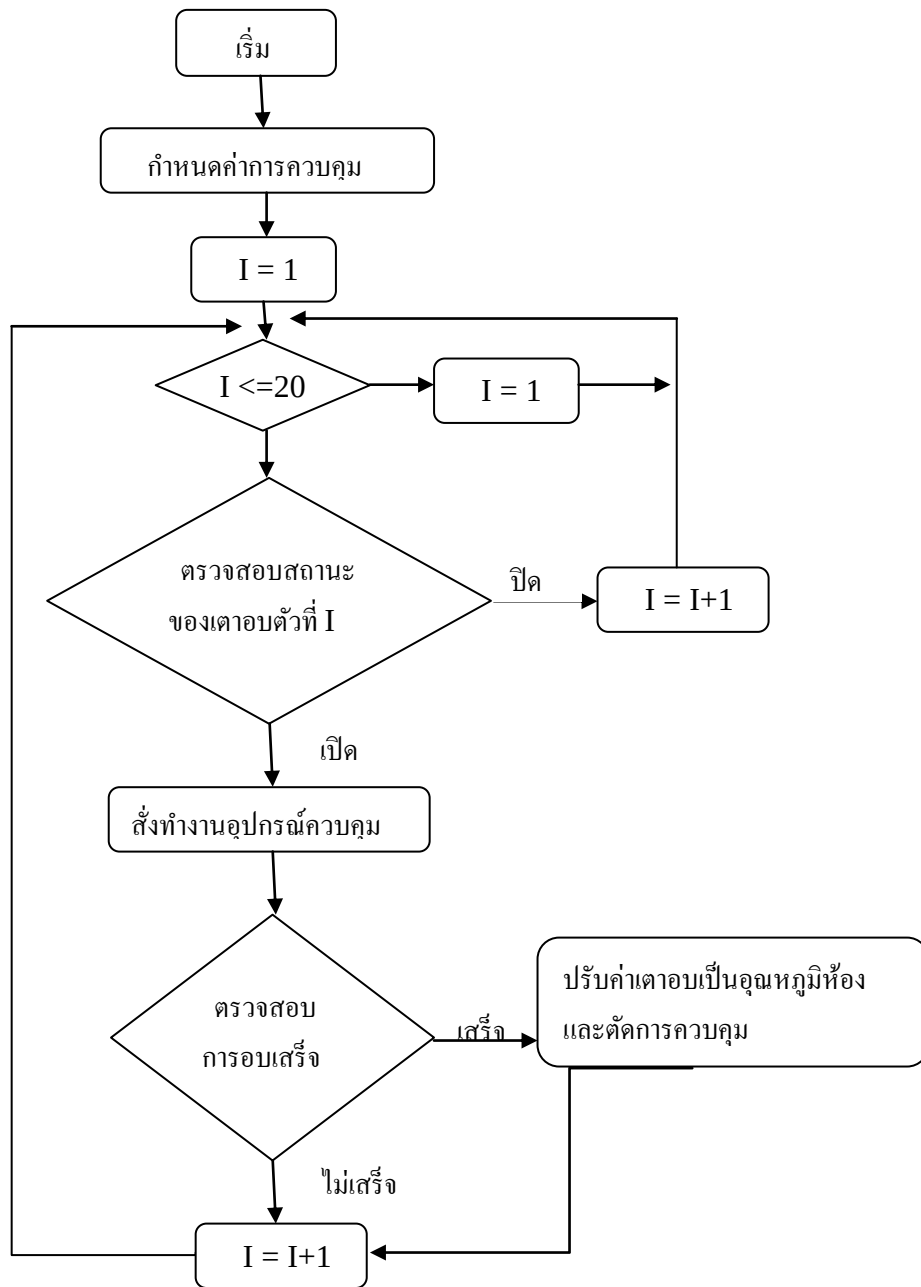
- ระบบควบคุมการอบโดยใช้ Microcontroller

คณะผู้วิจัยได้พัฒนาระบบควบคุมการอบโดยมี Controller 1 ตัวที่สามารถควบคุมได้สูงสุด 20 เตา ลักษณะการทำงานในการควบคุมจะทำการสั่งค่าที่เตาจนครบ 20 เตา แต่ถ้าหากมีการอบไม่ถึง 20 เตาอบก็จะทำการวนรอบเท่าจำนวนที่มีการอบของเตาอบที่เปิดทำงาน รูปแบบการสื่อสารข้อมูลจะอยู่ในรูปแบบการส่งข้อมูลแบบ RS485 ด้วยเหตุผลที่เลือกใช้การติดต่อแบบ RS485 เนื่องจากสามารถส่งได้ระยะที่ไกล โดยได้ระยะในการส่งข้อมูลประมาณ 0.9 – 1.0 กิโลเมตร ซึ่งเหมาะกับการใช้ในงานด้านอุตสาหกรรมและโดยเฉพาะการใช้ Controller ในควบคุมเพียงตัวเดียว ดังนั้นการติดต่อแบบ RS485 สามารถใช้ติดต่อข้อมูลได้ครบทุกเตาอบ



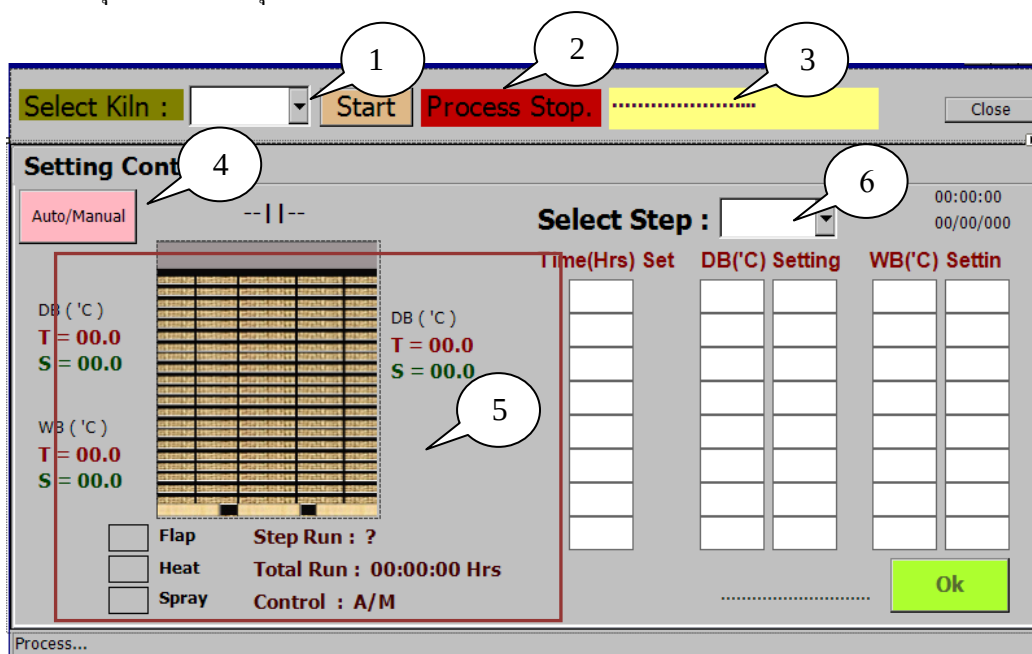
รูปที่ 5.4 แสดงการติดต่อข้อมูลของ Controller ในการควบคุมการอบ

สำหรับการติดต่อกับเครื่องคอมพิวเตอร์จะทำการติดต่อผ่านระบบ Network โดยมีรูปแบบการติดต่อข้อมูลโดยใช้โปรโตคอลในการติดต่อแบบ TCP ซึ่งจะทำให้ลดข้อผิดพลาดในการส่งข้อมูลระหว่างตัวอุปกรณ์ Controller กับคอมพิวเตอร์ รูปที่ 5.5 แสดงถึงลักษณะการการควบคุมการอบของตัว Controller ซึ่งจะเห็นได้ว่าหากมีเตาอบใดที่ไม่ได้เปิดใช้งานจะทำการข้าม เพื่อลดการสูญเสียเวลาในการทำงานของแต่ละรอบการทำงาน ซึ่งจากการทดสอบเวลาในการทำงานของแต่ละรอบการทำงานใน 1 เตาอบพบว่าใช้เวลาประมาณ 0.573 วินาที ดังหากทำงานพร้อมกันทั้งหมด 20 เตา ก็จะเสียเวลาประมาณ 11.4 วินาที ที่จะกลับมาเริ่มเตาที่ 1 ใหม่อีกครั้ง ซึ่งถือว่าเป็นเวลาที่ยอมรับได้และไม่ส่งผลกระทบต่อกรอบไม้อย่างพารา



รูปที่ 5.5 ขั้นตอนการควบคุมการอบของตัว Controller

โปรแกรมควบคุมการอบในตัวอุปกรณ์ Controller

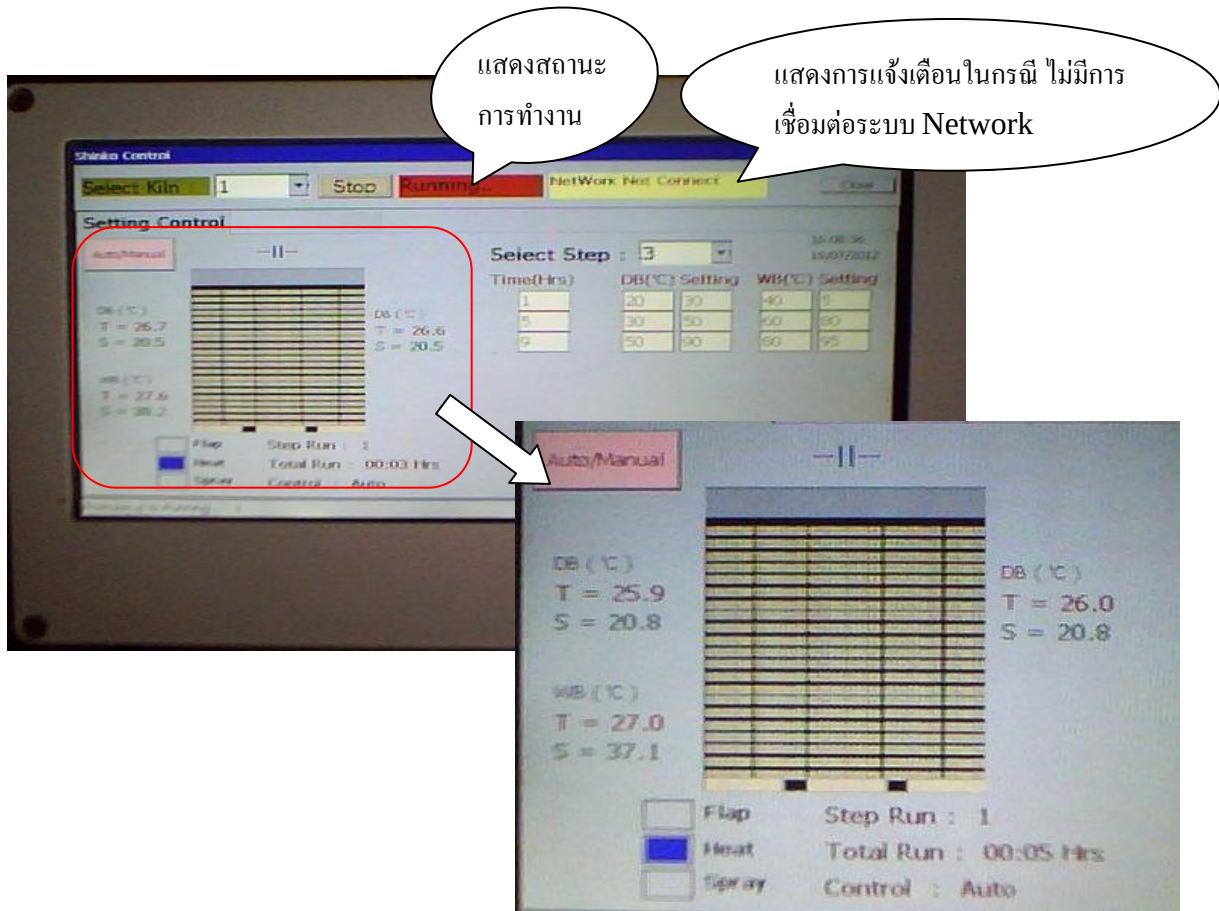


รูปที่ 5.6 หน้าจอโปรแกรมควบคุมการอบบนอุปกรณ์ Controller

ลำดับ	รายละเอียด
1	เลือกเตาอบในการสั่งงานการอบหรือเลือกเพื่อดูข้อมูลเตาอบที่กำลังทำงาน
2	แสดงสถานะการทำงานของเตาอบ จากการเลือกในลำดับที่ 1 (Process stop / Running)
3	แสดงสถานะ การเกิดข้อผิดพลาด เช่น Network ไม่มีการติดต่อ หรือสั่งงานตัวอุปกรณ์บนเตาอบแต่ไม่มีการตอบสนองข้อมูลกลับมายัง Controller
4	ปุ่มกดกำหนดการทำงานสั่งการตั้งค่าอุณหภูมิ AUTO: จะทำการสั่งการตั้งค่าอุณหภูมิตามที่ได้ตั้งเอาไว้ MANUAL: จะไม่มีการสั่งการตั้งค่า โดยผู้ใช้จะต้องทำการปรับค่าเองที่ตัวอุปกรณ์บนเตาอบ (กรณีที่ผู้ใช้ต้องการปรับค่าการอบเอง)
5	แสดงค่าสถานะต่าง ๆ เช่น อุณหภูมิ หรือเวลาที่ทำงาน เป็นต้น
6	เลือกจำนวน Step ที่ต้องการสั่งการทำงาน

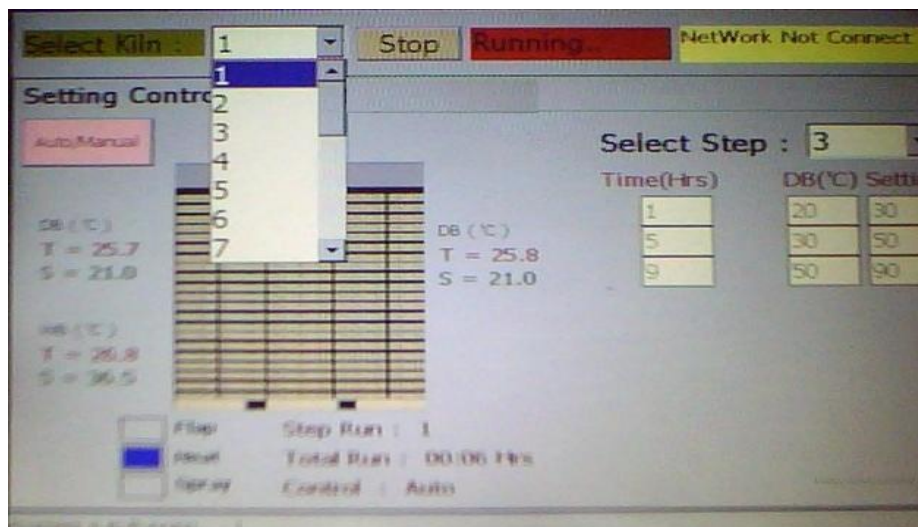
จากรูปที่ 5.7 ในกรณีที่การติดต่อข้อมูลมีความผิดพลาดจะแสดงข้อแจ้งเตือน “Network not connected” เพื่อให้ผู้ใช้งานทราบว่าระบบเน็ตเวิร์กถูกตัดการเชื่อมต่อหรือระบบเน็ตเวิร์กบนเครื่องชำรุดเสียหาย หากในกรณีมีระบบเน็ตเวิร์กทำงานเป็นปกติจะแสดงข้อความ “Network connected” ในส่วนของปุ่มเริ่มทำงานและสถานะการทำงาน หากมีการเปิดการทำงานของเตาอบอยู่ ปุ่มสั่งทำงานจะเปลี่ยนเป็นปุ่ม หยุดการทำงาน และจะขึ้นสถานะว่า “Running...” เพื่อบอกให้ผู้ใช้งานทราบว่าเตาอบที่ผู้ใช้เลือกกำลังทำงานอยู่

หน้าจอแสดงการทำงานของอุปกรณ์ Controller



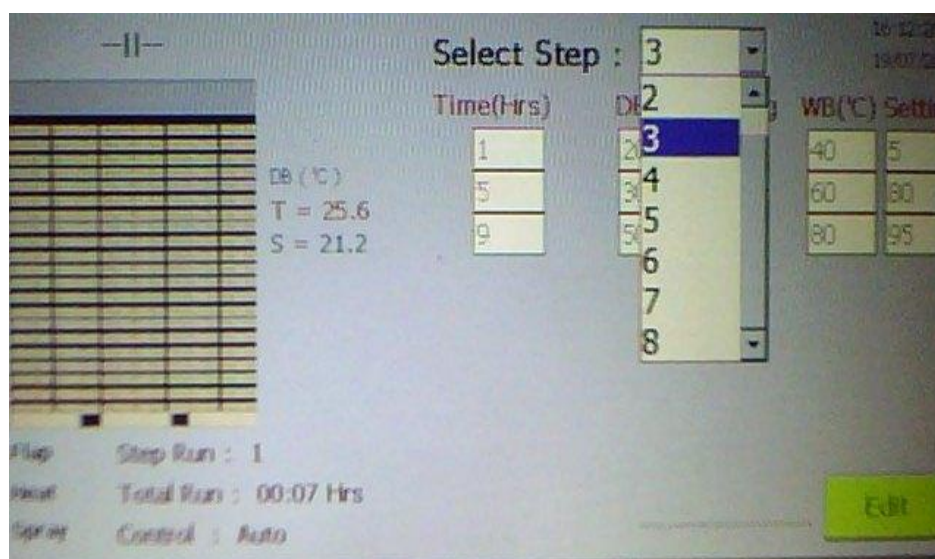
รูปที่ 5.7 การแจ้งเตือนและการแสดงสถานะของค่าต่างๆของการอบบนตัว Controller ระหว่างการทำงาน

รูปที่ 5.8 เป็นการเลือกดูข้อมูลของเตาอบ เช่น ถ้าหากเลือกเตาอบที่ 1 สถานะการแสดงผลต่าง ๆ ที่แสดงบนหน้าจอ จะแสดงเฉพาะเตาอบที่เลือกเท่านั้นจะไม่แสดงสถานะของเตาอบที่กำลังทำงานอยู่ทั้งหมด ถ้าหากต้องการดูค่าสถานะต่างๆของเตาอบที่ 2 ก็เลือกหมายเลข 2 ก็จะแสดงสถานการณ์ทำงานของเตาอบเตาที่ 2



รูปที่ 5.8 การเลือกเพื่อดูข้อมูลอุณหภูมิหรือสั้งการทำงานของเตาอบ

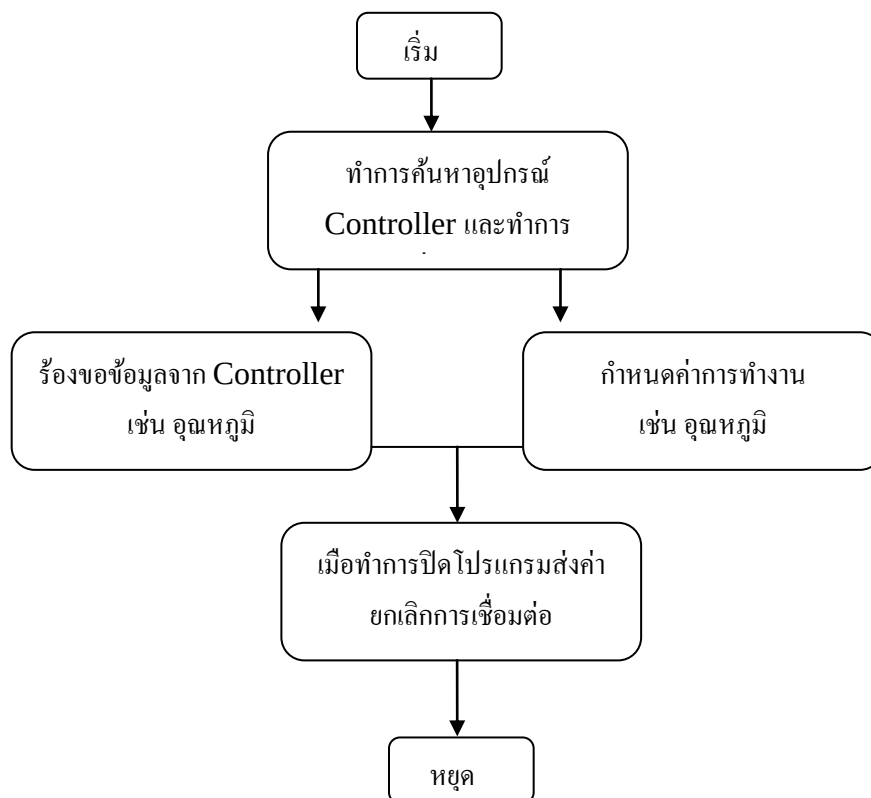
รูปที่ 5.9 แสดงให้เห็นถึงการเลือก Step การทำงานในการควบคุมการอบ เช่นหากต้องทำการอบด้วย 3 Step โปรแกรมจะแสดงช่องให้กรอกข้อมูลด้วยกัน 3 แถว และการกรอกข้อมูลจะต้องทำการกรอกให้ครบทุกช่อง หากเกิดการกรอกข้อมูลไม่ครบ โปรแกรมไม่สามารถสั่งการทำงานได้และจะแจ้งเตือน “Input Error” ซึ่งในการเลือก Step การทำงาน จะสามารถเลือก Step การทำงานได้สูงสุดถึง 8 Step การทำงาน



รูปที่ 5.9 การเลือก Step ในการทำงาน

- ปรับปรุงโปรแกรมควบคุมการอบบนคอมพิวเตอร์ให้สามารถควบคุมการอบไม่หลายเตาอบพร้อมๆกัน

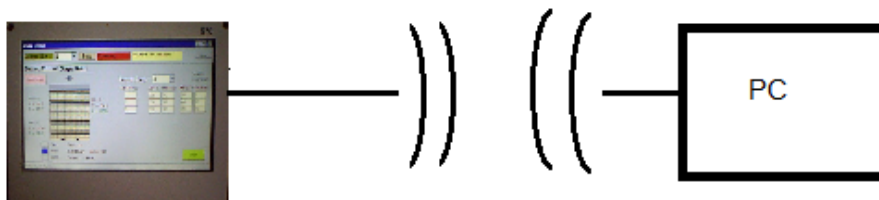
จากรูปที่ 5.10 การทำงานของโปรแกรมควบคุมการอบบนคอมพิวเตอร์ สามารถสั่งการทำงานผ่านโปรแกรมบนคอมพิวเตอร์เพื่อไปควบคุมการอบได้ โดยโปรแกรมบนคอมพิวเตอร์ จะทำการส่งค่าที่ผู้กำหนดไปยัง Controller ซึ่งเมื่อ Controller ได้รับค่าที่กำหนด ก็จะทำการปรับเปลี่ยนและควบคุมการอบต่อไป



รูปที่ 5.10 การทำงานโปรแกรมควบคุมการอบบนคอมพิวเตอร์โดยรวม

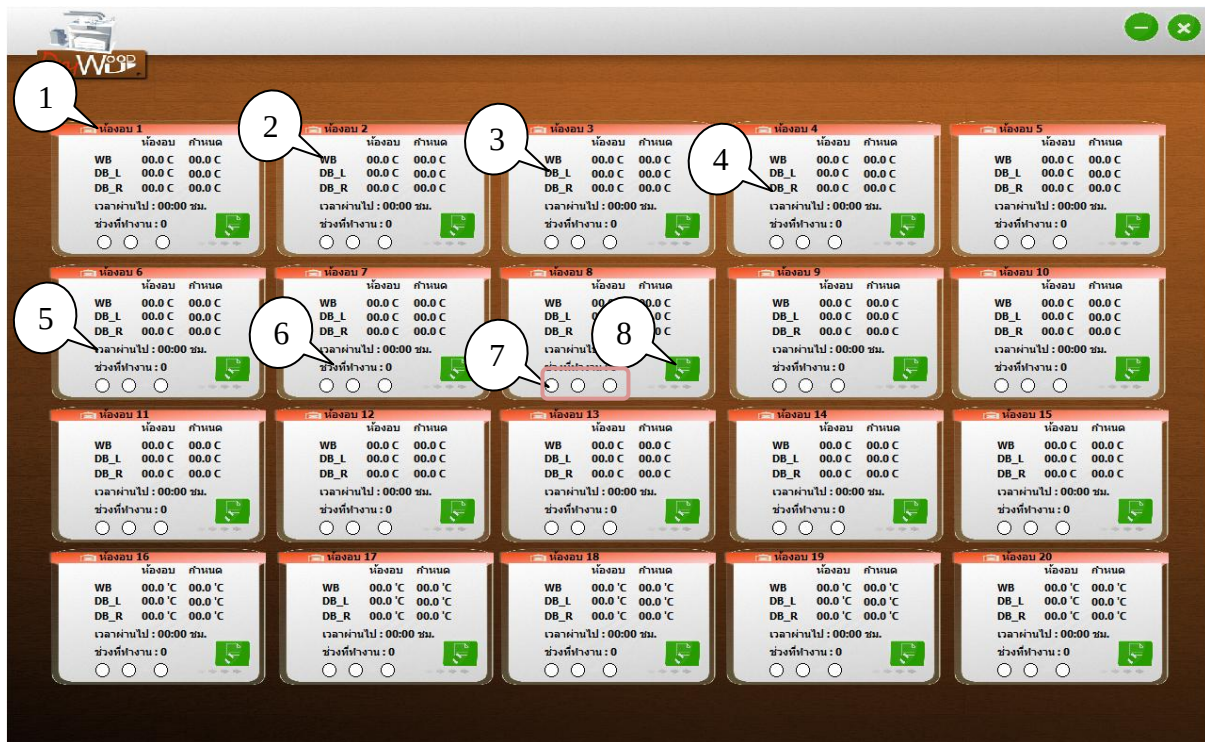
จากรูปที่ 5.11 ในการสื่อสารการทำงานระหว่าง Controller กับ คอมพิวเตอร์ จะใช้การติดต่อแบบ wifi เนื่องจากสภาพการทำงานในโรงงานอุตสาหกรรม ในการเดินสาย Lan เพื่อใช้ในการติดต่อข้อมูลจะทำให้ยากลำบาก ดังนั้นการติดต่อแบบระบบไร้สาย หรือ wifi สะดวกในการติดตั้งระบบเน็ตเวิร์คในการทำงาน

Wifi Connect PC To Controller TCP protocol



รูปที่ 5.11 การทำงานการสื่อสารข้อมูลระหว่างคอมพิวเตอร์ กับ Controller

โปรแกรมควบคุมการอบบนเครื่องคอมพิวเตอร์



รูปที่ 5.12 หน้าจอหลักโปรแกรมควบคุมการอบบนคอมพิวเตอร์

ลำดับ	รายละเอียด
1	แสดงรายชื่อเตาอบ
2	แสดงสถานะของอุณหภูมิกระเปาะเปียก (WB) ของแต่ละเตา
3	แสดงสถานะของอุณหภูมิกระเปาะแห้ง (DB) ของแต่ละเตา (ซ้าย)
4	แสดงสถานะของอุณหภูมิกระเปาะแห้ง (DB) ของแต่ละเตา (ขวา)
5	แสดงเวลาจำนวนเวลาการทำงานของแต่ละเตา
6	แสดงช่วงที่กำลังทำงาน (Step run) ของแต่ละเตา
7	แสดงสถานะการทำงาน คือ Heat Spray Flap ของแต่ละเตา
8	ปุ่มกดเข้าสู่รายละเอียดแต่ละเตา

จากรูปที่ 5.13 ในกรณีที่มีการทำงานของเตาอบเมื่อทำการเปิดโปรแกรมขึ้นมา โปรแกรมจะทำการติดต่อไปยังอุปกรณ์ Controller และจะทำการส่งข้อมูลเพื่อร้องขอรายละเอียดข้อมูลของเตาอบที่กำลังทำงานอยู่ เช่น ในเตาอบที่ 1 กำลังทำงาน เมื่อโปรแกรมบนคอมพิวเตอร์ร้องข้อมูลไปยัง Controller ข้อมูลต่าง ๆ ก็จะแสดงบนจอคอมพิวเตอร์ ซึ่งถ้าหากเตาอบกำลังทำงานมากกว่า 1 เตา ก็จะสามารถดูค่าต่าง ๆ ของทุกเตาอบที่กำลังทำงานพร้อมกันได้ หรือเมื่อต้องการดูรายละเอียดของแต่ละเตาอบก็ทำการกดปุ่มรายละเอียดเพื่อแสดงหน้าต่างของเตาอบนั้น ๆ ออกมา

ลำดับ	รายละเอียด
1	แสดงการทำงานของเตาอบ (ภาพเคลื่อนไหว) และค่าอุณหภูมิต่าง ๆ
2	แสดงข้อมูลแบบกราฟ
3	กำหนดค่าการทำงาน
4	แสดงค่าสถานะ เช่น เวลาและช่วงที่กำลังทำงาน

จากรูปที่ 5.15 แสดงรายละเอียดของเตาอบซึ่งในส่วนนี้จะเห็นได้ว่าจะมีการแสดงข้อมูลในรูปแบบของกราฟ พร้อมทั้งการแสดงผลภาพเคลื่อนไหว เพื่อบ่งบอกถึงสถานะ การทำงาน เช่น ทิศทางของพัดลม การเปิดและปิดปล่องระบายอากาศ และหากผู้ใช้มีความต้องการที่จะเปลี่ยนแปลงค่า Step การทำงาน ก็สามารถเปลี่ยนแปลงได้จากตัวโปรแกรม โดยไม่จำเป็นต้องไปทำการเปลี่ยนแปลงที่ตัว Controller



รูปที่ 5.15 หน้าต่างแสดงรายละเอียดโปรแกรมควบคุมการอบบนคอมพิวเตอร์ฯติดต่อกับ Controller

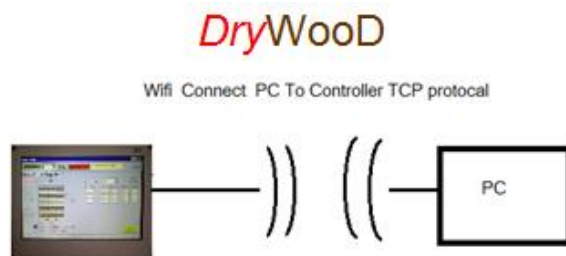
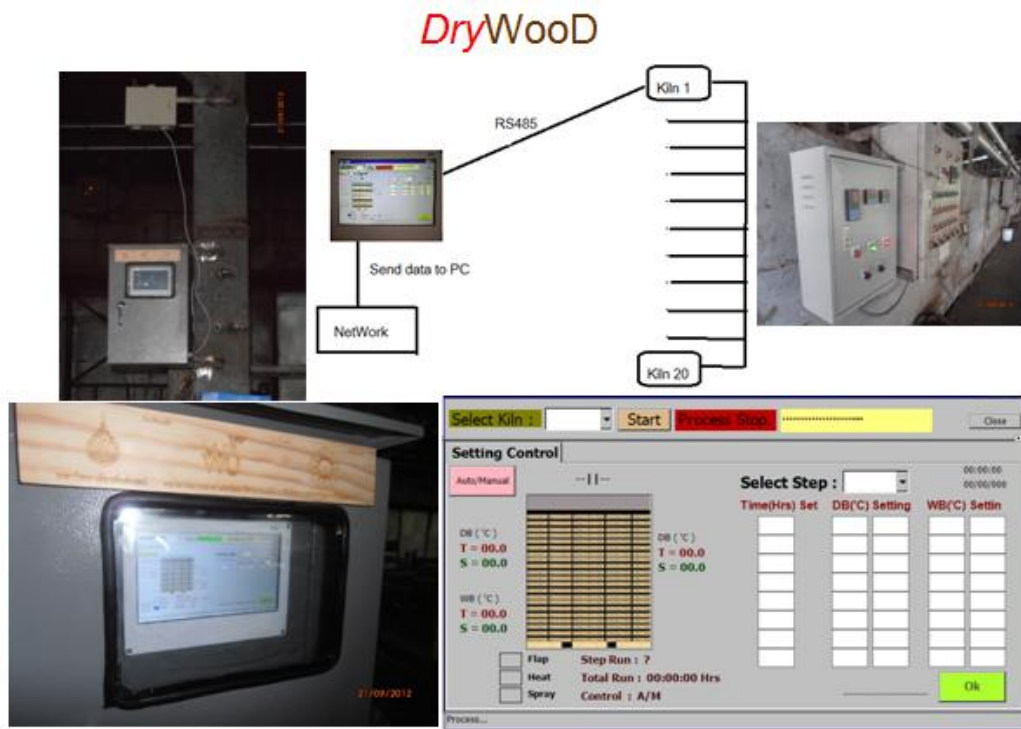
คณะผู้วิจัยได้ยื่นขอจดลิขสิทธิ์โปรแกรมควบคุมการอบอัตโนมัติในนามสำนักงานคณะกรรมการการวิจัยแห่งชาติเรียบร้อยแล้ว ตามหมายเลขคำขอเลขที่ 283837 วันที่ 26 ตุลาคม 2555 (ภาคผนวก 2)

5.3 การติดตั้งระบบกับเตาอบไม้ในโรงงานอุตสาหกรรม

คณะทำงานได้ทำการติดตั้งระบบควบคุมการอบไม้ยางพาราอัตโนมัติที่สมบูรณ์ให้กับบริษัทไทยนครพาราวิวด อำเภอฉวาง จังหวัดนครศรีธรรมราช เมื่อวันที่ 1 กันยายน 2555 เพื่อทดสอบการใช้งานเบื้องต้น (รูปที่ 5.16) และได้เข้าทำการปรับปรุงระบบอีกครั้งในวันที่ 21 กันยายน 2555 จนระบบทำงานได้อย่างสมบูรณ์ (รูปที่ 5.17)



รูปที่ 5.16 การติดตั้งระบบควบคุมการอบไม้ที่พัฒนาขึ้นเข้ากับเตาอบไม้ยางพาราของบริษัทไทยนครพาราวิวด จำกัด ครั้งที่ 1 วันที่ 1 กันยายน 2555

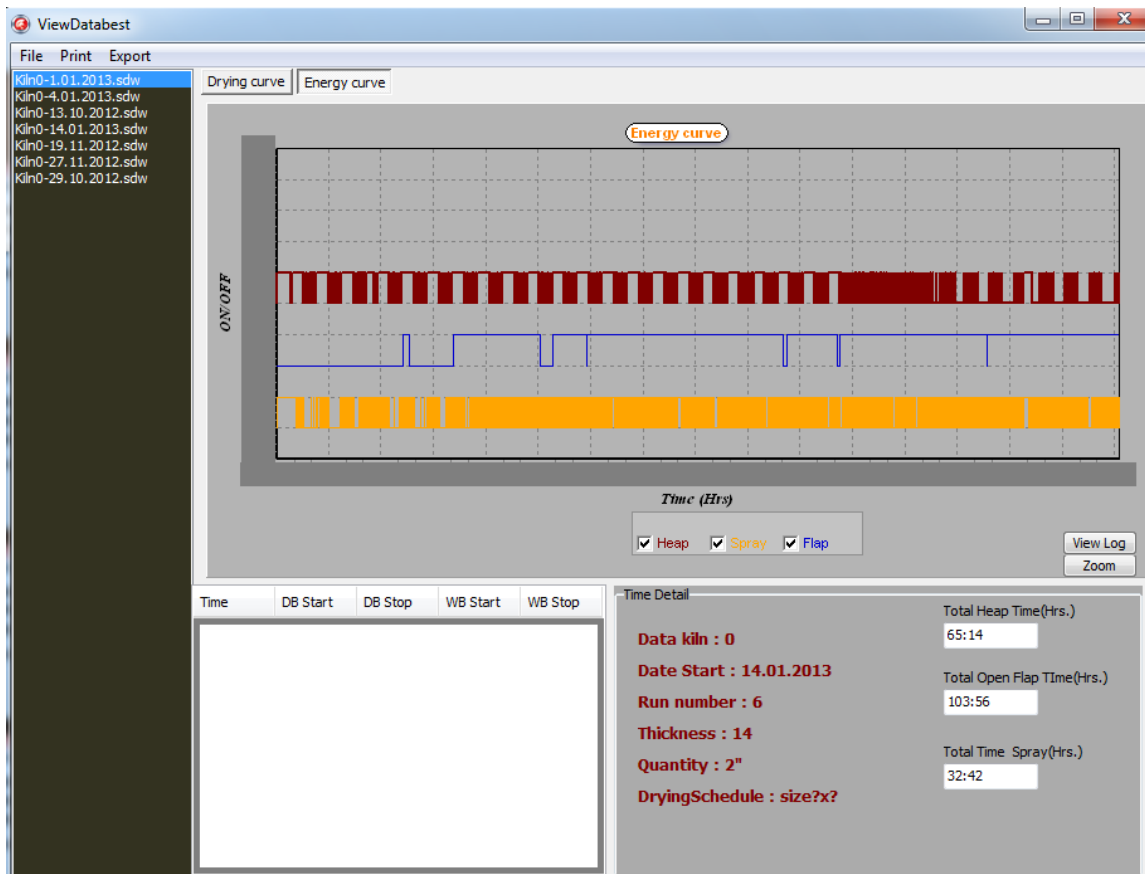


รูปที่ 5.17 การติดตั้งระบบควบคุมการอบไม้ที่พัฒนาขึ้นเข้ากับเตาอบไม้ยางพาราของ บริษัทไทยนครพารา
วู้ด จำกัด ครั้งที่ 2 วันที่ 21 กันยายน 2555

โดยขณะนี้บริษัทฯ ได้ใช้ระบบดังกล่าวในการอบอย่างต่อเนื่อง ซึ่งคณะผู้วิจัยได้เข้าไปประเมินผลการใช้งาน หลังจากการใช้งานไประยะหนึ่งพบว่าระบบสามารถทำการควบคุมเตาอบได้อย่างดีเยี่ยม ข้อมูลการอบซึ่งประกอบด้วย สภาวะการอบและสัดส่วนการใช้พลังงานถูกเก็บไว้ได้อย่างเป็นระบบ และสามารถเรียกดูหรือพิมพ์ในภายหลังได้ รูปที่ 5.18 แสดงสภาวะการอบของเตาอบไม้ยางพาราในอุตสาหกรรมตลอดการอบและรูปที่ 5.19 แสดงค่าของพลังงานที่ใช้ในการอบ



รูปที่ 5.18 การแสดงข้อมูลของโปรแกรมของสภาวะการอบของเตาอบไม้ยางพาราในอุตสาหกรรมตลอดการอบ



รูปที่ 5.19 การแสดงข้อมูลของโปรแกรมของการใช้พลังงานในรูปแบบต่างๆระหว่างการอบ

นอกจากนี้คณะผู้วิจัยได้จัดทำเตาอบขนาดเล็กและระบบควบคุมที่จำลองการทำงานของเตาอบไม้ยางพาราขนาดใหญ่ เพื่อจุดประสงค์การสาธิตการทำงาน โดยได้นำออกแสดงในงานวันเปิดศูนย์ มวล-วช ศูนย์เทคโนโลยีไม้และไม้ประกอบ มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์ เมื่อวันที่ 13 ธันวาคม 2555 โดยมีท่านรองเลขาธิการคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติและ ผู้ประกอบการเข้าร่วมชมการสาธิต (รูปที่ 5.20)

ผลจากการจัดแสดงดังกล่าว จังหวัดนครศรีธรรมราช โดยสำนักงานอุตสาหกรรมจังหวัดนครศรีธรรมราช ได้จัดสรรงบประมาณเพื่อติดตั้งระบบควบคุมการอบไม้อัดโนมิตที่พัฒนาขึ้นให้กับโรงงานอุตสาหกรรมแปรรูปไม้ยางพาราในพื้นที่จังหวัดนครศรีธรรมราช 5 โรงงาน คือ

1. ห้างหุ้นส่วนจำกัด ส. ร่อนพิบูลย์พาราว่าด 114/2 หมู่ที่ 7 ตำบลร่อนพิบูลย์ อำเภอร่อนพิบูลย์ จังหวัดนครศรีธรรมราช
2. บริษัท นครศรีพาราว่าด จำกัด 127/2 หมู่ที่ 1 ตำบลอินคีรี อำเภอพรหมคีรี จังหวัดนครศรีธรรมราช
3. บริษัท ชูศักดิ์ยูเนี่ยนพาราว่าด จำกัด 255 หมู่ที่ 3 ตำบลปรัก อำเภอทุ่งใหญ่ จังหวัดนครศรีธรรมราช
4. บริษัท บางขัน พาราว่าด อินคัสตรี จำกัด 135 หมู่ที่ 9 ตำบลบ้านลำนาว อำเภอบางขัน จังหวัดนครศรีธรรมราช
5. บริษัท ไทย เนเจอร์รีซอส จำกัด 131 หมู่ที่ 7 ตำบลปรัก อำเภอทุ่งใหญ่ จังหวัดนครศรีธรรมราช

(ภาคผนวก 3)



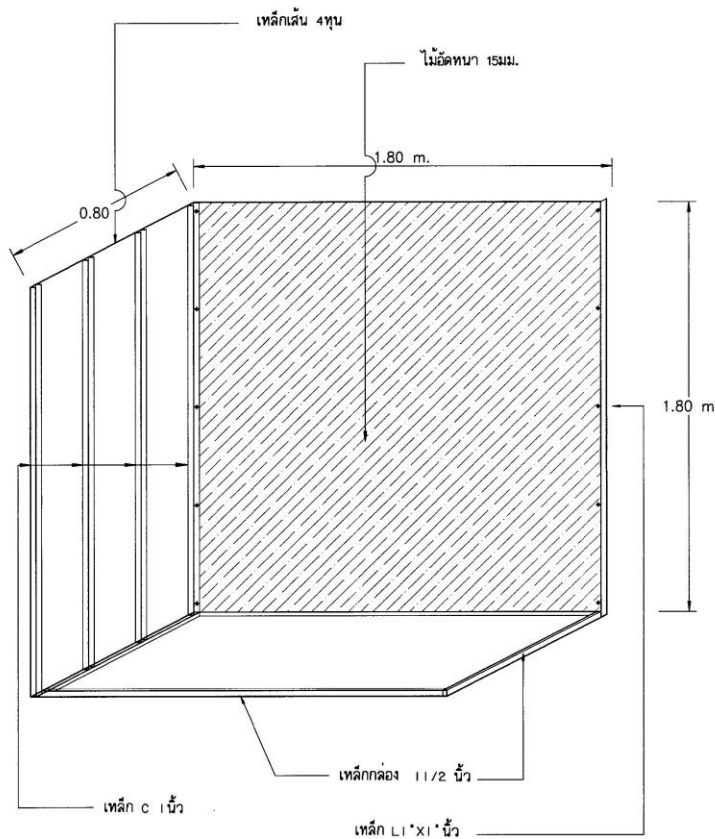
รูปที่ 5.20 การสาธิตการทำงานของระบบควบคุมการอบไม้ยางพาราอัตโนมัติที่พัฒนาขึ้น ในงานวันเปิดศูนย์
มวล-วช ศูนย์เทคโนโลยีไม้และไม้ประกอบ มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์ เมื่อวันที่ 13 ธันวาคม 2555

5.3 เตาอบไม้ย่างพาราตันแบบโดยใช้คอมพิวเตอร์พร้อมการทดสอบในโรงงานอุตสาหกรรม

- ออกแบบและสร้างอุปกรณ์ช่วยอำนวยความสะดวกในการเรียงไม้

ปัญหาสำคัญอย่างหนึ่งของการอบคือการเรียงไม้ที่ไม่มีประสิทธิภาพ ซึ่งจะมีผลอย่างมากต่อการกระจายของลมและความร้อนภายในเตาอบไม้ ส่งผลให้ไม้ที่ทำการอบในเตาอบแห้งไม่สม่ำเสมอส่งผลให้ระยะเวลาการอบนานขึ้น บางส่วนของไม้ที่ไม่มีลมเคลื่อนที่ผ่านหรือเคลื่อนผ่านในปริมาณที่น้อย อาจจะทำให้ไม้แห้งช้ามากจนทำให้เกิดเชื้อรา ส่วนในส่วนที่มีลมเคลื่อนที่ผ่านมากความร้อนจะมีการถ่ายเทไปยังส่วนนั้นมาก ทำให้ไม้ส่วนนั้นแห้งเร็ว ซึ่งหากอัตราการแห้งของไม้มีค่าสูงเกินไปอาจจะทำให้ไม้ส่วนนั้นเกิดการแตกได้ ดังนั้นจึงมีความจำเป็นที่จะต้องให้ลมและความร้อนในเตาอบมีการกระจายตัวอย่างสม่ำเสมอมากที่สุด

อย่างไรก็ตามในทางปฏิบัติการเรียงไม้เพื่อเข้าอบยังใช้แรงงานคนเป็นหลัก ซึ่งหากพิจารณาในการเรียงไม้โดยไม่มีอุปกรณ์ใดๆช่วยจะทำให้เสียเวลามากและจะไม่นิยมปฏิบัติในระดับอุตสาหกรรม ดังนั้นในงานวิจัยนี้จึงได้ออกแบบอุปกรณ์ช่วยอำนวยความสะดวกในการเรียงไม้ ซึ่งจะทำให้การเรียงไม้เข้าเตาอบในอุตสาหกรรมสามารถดำเนินการได้อย่างรวดเร็วและมีประสิทธิภาพ ดังรูปที่ 5.21 ซึ่งจะได้ดำเนินการสร้างต้นแบบแล้วเสร็จ พร้อมทั้งได้จัดแสดงและให้ผู้ประกอบการได้ทดลองใช้งานในงานวันเปิดศูนย์ มวล-วช ศูนย์เทคโนโลยีไม้และไม้ประกอบมหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์ เมื่อวันที่ 13 ธันวาคม 2555 (รูปที่ 5.22)



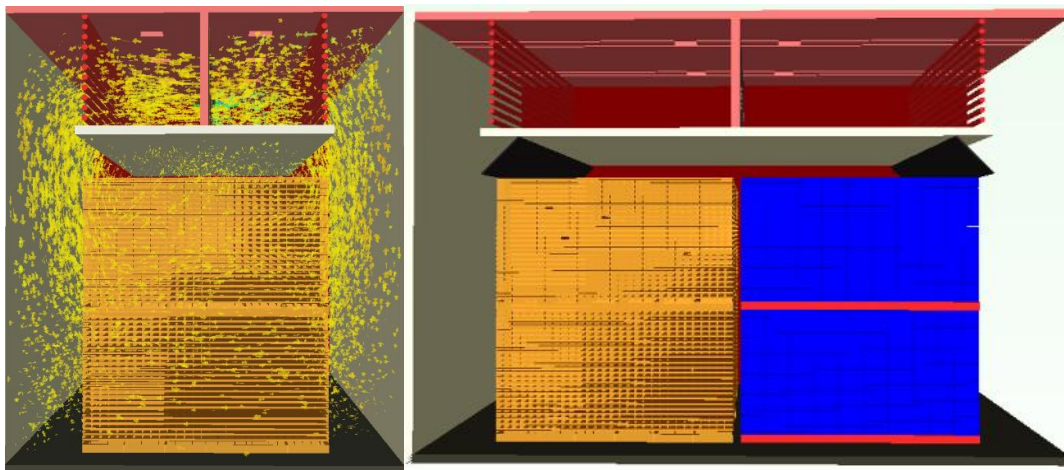
รูปที่ 5.21 แบบก่อสร้างต้นแบบอุปกรณ์ช่วยอำนวยความสะดวกในการเรียงไม้



รูปที่ 5.22 ค้นแบบอุปกรณ์ช่วยอำนวยความสะดวกในการเรียงไม้

- ออกแบบเตาอบไม้ในคอมพิวเตอร์สำหรับการอบไม้ปริมาณต่างๆ

คณะผู้วิจัยได้ดำเนินการจำลองการไหลของกระแสอากาศภายในเตาอบซึ่งจะได้ทำการเปลี่ยนแปลงปริมาณไม้ภายในเตาอบขนาดต่างๆ ซึ่งผลการจำลองเบื้องต้นแสดงดังรูป 5.23



รูปที่ 5.23 การจำลองการเคลื่อนที่ของกระแสอากาศภายในเตาอบไม้ยางพารา

- การทดสอบผลของการออกแบบกับเตาอบที่สร้างจริงในโรงงานอุตสาหกรรมซึ่งขณะนี้กำลังดำเนินการก่อสร้างที่โรงงานแปรรูปไม้ยางพาราที่เข้าร่วมโครงการ

ขณะนี้บริษัทไทยนครพาราวิวด จำกัดได้นำคั่นแบบเตาอบที่ทางโครงการได้ออกแบบ (ภาคผนวก 4) ไปดำเนินการก่อสร้างเตาอบไม้ของโรงงานจำนวน 4 เตา ดังรูป 5.25 โดยยังอยู่ในระหว่างการดำเนินการก่อสร้าง



รูปที่ 5.25 เตาอบไม้ยางพาราที่กำลังก่อสร้าง

บทที่ 6

สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

คณะผู้วิจัยได้พัฒนาและปรับปรุงโปรแกรมออกแบบรูปแบบการเลื่อยไม้ซุง (SawWood) ที่ได้พัฒนาในโครงการระยะที่ 1-2 ซึ่งสามารถคำนวณหาสัดส่วนของไม้ท่อนขนาดต่างๆที่ได้จากการเลื่อยไม้ซุง ปริมาณขี้เลื่อยและปีกไม้ที่เหลือจากการเลื่อย จำนวนครั้งของการเลื่อยและพลังงานที่ต้องใช้ในการเลื่อย ให้มีรูปแบบการใช้งานที่ง่ายและเหมาะสมสำหรับการใช้งานจริงในอุตสาหกรรม โดยได้แจกให้บริษัทไม้ยางพาราแปรรูปจำนวน 26 บริษัทนำไปทดลองใช้งาน และได้พัฒนาและปรับปรุงเครื่องต้นแบบระบบหารูปทรงของไม้ยางพาราโดยการถ่ายภาพและประมวลผลด้วยคอมพิวเตอร์พร้อมทั้งระบบตีเส้นหน้าไม้ซุง

คณะผู้วิจัยได้พัฒนาและขยายขอบเขตการใช้งานของระบบควบคุมการอัดน้ำยาไม้ยางพาราแปรรูป (ImPregWood) สำหรับโรงงานอุตสาหกรรม ซึ่งชุดเครื่องมือประกอบด้วยเครื่องวัดความถ่วงจำเพาะความละเอียดสูงที่ออกแบบและสร้างขึ้นเอง โปรแกรมคำนวณเพื่อหาปริมาณสารเคมีและน้ำในการผสมน้ำยาใหม่เพิ่มเติมเพื่อรักษาความเข้มข้นของน้ำยาให้มีค่าคงที่ที่ถูกรอบของการอัด โดยเครื่องมือสามารถแก้ปัญหาความไม่คงที่ของความเข้มข้นของน้ำยาระหว่างรอบของการอัดน้ำยาได้ซึ่งทำให้โรงงานสามารถสร้างกระบวนการอัดน้ำยาที่เป็นมาตรฐาน โดยระบบที่ปรับปรุงสามารถใช้งานกับน้ำยาทุกยี่ห้อที่มีในท้องตลาดและระบบถังอัดน้ำยาแบบต่างๆ โดยได้ติดตั้งระบบดังกล่าวนี้ให้บริษัทไม้ยางพาราแปรรูปแล้วจำนวน 5 บริษัท และทั้งนี้บริษัทแจ้งความจำนงค์ขอติดตั้งระบบดังกล่าวนี้อีกจำนวน 9 บริษัท

คณะผู้วิจัยได้พัฒนาชุดเครื่องมือควบคุมการอบไม้ยางพาราซึ่งประกอบด้วย เครื่องวัดความชื้นไม้ยางพาราแบบใช้ความต้านทานไฟฟ้า ระบบควบคุมการอบอัตโนมัติโดยใช้ Microcontroller ซึ่งต่อกับโปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อควบคุมการอบ (DryWood) ซึ่งได้ทดสอบการใช้งานจริงและติดตั้งระบบให้กับบริษัทไม้ยางพาราแปรรูป 1 บริษัท ซึ่งสามารถใช้ควบคุมการอบไม้ยางพาราในอุตสาหกรรมได้อย่างดีเยี่ยม พร้อมกันนี้ได้ออกแบบระบบการจัดเรียงไม้ก่อนเข้าเตาอบและเตาอบไม้ยางพาราต้นแบบในคอมพิวเตอร์โดยใช้เทคนิค Computational Fluid Dynamics (CFD) ซึ่งขณะนี้เตาต้นแบบกำลังดำเนินการก่อสร้างอยู่ที่โรงงานแห่งหนึ่ง

ในอนาคตคณะผู้วิจัยมีความต้องการที่จะพัฒนาระบบการวิเคราะห์เลื่อยไม้ซุงให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้นเพื่อให้โรงงานอุตสาหกรรมยอมรับและนำไปใช้จริงเหมือนกับระบบควบคุมการอัดน้ำยาและระบบควบคุมการอบอัตโนมัติที่ดำเนินการเสร็จสมบูรณ์แล้ว

บทที่ 7

เอกสารอ้างอิง

1. กรมป่าไม้. 2542. สถิติการป่าไม้ของประเทศไทย ปี 2542.
2. หน่วยวิจัยวิทยาศาสตร์และวิศวกรรมไม้ มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์ 2548. โครงการสำรวจเพื่อลดการสูญเสียในกระบวนการผลิตไม้ยางพาราแปรรูปของโรงงานไม้ยางพาราในจังหวัดสุราษฎร์ธานี. ภายใต้โครงการศึกษาแนวทางพัฒนาการให้บริการปรึกษาแนะนำเพื่อส่งเสริมกลุ่มอุตสาหกรรม SME และพัฒนาภูมิภาค (CSCD). ศูนย์ส่งเสริมอุตสาหกรรมภาคที่ 10 กรมส่งเสริมอุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม.
3. หน่วยวิจัยวิทยาศาสตร์และวิศวกรรมไม้ มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์ 2549. โครงการวิจัยการปรับปรุงกระบวนการผลิตไม้ยางพาราแปรรูปเพื่อให้คำปรึกษากับกลุ่มอุตสาหกรรมในพื้นที่จังหวัดสุราษฎร์ธานี ภายใต้โครงการเพิ่มขีดความสามารถวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อมกลุ่มอุตสาหกรรมแปรรูปไม้ยางพาราในพื้นที่จังหวัดสุราษฎร์ธานี. ศูนย์ส่งเสริมอุตสาหกรรมภาคที่ 10 กรมส่งเสริมอุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม และ จังหวัดสุราษฎร์ธานี.
4. บุญนำเกื้อวข้อง นิรันดร์มาแทน จงรัก ปรีชาพันธ์ 2550 รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์เรื่อง การพัฒนากระบวนการอบที่มีประสิทธิภาพสูงซึ่งเหมาะสมสำหรับประยุกต์กับเตาอบไม้ยางพาราที่มีใช้ในโรงงานอุตสาหกรรม สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย. กรุงเทพฯ ฯ.
5. Walker, J.C.F. 1993. Primary Wood Processing, Principles and practice. Chapman&Hall, London.
6. Dhamodaran, T. K. and R. Ganaharan. 1994. Commercial scale trial of and economical schedule for boron impregnation treatment of green rubber wood. Holz Roh-Werkstoff 52: 323-324.
7. Ibach, R. E. 1999. Wood Preservative. In Forest Products Laboratory. Wood Handbook-Wood as an Engineering Material. Gen. Tech. Rep. FPL-GTR-113.
8. Haslett, A.N. 1998. Drying radiata pine in New Zealand. FRI-bulletin. No.206.
9. Boone, R.S., C.J. Kozlik, P.J. Bois and E.M. Wengert.1993. Dry Kiln Schedules For Commercial Woods Temperate and Tropical. United States Department of Agricultural (USDA), USA.
10. Simpson, W.T., ed. 1991. Dry Kiln Operator's Manual. Agric. Handbook AH-188. Madison, WI: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Forest Products Laboratory, USA.
11. Simpson, W.T. 1999. Wood Handbook: Wood as an Engineering Material, Chapter 12 Drying and Control of Moisture Content and Dimensional Changes, General Technical Report FPL-GTR-113, Forest products Laboratory, United States Department of Agriculture, USA.

ภาคผนวก 1

คู่มือการใช้งาน

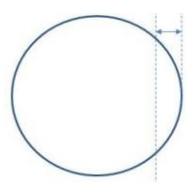
การวิเคราะห์รูปแบบการเลื่อยไม้ซุงแบบตีตັบ
ด้วยแบบจำลองทางคอมพิวเตอร์

(Analysis of lumber sawing pattern
using SawWood computer model)

1. คำนำ

การเลื่อยไม้ยางพาราในอุตสาหกรรมไม้ยางพาราแปรรูปในประเทศไทยใช้คนในการควบคุมการเลื่อยไม้ด้วย เลื่อยสายพานเป็นหลัก อัตราการแปรรูปไม้ที่ได้จากการเลื่อยก็จะขึ้นอยู่กับความชำนาญของนายมาแต่ละคน เนื่องจาก ความผันแปรนี้ส่งผลให้ปริมาณไม้แปรรูปที่ได้มีความไม่แน่นอน มากไปกว่านั้นแม้กระทั่งตัวนายมาเองก็อาจจะรู้ได้ ว่ารูปแบบการเลื่อยที่ใช้อยู่ในปัจจุบันมีประสิทธิภาพมากน้อยเพียงใด รวมถึงการตัดสินใจในการเลื่อยแต่ละครั้งก็อาจจะมี ความผิดพลาดเกิดขึ้นได้ด้วยเช่นกัน

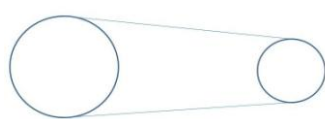
ในบทปฏิบัติการนี้จะวิเคราะห์รูปแบบการเลื่อยแบบตีตบในแบบจำลองคอมพิวเตอร์ก่อนนำไปเลื่อยจริง เพื่อ ศึกษาปัจจัยต่างๆที่อาจจะมีผลต่อปริมาณไม้แปรรูปที่ได้จากการเลื่อยไม้ท่อนขนาดและรูปแบบต่างๆ โดยปัจจัยที่อาจจะมี ผลกระทบต่อปริมาณไม้แปรรูปที่ได้จากการเลื่อย อาทิ เช่น 1.ระยะเปิดปีกเพื่อตีตบ 2.ขนาดหน้าตัดของไม้ท่อน 3. ความเร็วของไม้ท่อน และ 4.แนวของการเปิดปีกในกรณีที่มีหน้าตัดไม้ท่อนเป็นวงรี เป็นต้น ทั้งนี้ในแบบจำลอง คอมพิวเตอร์นี้จะไม่พิจารณาผลของใส่ไม้ที่อาจจะส่งผลต่อคุณภาพของไม้ที่ได้ การทดลองตัดไม้ในแบบจำลอง คอมพิวเตอร์โดยศึกษาผลของปัจจัยเหล่านี้จะช่วยให้รู้ล่วงหน้าได้ว่าควรเลื่อยไม้ท่อนขนาดดังกล่าวนี้ได้อย่างไรเพื่อให้ ได้ประสิทธิภาพสูงสุด



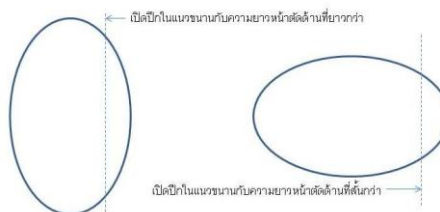
1. ระยะเปิดปีก



2. ขนาดหน้าตัดไม้ซุงที่ต่างกัน



3. ไม้ซุงที่มีความเร็ว



4. แนวของการเปิดปีกที่ต่างกันกรณีหน้าตัดเป็นวงรี

2. ซอฟต์แวร์ SawWood

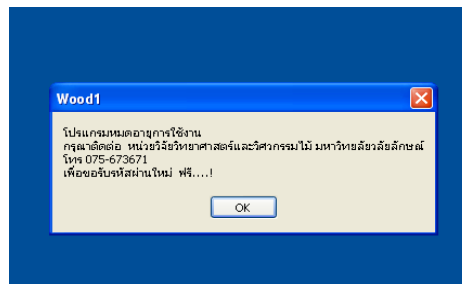
ซอฟต์แวร์ SawWood เป็นโปรแกรมออกแบบรูปแบบการเลื่อยไม้ซุงแบบตีตบที่ได้พัฒนาขึ้นโดยทีมนักวิจัย ของหน่วยวิจัยวิทยาศาสตร์และวิศวกรรมไม้ มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์ ภายใต้การสนับสนุนของสำนักงานวิจัยแห่งชาติ (วช) SawWood ได้รับการจดลิขสิทธิ์ในนามสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ เลขที่ ลข. 218204 เมื่อวันที่ 22 กันยายน 2552 ซอฟต์แวร์นี้สามารถใช้วิเคราะห์ปัจจัยต่างๆที่ส่งผลต่อการเลื่อยไม้ซุงแบบตีตบ อาทิเช่น ระยะเปิดปีกเพื่อ ตีตบ ขนาดหน้าตัดของไม้ท่อน ความเร็วของไม้ท่อน และแนวของการเปิดปีกในกรณีที่มีหน้าตัดไม้ท่อนเป็นวงรี เป็นต้น โดยผลของการวิเคราะห์จะพิจารณาปริมาณและขนาดของไม้แปรรูปที่ได้ ปริมาณปีกไม้และคลองเลื่อยที่สูญเสียในการ เลื่อย จำนวนครั้งของการเลื่อยไม้ท่อน รวมไปถึงราคาขายที่จะได้จากการเลื่อยไม้ท่อนนั้นๆ ดังนั้นผลของการเลื่อยในแต่ละ

ละครั้งก็จะส่งผลโดยตรงมาจากปัจจัยเริ่มต้นของการเลื่อย การเลือกปัจจัยเริ่มต้นของการเลื่อยเพื่อให้ได้ผลของการเลื่อยที่มีประสิทธิภาพมากที่สุดจึงเป็นสิ่งที่จำเป็นสำหรับโรงงานแปรรูปไม้ยางพารา ดังนั้นประโยชน์ของโปรแกรมนี้นี้ก็คือสามารถทดลองการเลื่อยไม้ท่อนในคอมพิวเตอร์ได้ก่อนทำการเลื่อยจริง เพื่อหาปัจจัยเริ่มต้นของการเลื่อยที่เหมาะสมกับการเลื่อยไม้ท่อนขนาดต่างๆ

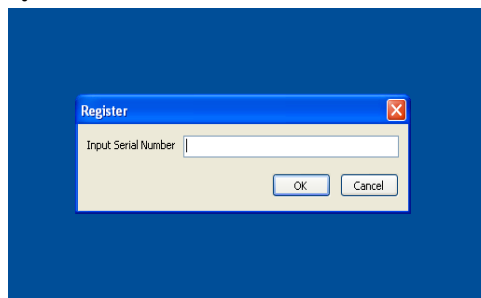
2.1 การติดตั้งโปรแกรม

2.1.1 Copy file WRWU.exe ลงในคอมพิวเตอร์

2.1.2 เปิดไฟล์ WRWU.exe แล้วจะมีหน้าต่างโชว์ดังแสดงในรูป หลังจากนั้นให้คลิก OK



2.1.3 หลังจากคลิก OK ในขั้นตอนที่ 2.1.2 เสร็จแล้วจะปรากฏหน้าต่างดังแสดงในรูป ให้ป้อนค่าในช่อง input serial number ซึ่งได้รับพร้อมกับซอฟต์แวร์ จากนั้นก็คลิก OK การติดตั้งโปรแกรมก็เป็นอันเสร็จสมบูรณ์



2.2 การใช้งานโปรแกรม

เปิดไฟล์ WRWU.exe ก็จะมีหน้าต่างดังแสดงในรูป โปรแกรมออกแบบรูปแบบการเลื่อยนี้ประกอบไปด้วย 3 ส่วนหลัก คือ ส่วนที่ป้อนข้อมูลเข้า (ฝั่งซ้ายของหน้าต่างโปรแกรม) ส่วนที่แสดงรูปการตัด และส่วนที่แสดงผลการคำนวณ (ฝั่งขวาของหน้าต่างโปรแกรม)

SawWood version 1.0 (2001)

โปรแกรมออกแบบรูปแบบการเลื่อยไม้ท่อนซุง

ลักษณะการเลื่อย

ความหนาของไม้ : 32.5 มิลลิเมตร นิ้ว : 1.28

ระยะเปิดปีก : 25.4 นิ้ว : 1.00

ความหนาของร่องเลื่อย : 3.0 นิ้ว : 0.12

กำหนดความกว้าง/ราคา

ขนาดไม้ซุง

หน้าตัด 1: ความยาวด้าน a: 40.64, ความยาวด้าน b: 40.64, ความยาวท่อนไม้: 120

หน้าตัด 2: ความยาวด้าน a: 40.64, ความยาวด้าน b: 40.64, ความยาวท่อนไม้: 47.24

คำนวณ

ไม้ซุงได้

หน่วย	จำนวนไม้ซุง	ราคาไม้แปรรูป	บาท.สต.
3" x 3"	100(0%)	333	100.0
3" x 4"	100(0%)	380	100.0
3" x 3"	100(0%)	350	100.0
3" x 2.5"	100(0%)	350	100.0
3" x 2"	100(0%)	350	100.0
3" x 1.5"	100(0%)	350	100.0
3" x 1"	100(0%)	350	100.0
รวม	0(0%)	1000	

ไม้ซุงเฉลี่ย

ประเภทไม้ซุงเฉลี่ย	ปริมาณไม้ซุงเฉลี่ย	ราคา	บาท.สต.
ซุงขนาดเล็กเฉลี่ย	0(0%)	80	100.0
ปริมาณไม้ซุงเฉลี่ย	0(0%)	80	100.0
รวม	0(0%)	1000	

สุทธิ 0(100%) 000.00

ลักษณะการตัด

	หลัก	รอง	รวม	จริง
จำนวนครั้งที่ต้องตัดที่แทน	0	0	0	ครั้ง
ความยาวของเฉลี่ย	0	0	0	นิ้ว

Days Remaining : 393

ป้อนข้อมูลเข้า

แสดงรูปการตัด

แสดงผลการคำนวณ

2.2.1 การป้อนข้อมูลนำเข้า

-ลักษณะการเลื่อย

ให้ป้อนค่าความหนาของไม้ที่แท้จริงตามที่ต้องการ (รวมระยะเผื่อแล้ว) ระยะเปิดปีก และความหนาของคลองเลื่อย (หรือขนาดใบเลื่อย) โดยสามารถเลือกหน่วยของค่าที่ป้อนได้ 2 แบบ คือ มิลลิเมตร และ นิ้ว เมื่อเลือกป้อนด้วยหน่วยใดหน่วยหนึ่ง ค่าของตัวเลขในอีกหน่วยหนึ่งก็จะเปลี่ยนไปแบบอัตโนมัติด้วยค่าที่สอดคล้องกับค่าที่ป้อน เช่น ป้อนค่าความหนาของไม้ที่ต้องการเท่ากับ 32.5 มิลลิเมตร ค่าตัวเลขของความหนาของไม้ในหน่วยนิ้วก็จะเปลี่ยนไปเป็น 1.28 นิ้ว โดยอัตโนมัติ ($32.5 \text{ มิลลิเมตร} = 1.28 \text{ นิ้ว}$) เป็นต้น

SawWood version 1.0 (2001)

ลักษณะการเลื่อย

ความหนาของไม้ : 32.5 นิ้ว : 1.28

ระยะเปิดปีก : 25.4 นิ้ว : 1.00

ความหนาของร่องเลื่อย : 3.0 นิ้ว : 0.12

กำหนดความกว้าง/ราคา

-กำหนดความกว้างและราคา

คลิกปุ่ม กำหนดความกว้าง/ราคา เพื่อกำหนดความกว้างของไม้ที่ต้องการและกำหนดราคาของไม้แปรรูปแต่ละขนาด จะปรากฏหน้าต่างเพื่อบันทึกความกว้างของไม้และราคาของไม้แปรรูป ดังแสดงในรูป ในการบันทึกความกว้างของไม้ให้ป้อนตั้งแต่ขนาดใหญ่สุดไล่ลงไปจนถึงขนาดเล็กสุดที่ทางโรงงานตัดอยู่ เช่น 5, 4, 3, 2.5, 2, 1.5 และ 1 นิ้วตามลำดับ พร้อมกันนั้น ก็ให้ป้อนราคาของไม้แปรรูปแต่ละขนาด เช่น จากรูป ความหนาไม้ที่ต้องการในการตัดครั้งนี้คือ 1.28 นิ้ว ในกรณีที่ความกว้างของไม้เท่ากับ 5 นิ้ว ราคาของไม้แปรรูปเท่ากับ 333 บาทต่อลูกบาศก์ฟุต หรือ ในกรณีที่ความกว้างของไม้เท่ากับ 4 นิ้ว ราคาของไม้แปรรูปเท่ากับ 380 บาทต่อลูกบาศก์ฟุต เป็นต้น และให้ป้อนราคาขายของ ไม้เลื่อยและปิกไม้ในช่องที่กำหนด หลังจากกำหนดความกว้างของไม้และกำหนดราคาของไม้เสร็จแล้วก็ให้คลิกปุ่ม “ตกลง”

หน้าต่างเพื่อบันทึกความกว้างของไม้และราคาของไม้แปรรูป

กำหนดความกว้าง	มิลลิเมตร	นิ้ว	กำหนดราคา	ราคาไม้แปรรูป (บาท/ลูกบาศก์ฟุต)	ราคาไม้เลื่อย	ราคาปิกไม้
1 :	127.0	5.0		333		
2 :	101.6	4.0		380		
3 :	76.2	3.0		350		
4 :	63.5	2.5		350		
5 :	50.8	2.0		350		
6 :	38.1	1.5		350		
7 :	25.4	1.0		350		
					ราคาไม้เลื่อย 50	ราคาปิกไม้ 50

-ขนาดไม้ซุง

ก) กรณีที่หน้าตัดไม้ซุงเป็นรูปวงกลม (ความยาวของ a มีค่าเท่ากับ b)

-ให้คลิกเลือกที่ ตัดแบบวงกลม ดังแสดงในรูป

-กรณีที่ขนาดหน้าตัดของท่อนไม้ซุงด้านหัวกับด้านท้ายมีขนาดเท่ากัน (ไม้ท่อนไม้มีความยาวให้ป้อนข้อมูลเฉพาะค่าความยาวด้าน a (เส้นผ่านศูนย์กลาง) ของหน้าตัด 1 เท่านั้น

ส่วนค่าความยาวด้าน a (เส้นผ่านศูนย์กลาง)ของหน้าตัด 2 จะเปลี่ยนไปแบบอัตโนมัติด้วยค่าที่เท่ากับกับความยาวด้าน a ของหน้าตัด 1 เช่น ป้อนค่าความยาวด้าน a ของหน้าตัด 1 เป็น 16 นิ้ว ค่าความยาวด้าน a ของหน้าตัด 2 ก็จะเปลี่ยนไปแบบอัตโนมัติเป็น 16 นิ้วเช่นกัน ดังรูป

ขนาดไม้สูง

☒ ตัดแบบวงกลม ☐ ตัดแบบวงรี

หน้าตัด 1

ความยาวด้าน	เซนติเมตร	นิ้ว
ความยาวด้าน a :	40.64	16.00
ความยาวด้าน b :	40.64	16.00

หน้าตัด 2

ความยาวด้าน	เซนติเมตร	นิ้ว
ความยาวด้าน a :	40.64	16.00
ความยาวด้าน b :	40.64	16.00

ความยาวท่อนไม้

	เซนติเมตร	นิ้ว
ความยาวท่อนไม้	120	47.24

ป้อนค่า a (ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง) = 16 นิ้ว

ค่า a (ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง) ของหน้าตัด 2 จะเปลี่ยนไปแบบอัตโนมัติเป็น 16 นิ้ว

-กรณีที่ขนาดหน้าตัดของท่อนไม้ซึ่งด้านหัวกับด้านท้ายมีขนาดไม่เท่ากัน (ท่อนไม้มีความเร็ว) ให้ป้อนค่าความยาวของ a ของขนาดหน้าตัดที่ใหญ่กว่าในช่องของหน้าตัด 1 และให้ป้อนค่าความยาวของ a ของหน้าตัดที่เล็กกว่าในช่องของหน้าตัด 2 เช่น ขนาดหน้าตัดที่ใหญ่กว่ามีค่า $a = 16$ นิ้ว ส่วนขนาดหน้าตัดที่เล็กกว่ามีค่า $a = 10$ นิ้ว ก็ให้ป้อนค่า $a = 16$ นิ้วลงในช่องของหน้าตัด 1 และป้อนค่า $a = 10$ นิ้วลงในช่องของหน้าตัด 2 ดังแสดงในรูป

ขนาดไม้สูง

☒ ตัดแบบวงกลม ☐ ตัดแบบวงรี

หน้าตัด 1

ความยาวด้าน	เซนติเมตร	นิ้ว
ความยาวด้าน a :	40.64	16.00
ความยาวด้าน b :	40.64	16.00

หน้าตัด 2

ความยาวด้าน	เซนติเมตร	นิ้ว
ความยาวด้าน a :	25.40	10.00
ความยาวด้าน b :	25.40	10.00

ความยาวท่อนไม้

	เซนติเมตร	นิ้ว
ความยาวท่อนไม้	120	47.24

หน้าตัดที่ใหญ่กว่า (a=16 นิ้ว)

ป้อนในช่องของหน้าตัด 1

หน้าตัดที่เล็กกว่า (a=10 นิ้ว)

ป้อนในช่องของหน้าตัด 2

ค่าเริ่มต้น

คำนวณ

ข) กรณีที่หน้าตัดไม้ท่อนซุงเป็นรูปวงรี (ความยาวของ a และ b มีค่าไม่เท่ากัน)

ให้คลิกเลือกที่ ตัดแบบวงรี ดังแสดงในรูป

คลิกเลือก ตัดแบบวงรี

ขนาดไม้ซุง

☐ ตัดแบบวงกลม ☒ ตัดแบบวงรี

หน้าตัด 1 เซนติเมตร นิ้ว

ความยาวด้าน a : 40.64 16.00

ความยาวด้าน b : 25.40 10.00

หน้าตัด 2

ความยาวด้าน a : 40.64 16.00

ความยาวด้าน b : 25.40 10.00

ความยาวท่อนไม้ 120 47.24

ค่าเริ่มต้น คำนวณ

-กรณีที่ขนาดหน้าตัดของท่อนไม้ซุงด้านหัวกับด้านท้ายมีขนาดเท่ากันให้ป้อนข้อมูลค่า a และค่า b เฉพาะในช่องของหน้าตัด 1 ส่วนข้อมูลค่า a และค่า b ของหน้าตัด 2 จะเปลี่ยนไปแบบอัตโนมัติด้วยค่าที่เท่ากับกับค่าที่ปรากฏในหน้าตัด 1 เช่น เมื่อป้อนค่า a ของหน้าตัด 1 เป็น 16 นิ้ว และป้อนค่า b ของหน้าตัด 1 เป็น 10 นิ้ว ค่า a และ ค่า b ของหน้าตัด 2 ก็จะเปลี่ยนแบบอัตโนมัติไปเป็น 16 นิ้ว และ 10 นิ้วตามลำดับ ดังแสดงในรูป

ขนาดไม้ซุง

☐ ตัดแบบวงกลม ☒ ตัดแบบวงรี

หน้าตัด 1 เซนติเมตร นิ้ว

ความยาวด้าน a : 40.64 16.00

ความยาวด้าน b : 25.40 10.00

หน้าตัด 2

ความยาวด้าน a : 40.64 16.00

ความยาวด้าน b : 25.40 10.00

ความยาวท่อนไม้ 120 47.24

ค่าเริ่มต้น คำนวณ

-กรณีที่ขนาดหน้าตัดของท่อนไม้ซุงด้านหัวกับด้านท้ายมีขนาดไม่เท่ากัน (ท่อนไม้มีความเรียว) ให้ป้อนค่า a และ b ของหน้าตัดที่ใหญ่กว่าลงในช่องของหน้าตัด 1 จากนั้นก็ป้อนค่า a ของหน้าตัดที่เล็กกว่าลงในช่องของหน้าตัด 2 ส่วนค่าของ b ในช่องของหน้าตัด 2 จะเปลี่ยนแบบอัตโนมัติเพื่อให้ได้ค่าอัตราส่วนของ a/b ของหน้าตัดทั้งสองมีค่าเท่ากัน เช่น ถ้าหน้าตัดที่ใหญ่กว่ามีค่า a= 16 นิ้ว และ b= 10 นิ้ว จะได้ว่าอัตราส่วน a/b = $16/10 = 1.6$ และถ้าหน้าตัดที่เล็กกว่ามีค่า a=12 นิ้ว ส่วนค่า b ในช่องของหน้าตัดที่ 2 จะเปลี่ยนแบบอัตโนมัติไปเป็น 7.5 นิ้ว ซึ่งทำให้ได้อัตราส่วน a/b ของหน้าตัดที่ 2 = $12/7.5 = 1.6$ ด้วยเช่นกัน ดังแสดงในรูป

ชกคโมสิว

☐ คัดแบบบวกรวม

☒ คัดแบบบวจริ



หน้าตัด 1

	เซนติเมตร	นิ้ว
ความยาวด้าน a :	40.64	16.00
ความยาวด้าน b :	25.40	10

หน้าตัด 2

	เซนติเมตร	นิ้ว
ความยาวด้าน a :	30.48	12.00
ความยาวด้าน b :	19.05	7.50

ความยาวท่อนไม้

	เซนติเมตร	นิ้ว
	120	47.24

อัตราส่วน a/b ของหน้าตัด 1
 $= 16/10 = 1.6$

อัตราส่วน a/b ของหน้าตัด 2
 $= 12/7.5 = 1.6$

ค่าเริ่มต้น คำนวณ

-หลังจากป้อนค่าหน้าตัดเสร็จแล้ว ก็ป้อนค่าความยาวของท่อนไม้ดังแสดงในรูป

ชกคโมสิว

☐ คัดแบบบวกรวม

☒ คัดแบบบวจริ



หน้าตัด 1

	เซนติเมตร	นิ้ว
ความยาวด้าน a :	40.64	16.00
ความยาวด้าน b :	25.40	10

หน้าตัด 2

	เซนติเมตร	นิ้ว
ความยาวด้าน a :	30.48	12.00
ความยาวด้าน b :	19.05	7.50

ความยาวท่อนไม้

	เซนติเมตร	นิ้ว
	120	47.24

อัตราส่วน a/b ของหน้าตัด 1
 $= 16/10 = 1.6$

อัตราส่วน a/b ของหน้าตัด 2
 $= 12/7.5 = 1.6$

ค่าเริ่มต้น คำนวณ

ป้อนความยาวท่อนไม้

คลิกปุ่ม คำนวณ เพื่อคำนวณการเลื่อย

ขนาดไม้

☐ คัดแบบวงกลม
☒ คัดแบบวงรี

หน้าตัด 1 เซนติเมตร นิ้ว

ความยาวด้าน a: 40.64 16.00

ความยาวด้าน b: 25.40 10

หน้าตัด 2 เซนติเมตร นิ้ว

ความยาวด้าน a: 30.48 12.00

ความยาวด้าน b: 19.05 7.50

ความยาวท่อนไม้ 120 47.24

ค่าเริ่มต้น **คำนวณ**

คลิกปุ่มคำนวณ

2.2.2 ผลการคำนวณ

หลังจากคลิกปุ่มคำนวณแล้วก็จะปรากฏผลการคำนวณดังแสดงในรูป

กรณีหน้าตัดวงกลม ท่อนไม้ไม่มีความเรียว

SawWood version 1.0 (2007) โปรแกรมออกแบบรูปแบบการเลื่อยไม้ท่อนซุง

ลักษณะการเลื่อย มิลลิเมตร นิ้ว

ความหนาของไม้: 32.50 1.28

s=8=แปดปีส: 25.40 1.00

ความหนาของเลื่อย: 3.00 0.12

กำหนดความกว้าง/ราคา

ขนาดไม้

☒ คัดแบบวงกลม
☐ คัดแบบวงรี

หน้าตัด 1 เซนติเมตร นิ้ว

ความยาวด้าน a: 40.64 16.00

ความยาวด้าน b: 40.64 16.00

หน้าตัด 2 เซนติเมตร นิ้ว

ความยาวด้าน a: 40.64 16.00

ความยาวด้าน b: 40.64 16.00

ความยาวท่อนไม้ 120 47.24

ค่าเริ่มต้น **คำนวณ**

ไม้ท่อน

หน่วย	นิ้ว	ปริมาณไม้ที่ได้ ลบ.ฟ. (%)	ราคาไม้แปรรูป (บาท/ลูกบาศก์ฟุต)	บาท.สด
(1.3 x 5.0) x 20 ท่อน		3.50(63.6%)	333	1164.67
(1.3 x 4.0) x 2 ท่อน		0.28(5.1%)	380	106.32
(1.3 x 3.0) x 1 ท่อน		0.10(1.9%)	360	36.72
(1.3 x 2.5) x 2 ท่อน		0.17(3.2%)	360	61.20
(1.3 x 2.0) x 0 ท่อน		0.00(0.0%)	360	0.00
(1.3 x 1.5) x 0 ท่อน		0.00(0.0%)	360	0.00
(1.3 x 1.0) x 1 ท่อน		0.03(0.6%)	360	12.24
รวม		4.09(74%)		1381.11

ไม้สูญเสีย

	ปริมาณไม้ ลบ.ฟ. (%)	ราคา (บาท/ลูกบาศก์ฟุต)	บาท.สด
สูญเสียตลอดเลื่อย	0.62(11%)	60	30.90
ปริมาณไม้ไม่	0.79(14%)	60	39.29
รวม	1.40(26%)		70.19

สุทธิ 5.50(100%) 1451.30

ลักษณะการตัด

	หลัก	รอง	รวม	ครั้ง
จำนวนครั้งที่ต้องตัดทั้งหมด	11	36	47	ครั้ง
ความยาวตลอดเลื่อย	145.36	46.08	191.44	นิ้ว

Days Remaining: 359

กรณีหน้าต่างวงกลม ท่อนไม้มีความเร็ว

โปรแกรมเลือกไม้

SawWood version 1.0 (2001)

โปรแกรมออกแบบรูปแบบการเลือกไม้ท่อนซุง

ลักษณะการเลือก มิลลิเมตร นิ้ว

ความหนาของไม้ : 32.50 1.28

ระยะเปิดปีก : 25.40 1.00

ความหนาของเนื้อไม้ : 3.00 0.12

กำหนดความกว้าง/ราคา

ขนาดไม้ซุง

☒ ลักษณะวงกลม ☐ ลักษณะวงรี

หน้าตัด 1 เซนติเมตร นิ้ว

ความยาวด้าน a : 40.64 16.00

ความยาวด้าน b : 40.64 16.00

หน้าตัด 2

ความยาวด้าน a : 25.40 10.00

ความยาวด้าน b : 25.40 10.00

ความยาวท่อนไม้ : 120 47.24

คำนวณ

ไม้ที่ได

ท่อน	นิ้ว	ปริมาณไม้ที่ได้ ลบ.ฟ. (%)	ราคาไม้แปรรูป (บาท/ลูกบาศก์ฟุต) บาท.สด
(1.3 x 5.0) x 5 ท่อน	0.87(24.1%)	333	291.16
(1.3 x 4.0) x 2 ท่อน	0.28(7.7%)	380	106.32
(1.3 x 3.0) x 2 ท่อน	0.21(5.8%)	350	73.44
(1.3 x 2.5) x 0 ท่อน	0.00(0.0%)	350	0.00
(1.3 x 2.0) x 1 ท่อน	0.07(1.9%)	350	24.48
(1.3 x 1.5) x 0 ท่อน	0.00(0.0%)	350	0.00
(1.3 x 1.0) x 0 ท่อน	0.00(0.0%)	350	0.00
รวม	1.43(40%)		495.40

ไม้สูญเสีย

ลบ.ฟ. (%)	ราคา (บาท/ลูกบาศก์ฟุต) บาท.สด
สูญเสียของเนื้อไม้	0.25(7%) 50 12.55
ปริมาณไม้ที่ได	1.94(54%) 50 97.16
รวม	2.19(60%) 109.70

สุทธิ 3.63(100%) 605.10

ลักษณะการตัด

หลัก	รอง	รวม
จำนวนครั้งที่ต้องตัดทั้งหมด	7 16 23 ครั้ง	
ความยาวของเนื้อไม้	57.24 20.48 77.72 นิ้ว	

Days Remaining: 359

กรณีหน้าต่างวงรี ท่อนไม้มีความเร็ว

โปรแกรมเลือกไม้

SawWood version 1.0 (2001)

โปรแกรมออกแบบรูปแบบการเลือกไม้ท่อนซุง

ลักษณะการเลือก มิลลิเมตร นิ้ว

ความหนาของไม้ : 32.50 1.28

ระยะเปิดปีก : 25.40 1.00

ความหนาของเนื้อไม้ : 3.00 0.12

กำหนดความกว้าง/ราคา

ขนาดไม้ซุง

☐ ลักษณะวงกลม ☒ ลักษณะวงรี

หน้าตัด 1 เซนติเมตร นิ้ว

ความยาวด้าน a : 40.64 16.00

ความยาวด้าน b : 25.40 10.00

หน้าตัด 2

ความยาวด้าน a : 40.64 16.00

ความยาวด้าน b : 25.40 10.00

ความยาวท่อนไม้ : 120 47.24

คำนวณ

ไม้ที่ได

ท่อน	นิ้ว	ปริมาณไม้ที่ได้ ลบ.ฟ. (%)	ราคาไม้แปรรูป (บาท/ลูกบาศก์ฟุต) บาท.สด
(1.3 x 5.0) x 8 ท่อน	1.40(40.7%)	333	465.85
(1.3 x 4.0) x 5 ท่อน	0.70(20.4%)	380	265.80
(1.3 x 3.0) x 3 ท่อน	0.31(9.2%)	350	110.17
(1.3 x 2.5) x 0 ท่อน	0.00(0.0%)	350	0.00
(1.3 x 2.0) x 0 ท่อน	0.00(0.0%)	350	0.00
(1.3 x 1.5) x 1 ท่อน	0.05(1.5%)	350	18.36
(1.3 x 1.0) x 1 ท่อน	0.03(1.0%)	350	12.24
รวม	2.50(73%)		872.42

ไม้สูญเสีย

ลบ.ฟ. (%)	ราคา (บาท/ลูกบาศก์ฟุต) บาท.สด
สูญเสียของเนื้อไม้	0.41(12%) 50 20.55
ปริมาณไม้ที่ได	0.52(15%) 50 26.16
รวม	0.93(27%) 46.71

สุทธิ 3.43(100%) 919.13

ลักษณะการตัด

หลัก	รอง	รวม
จำนวนครั้งที่ต้องตัดทั้งหมด	11 28 39 ครั้ง	
ความยาวของเนื้อไม้	91.49 35.84 127.33 นิ้ว	

Days Remaining: 359

กรณีหน้าต่างวงรี ท่อนไม้มีความยาว

โปรแกรมเลือกไม้

SawWood version 1.0 (2001)

โปรแกรมออกแบบรูปแบบการเลื่อยไม้ท่อนซุง

ลักษณะการเลื่อย: มิติเมตร นิ้ว

ความหนาของไม้: 32.50 1.28

ระยะเปิดปิด: 25.40 1.00

ความหนาของเลื่อย: 3.00 0.12

กำหนดความกว้าง/ราคา

ขนาดไม้ซุง

☐ คัดแบบวงกลม

☒ คัดแบบวงรี

หน้าต่าง 1

เซกเตอร์ นิ้ว

ความยาวด้าน a: 40.64 16.00

ความยาวด้าน b: 25.40 10.00

หน้าต่าง 2

ความยาวด้าน a: 30.48 12.00

ความยาวด้าน b: 19.05 7.50

ความยาวท่อนไม้: 120 47.24

คำนวณ

คำนวณ

ไม้ท่อน

หน่วย	ปริมาณไม้ที่ได้ ลบ.ฟ. (%)	ราคาไม้แปรรูป (บาท/ลูกบาศก์ฟุต)	บาท.สด
(1.3 x 5.0) x 5 ท่อน	0.87(3.2%)	333	291.16
(1.3 x 4.0) x 2 ท่อน	0.28(1.0%)	380	106.32
(1.3 x 3.0) x 0 ท่อน	0.00(0.0%)	350	0.00
(1.3 x 2.5) x 0 ท่อน	0.00(0.0%)	350	0.00
(1.3 x 2.0) x 1 ท่อน	0.07(2.7%)	350	24.48
(1.3 x 1.5) x 2 ท่อน	0.10(4.0%)	350	36.72
(1.3 x 1.0) x 0 ท่อน	0.00(0.0%)	350	0.00
รวม	1.33(51%)		458.68

ไม้ซุงเสีย

ปริมาณไม้ ลบ.ฟ. (%)	ราคา (บาท/ลูกบาศก์ฟุต)	บาท.สด
ซุงเสียของเสีย	0.24(9%)	50
ปริมาณไม้	1.07(41%)	50
รวม	1.30(49%)	65.04

สุทธิ

ปริมาณไม้ ลบ.ฟ. (%)	บาท.สด
2.63(100%)	523.72

ลักษณะการตัด

หลัก	รอง	รวม	ครั้ง
จำนวนครั้งที่ต้องตัดทั้งหมด	8	17	25
ความยาวของเลื่อย	51.24	21.76	73.00

Days Remaining: 359

ก) ไม้ที่ได้

แถวที่ 1	แถวที่ 2	แถวที่ 3	แถวที่ 4
ไม้ท่อน			
หน่วย นิ้ว	ปริมาณไม้ที่ได้ ลบ.ฟ. (%)	ราคาไม้แปรรูป (บาท/ลูกบาศก์ฟุต)	บาท.สด
(1.3 x 5.0) x 20 ท่อน	3.50(63.6%)	333	1164.63
(1.3 x 4.0) x 2 ท่อน	0.28(5.1%)	380	106.32
(1.3 x 3.0) x 1 ท่อน	0.10(1.9%)	350	36.72
(1.3 x 2.5) x 2 ท่อน	0.17(3.2%)	350	61.20
(1.3 x 2.0) x 0 ท่อน	0.00(0.0%)	350	0.00
(1.3 x 1.5) x 0 ท่อน	0.00(0.0%)	350	0.00
(1.3 x 1.0) x 1 ท่อน	0.03(0.6%)	350	12.24
รวม	4.09(74%)		1381.11

-ตัวเลขในแถวที่1 แสดงขนาดและปริมาณไม้แปรรูปที่เลื่อยได้

ตัวเลขในวงเล็บเป็นขนาดไม้ที่ได้ โดยตัวเลขด้านหน้าแสดงถึงความหนาที่แท้จริงของไม้ ส่วนตัวเลขด้านหลังเป็นความกว้างที่แท้จริงของไม้ ส่วนตัวเลขตัวสุดท้ายเป็นจำนวนท่อนของไม้แปรรูปขนาดนั้นๆที่ตัดได้ เช่น (1.3x5.0) x 20 ท่อน เลข 1.3 คือความหนาของไม้แปรรูป เลข 5.0 คือความกว้างของไม้แปรรูป และเลข

20 หมายถึงจำนวนของไม้แปรรูปขนาด 1.3×5.0 ที่เลื่อยได้ โดยหน่วยของขนาดไม้แปรรูปสามารถเลือกดูได้ทั้งในหน่วยมิลลิเมตรและหน่วยนิ้ว

-ตัวเลขในแถวที่ 2 แสดงปริมาตรของไม้ที่ได้ในหน่วยลูกบาศก์ฟุต

ตัวเลขที่อยู่หน้าวงเล็บแสดงปริมาณไม้ที่ได้ในหน่วยลูกบาศก์ฟุต ส่วนตัวเลขที่อยู่ในวงเล็บแสดงปริมาณไม้ที่ได้คิดเป็นเปอร์เซ็นต์เมื่อเทียบกับปริมาตรของไม้ท่อน เช่น 3.50(63.6%) หมายถึงได้ไม้ปริมาณ 3.5 ลูกบาศก์ฟุต หรือคิดเป็น 63.6เปอร์เซ็นต์ของปริมาตรไม้ท่อน เป็นต้น ส่วนค่าตัวเลขที่อยู่แฉ่งล่างสุดเป็นปริมาตรรวมของไม้แปรรูปที่เลื่อยได้ทั้งหมด

-ตัวเลขในแถวที่3 แสดงราคาของไม้แปรรูปแต่ละขนาด

ตัวเลขในแถวนี้จะแสดงราคาของไม้ในแต่ละขนาดโดยคิดต่อลูกบาศก์ฟุต เช่น ไม้ขนาด 1.3×5.0 ราคา 333 บาทต่อลูกบาศก์ฟุต

-ตัวเลขในแถวที่4 แสดงราคารวมที่ได้จากไม้แต่ละขนาด

ตัวเลขในแถวนี้จะแสดงราคาขายได้ของไม้แปรรูปแต่ละขนาด เช่น ไม้ขนาด 1.3×5.0 นิ้ว จำนวน 20 ท่อน ได้ราคาทั้งหมด 1164.63 บาท

ข) ไม้สูญเสีย

ในส่วนนี้แสดงปริมาณไม้ที่สูญเสียซึ่งมี 2 ส่วนคือ ขี้เลื่อยและปิกไม้ โดยมีรายละเอียดผลการคำนวณดังแสดงในรูป ผลรวมของขี้เลื่อยและปิกไม้ก็คือปริมาณไม้ที่สูญเสียทั้งหมดจากการเลื่อยไม้ท่อนนั้นๆ เช่น สูญเสียขี้เลื่อย 0.62 ลูกบาศก์ฟุต (คิดเป็น 11%) และปริมาณปิกไม้ 0.79 ลูกบาศก์ฟุต (คิดเป็น 14%) เพราะฉะนั้นปริมาณไม้ที่สูญเสียเนื่องจากการเลื่อยครั้งนี้เท่ากับ 1.4 ลูกบาศก์ฟุต (คิดเป็น 26%) นอกจากนั้นหากทราบราคาขายของขี้เลื่อยและปิกไม้ ก็จะสามารถคำนวณราคารวมที่ได้จากการขายขี้เลื่อยและปิกไม้ได้ด้วยเช่นกัน เช่น หากราคาขายของขี้เลื่อยเท่ากับ 50 บาทต่อลูกบาศก์ฟุต และราคาขายของปิกไม้เท่ากับ 50 บาทต่อลูกบาศก์ฟุต จะได้ว่าสามารถขายขี้เลื่อยได้เงิน 30.90 บาท และขายปิกไม้ได้ 39.29 บาท รวมจำนวนเงินที่ได้จากการขายขี้เลื่อยและปิกไม้เท่ากับ 70.19 บาท เป็นต้น

ไม้สูญเสีย	ปริมาณไม้ ลบ.ฟ.(%)	ราคา (บาท/ลูกบาศก์ฟุต)	บาท.สต
สูญเสียขี้เลื่อย	0.62(11%)	50	30.90
ปริมาณปิกไม้	0.79(14%)	50	39.29
รวม	1.40(26%)		70.19

ค) สุทธิ

ในส่วนนี้แสดงปริมาณของท่อนไม้ทั้งท่อน (ไม้แปรรูปทั้งหมด+ซี่เลื่อย+ปิกไม้) และแสดงราคาที่ยขายได้ทั้งหมด (ราคาจากการขายไม้แปรรูป+ราคาจากการขายซี่เลื่อย+ราคาจากการขายปิกไม้) ดังแสดงในรูป

สุทธิ	5.50(100%)	1451.30
-------	------------	---------

จากรูปที่แสดง ค่าตัวเลข 5.5 คือปริมาณของไม้ท่อนนี้มีค่าเท่ากับ 5.5 ลูกบาศก์ฟุต หรือคิดเป็น 100% ส่วน ค่าตัวเลข 1451.30 คือ จำนวนเงินที่ได้จากการขายไม้แปรรูป ซี่เลื่อย และปิกไม้ ซึ่งขายได้ทั้งหมด 1451.30 บาท

ง) ลักษณะการตัด

ในส่วนนี้แสดงจำนวนครั้งของการตัดทั้งหมดโดยแยกเป็นจำนวนครั้งในการตัดหลัก (การตัดในแนวตั้งหรือการตีดับ) และจำนวนครั้งในการตัดรอง (การตัดในแนวขวางหรือการซอยเก็บตามความกว้างที่ต้องการ) รวมถึงความยาวคลองเลื่อย (แสดงถึงปริมาณซี่เลื่อยที่เกิดจากการตัด) ที่เกิดจากการตัดทั้งสองส่วน ดังแสดงในรูป

ลักษณะการตัด	หลัก	รอง	รวม	
จำนวนครั้งที่ต้องตัดทั้งหมด	11	36	47	ครั้ง
ความยาวคลองเลื่อย	145.36	46.08	191.44	นิ้ว

จากรูป จำนวนครั้งในการตัดหลัก (การตัดในแนวตั้งหรือการตีดับ) เท่ากับ 11 ครั้ง ซึ่งความยาวคลองเลื่อยทั้งหมดที่เกิดจากการตัดหลักนี้เท่ากับ 145.36 นิ้ว ส่วนจำนวนครั้งในการตัดรอง (การตัดในแนวขวางหรือการซอยเก็บตามความกว้างที่ต้องการ) เท่ากับ 36 ครั้ง ซึ่งความยาวคลองเลื่อยทั้งหมดที่เกิดจากการตัดรองนี้เท่ากับ 46.08 นิ้ว รวมจำนวนครั้งที่ต้องตัดไม้ท่อนนี้เท่ากับ 47 ครั้ง และความยาวคลองเลื่อยทั้งหมดเท่ากับ 191.44 นิ้ว

2.3 ข้อจำกัดของโปรแกรม

2.3.1 พิจารณาเฉพาะไม้ที่มีหน้าตัดเป็นรูปวงกลม หรือวงรี เท่านั้น

2.3.2 ไม่พิจารณาผลของไสไม้ซึ่งส่งผลกระทบโดยตรงต่อคุณภาพของไม้ที่ได้

2.3.3 ในการตัดแต่ละครั้งเลือกค่าความหนาไม้ได้ค่าเดียวเท่านั้น เช่น ถ้าเลือกตัดไม้ความหนา 1 นิ้ว ในการตัดไม้ด้วยโปรแกรมนี้อาจจะตัดเฉพาะไม้ความหนา 1 นิ้ว เท่านั้น

3. แบบฝึกหัด

3.1 การศึกษาผลของระยะเปิดปีกต่อปริมาณไม้แปรรูปที่ได้จากการเลื่อยแบบตีต๊ับ

จงใช้โปรแกรมออกแบบรูปแบบการเลื่อยวิเคราะห์ผลของระยะเปิดปีก 3 ค่าคือ 0.5 นิ้ว, 0.9 นิ้ว และ 1.4 นิ้ว ในการเลื่อยไม้ท่อนแบบตีต๊ับโดยไม้ท่อนซึ่งมีหน้าตัดเป็นวงกลมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 8 นิ้ว และท่อนไม้ไม่มีความเรียว หากใบเลื่อยที่ใช้มีความหนาเท่ากับ 3 มิลลิเมตร และความหนาของไม้ที่ต้องการคือ 1.28 นิ้ว โดยกำหนดให้

-ความกว้างของไม้ที่เลื่อย จากขนาดใหญ่สุดไปหาเล็กสุดเป็นดังนี้ 5 นิ้ว, 4 นิ้ว, 3 นิ้ว, 2.5 นิ้ว, 2 นิ้ว, 1.5 นิ้ว และ 1 นิ้วตามลำดับ

-ราคาของไม้แปรรูปขนาดต่างๆเป็นดังนี้

ขนาด 1.28×5.0 นิ้ว = 500 บาท/ลบ.ฟ.

ขนาด 1.28×4.0 นิ้ว = 350 บาท/ลบ.ฟ.

ขนาด 1.28×3.0 นิ้ว = 300 บาท/ลบ.ฟ.

ขนาด 1.28×2.5 นิ้ว = 280 บาท/ลบ.ฟ.

ขนาด 1.28×2.0 นิ้ว = 250 บาท/ลบ.ฟ.

ขนาด 1.28×1.5 นิ้ว = 240 บาท/ลบ.ฟ.

ขนาด 1.28×1.0 นิ้ว = 230 บาท/ลบ.ฟ.

จงตอบคำถามต่อไปนี้

1. ปริมาณไม้แปรรูปที่ได้ทั้งหมดที่ระยะเปิดปีก ทั้ง 3 ค่ามีค่าแตกต่างกันหรือไม่อย่างไร
2. ที่ระยะเปิดปีกค่าใดให้ปริมาณขนาดไม้แปรรูปที่มีขนาดใหญ่สุดมากที่สุด
3. ที่ระยะเปิดปีกค่าใดทำให้ได้ราคาจากการขายไม้แปรรูปมากที่สุด

3.2 การศึกษาผลของขนาดของไม้ท่อนที่ต่างกันต่อปริมาณไม้แปรรูปที่ได้จากการเลื่อยแบบตีต๊ับ

จงใช้โปรแกรมออกแบบรูปแบบการเลื่อยวิเคราะห์ผลของขนาดของท่อนไม้ (หน้าตัดเป็นวงกลมไม่มีความเรียว) ที่ต่างกัน 4 ค่าคือ ความยาวเส้นผ่านศูนย์กลาง 6 นิ้ว, 8 นิ้ว, 10 นิ้ว และ 12 นิ้ว หากใบเลื่อยที่ใช้มีความหนาเท่ากับ 3 มิลลิเมตร และความหนาของไม้ที่ต้องการคือ 1.28 นิ้ว โดยกำหนดให้

-ความกว้างของไม้ที่เลื่อย จากขนาดใหญ่สุดไปหาเล็กสุดเป็นดังนี้ 5 นิ้ว, 4 นิ้ว, 3 นิ้ว, 2.5 นิ้ว, 2 นิ้ว, 1.5 นิ้ว และ 1 นิ้วตามลำดับ

-

ในการเลื่อยไม้ท่อนแต่ละขนาดใช้ระยะเปิดปีกเท่ากันคือ 1 นิ้ว

ปริมาณไม้แปรรูปทั้งหมดที่เลื่อยได้จากไม้ท่อนที่มีขนาดต่างกันเหล่านี้แตกต่างกันหรือไม่อย่างไร

นิ้ว

3.3 การศึกษาผลของความยาวของไม้ท่อนที่ต่อปริมาณไม้แปรรูปที่ได้จากการเลื่อยแบบตีดับ

จึงใช้โปรแกรมออกแบบรูปแบบการเลื่อยวิเคราะห์ผลของความยาวของไม้ท่อน โดยการเลื่อยไม้ท่อนที่มีหน้าตัดวงกลมที่มีขนาดของหน้าตัดด้านหัวและด้านท้ายไม่เท่ากันดังต่อไปนี้

1. หน้าตัดด้านหัวมีความยาวเส้นผ่านศูนย์กลางเท่ากับ 12 นิ้ว และด้านท้ายมีความยาวเส้นผ่านศูนย์กลาง 10

2. หน้าตัดด้านหัวมีความยาวเส้นผ่านศูนย์กลางเท่ากับ 12 นิ้ว และด้านท้ายมีความยาวเส้นผ่านศูนย์กลาง 8 นิ้ว

3. หน้าตัดด้านหัวมีความยาวเส้นผ่านศูนย์กลางเท่ากับ 12 นิ้ว และด้านท้ายมีความยาวเส้นผ่านศูนย์กลาง 6 นิ้ว โดยกำหนดให้

- ความหนาของใบเลื่อยที่ใช้เท่ากับ 3 มิลลิเมตร

- ความหนาของไม้ที่ต้องการเลื่อยเท่ากับ 1.28 นิ้ว

- ความกว้างของไม้ที่เลื่อย จากขนาดใหญ่สุดไปหาเล็กสุดเป็นดังนี้ 5 นิ้ว, 4 นิ้ว, 3 นิ้ว, 2.5 นิ้ว, 2 นิ้ว, 1.5 นิ้ว และ 1 นิ้วตามลำดับ

- ในการเลื่อยไม้ท่อนแต่ละขนาดใช้ระยะเปิดปีกเท่ากันคือ 1 นิ้ว

ปริมาณไม้แปรรูปทั้งหมดที่ได้จากการเลื่อยกับความยาวของท่อนไม้มีความสัมพันธ์กันอย่างไร

3.4 ผลของแนวของการเปิดปีกในกรณีที่หน้าตัดไม้ท่อนเป็นวงรีต่อปริมาณไม้แปรรูปที่ได้จากการเลื่อยแบบตีดับ

จึงใช้โปรแกรมออกแบบรูปแบบการเลื่อยวิเคราะห์การเลื่อยในกรณีที่หน้าตัดไม้ท่อนเป็นวงรีและท่อนไม้ไม่มีความยาว โดยท่อนไม้ดังกล่าวมีความยาวของหน้าตัดด้านที่ยาวกว่าเป็น 12 นิ้ว และความยาวของหน้าตัดด้านที่สั้นกว่าเป็น 8 นิ้ว กำหนดให้

- ความหนาของใบเลื่อยที่ใช้เท่ากับ 3 มิลลิเมตร

- ความหนาของไม้ที่ต้องการเลื่อยเท่ากับ 1.28 นิ้ว

- ความกว้างของไม้ที่เลื่อย จากขนาดใหญ่สุดไปหาเล็กสุดเป็นดังนี้ 5 นิ้ว, 4 นิ้ว, 3 นิ้ว, 2.5 นิ้ว, 2 นิ้ว, 1.5 นิ้ว และ 1 นิ้วตามลำดับ

- ในการเลื่อยไม้แต่ละครั้งใช้ระยะเปิดปีกเท่ากันคือ 1 นิ้ว

หากทำการเลื่อยโดยเลือกแนวของการเปิดปีกที่แตกต่างกัน 2 ลักษณะคือ เปิดปีกในแนวนานกับความยาวของหน้าตัดด้านที่ยาวกว่า และ เปิดปีกในแนวนานกับความยาวของหน้าตัดด้านที่สั้นกว่า

1. ค่าปริมาณไม้แปรรูปที่ได้ทั้งหมดแตกต่างกันหรือไม่ อย่างไร

2. ปริมาณไม้แปรรูปขนาดใหญ่ที่สุดที่เลื่อยได้แตกต่างกันหรือไม่อย่างไร

4. เอกสารอ้างอิง

นิรันดร์ มาแทน และคณะ. 2552 และ 2554. รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์: โครงการการพัฒนาโปรแกรมออกแบบรูปแบบการเลื่อย ระบบควบคุมการอัดน้ำยา และระบบควบคุมการอบประสิทธิภาพสูง สำหรับกระบวนการผลิตไม้ยางพาราแปรรูปในโรงงานอุตสาหกรรม. สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ

ภาคผนวก 2

รลข.01	ทะเบียนข้อมูลเลขที่ 21. 4524
	
หนังสือรับรองการแจ้งข้อมูล ลิขสิทธิ์ ออกให้เพื่อแสดงว่า สำนักงานคณะกรรมการการวิจัยแห่งชาติ ได้แจ้งข้อมูลลิขสิทธิ์ ประเภท วรรณกรรม ลักษณะงาน โปรแกรมคอมพิวเตอร์ ชื่อผลงาน โปรแกรมควบคุมการอบไม้แบบอัดโนมิตี (DryWood) ไว้ต่อกรรมสิทธิ์สินทางปัญญา ตามคำขอแจ้งข้อมูลลิขสิทธิ์ เลขที่ 283837 เมื่อวันที่ 26 เดือน ตุลาคม พ.ศ. 2555 ให้ไว้ ณ วันที่ 27 เดือน พฤศจิกายน พ.ศ. 2555 ลงชื่อ..... (นายสุรภูมิ ตีระนันท์) นักวิชาการพาณิชย์ชำนาญการ ปฏิบัติราชการแทนผู้อำนวยการสำนักลิขสิทธิ์ หมายเหตุ 1. เอกสารนี้มีไว้รับรองความเป็นเจ้าของลิขสิทธิ์ 2. การเปลี่ยนแปลงรายการข้างต้น ให้ดูด้านหลัง	

ภาคผนวก 3

จดหมายจากอุตสาหกรรมจังหวัดนครราชสีมาขอให้ติดตั้งระบบควบคุมความเข้มข้นน้ำยาอัดไม้และระบบควบคุมการอบไม้อัดโนมิตีให้กับโรงงานไม้ยางพาราแปรรูป 5 โรงงานในพื้นที่จังหวัดนครราชสีมา

สำเนาฉบับ

ที่ นส ๐๐๓๓(๔)/๓๑

สำนักงานอุตสาหกรรมจังหวัดนครศรีธรรมราช
๘๗ หมู่ที่ ๙ ตำบลนาเคียน อำเภอเมือง
จังหวัดนครศรีธรรมราช ๘๐๐๐๐

๕ มกราคม ๒๕๕๖

เรื่อง ขอความร่วมมือขอรับบริการทางวิชาการในการผลิตเครื่องต้นแบบ

เรียน อธิการบดีมหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์

ด้วย สำนักงานอุตสาหกรรมจังหวัดนครศรีธรรมราช ได้รับพัฒนาจังหวัด ประจำปีงบประมาณ พ.ศ.๕๕๖ ให้ดำเนินโครงการ เพิ่มประสิทธิภาพการผลิตและการบริหารจัดการอุตสาหกรรมแปรรูปเกษตร (ไม่ยางพาราแปรรูป) ตามแผนปฏิบัติการของจังหวัด โดยมีวัตถุประสงค์ เพื่อนำผลการวิจัยไปใช้ประโยชน์เป็นต้นแบบ ในการเพิ่มศักยภาพการแข่งขันและพัฒนาผู้ประกอบการไม่ยางพาราในจังหวัด ให้มีความสามารถในการพัฒนาการผลิต โดยกระบวนการปรับปรุงคุณภาพของไม่ยางพาราผ่านกระบวนการไม่ได้น้ำมันดี และระบบควบคุมความเข้มข้นน้ำอัดไม่

สำนักงานอุตสาหกรรมจังหวัดนครราชสีมา ได้พิจารณาแล้วเห็นว่ามหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์ มีผลงานในเรื่องดังกล่าวที่สามารถใช้งานได้โดยมีประสิทธิภาพ โดยหน่วยวิจัยวิทยาศาสตร์และวิศวกรรมมี มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์ จึงขอความอนุเคราะห์ช่วยดำเนินการ ผลัดต้นแบบระบบควบคุมการอบไม้อัดในมิติ และระบบควบคุมความชื้นขั้นนำยัดไม้ แบบละ ๕ เครื่อง พร้อมติดตั้งให้โรงงานอุตสาหกรรมแปรรูปไม้ ยางพาราในจังหวัด จำนวน ๕ โรงงาน ทั้งนี้ได้ประสานการดำเนินงานกับ ดร.นิรันดร์ มาแทน ให้เป็นการ เบื้องต้นแล้ว

จึงเรียนมาเพื่อโปรดให้ความอนุเคราะห์ดังกล่าวด้วย จักเป็นพระคุณยิ่ง

ขอแสดงความนับถือ

13 Oct 59 AM.

1. Manajemen adalah proses perencanaan, pengorganisasian, kepemimpinan, dan pengendalian upaya anggota organisasi dan menggunakan semua sumber daya organisasi untuk mencapai tujuan yang telah ditetapkan.

(นายประยูร จิระจุฑาพร)
คณาจารย์มหาวิทยาลัยนครราชสีมา

ฝ่ายส่งเสริมอุตสาหกรรม (นางศิริลักษณ์ หล่อเพชร)
โทร. ๐ ๙๔๓๔ ๖๗๔๐
โทรสาร ๐ ๙๔๓๔ ๖๑๖๑
E-mail : moi_nakhonsithammarat@industry.go.th

“กระทรวงอุตสาหกรรม เป็นที่พึ่งของผู้ประกอบการและประชาชนอย่างแท้จริง” **ศดร.**

CSBP

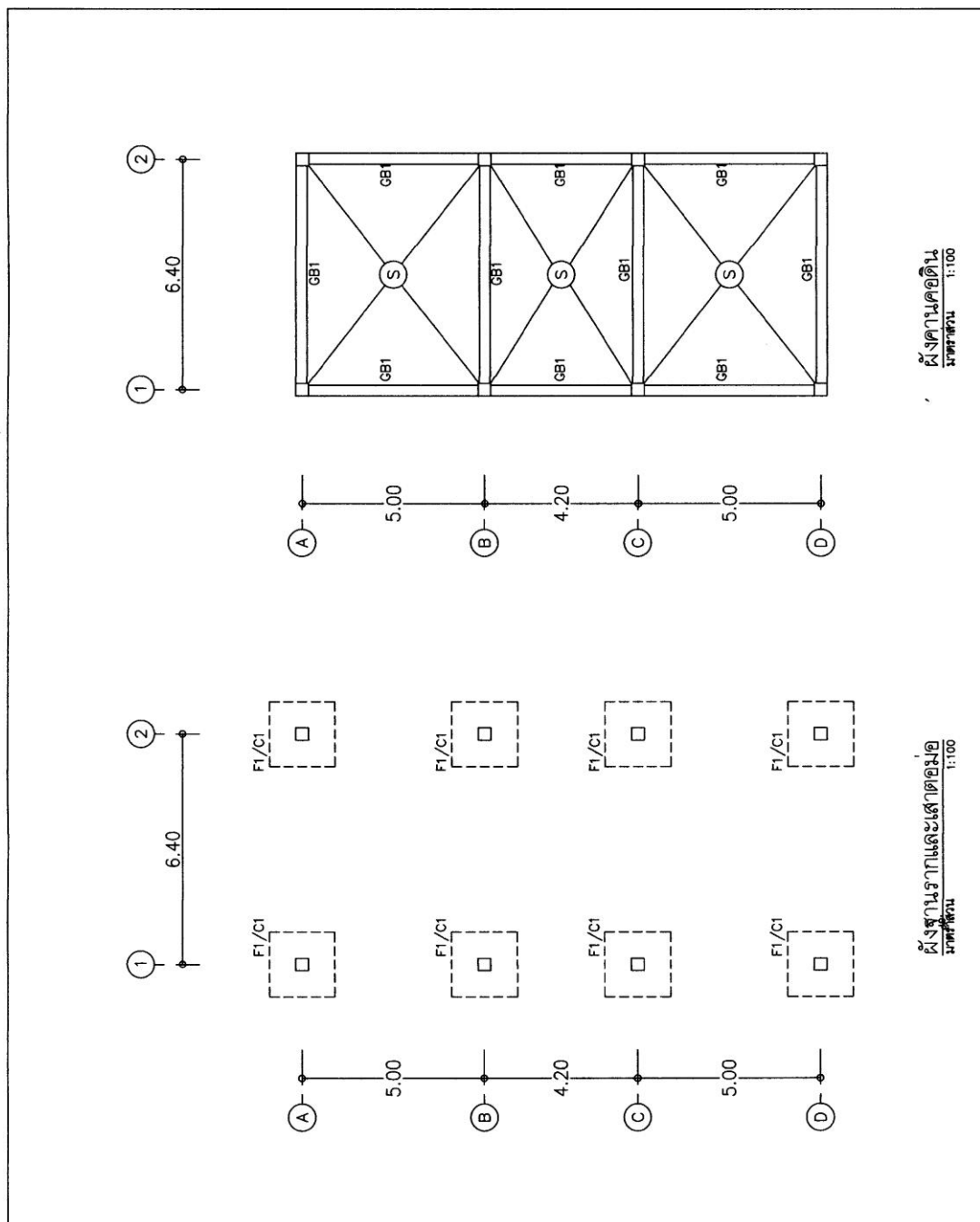
ผู้ช่วย

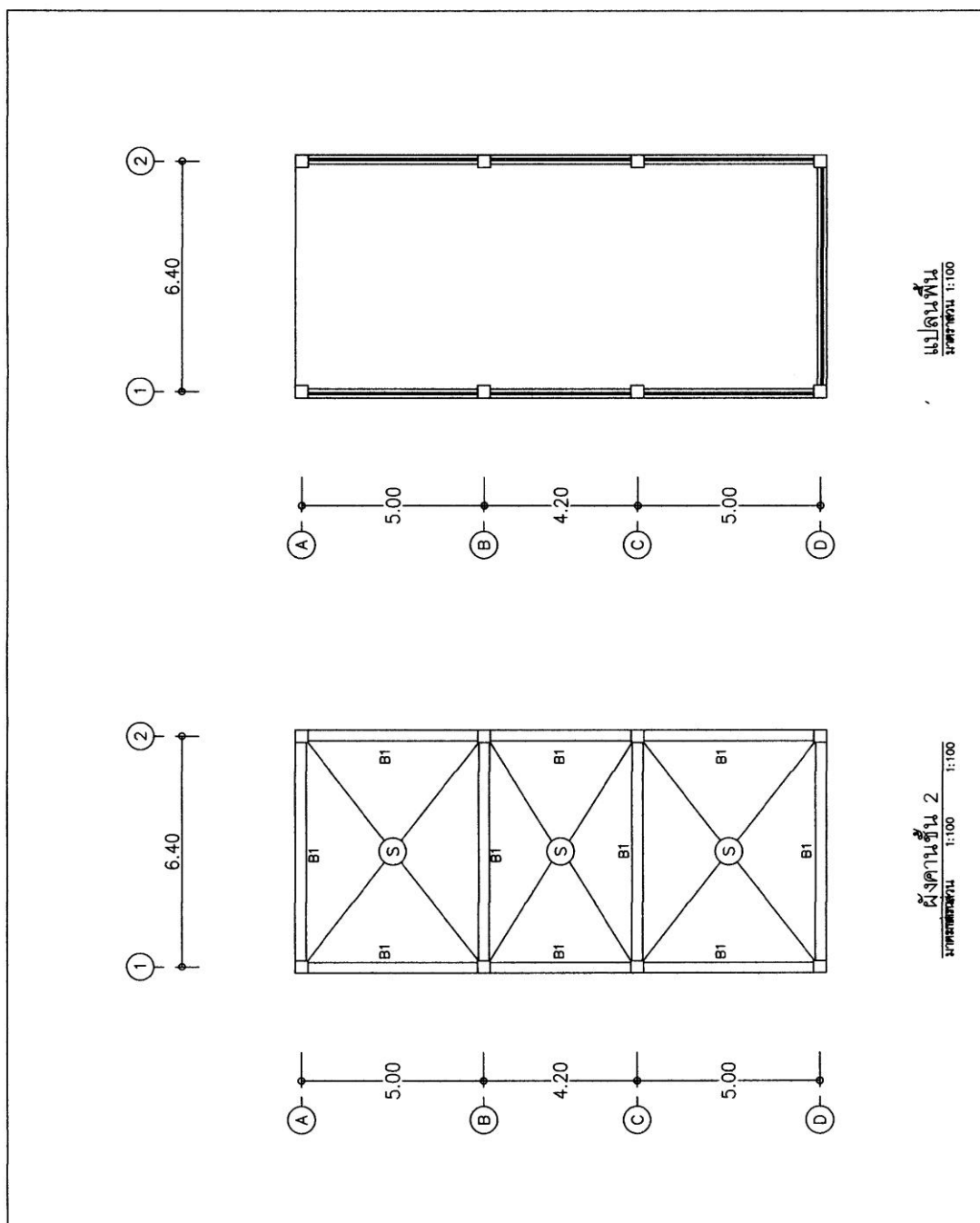
คหบดี

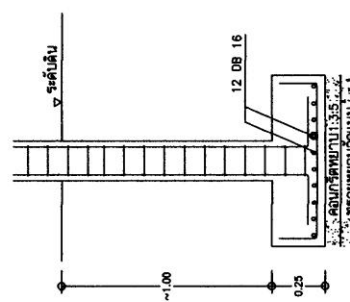
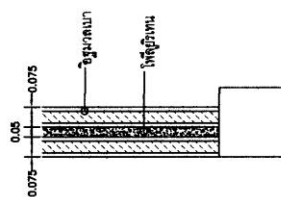
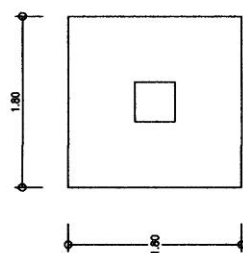
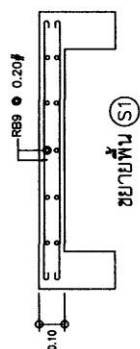
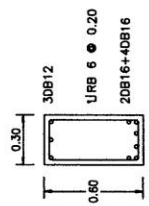
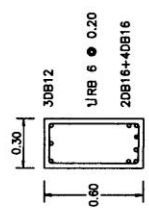
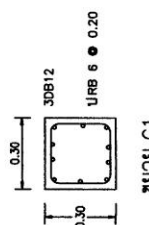
...

ภาคผนวก 4

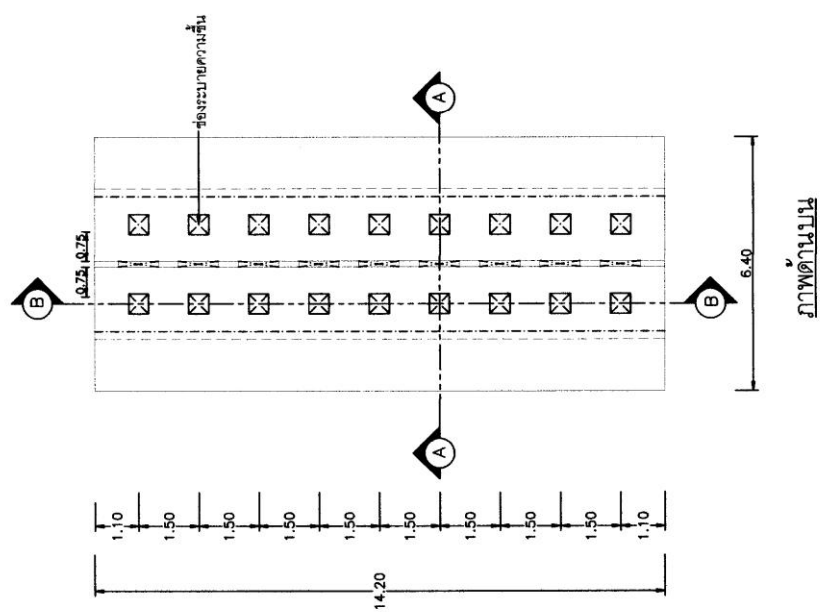
แบบก่อสร้างเตาอบไม้ย่างพาราดันแบบ (ขนาด 4800 คิวบิกฟุต)

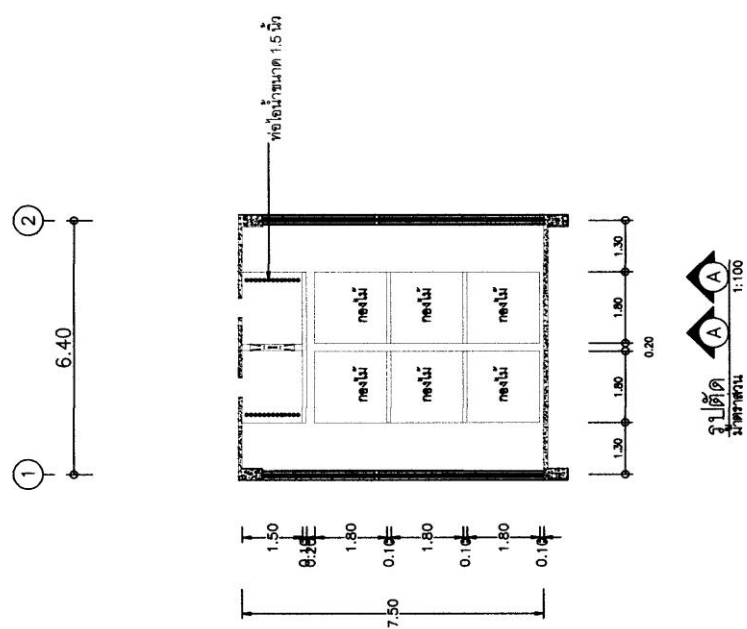


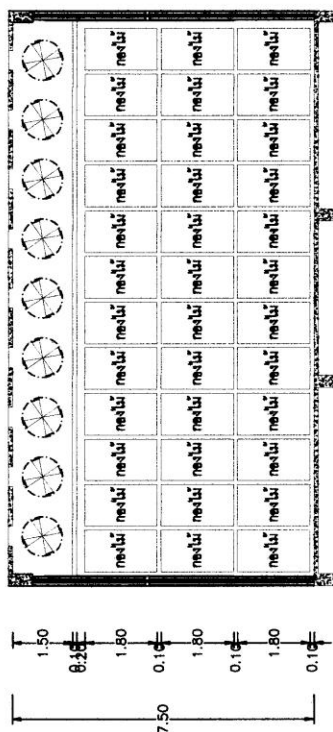
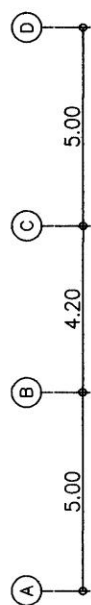




ขยายฐานราก (F1)







รูปตัด B-B
มาตราส่วน 1:100

ประวัติคณะผู้วิจัย

หัวหน้าโครงการ

นายนิรันดร์ มาแทน (Mr.Nirundorn Matan)

ตำแหน่งปัจจุบัน อาจารย์หลักสูตรหลักสูตรวิทยาศาสตรและวิศวกรรมวัสดุ

หน่วยงานที่อยู่ที่สามารถติดต่อได้สะดวก

หลักสูตรวิทยาศาสตรและวิศวกรรมวัสดุ สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์และทรัพยากร
มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์

หมายเลขโทรศัพท์ (075)-672348 โทรศัพท์ (075)-672399

Email: mnirundo@wu.ac.th

ประวัติการศึกษา

ปริญญาเอก สาขา Materials Science and Metallurgy

University of Cambridge ประเทศอังกฤษ

ปริญญาโท สาขา Physics

University of Warwick ประเทศอังกฤษ

ปริญญาตรีสาขา ฟิสิกส์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

สาขาวิชาการที่มีความชำนาญพิเศษ (แตกต่างจากวุฒิการศึกษา) ระบุสาขาวิชาการ

วิทยาศาสตร์และวิศวกรรมไม้ กระบวนการผลิตไม้ยางพาราแปรรูป การใช้ประโยชน์ไม้ไฟ

ประสบการณ์ในงานวิจัย:

-ผู้ร่วมวิจัยโครงการการปรับปรุงการคงรูป การติดกาว และความคงทนของแผ่นไม้ไผ่คลี่ (ทุนวิจัย สกว., ปี 2544-2546)

-ผู้ร่วมวิจัยโครงการสำรวจเพื่อลดการสูญเสียในกระบวนการผลิตไม้ยางพาราแปรรูปของโรงงาน ไม้ยางพาราในจังหวัดสุราษฎร์ธานี

(ทุนวิจัย JICA, โครงการศึกษาแนวทางพัฒนาการให้บริการปรึกษาแนะนำเพื่อส่งเสริมกลุ่ม
อุตสาหกรรม SME และพัฒนาภูมิภาค กระทรวงอุตสาหกรรมร่วมกับ JICA ประเทศญี่ปุ่น, ปี
2547-2548)

-ผู้ร่วมวิจัยโครงการพัฒนากระบวนการอบที่มีประสิทธิภาพสูงซึ่งเหมาะสมสำหรับประยุกต์กับเตา
อบที่ใช้อยู่ในโรงงานอุตสาหกรรมไม้ยางพารา
(ทุนวิจัย สกว., ปี 2548-2550)

-หัวหน้าโครงการวิจัยการพัฒนาวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อมกลุ่ม อุตสาหกรรมแปรรูปไม้
ยางพารา จังหวัดสุราษฎร์ธานี (ทุนงบกลางการบริหารจังหวัดแบบบูรณาการ (CEO) จังหวัดสุ
ราษฎร์ธานี, ปี 2548-2549)

-หัวหน้าโครงการผลิตถ่านกัมมันต์จากเศษไม้ยางพาราและกะลามะพร้าวสำหรับกำจัดสาร
ปนเปื้อนในน้ำดื่มชุมชน

(ทุนโครงการเครือข่ายการวิจัยและถ่ายทอดเทคโนโลยีสู่ชุมชน สกอ., ปี 2549-2550)

- โครงการการพัฒนาโปรแกรมออกแบบรูปแบบการเลื้อย ระบบควบคุมการอัดน้ำยา และระบบควบคุมการอบประสิทธิภาพสูง สำหรับกระบวนการผลิตไม้ยางพาราแปรรูปในโรงงานอุตสาหกรรม ระยะที่ 1 (หัวหน้าโครงการ) สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ปี 2551
- โครงการการพัฒนาโปรแกรมออกแบบรูปแบบการเลื้อย ระบบควบคุมการอัดน้ำยา และระบบควบคุมการอบและการออกแบบเตาอบไม้ประสิทธิภาพสูงสำหรับกระบวนการผลิตไม้ยางพาราแปรรูปในโรงงานอุตสาหกรรม ระยะที่ 2 (หัวหน้าโครงการ) สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ปี 2553

ผลงานวิจัยที่พิมพ์ออกเผยแพร่ (5 ปี ย้อนหลัง)

- Taweessin Wongprot, **Nirundorn Matan**, Narumol Matan, Wanchart Preechatiwong and Buhnnum Kyokong (2013) “Response Surface Modeling of Hydrothermal Treatment Conditions on Color Changes, Strength, and Durability Properties of Rubberwood” *BioResources* 8(1): 302-312.
- Narumol Matan, **Nirundorn Matan** (2012) “Waterborne paints modified with essential oils as bio-protective coatings for rubberwood” *Journal of Tropical Forest Science* 24(4): 528–537.
- Narumol Matan, **Nirundorn Matan**, Saichol Ketsa (2012) “Effect of heat curing on antifungal activities of anise oil and garlic oil against *Aspergillus niger* on rubberwood” *International Biodeterioration & Biodegradation* 75: 150-157.
- Suchat Tomad, **Nirundorn Matan**, Prawate Diawanich, Buhnnum Kyokong (2012) “Internal stress measurement during drying of rubberwood lumber: effects of wet-bulb temperature in various drying strategies” *Holzforschung* 66 (5): 645-654.
- Prawate Diawanich, Suchart Tomad, **Nirundorn Matan** and Buhnnum Kyokong (2012) “Novel assessment of casehardening in kiln dried lumber” *Wood Science and Technology* 46: 101-114.
- Narumol Matan, Warasri Saengkrajang and **Nirundorn Matan**, (2011) “Antifungal activities of essential oils applied by dip-treatment on areca palm (*Areca catechu*) leaf sheath and persistence of their potency upon storage” *International Biodeterioration & Biodegradation* 65(1):212-216.
- Prawate Diawanich, **Nirundorn Matan** and Buhnnum Kyokong (2010) “Evolution of internal stress during drying, cooling and conditioning of rubberwood lumber” *European Journal of Wood and Wood Product* 68(1):1-12
- Narumol Matan, Weerapong Worapreyote, Warasri Saengkrajang, Niphaphorn Sirisombat and **Nirundorn Matan**, (2009) “Durability of rubberwood (*Hevea brasiliensis*) treated with peppermint oil, eucalyptus oil and their main components” *International Biodeterioration & Biodegradation* 63(5):621-625.

- บุญนำ เกี้ยวข้อง ประเวศร์ เดี่ยววานิช และ นิรันดร มาแทน สิทธิบัตรเรื่อง ชุดวัดความเค้นในไม้แบบต่อเนื่อง คำขอสิทธิบัตรเลขที่ 0801002605 วันที่ 26 พฤษภาคม 2551
- นิรันดร มาแทน และ สุชน ศรีวะโร ลิขสิทธิ์ โปรแกรมออกแบบรูปแบบการเลื่อยไม้ จดในนามสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ เลขที่ 218204 วันที่ 22 กันยายน 2552
- นิรันดร มาแทน สุชาติ โต๊ะหมาด ทวีศิลป์ วงศ์พรต จิรพงศ์ กาละกาญจน์ ลิขสิทธิ์ โปรแกรมระบบควบคุมการอัดน้ำยาไม้ จดในนามสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ เลขที่ 218205 วันที่ 22 กันยายน 2552

ผู้ร่วมวิจัย

นายกรกต สุวรรณรัตน์ (Mr.Korakot Suwannarat)

ตำแหน่งปัจจุบัน อาจารย์หลักสูตรวิศวกรรมคอมพิวเตอร์

หน่วยงานที่อยู่ที่สามารถติดต่อได้สะดวก

หลักสูตรวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์และทรัพยากร
มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์

หมายเลขโทรศัพท์ (075)-672333 โทรสาร (075)-672399

Email: korakots@wu.ac.th

ประวัติการศึกษา

ปริญญาโท สาขาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์

มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ (2550)

ปริญญาตรีสาขา วิศวกรรมคอมพิวเตอร์

มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ (2545)

สาขาวิชาการที่มีความชำนาญพิเศษ (แตกต่างจากวุฒิการศึกษา) ระบุสาขาวิชาการ

การออกแบบวงจรดิจิทัลด้วยภาษา VHDL สำหรับอุปกรณ์พีแอลดี, การออกแบบและจัดสร้างระบบควบคุมและเครื่องมือสนับสนุนงานวิจัยโดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์/ไมโครโปรเซสเซอร์, การพัฒนาระบบวิธีทางคอมพิวเตอร์เพื่อใช้ในการควบคุมระบบโดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ (Process Control), การจำลองการทำงานของหุ่นยนต์โดยใช้ไมโครคอมพิวเตอร์

ประสบการณ์ในงานวิจัย:

-ผู้ร่วมวิจัยโครงการ“การศึกษาตัวแปรการเคลื่อนไหวและการเคลื่อนที่ที่ส่งผลต่อการหกล้มและพัฒนาาระบบวิเคราะห์ตัวแปรที่มีความสามารถในการปรับเงื่อนไขการทำงานโดยอัตโนมัติโดยใช้นิวรอนเน็ตเวิร์ค” ทุนสนับสนุนการวิจัยจากสำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ ปี 2552

ผลงานวิจัยที่พิมพ์ออกเผยแพร์ (5 ปี ย้อนหลัง)

- Korakot Suwannarat, Montri Karnjanadecha, Thanate Khaorapapong and Panyayot Chaikan, *A Multi-Channel Incremental Encoder Interfacing Circuit Design using FPGA*, Proceeding of International Conference on ECTI-CON2006, Thailand 2006