

ชื่อเรื่องวิทยานิพนธ์	การวิเคราะห์พลังงานความร้อนในโรงงานผลิตแบริ่งมันสำปะหลัง		
ชื่อผู้เขียน	นายวงกต วงศ์อภัย		
วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต	สาขาวิศวกรรมเครื่องกล		
คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์:	รศ.ดร. ณอคุณ สิทธิพงศ์	ประธานกรรมการ	
	รศ.ดร. ชัชวาล ตันทกิตติ	กรรมการ	
	นายประวิทย์ ฤทธิแก้ว	กรรมการ	

### บทคัดย่อ

วิทยานิพนธ์นี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อทำการสำรวจและศึกษาสภาพการใช้พลังงานความร้อนของหม้อลมร้อนที่ใช้ในการอบแห้งแบริ่งมันสำปะหลัง และวิเคราะห์หาแนวทางในการอนุรักษ์พลังงานที่จะเป็นไปได้ โดยทำการสำรวจโรงงานแบริ่งมันสำปะหลังจำนวน 10 แห่ง ซึ่งจากการสำรวจพบว่ามีระบบการผลิตลมร้อน 2 ระบบ คือระบบที่ใช้เตาเผาอากาศร้อนและระบบที่ใช้เตาเผาน้ำมันเป็นหม้อลมร้อน จากการวิเคราะห์พบว่าในระบบการผลิตแบริ่งมันสำปะหลังมีอัตราการใช้พลังงานต่อหน่วยการผลิตรวมโดยเฉลี่ยเป็น 2.806 เมกะจูลต่อกิโลกรัมของแบริ่ง ซึ่งประกอบไปด้วยอัตราการใช้พลังงานความร้อนและพลังงานไฟฟ้าต่อหน่วยการผลิตเฉลี่ยเป็น 2.125 และ 0.681 เมกะจูลต่อกิโลกรัมของแบริ่งตามลำดับ

ในระบบการผลิตอากาศร้อนนั้นพบว่าหม้อลมร้อนทุกชุดทำงานตลอด 24 ชั่วโมง โดยใช้น้ำมันเตาเป็นเชื้อเพลิงหลัก และจากการวิเคราะห์ประสิทธิภาพของหม้อลมร้อนทุกชุดพบว่า มีประสิทธิภาพตามกฎข้อที่ 1 และกฎข้อที่ 2 ทางเทอร์โมไดนามิกส์ โดยเฉลี่ยเป็น 71.16% และ 25.28% ตามลำดับ และมีค่าการย้อนกลับไม่ได้เฉลี่ยเป็น 70.64% โดยที่หม้อลมร้อนแบบเตาเผาอากาศร้อนจะมีประสิทธิภาพตามกฎข้อที่ 1 และกฎข้อที่ 2 ทางเทอร์โมไดนามิกส์ และค่าการย้อนกลับไม่ได้โดยเฉลี่ยเป็น 69.76%, 17.11% และ 78.93% ตามลำดับ และหม้อลมร้อนแบบเตาเผาน้ำมันจะมีประสิทธิภาพตามกฎข้อที่ 1 และกฎข้อที่ 2 ทางเทอร์โมไดนามิกส์ และค่าการย้อนกลับไม่ได้โดยเฉลี่ยเป็น 73.27%, 37.55% และ 58.21% ตามลำดับ

สำหรับมาตรการในการลดค่าใช้จ่ายทางด้านพลังงานความร้อนจะประกอบด้วย 4 มาตรการ คือการปรับปรุงการเผาไหม้ของหม้อลมร้อนจะสามารถประหยัดค่าใช้จ่ายได้ปีละ 4.34 ล้านบาท และมีระยะเวลาในการคืนทุนเฉลี่ยประมาณ 0.09 ปี มาตรการที่สองโดยการติดตั้งเครื่องอุ่นอากาศที่นำไปใช้ในการอบแห้งโดยการใช้ความร้อนจากก๊าซไอเสียร้อนจากหม้อลมร้อนถ่ายเทไปสู่อากาศ

ซึ่งจะสามารถประหยัดค่าใช้จ่ายได้ปีละ 1.02 ล้านบาทและมีระยะเวลาในการคืนทุนเฉลี่ยประมาณ 7.34 ปี มาตรการถัดมาโดยการเปลี่ยนชนิดของเชื้อเพลิงจากน้ำมันเตาเกรด A เป็นน้ำมันเตาเกรด C ซึ่งจะสามารถประหยัดค่าใช้จ่ายได้ปีละ 1.21 ล้านบาท โดยไม่ต้องใช้เงินลงทุนใด ๆ และมาตรการสุดท้ายโดยการเปลี่ยนความหนาของฉนวนท่อส่งลมร้อนเพื่อลดการสูญเสียความร้อนผ่านผิวท่อซึ่งจะสามารถประหยัดค่าใช้จ่ายได้ปีละ 303,110 บาท โดยมีระยะเวลาในการคืนทุนเฉลี่ยประมาณ 7.55 ปี

จากนั้นได้ทำการวิเคราะห์ความเหมาะสมในการนำระบบผลิตพลังงานรวมมาใช้ในการผลิตลมร้อนในโรงงานแปงมันขนาดใหญ่ โดยพิจารณาใน 2 กรณีคือการใช้เชื้อเพลิงถ่านหินและการใช้น้ำมันเตาเกรด C เป็นเชื้อเพลิง จากการศึกษาพบว่าในกรณีที่ใช้ถ่านหินเป็นเชื้อเพลิงจะสามารถผลิตกระแสไฟฟ้าได้พลังงานไฟฟ้าสูงสุด 1483 kW โดยมีราคาในการลงทุนเบื้องต้น 63.7 ล้านบาท มีระยะเวลาในการคืนทุนประมาณ 2.71 ปี และมีอัตราผลตอบแทนการลงทุนทางเศรษฐศาสตร์เป็น 39.05% และพบว่าในกรณีที่ใช้น้ำมันเตาเกรด C เป็นเชื้อเพลิงจะมีระยะเวลาในการคืนทุนมากกว่า 25 ปี โดยอัตราผลตอบแทนการลงทุนทางเศรษฐศาสตร์มีค่าต่ำกว่าศูนย์

Thesis Title	Thermal Energy Analysis in a Tapioca Starch Factory	
Author	Mr. Wongkot Wongsapai	
M.Eng.	Mechanical Engineering	
Examining Committee :	Associate Prof.Dr. Norkun Sitthiphong	Chairman
	Associate Prof.Dr. Chutchawan Tantakitti	Member
	Mr. Pravit Teetakeaw	Member

### Abstract

This thesis is concerned with the investigation of energy use in hot air generator in tapioca starch factories with an objective of finding possible energy saving. Energy audits were conducted in 10 tapioca starch factories and it was found that there are two methods to generate hot air for the tapioca starch drying processes, hot air boiler and thermo-oil boiler. The total specific energy consumption is found to be 2.806 MJ per kg of tapioca starch which consists of 2.125 MJ per kg of tapioca starch as specific thermal energy consumption and 0.681 MJ per kg of tapioca starch as specific electrical energy consumption.

Fuel oil was used in the boilers as the main source of fuel which operates continuously 24 hours per day. By an energy analysis, the average first-law and second-law of thermodynamics efficiencies and irreversibility of boilers were evaluated and found to be 71.16%, 25.28% and 70.64% respectively. For the hot air boilers, the average first-law and second-law of thermodynamics efficiencies and irreversibility were evaluated and found to be 69.76%, 17.11% and 78.93% respectively and for the thermo-oil boilers, the average first-law and second-law of thermodynamics efficiencies and irreversibility were evaluated and found to be 73.27%, 37.55% and 58.21% respectively.

The thermal energy savings can be achieved by the improvement of combustion efficiencies which will save 4.34 million Baht per year with a pay-back period of 0.09 year. The installation of air-preheater which heat is transferred from flue gas to ambient air will save 1.02 million Baht per year with a payback period of 7.34 years. Changing the

grade of fuel oil from grade A to C will save 1.21 million Baht per year with no investment cost. The installation of proper fiber glass insulation will save 303,110 Baht per year with a payback period of 7.55 years.

The feasibility study to utilize the cogeneration system to replace the thermal-oil boiler in large scale factory by using lignite and grade C fuel oil was conducted. Results indicated that by using lignite, the cogeneration system can produce 1483 kW and sufficient thermal energy for the drying system. The investment cost is 63.7 million Baht will return the investment cost within 2.71 years with 39.05% of EIRR (Economic Internal Rate of Return). By using grade C fuel oil, it was concluded that the payback period is more than 25 years and the EIRR is less than zero.