บทที่ 3
วิธีการศึกษาวิจัย

กระบวนการศึกษาและรวบรวมข้อมูลเริ่มจากศึกษาบทความและงานวิจัยที่ใช้กากอ้อยเป็นเชื้อเพลิงเพื่อผลิตพลังงาน ในการวิจัยรวบรวมข้อมูลจากแหล่งข้อมูลที่เกี่ยวข้องเช่น เอกสารรายงานทางวิชาการ วิทยานิพนธ์ และวารสารต่างๆ ที่มีความเกี่ยวข้องทั้งจากมหาวิทยาลัยเชียงใหม่ และแหล่งวิจัยอื่นๆที่สามารถค้นหาได้จากอินเตอร์เนต จากนั้นทำการเก็บข้อมูลและกระบวนการผลิตพลังงานในโรงงานน้ำตาลรวมผลเพื่อนำข้อมูลที่ได้มาเป็นข้อมูลเบื้องต้นสำหรับแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ เพื่อวิเคราะห์เชิงเทคนิคและเศรษฐศาสตร์ของการนำกากอ้อยมาใช้เป็นเชื้อเพลิงผลิตพลังงานความร้อนร่วม

3.1 กระบวนการปฏิบัติการ

ขั้นตอนในการดำเนินการและการหาข้อมูลต่างๆที่เกี่ยวข้องและจำเป็นโดยสามารถแบ่งขั้นตอนออกเป็นขั้นตอนใหญ่ๆได้ดังนี้

การศึกษาข้อมูลเบื้องต้น

- ศึกษาสภาพทั่วไปของโรงงานน้ำตาลรวมผล โดยอาศัยแผนผังโรงงานที่ตั้งอุปกรณ์ที่สำคัญและการเดินสำรวจภายในโรงงาน
- ศึกษาสภาพการใช้พลังงานจากใบเสร็จค่าใช้จ่ายพลังงานของโรงงานทั้งพลังงานไฟฟ้าและพลังงานเชื้อเพลิง
- ศึกษากระบวนการผลิตทั่วไปเพื่อทราบถึงรูปแบบและสภาพการใช้พลังงาน

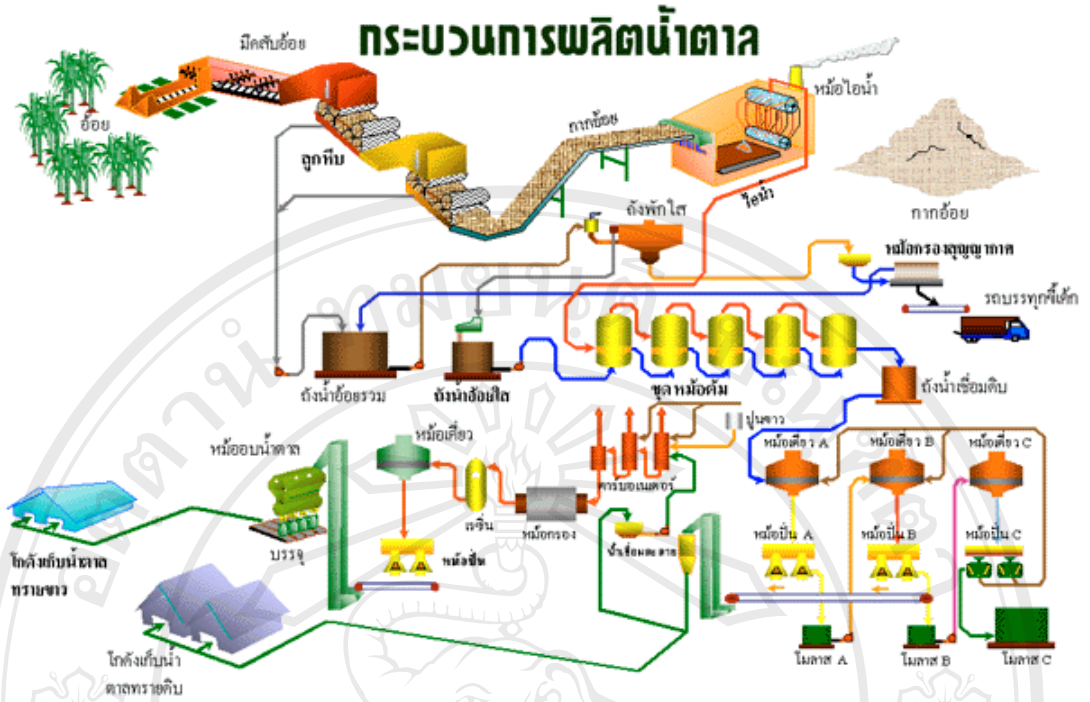
การเก็บรวบรวมข้อมูล

- เขียนแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ของหม้อไอน้ำเพื่อใช้เป็นแนวทางจัดเก็บข้อมูล
- เก็บข้อมูลโดยใช้อุปกรณ์เครื่องมือวัดและจากการสอบถาม

การวิเคราะห์ข้อมูลและสรุปผล

- การวิเคราะห์เชิงเทคนิคของการนำกากอ้อยไปใช้เป็นเชื้อเพลิงเพื่อผลิตพลังงานความร้อนร่วม โดยนำข้อมูลที่รวบรวมได้แทนลงในตัวแปรต่างๆของแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ เพื่อหาการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นกับระบบผลิตพลังงานความร้อนร่วม
- การวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์ของระบบผลิตพลังงานความร้อนร่วม โดยใช้ข้อมูลจากการวิเคราะห์เชิงเทคนิค เพื่อหาผลทางเศรษฐศาสตร์ที่เกิดขึ้นในกรณีต่างๆ
- สรุปผลการวิจัย

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

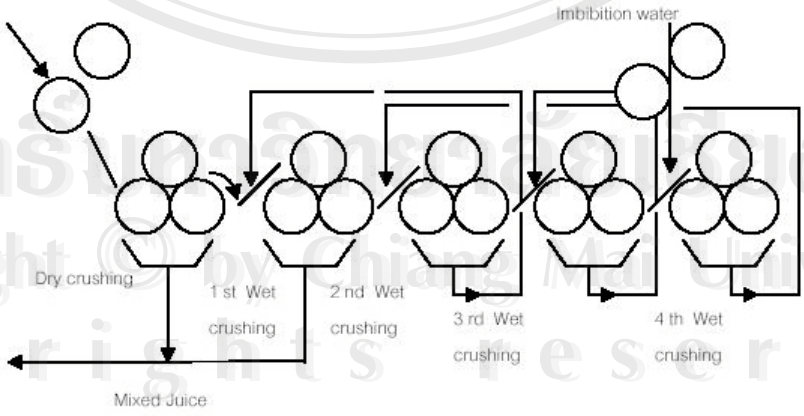


รูป 3.1 กระบวนการผลิตน้ำตาลในโรงงานน้ำตาล

ที่มา : http://www.sugarzone.in.th (2547)

จากรูป 3.1 กระบวนการผลิตน้ำตาลทรายสามารถแบ่งออกเป็นขั้นตอนได้ดังนี้

กระบวนการสกัดน้ำอ้อย (Juice Extraction) เป็นกระบวนการสกัดน้ำอ้อยโดยผ่านอ้อยเข้าไปในชุดลูกหีบ 4 – 5 ชุดดังรูป 3.2 กากอ้อยที่ผ่านการสกัดน้ำอ้อยจากลูกหีบชุดสุดท้ายจะถูกนำไปเป็นเชื้อเพลิงเผาไหม้ภายในหม้อไอน้ำ เพื่อผลิตไอน้ำมาใช้ในกระบวนการผลิต

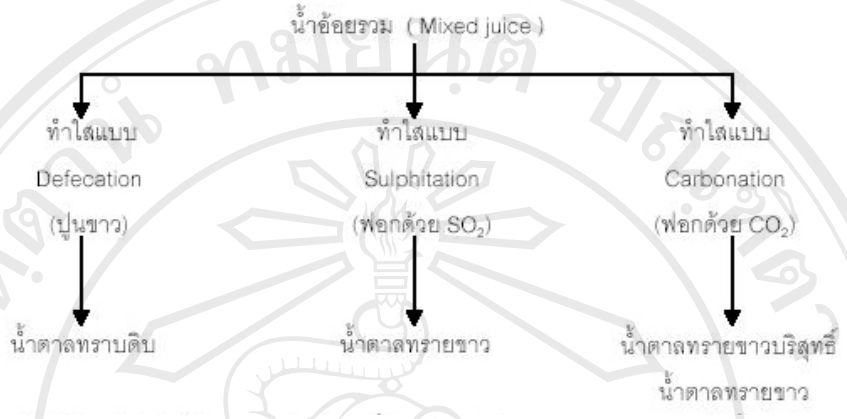


รูป 3.2 กระบวนการสกัดน้ำอ้อย

ที่มา : http://www.sugarzone.in.th (2547)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

การทำความสะอาดหรือทำใสน้ำอ้อย (Juice Purification) น้ำอ้อยรวมที่ผลิตได้ทั้งหมดจะเข้าสู่กระบวนการทำใส เนื่องจากน้ำอ้อยมีสิ่งสกปรกต่างๆจึงต้องแยกเอาส่วนเหล่านี้ออกโดยผ่านวิธีทางกลเช่น ผ่านเครื่องกรองต่างๆและวิธีทางเคมีโดยให้ความร้อนและผสมปูนขาว กระบวนการทำใสนั้นเป็นตัวบ่งบอกถึงลักษณะของผลิตภัณฑ์ที่ผลิตได้ พิจารณาจากรูป 3.3



รูป 3.3 การทำความสะอาดหรือทำใสน้ำอ้อย

ที่มา : http://www.sugarzone.in.th (2547)

การต้ม(Evaporation) น้ำอ้อยที่ผ่านการทำใสแล้วจะถูกนำเข้าสู่ชุดหม้อต้มเพื่อระเหยเอาน้ำออก(ประมาณ 70%)โดยน้ำอ้อยข้นที่ออกมาจากหม้อต้มลูกสุดท้าย เรียกว่า น้ำเชื่อม (Syrup)

การเคี่ยว(Crystallization) น้ำเชื่อมที่ได้จากการต้มจะถูกนำเข้าหม้อเคี่ยวระบบสุญญากาศ (Vacuum Pan)เพื่อระเหยน้ำออกจนน้ำเชื่อมถึงจุดอิ่มตัว ที่จุดนี้ผลึกน้ำตาลจะเกิดขึ้นมาโดยที่ผลึกน้ำตาลและกากน้ำตาลที่ได้จากการเคี่ยวนี้รวมเรียกว่า แมสิควิท(Massecuite)

การปั่นแยกผลึกน้ำตาล(Centrifugaling) แมสิควิทที่ได้จากการเคี่ยวจะถูกนำไปปั่นแยกผลึกน้ำตาลออกจากกากน้ำตาลโดยใช้เครื่องปั่น ผลึกน้ำตาลที่ได้นี้จะเป็นน้ำตาลดิบ(Raw Sugar)

การปั่นละลาย(Affinated Centrifugaling) นำน้ำตาลดิบมาผสมกับน้ำร้อนหรือน้ำเหลืองจากการปั่นละลาย(Green Molasses) น้ำตาลดิบที่ผสมนี้เรียกว่า แมกม่า(Magma) และแมกม่านี้จะถูกนำไปปั่นละลายเพื่อล้างคราบน้ำเหลืองหรือกากน้ำตาลออก

การทำความสะอาดและฟอกสี(Clarification) น้ำเชื่อมที่ได้จากหม้อปั่นละลาย(Affinated Syrup) จะถูกนำไปละลายอีกครั้งเพื่อละลายผลึกน้ำตาลบางส่วนที่ยังละลายไม่หมดจากการปั่น และผ่านตะแกรงกรองเข้าผสมกับปูนขาว เข้าฟอกสีโดยผ่านเข้าไปในหม้อฟอก(ปัจจุบันนิยมใช้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เป็นตัวฟอก) จากนั้นจะผ่านเข้าสู่การกรองโดยหม้อกรองแบบใช้แรงดัน (Pressure Filter)เพื่อแยกตะกอนออก และน้ำเชื่อมที่ได้จะผ่านไปฟอกสีเป็นครั้งสุดท้ายโดยกระบวนการแลกเปลี่ยนประจุ(Ion Exchange Resin) จะได้น้ำเชื่อมรีไฟน์(Fine Liquor)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

การเคี่ยว(Crystallization) เชื่อมรีไฟน์ที่ได้จะถูกนำเข้าหม้อเคี่ยวระบบสุญญากาศ (Vacuum Pan) เพื่อระเหยน้ำออกจนน้ำเชื่อมถึงจุดอิ่มตัว

การปั่นแยกผลึกน้ำตาล(Centrifugaling) แมสิควิทที่ได้จากการเคี่ยวจะถูกนำไปปั่นแยกผลึกน้ำตาลออกจากกากน้ำตาลโดยใช้เครื่องปั่น ผลึกน้ำตาลที่ได้นี้จะเป็นน้ำตาลรีไฟน์และน้ำตาลทรายขาว

การอบ(Drying) ผลึกน้ำตาลรีไฟน์และน้ำตาลทรายขาวที่ได้จากการปั่นก็จะเข้าหม้ออบ (Dryer) เพื่อไล่ความชื้นออก แล้วบรรจุกระสอบเพื่อจำหน่าย

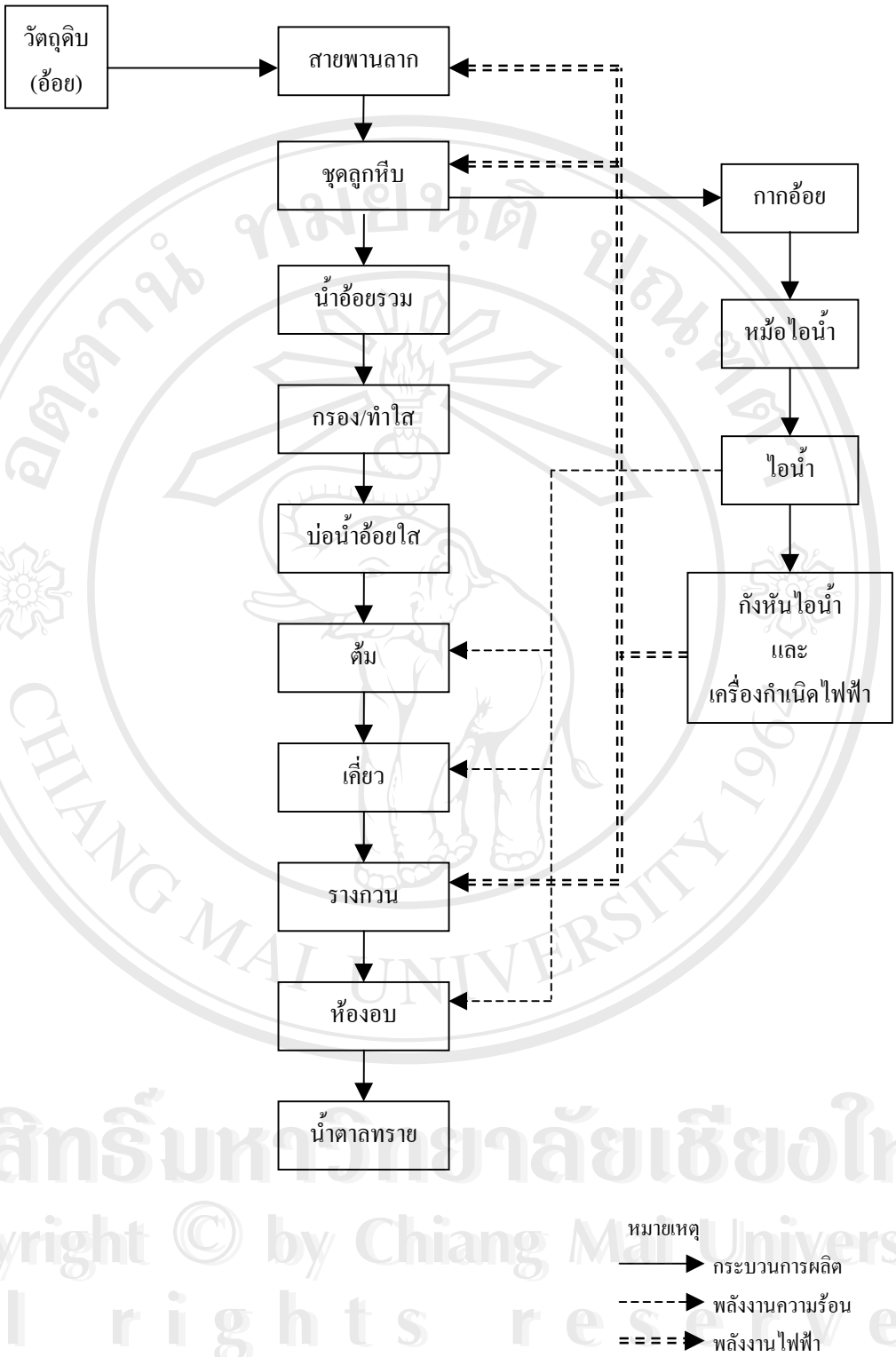
จากกระบวนการผลิตน้ำตาลดังที่กล่าวมาจะได้กากอ้อยเป็นผลพลอยของกระบวนการผลิตน้ำตาล กากอ้อยที่ได้จากกระบวนการผลิตจะมีปริมาณ 40% ของปริมาณต้นอ้อยที่เข้าสู่โรงงาน และมีความชื้น 48-52 % ซึ่งกากอ้อยเหล่านั้นจะถูกนำไปเป็นเชื้อเพลิงสำหรับหม้อไอน้ำเพื่อผลิตไอน้ำใช้ในโรงงานน้ำตาลต่อไป

3.4 กระบวนการผลิตพลังงานความร้อนร่วมในโรงงานน้ำตาลรวมผล

จากการสอบถามอดิศักดิ์ เกษตรธรรมและการเก็บข้อมูลพบว่าโรงงานน้ำตาลรวมผลในฤดูกาลผลิต 2547 เริ่มทำการหีบอ้อยเป็นเวลา 130 วัน โดยเริ่มจากวันที่ 3 มกราคม 2547 ไปสิ้นสุดในวันที่ 12 พฤษภาคม 2547 มีจำนวนต้นอ้อยที่เข้าสู่กระบวนการผลิตในโรงงานน้ำตาลรวมผลทั้งสิ้น 1,481,852 ตันต้นอ้อย ซึ่งโรงงานน้ำตาลรวมผลมีกำลังการผลิตประมาณ 11,000 ตันต้นอ้อยต่อวัน โดยเมื่อต้นอ้อยเข้าสู่กระบวนการผลิตน้ำตาลแล้วจะได้ผลผลิตเป็นน้ำตาลทรายขาวและน้ำตาลทรายแดง 1,067 ตันต่อวัน(9.7%ของตันต้นอ้อยต่อวัน) โดยสามารถแบ่งได้เป็นน้ำตาลทรายขาว 320 ตันต่อวัน(30%ของน้ำตาลทรายที่ผลิตได้)และน้ำตาลทรายแดง 747 ตันต่อวัน(70%ของน้ำตาลทรายที่ผลิตได้) ผลพลอยได้จากกระบวนการผลิตน้ำตาลทรายคือกากอ้อยซึ่งมีปริมาณ 592,730 ตันกากอ้อยตลอดฤดูกาลผลิต 2547 หรือ 4,400 ตันต่อวัน(40%ของตันต้นอ้อยต่อวัน) โดยกากอ้อยที่ได้ส่วนหนึ่งจะถูกนำเข้าสู่หม้อไอน้ำเพื่อเป็นเชื้อเพลิงสำหรับผลิตไอน้ำที่ใช้ในกระบวนการผลิตต่อไป และกากอ้อยที่เหลืออีกส่วนหนึ่งจะถูกกองเก็บเพื่อรอการจำหน่ายโดยจะมีโรงงานกระดาษมารับซื้อกากอ้อยในราคาตันละ 50 บาท

โรงงานน้ำตาลรวมผลใช้กากอ้อยที่ได้จากกระบวนการผลิตน้ำตาลเป็นเชื้อเพลิง เพื่อให้ความร้อนแก่หม้อไอน้ำทำให้น้ำในหม้อน้ำเปลี่ยนเป็นไอน้ำ และถูกส่งเข้าสู่กังหันไอน้ำเพื่อหมุนกังหันโดยมีเพลาต่อร่วมอยู่กับเครื่องกำเนิดไฟฟ้าทำให้ได้พลังงานไฟฟ้าไปใช้งานในโรงงานน้ำตาล เมื่อไอน้ำขยายตัวในกังหันไอน้ำแล้วจะถูกส่งเข้าสู่กระบวนการผลิตเพื่อต้มเคี่ยวน้ำตาลทรายต่อไป ซึ่งจากที่กล่าวมาเราสามารถเขียนกระบวนการผลิตพลังงานร่วมในโรงงานน้ำตาลทรายดังรูป 3.4

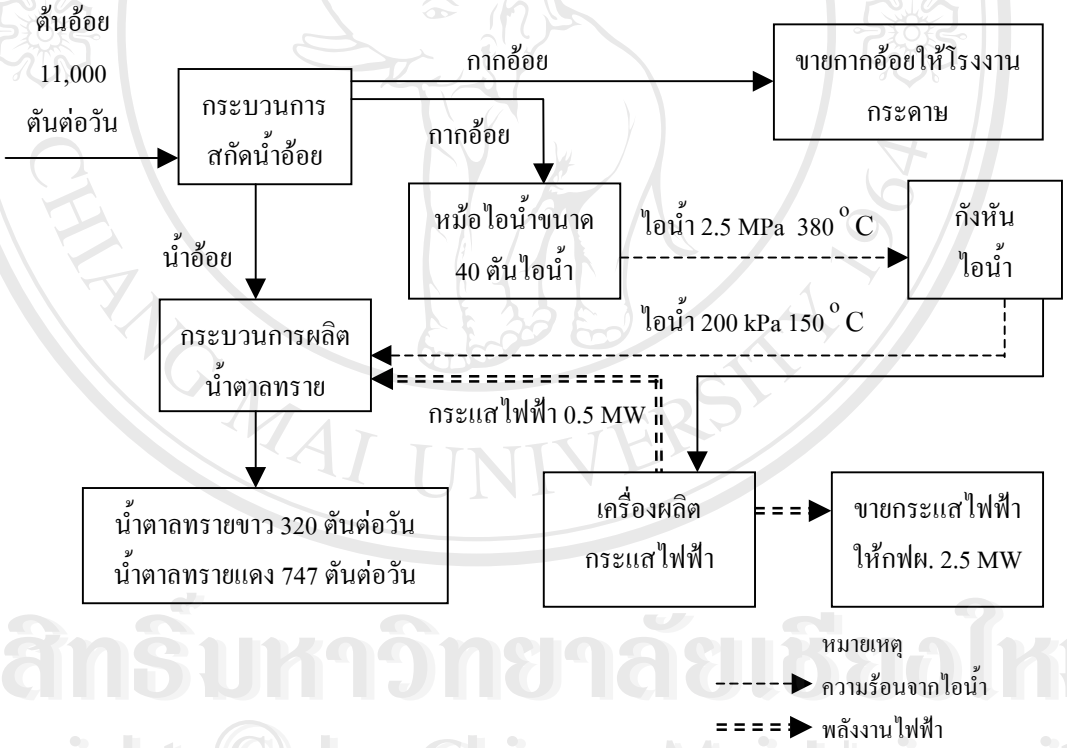
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

รูป 3.4 กระบวนการผลิตในโรงงานน้ำตาลทรายรวมผล

โรงงานน้ำตาลรวมผลจัดเป็นโรงจักรพลังงานความร้อนร่วม โดยโรงงานน้ำตาลรวมผลสามารถผลิตกระแสไฟฟ้าและผลิตไอน้ำเพื่อใช้ในกระบวนการผลิต โดยกระบวนการผลิตพลังงานความร้อนร่วมเริ่มจากการให้ความร้อนแก่หม้อไอน้ำที่มีห้องเผาไหม้แบบสโตกเกอร์ขนาด 40 ตันไอน้ำ โดยการเผาไหม้กากอ้อยที่มีความชื้น 50 % ซึ่งกากอ้อยเหล่านี้เป็นผลพลอยได้จากกระบวนการผลิตน้ำตาล หม้อไอน้ำใช้อัตราส่วนอากาศส่วนเกิน 10% อัตราการป้อนกากอ้อยเข้าสู่หม้อไอน้ำ 24.07 ตันต่อชั่วโมง ซึ่งหม้อไอน้ำของโรงงานน้ำตาลรวมผลสามารถผลิตไอน้ำที่ความดัน 2.5 MPa ที่อุณหภูมิ 380 ^{o}C จากนั้นไอน้ำที่ได้จะถูกส่งเข้าสู่กังหันไอน้ำเพื่อหมุนกังหันโดยมีเพลาต่อร่วมอยู่กับเครื่องกำเนิดไฟฟ้าขนาด 3 MW ซึ่งกระแสไฟฟ้าที่ผลิตได้จะขายให้กับการไฟฟ้าผ่ายผลิตจำนวน 2.5 MW และอีกส่วนหนึ่งคือ 0.5 MW จะใช้ในโรงงานและกระบวนการผลิตน้ำตาล ไอน้ำเมื่อขยายตัวในเรือนกังหันแล้วจะมีความดัน 200 kPa อุณหภูมิ 150 ^{o}C และส่งเข้าสู่กระบวนการผลิตน้ำตาลเพื่อต้มเคี่ยวน้ำตาลทรายต่อไปดังรูป 3.5



รูป 3.5 กระบวนการผลิตพลังงานความร้อนร่วมของโรงงานน้ำตาลรวมผล

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

รูป 3.6 ปริมาณรถบรรทุกต้นอ้อยที่มาขายต้นอ้อยหน้าโรงงาน

รูป 3.7 ส่วนผลิตน้ำตาลของโรงงานน้ำตาลรวมผล

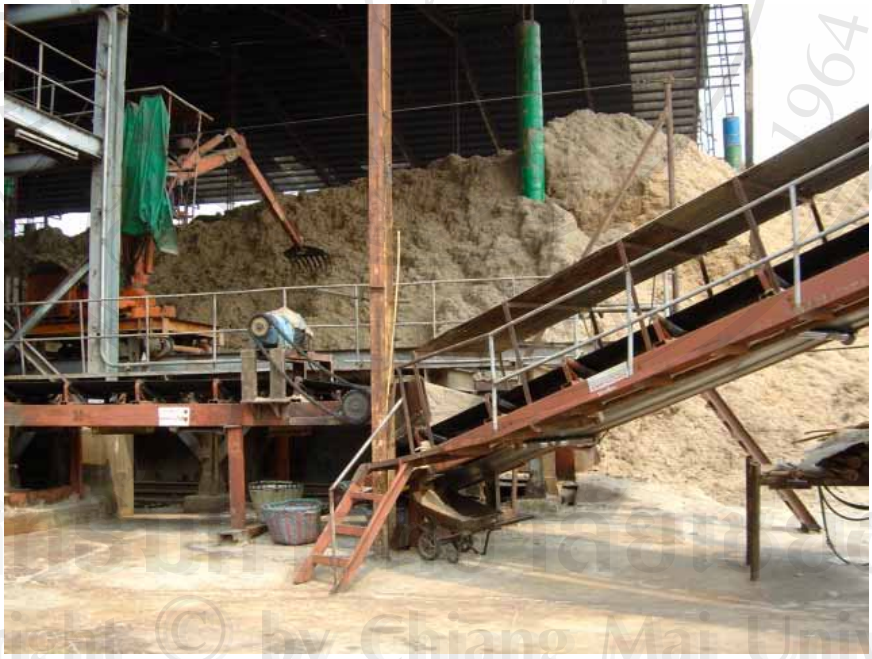
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

รูป 3.8 หม้อไอน้ำที่มีห้องเผาไหม้แบบสโตกเกอร์ขนาด 40 ตันไอน้ำ

รูป 3.9 ส่วนดักเถ้าของโรงงานน้ำตาลรวมผล

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

รูป 3.10 ส่วนลำเลียงเถ้าสู่ภายนอกโรงงานน้ำตาลรวมผล



รูป 3.11 ส่วนคัดแยกกากอ้อยที่เหลือจากกระบวนการผลิตน้ำตาลของโรงงานน้ำตาลรวมผล

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

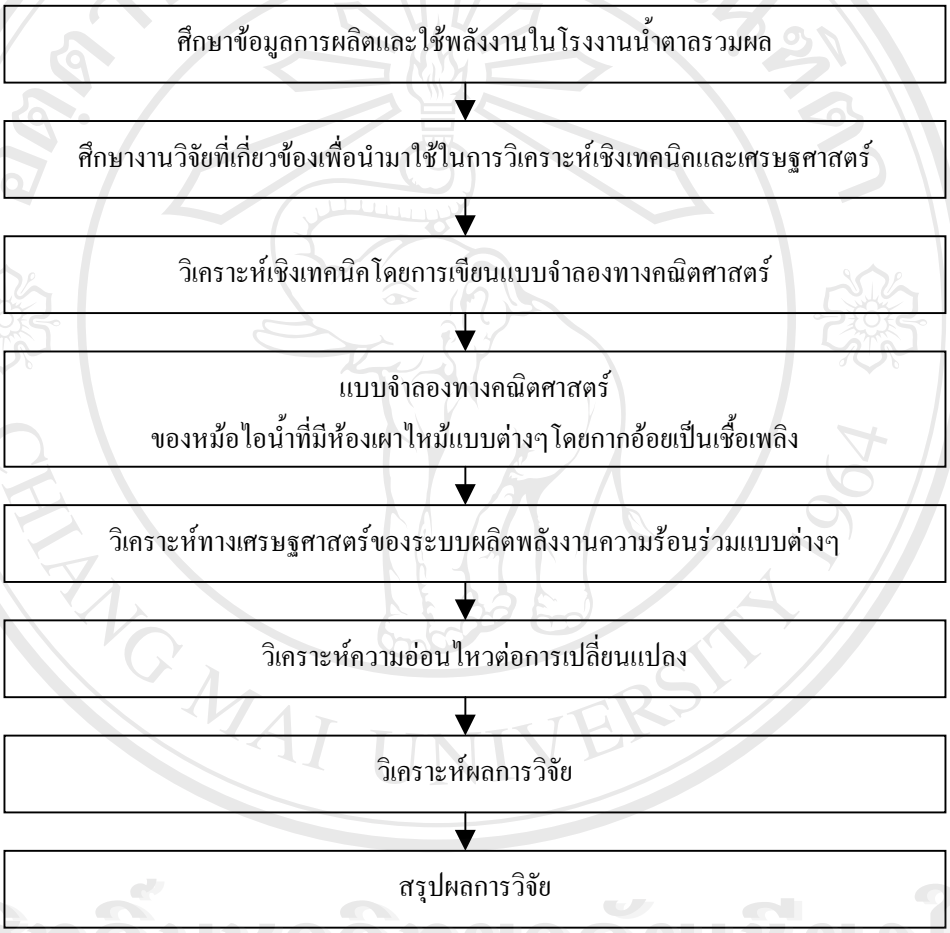
รูป 3.12 กากอ้อยที่ได้หลังจากกระบวนการผลิตน้ำตาลของโรงงานน้ำตาลรวมผล

รูป 3.13 กากอ้อยที่ได้จากกระบวนการผลิตน้ำตาลรอการขนส่งเพื่อนำไปผลิตเป็นกระดาษ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

3.5 วิธีการวิเคราะห์ข้อมูล

จากการเก็บข้อมูลและศึกษากระบวนการผลิตน้ำตาลในโรงงานน้ำตาลและระบบผลิตพลังงานความร้อนร่วมของโรงงานน้ำตาลรวมผลที่จังหวัดนครสวรรค์ จากนั้นนำข้อมูลที่ได้นำมาใช้เป็นข้อมูลเบื้องต้นเพื่อวิเคราะห์เชิงเทคนิคและเชิงเศรษฐศาสตร์ของการใช้ประโยชน์จากกากอ้อย โดยใช้ค่าตัวแปรต่างๆที่ได้เก็บข้อมูลมาแทนค่าลงในแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่สร้างขึ้น เพื่อวิเคราะห์เชิงเทคนิคและเศรษฐศาสตร์ในการนำกากอ้อยมาใช้เป็นเชื้อเพลิงสำหรับผลิตพลังงานความร้อนร่วมกรณีศึกษาโรงงานน้ำตาลรวมผล

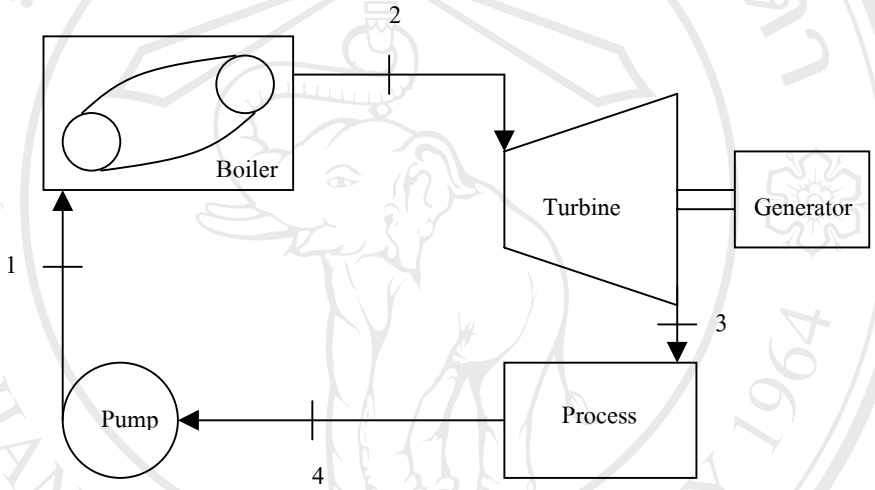


รูป 3.14 ขั้นตอนการวิเคราะห์เชิงเทคนิคและทางเศรษฐศาสตร์

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

3.5.1 การวิเคราะห์เชิงเทคนิค

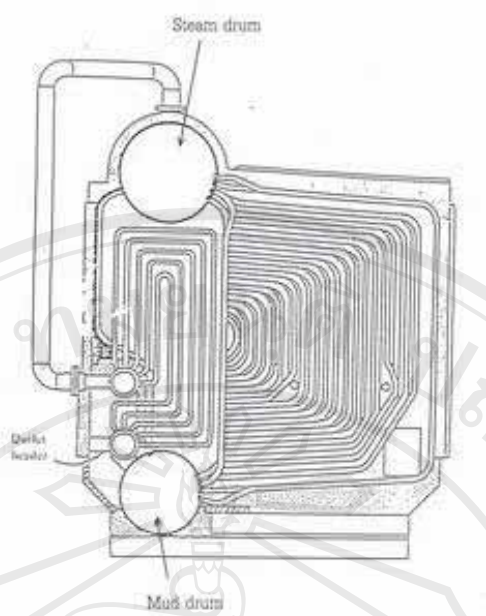
จากบทความและงานวิจัยที่ใช้กากอ้อยเป็นเชื้อเพลิงเพื่อผลิตพลังงานความร้อนร่วมและข้อมูลเชิงเทคนิคที่ได้เก็บข้อมูลจากโรงงานน้ำตาลรวมผล สามารถสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์เพื่อวิเคราะห์เชิงเทคนิคของการนำกากอ้อยมาเป็นเชื้อเพลิงผลิตพลังงานความร้อนร่วม โดยระบบผลิตพลังงานความร้อนร่วมของโรงงานน้ำตาลรวมผลมีลักษณะเช่นเดียวกันวัฏจักรแรงคิน(รูป 3.15) โดยน้ำจะถูกส่งเข้าหม้อไอน้ำที่อุณหภูมิ 25 ^{o}C 100 kPa (จุดที่ 1) ซึ่งหม้อไอน้ำที่ใช้มีขนาด 40 ตันไอน้ำ ไอน้ำที่หม้อไอน้ำผลิตได้จะมีอุณหภูมิ 380 ^{o}C 2.5 MPa (จุดที่ 2) ไอน้ำที่ได้จะถูกลดความดันที่เรือนกังหันที่ต่อเข้ากับเครื่องกำเนิดไฟฟ้าขนาด 3 MW จากนั้นไอน้ำที่ถูกลดความดันแล้วจะมีอุณหภูมิ 200 ^{o}C 150 kPa (จุดที่ 3) จะถูกส่งเข้าสู่กระบวนการผลิตน้ำตาลต่อไป



รูป 3.15 ระบบผลิตพลังงานความร้อนร่วมของโรงงานน้ำตาลรวมผล

ในการศึกษาได้พิจารณาระบบผลิตพลังงานความร้อนร่วมโดยจะพิจารณาระบบผลิตพลังงานแบบหม้อไอน้ำที่ใช้ห้องเผาไหม้แบบสโตกเกอร์และแบบฟลูอิดไดซ์เบด โดยหม้อไอน้ำทั้ง 2 ชนิดใช้กากอ้อยเป็นเชื้อเพลิง อีกทั้งหม้อไอน้ำทั้ง 2 ชนิดนี้จะใช้ท่อน้ำแบบ D-type (ภาพ 3.16)เช่นเดียวกัน การวิเคราะห์เชิงเทคนิคของหม้อไอน้ำทั้ง 2 แบบจะใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์มาใช้ศึกษาความเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นกับระบบเมื่อใช้กากอ้อยเป็นเชื้อเพลิง แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ดังกล่าวใช้ข้อมูลจริงที่เก็บในโรงงานน้ำตาลรวมผลมาแทนในแบบจำลอง และคุณสมบัติของกากอ้อยที่ใช้ในการวิเคราะห์ดังตาราง 3.2

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved



รูป 3.16 ลักษณะท่อน้ำแบบ D-type

ตาราง 3.2 คุณสมบัติของกากอ้อยแบบ Ultimate analysis (As-received basis)

ที่มา : http://www.Ceenet.Chula.ac.th/energy (2000)

Ultimate analysis (As-received basis)	เปอร์เซ็นต์
C	23.70
H	3
O	22.58
Ash	0.82
ความชื้น	50

สำหรับการวิเคราะห์เชิงเทคนิคของการนำกากอ้อยมาใช้เป็นเชื้อเพลิง สามารถแบ่งการวิเคราะห์ได้เป็น 4 กรณีคือ

กรณีที่ 1 กรณีใช้หม้อไอน้ำที่มีห้องเผาไหม้แบบสโตกเกอร์และไม่มีการลดความชื้นกากอ้อย

กรณีที่ 2 กรณีใช้หม้อไอน้ำที่มีห้องเผาไหม้แบบสโตกเกอร์และมีการลดความชื้นกากอ้อย

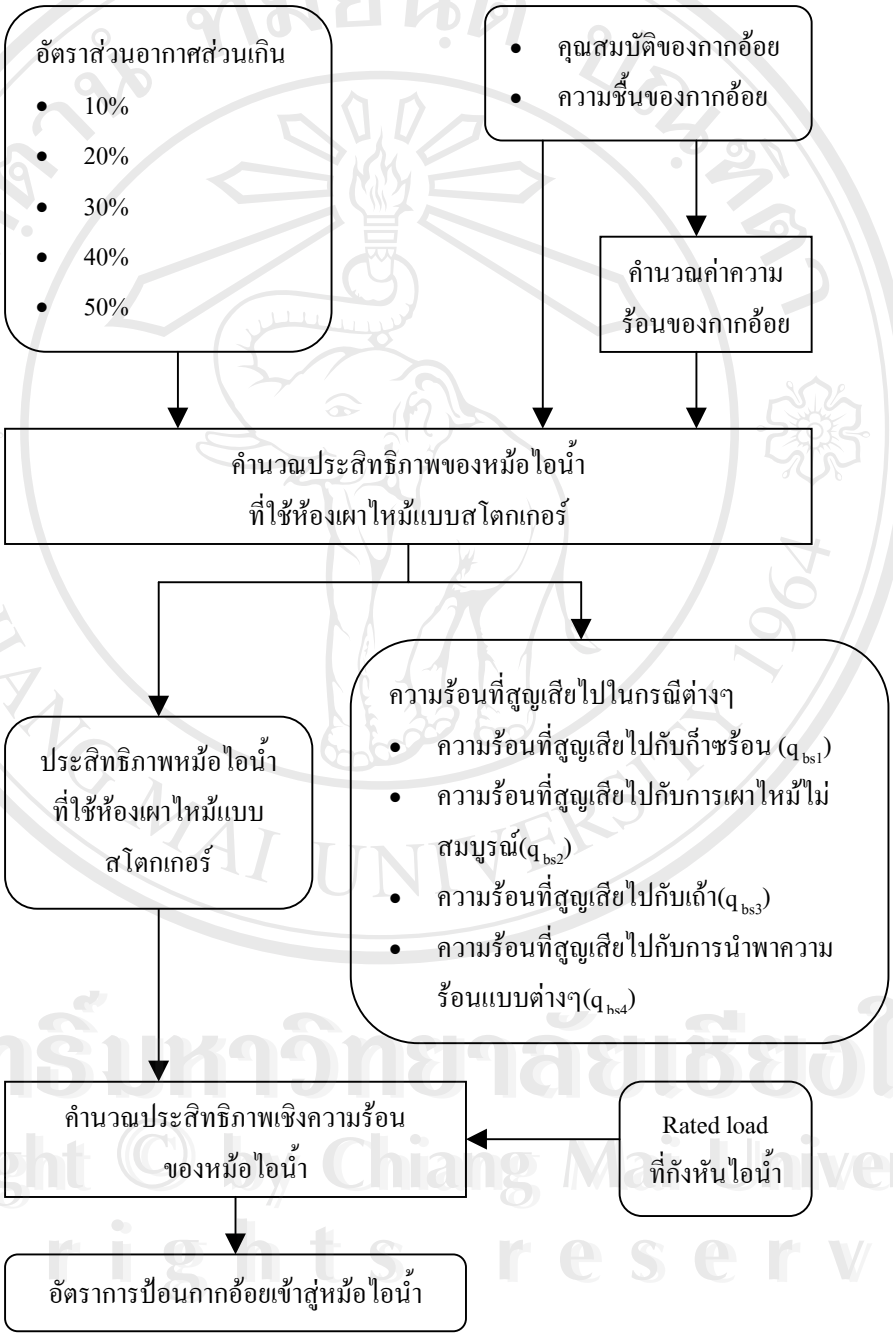
กรณีที่ 3 กรณีใช้หม้อไอน้ำที่มีห้องเผาไหม้แบบฟลูอิดไดซ์เบดและไม่มีการลดความชื้นกากอ้อย

กรณีที่ 4 กรณีใช้หม้อไอน้ำที่มีห้องเผาไหม้แบบฟลูอิดไดซ์เบดและมีการลดความชื้นกากอ้อย

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

กรณีที่ 1 กรณีใช้หม้อไอน้ำที่มีห้องเผาไหม้แบบสโตกเกอร์และไม่มีการลดความชื้นกากอ้อย

แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่สร้างขึ้นเกิดจากการรวบรวมข้อมูลในบทความและงานวิจัยที่ใช้กากอ้อยเป็นเชื้อเพลิงเพื่อผลิตพลังงานและจากการเก็บข้อมูลระบบผลิตพลังงานความร้อนร่วมของโรงงานน้ำตาลรวมผล สามารถเขียนเป็นแบบจำลองทางคณิตศาสตร์โดยหลักการทำงานของแบบจำลองดังกล่าวแสดงในรูป 3.17 และค่าตัวแปรต่างๆดังตาราง 3.3



รูป 3.17 หลักการทำงานของแบบจำลองทางคณิตศาสตร์
กรณีใช้หม้อไอน้ำที่มีห้องเผาไหม้แบบสโตกเกอร์และไม่มีการลดความชื้นกากอ้อย

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 3.3 ค่าตัวแปรต่างๆที่แทนในแบบจำลองทางคณิตศาสตร์กรณีใช้หม้อไอน้ำที่มีห้องเผาไหม้แบบสโตกเกอร์และไม่มีการลดความชื้นกากอ้อย

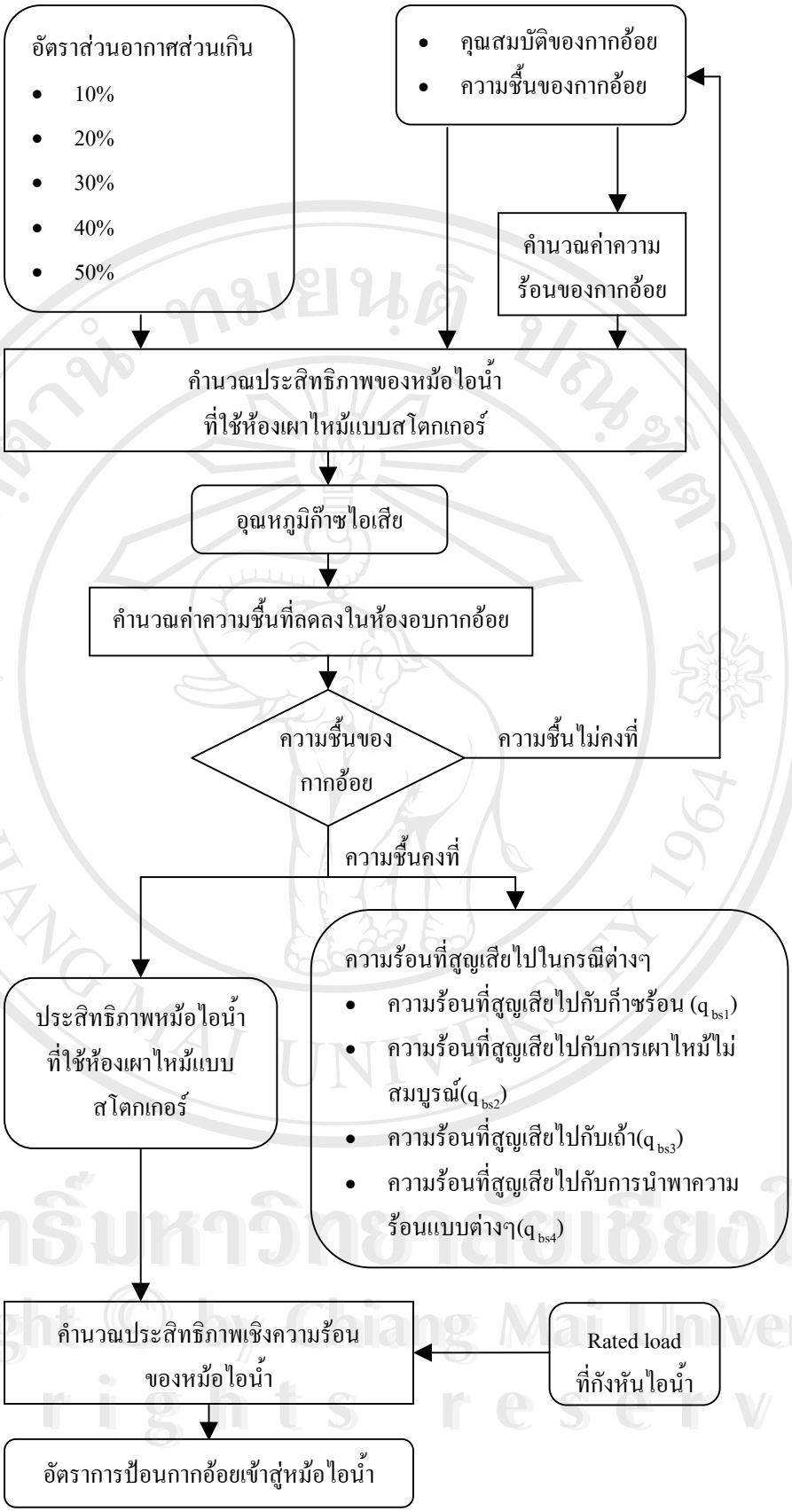
รายการ	รายละเอียด	หน่วย
ตัวแปรที่กำหนด		
ขนาดของหม้อไอน้ำ	40	ตันไอน้ำ
เครื่องกำเนิดไฟฟ้า 3 เพส 480 volt		
- ขนาด	3	MW
- power factor	0.8	
น้ำก่อนป้อนเข้าหม้อไอน้ำ		
- ความดัน	100	kPa
- อุณหภูมิ	25	^{o}C
ไอน้ำที่หม้อไอน้ำผลิต		
- ความดัน	2.5	MPa
- อุณหภูมิ	380	^{o}C
ไอน้ำที่ออกจากกังหันไอน้ำ		
- ความดัน	200	kPa
- อุณหภูมิ	150	^{o}C
ความชื้นของกากอ้อย	50	%
คุณสมบัติกากอ้อย	ตาราง 3.2	
ตัวแปรต้น		
อัตราส่วนอากาศส่วนเกิน	• 10	%
	• 20	%
	• 30	%
	• 40	%
	• 50	%
ตัวแปรตาม		
ประสิทธิภาพของหม้อไอน้ำ	• ความร้อนที่สูญเสียไปกับก๊าซร้อน (q_{bs1})	%
	• ความร้อนที่สูญเสียไปกับการเผาไหม้ไม่สมบูรณ์(q_{bs2})	%
	• ความร้อนที่สูญเสียไปกับเถ้า(q_{bs3})	%
	• ความร้อนที่สูญเสียไปกับการนำพาความร้อนแบบต่างๆ (q_{bs4})	%
อัตราการป้อนกากอ้อยเข้าสู่หม้อไอน้ำ		ตัน/ชม.

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

กรณีที่ 2 กรณีใช้หม้อไอน้ำที่มีห้องเผาไหม้แบบสโตกเกอร์และมีการลดความชื้นกากอ้อย

จากการรวบรวมข้อมูลในบทความและงานวิจัยที่ใช้กากอ้อยเป็นเชื้อเพลิงเพื่อผลิตพลังงาน พบว่าความชื้นเป็นปัจจัยสำคัญของการนำชีวมวลมาใช้เป็นเชื้อเพลิง จากการเก็บข้อมูลกากอ้อยที่ได้จากกระบวนการหีบอ้อยจะมีความชื้นสูงถึง 50 % ถ้าหากมีการลดความชื้นของกากอ้อยก่อนเข้าสู่หม้อไอน้ำจะทำให้สามารถเพิ่มประสิทธิภาพของหม้อไอน้ำได้ อีกทั้งยังเป็นการนำความร้อนที่สูญเสียไปใช้ประโยชน์เพื่อลดความชื้นในกากอ้อยลด จากที่กล่าวมาสามารถเขียนแบบจำลองทางคณิตศาสตร์โดยใช้ความร้อนจากก๊าซไอเสียมาให้ความร้อนแก่กากอ้อยเพื่อลดความชื้นก่อนเข้าหม้อไอน้ำ โดยหลักการทำงานของแบบจำลองดังกล่าวแสดงในรูป 3.18 ค่าตัวแปรต่างๆดังตาราง 3.4

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved



รูป 3.18 หลักการทำงานของแบบจำลองทางคณิตศาสตร์
กรณีใช้หม้อไอน้ำที่มีห้องเผาไหม้แบบสโตกเกอร์และมีการลดความชื้นกากอ้อย

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

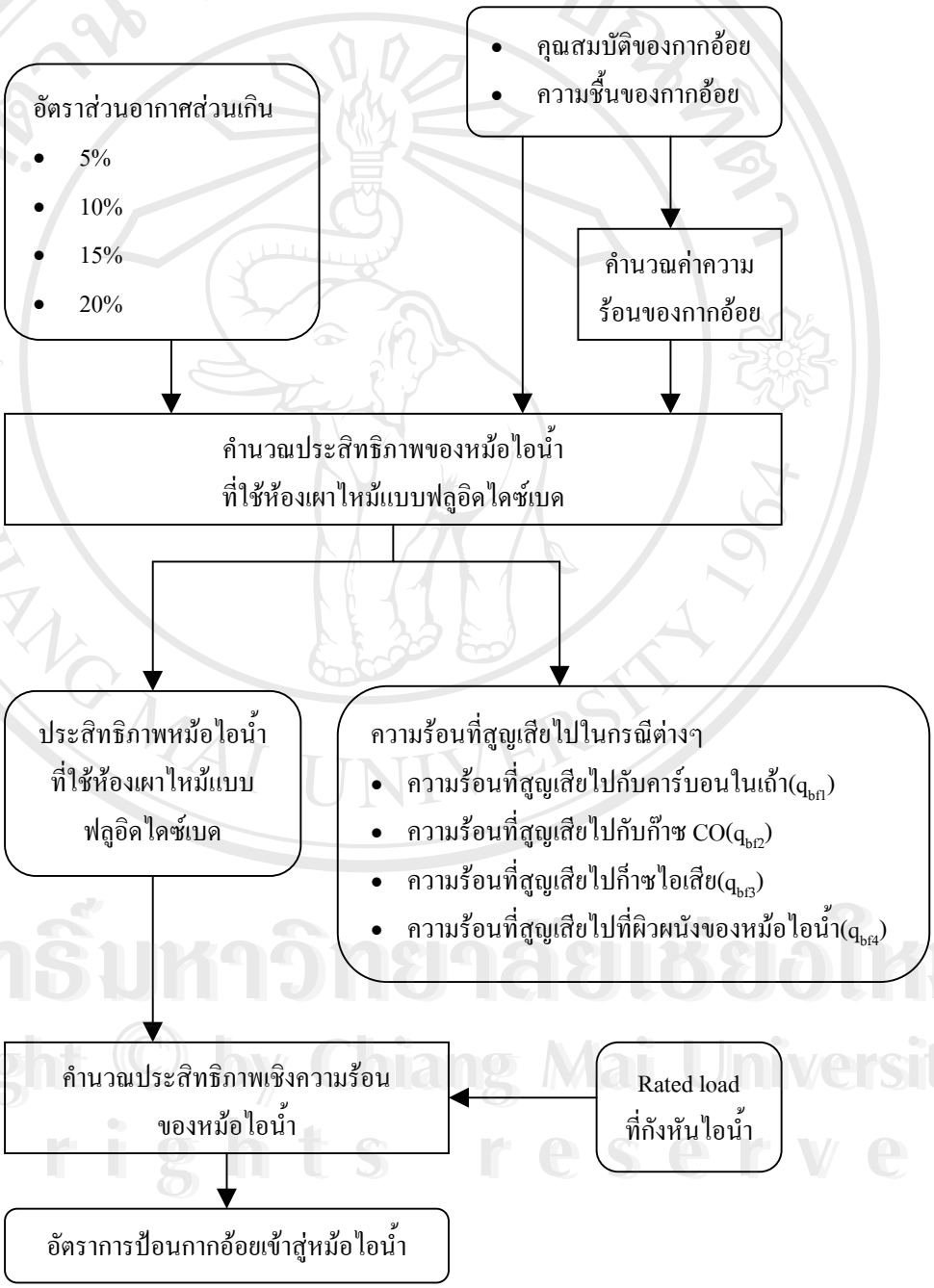
ตาราง 3.4 ค่าตัวแปรต่างๆที่แทนในแบบจำลองทางคณิตศาสตร์กรณีใช้หม้อไอน้ำที่มีห้องเผาไหม้แบบสโตกเกอร์และมีการลดความชื้นกากอ้อย

รายการ	รายละเอียด	หน่วย
ตัวแปรที่กำหนด		
ขนาดของหม้อไอน้ำ	40	ตันไอน้ำ
เครื่องกำเนิดไฟฟ้า 3 เพส 480 volt		
- ขนาด	3	MW
- power factor	0.8	
น้ำก่อนป้อนเข้าหม้อไอน้ำ		
- ความดัน	100	kPa
- อุณหภูมิ	25	^{o}C
ไอน้ำที่หม้อไอน้ำผลิต		
- ความดัน	2.5	MPa
- อุณหภูมิ	380	^{o}C
ไอน้ำที่ออกจากกังหันไอน้ำ		
- ความดัน	200	kPa
- อุณหภูมิ	150	^{o}C
ความชื้นของกากอ้อยก่อนเข้าห้องอบ	50	%
คุณสมบัติกากอ้อย	ตาราง 3.2	
ตัวแปรต้น		
อัตราส่วนอากาศส่วนเกิน	• 10	%
	• 20	%
	• 30	%
	• 40	%
	• 50	%
ตัวแปรตาม		
ประสิทธิภาพของหม้อไอน้ำ	• ความร้อนที่สูญเสียไปกับก๊าซร้อน (q_{bs1})	%
	• ความร้อนที่สูญเสียไปกับการเผาไหม้ไม่สมบูรณ์(q_{bs2})	%
	• ความร้อนที่สูญเสียไปกับเถ้า(q_{bs3})	%
	• ความร้อนที่สูญเสียไปกับการนำพาความร้อนแบบต่างๆ (q_{bs4})	%
ค่าความร้อนกากอ้อยหลังผ่านห้องอบ		kJ/kg
ค่าความชื้นกากอ้อยหลังผ่านห้องอบ		%
อัตราการป้อนกากอ้อยเข้าสู่หม้อไอน้ำ		ตัน/ชม.

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

กรณีที่ 3 กรณีใช้หม้อไอน้ำที่มีห้องเผาไหม้แบบฟลูอิดไดซ์เบดและไม่มีการลดความชื้นกากอ้อย

แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่สร้างขึ้นเกิดจากการรวบรวมข้อมูลในบทความและงานวิจัยที่ใช้กากอ้อยเป็นเชื้อเพลิงเพื่อผลิตพลังงานและจากการเก็บข้อมูลระบบผลิตพลังงานความร้อนร่วมของโรงงานน้ำตาลรวมผล สามารถเขียนเป็นแบบจำลองทางคณิตศาสตร์โดยหลักการทำงานของแบบจำลองดังกล่าวแสดงในรูป 3.19 และค่าตัวแปรต่างๆดังตาราง 3.5



รูป 3.19 หลักการทำงานของแบบจำลองทางคณิตศาสตร์
กรณีใช้หม้อไอน้ำที่มีห้องเผาไหม้แบบฟลูอิดไดซ์เบดและไม่มีการลดความชื้นกากอ้อย

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 3.5 ค่าตัวแปรต่างๆที่แทนในแบบจำลองทางคณิตศาสตร์กรณีใช้หม้อไอน้ำที่มีห้องเผาไหม้แบบฟลูอิดไดซ์เบดและไม่มีการลดความชื้นกากอ้อย

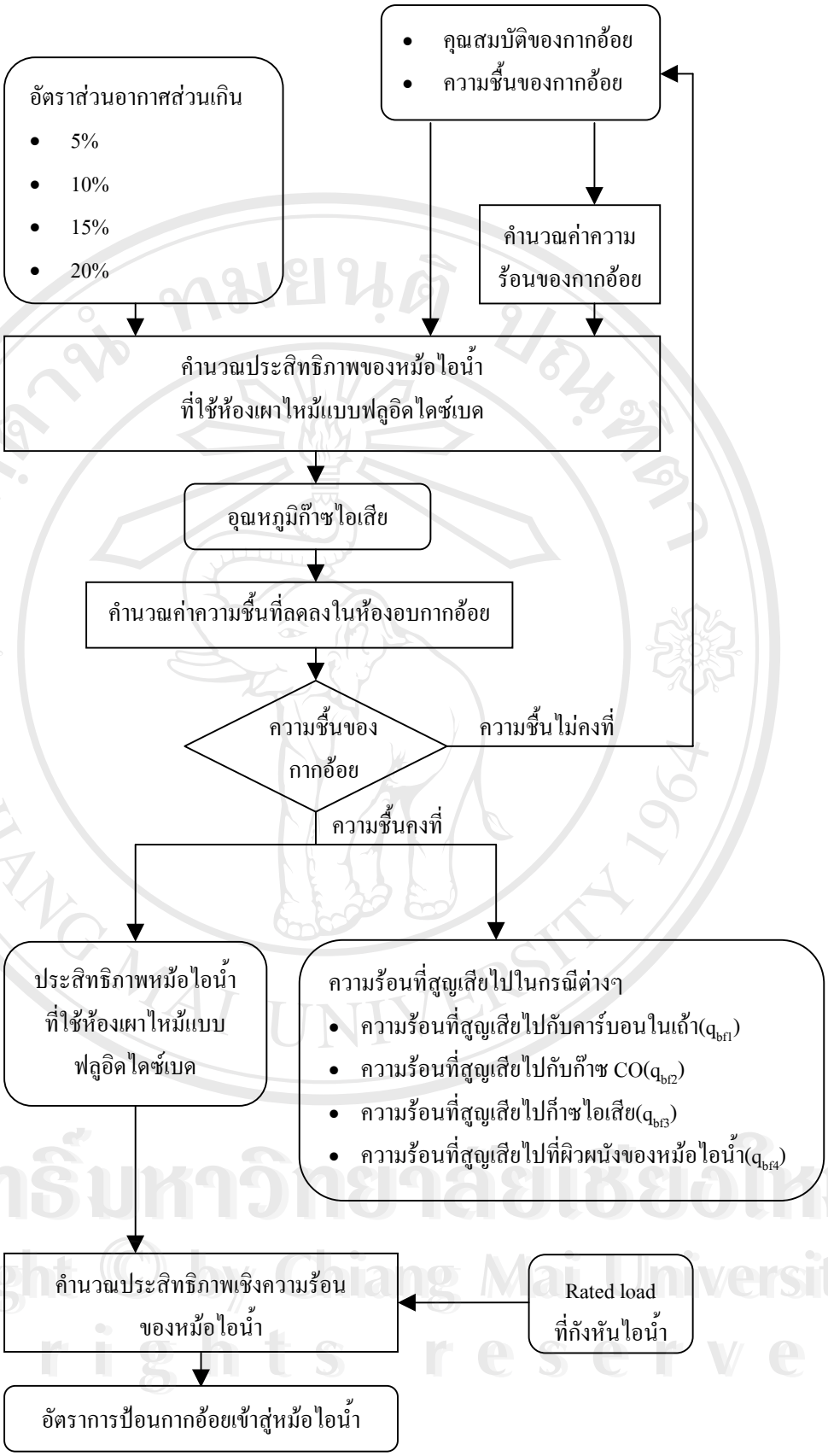
รายการ	รายละเอียด	หน่วย
ตัวแปรที่กำหนด		
ขนาดของหม้อไอน้ำ	40	ตันไอน้ำ
เครื่องกำเนิดไฟฟ้า 3 เพส 480 volt		
- ขนาด	3	MW
- power factor	0.8	
น้ำก่อนป้อนเข้าหม้อไอน้ำ		
- ความดัน	100	kPa
- อุณหภูมิ	25	^{o}C
ไอน้ำที่หม้อไอน้ำผลิต		
- ความดัน	2.5	MPa
- อุณหภูมิ	380	^{o}C
ไอน้ำที่ออกจากกังหันไอน้ำ		
- ความดัน	200	kPa
- อุณหภูมิ	150	^{o}C
ความชื้นของกากอ้อย	50	%
คุณสมบัติกากอ้อย	ตาราง 3.2	
ตัวแปรต้น		
อัตราส่วนอากาศส่วนเกิน	• 5%	%
	• 10%	%
	• 15%	%
	• 20%	%
ตัวแปรตาม		
ประสิทธิภาพของหม้อไอน้ำ	• ความร้อนที่สูญเสียไปกับคาร์บอนในเถ้า(q_{bf1})	%
	• ความร้อนที่สูญเสียไปกับก๊าซ CO(q_{bf2})	%
	• ความร้อนที่สูญเสียไปก๊าซไอเสีย(q_{bf3})	%
	• ความร้อนที่สูญเสียไปที่ผิวผนังของหม้อไอน้ำ(q_{bf4})	%
อัตราการป้อนกากอ้อยเข้าสู่หม้อไอน้ำ		ตัน/ชม.

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

กรณีที่ 4 กรณีใช้หม้อไอน้ำที่มีห้องเผาไหม้แบบฟลูอิดไดซ์เบด และมีการลดความชื้นกากอ้อย

จากการรวบรวมข้อมูลในบทความและงานวิจัยที่ใช้กากอ้อยเป็นเชื้อเพลิงเพื่อผลิตพลังงาน พบว่าความชื้นเป็นปัจจัยสำคัญของการนำชีวมวลมาใช้เป็นเชื้อเพลิง จากการเก็บข้อมูลกากอ้อยที่ได้จากกระบวนการหีบอ้อยจะมีความชื้นสูงถึง 50 % ถ้าหากมีการลดความชื้นของกากอ้อยก่อนเข้าสู่หม้อไอน้ำจะทำให้สามารถเพิ่มประสิทธิภาพของหม้อไอน้ำได้ อีกทั้งยังเป็นการนำความร้อนที่สูญเสียไปใช้ประโยชน์เพื่อลดความชื้นในกากอ้อยลด จากที่กล่าวมาสามารถเขียนแบบจำลองทางคณิตศาสตร์โดยใช้ความร้อนจากก๊าซไอเสียมาให้ความร้อนแก่กากอ้อยเพื่อลดความชื้นก่อนเข้าหม้อไอน้ำ โดยหลักการทำงานของแบบจำลองดังกล่าวแสดงในรูป 3.20 ค่าตัวแปรต่างๆดังตาราง 3.6

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved



รูป 3.20 หลักการทำงานของแบบจำลองทางคณิตศาสตร์
กรณีใช้หม้อไอน้ำที่มีห้องเผาไหม้แบบฟลูอิดไดซ์เบดและมีการลดความชื้นกากอ้อย

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

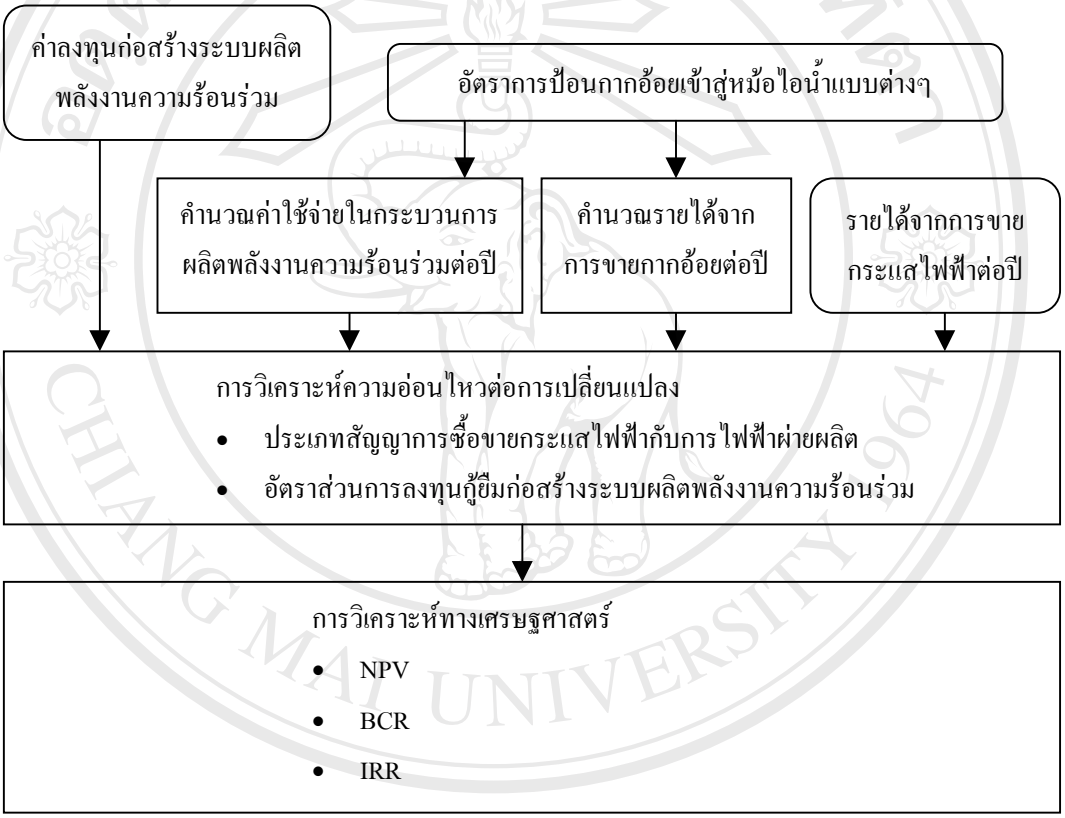
ตาราง 3.6 ค่าตัวแปรต่างๆที่แทนในแบบจำลองทางคณิตศาสตร์กรณีใช้หม้อไอน้ำที่มีห้องเผาไหม้แบบฟลูอิดไดซ์เบดและมีการลดความชื้นกากอ้อย

รายการ	รายละเอียด	หน่วย
ตัวแปรที่กำหนด		
ขนาดของหม้อไอน้ำ	40	ตันไอน้ำ
เครื่องกำเนิดไฟฟ้า 3 เพส 480 volt		
- ขนาด	3	MW
- power factor	0.8	
น้ำก่อนป้อนเข้าหม้อไอน้ำ		
- ความดัน	100	kPa
- อุณหภูมิ	25	^{o}C
ไอน้ำที่หม้อไอน้ำผลิต		
- ความดัน	2.5	MPa
- อุณหภูมิ	380	^{o}C
ไอน้ำที่ออกจากกังหันไอน้ำ		
- ความดัน	200	kPa
- อุณหภูมิ	150	^{o}C
ความชื้นของกากอ้อยก่อนเข้าห้องอบ	50	%
คุณสมบัติกากอ้อย	ตาราง 3.2	
ตัวแปรต้น		
อัตราส่วนอากาศส่วนเกิน	• 5%	%
	• 10%	%
	• 15%	%
	• 20%	%
ตัวแปรตาม		
ประสิทธิภาพของหม้อไอน้ำ	• ความร้อนที่สูญเสียไปกับคาร์บอนในเถ้า(q_{bf1})	%
	• ความร้อนที่สูญเสียไปกับก๊าซ CO(q_{bf2})	%
	• ความร้อนที่สูญเสียไปก๊าซไอเสีย(q_{bf3})	%
	• ความร้อนที่สูญเสียไปที่ผิวผนังของหม้อไอน้ำ(q_{bf4})	%
ค่าความร้อนกากอ้อยหลังผ่านห้องอบ		kJ/kg
ค่าความชื้นกากอ้อยหลังผ่านห้องอบ		%
อัตราการป้อนกากอ้อยเข้าสู่หม้อไอน้ำ		ตัน/ชม.

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

3.5.2 การวิเคราะห์เชิงเศรษฐศาสตร์

การวิเคราะห์ทางด้านเศรษฐศาสตร์เป็นปัจจัยสำคัญประการหนึ่งที่ผู้วิเคราะห์โครงการจำเป็นต้องคำนึงถึง ซึ่งเป็นการวิเคราะห์ถึงความเป็นไปได้ของโครงการทางด้านเศรษฐศาสตร์ว่าโครงการที่กำลังพิจารณาอยู่นั้นจะให้ผลตอบแทนทางเศรษฐศาสตร์เป็นเช่นไร ผลการวิเคราะห์จะแสดงออกมาในรูปผลตอบแทนที่คาดว่าจะได้รับสูงกว่าหรือต่ำกว่าค่าใช้จ่ายในการลงทุนที่จ่ายไป ถ้าผลตอบแทนที่ได้รับสูงกว่าค่าใช้จ่ายในการลงทุนก็เป็นโครงการที่ดีและถ้าผลตอบแทนที่ได้รับต่ำกว่าค่าใช้จ่ายในการลงทุนก็เป็นโครงการที่ไม่ดีในทางเศรษฐศาสตร์ ดังนั้นการวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์จึงมีส่วนช่วยอย่างสำคัญในการตัดสินใจที่จะยอมรับหรือปฏิเสธโครงการ



รูป 3.21 ขั้นตอนการวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์

ในการวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์จะพิจารณาเฉพาะในส่วนของกระบวนการผลิตพลังงานความร้อนร่วมเท่านั้นโดยไม่คำนึงถึงกระบวนการผลิตน้ำตาลในโรงงานน้ำตาลรวมผล และคิดรายรับจากการขายกระแสไฟฟ้าให้กับการไฟฟ้าผ่ายผลิตและรายรับจากการขายกากอ้อย อีกทั้งค่าใช้จ่ายเริ่มแรกก็คือค่าอุปกรณ์ ค่าติดตั้งและก่อสร้าง ซึ่งค่าใช้จ่ายนี้จะทำให้เกิดหนี้ขึ้นมาตลอดช่วงอายุของโครงการและจะกลายเป็นหนี้สินประจำปี นอกจากค่าใช้จ่ายคงที่แล้วยังมีค่าใช้จ่ายดำเนินการอีกตัวมาพิจารณาร่วมด้วย

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

รายได้ของระบบผลิตพลังงานความร้อนร่วม

โรงงานน้ำตาลรวมผลมีกำลังการผลิต 11,000 ตันต้นอ้อยต่อวัน ซึ่งมีผลพลอยได้จากกระบวนการผลิตน้ำตาลทรายคือกากอ้อยซึ่งมีปริมาณ 4,400 ตันต่อวัน(40%ของตันต้นอ้อยต่อวัน) โดยกากอ้อยที่ได้ส่วนหนึ่งจะถูกนำเข้าสู่หม้อไอน้ำเพื่อเป็นเชื้อเพลิงสำหรับผลิตไอน้ำใช้ในกระบวนการผลิตต่อไป และกากอ้อยอีกส่วนหนึ่งจะถูกกองเก็บเพื่อรอการจำหน่ายโดยจะมีโรงงานกระดาษมารับซื้อกากอ้อยในราคาตันละ 50 บาท ไอน้ำที่หม้อไอน้ำผลิตได้จะเข้าสู่เรือนกังหันเพื่อผลิตกระแสไฟฟ้า โดยกระแสไฟฟ้าส่วนหนึ่งจะขายให้กับการไฟฟ้าผ่ายผลิต(2.5 MW)และใช้ในโรงงานและกระบวนการผลิต(0.5 MW) ในบทนี้จะกล่าวถึงรายได้จากการขายกระแสไฟฟ้าให้กับการไฟฟ้าผ่ายผลิตและการขายกากอ้อยให้กับโรงงานกระดาษเท่านั้น โดยจะไม่กล่าวถึงรายได้จากการขายน้ำตาลขาวและน้ำตาลทรายแดง

ค่าใช้จ่ายในการลงทุนสร้างระบบผลิตพลังงานความร้อนร่วม

ในการศึกษาแต่ละโครงการค่าใช้จ่ายทั้งหมดจะต้องถูกประมาณขึ้น ค่าใช้จ่ายเริ่มแรกก็คือค่าอุปกรณ์ ค่าติดตั้งและก่อสร้าง ค่าใช้จ่ายนี้จะทำให้เกิดหนี้ขึ้นมาตลอดช่วงอายุของโครงการ และจะกลายเป็นหนี้สินประจำปีในช่วงอายุของโครงการเรียกว่าค่าใช้จ่ายที่คงที่ โดย Broek. R.V. และคณะ (1996) ได้ทำการศึกษาหาอัตราการลงทุนสร้างระบบผลิตพลังงานความร้อนร่วมที่ใช้ชีวมวลเป็นเชื้อเพลิง โดยศึกษาโครงการสร้างระบบผลิตพลังงานความร้อนร่วมที่สร้างขึ้นในประเทศฮอลแลนด์ ซึ่งอัตราการลงทุนเป็นการประมาณรวมราคาค่าก่อสร้างและติดตั้งระบบหม้อไอน้ำ ระบบผลิตไฟฟ้า และระบบกำจัดของเสียที่เกิดขึ้นจากกระบวนการผลิต โดยอัตราการลงทุนสร้างระบบพลังงานความร้อนร่วมที่ใช้ห้องเผาไหม้เชื้อเพลิงระบบสโตกเกอร์มีค่า 1.8 ล้านเหรียญสหรัฐต่อกำลังการผลิตไฟฟ้า 1 MW และอัตราการลงทุนสร้างโรงไฟฟ้าที่ใช้ห้องเผาไหม้เชื้อเพลิงระบบฟลูอิดไดซ์เบดมีค่า 2.9 ล้านเหรียญสหรัฐต่อกำลังการผลิตไฟฟ้า 1 MW จากข้อมูลดังกล่าวสามารถประมาณราคาการลงสร้างระบบผลิตพลังงานความร้อนร่วมสำหรับโรงงานน้ำตาลรวมผลที่มีกำลังการผลิตไฟฟ้าขนาด 3 MW โดยอัตราการลงทุนสร้างระบบผลิตพลังงานความร้อนร่วมที่ใช้หม้อไอน้ำที่มีห้องเผาไหม้แบบสโตกเกอร์มีค่า 202.07# ล้านบาท และอัตราการลงทุนสร้างระบบผลิตพลังงานความร้อนร่วมที่ใช้หม้อไอน้ำระบบฟลูอิดไดซ์เบดมีค่า 325.55# ล้านบาท

การลงทุนก่อสร้างอุปกรณ์การลดความชื้นของกากอ้อย

ความชื้นเป็นตัวแปรที่ความสำคัญสำหรับการนำกากอ้อยมาใช้เป็นเชื้อเพลิงเนื่องจากกากอ้อยที่ได้จากกระบวนการผลิตน้ำตาลมีความชื้นค่ามากทำให้ประสิทธิภาพของห้องเผาไหม้ลดลง ซึ่งKilicaslan.I.และคณะ(1999)ได้ทำการวิเคราะห์หาอัตราค่าลงทุนก่อสร้างอุปกรณ์การลดความชื้นของกากอ้อยก่อนป้อนเข้าห้องเผาไหม้โดยใช้ก๊าซไอเสียมาใช้ลดความชื้นในกากอ้อยโดยอัตราการลงทุนสร้างดังกล่าวมีมูลค่าประมาณ 12,000 เหรียญสหรัฐต่อตันกากอ้อย-ชั่วโมง ดังนั้นค่าลงทุน

อ้างอิงจากธนาคารแห่งประเทศไทย(มกราคม 2548) อัตราแลกเปลี่ยนเงินตราระหว่างประเทศ 1 เหรียญสหรัฐเท่ากับ 40.50 บาท

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ก่อสร้างอุปกรณ์ลดความชื้นในกากอ้อยมีค่า 486,000[#] บาทต่อตันกากอ้อย-ชั่วโมง นอกจากอัตราการลงทุนก่อสร้างระบบผลิตพลังงานความร้อนร่วมแล้วค่าใช้จ่ายดำเนินการยังเป็นอีกตัวแปรหนึ่งที่มาพิจารณาร่วมด้วย ซึ่งโดยทั่วไปค่าใช้จ่ายดำเนินการจะไม่คงที่ขึ้นอยู่กับปริมาณพลังงานที่ผลิต โดยค่าดำเนินการและค่าบำรุงรักษาในกรณีระบบผลิตพลังงานความร้อนร่วมที่ไม่มีอุปกรณ์ลดความชื้นในกากอ้อยจะมีค่า 13.63[#] บาทต่อตันกากอ้อย และค่าดำเนินการและค่าบำรุงรักษาในกรณีระบบผลิตพลังงานความร้อนร่วมที่มีห้องอบการอ้อยจะมีค่า 17.11[#] บาทต่อตันกากอ้อยอ้างอิงอัตราแลกเปลี่ยนเงินตราระหว่างประเทศ

อีกทั้งสำนักงานคณะกรรมการนโยบายพลังงานแห่งชาติมีนโยบายส่งเสริมและสนับสนุนเอกชนที่มีระบบผลิตพลังงานความร้อนร่วมและใช้ชีวมวลเป็นเชื้อเพลิง เช่น เศษไม้ ชานอ้อย แกลบ และกากปาล์ม เพื่อผลิตกระแสไฟฟ้าและไอน้ำสำหรับใช้ในกระบวนการผลิต ซึ่งผลของนโยบายนี้ต้องการทดแทนการนำเข้าเชื้อเพลิงจากต่างประเทศและสร้างความเข้มแข็งให้แก่ภาคชนบท โดยกระแสไฟฟ้าที่เอกชนผลิตได้สามารถขายให้แก่การไฟฟ้าฝ่ายผลิตภายใต้ระเบียบการรับซื้อไฟฟ้าจากผู้ผลิตเอกชนรายเล็กที่ใช้กากหรือเศษวัสดุเหลือใช้เป็นเชื้อเพลิง จากที่กล่าวมาการไฟฟ้าฝ่ายผลิตได้กำหนดอัตราซื้อขายกระแสไฟฟ้าจากเอกชนโดยสามารถแบ่งตามประเภทของสัญญา

- สัญญาการซื้อขายกระแสไฟฟ้าแบบไม่กำหนดพลังงาน
- สัญญาการซื้อขายกระแสไฟฟ้าแบบกำหนดพลังงานระยะเวลาสัญญา 10 ปี
- สัญญาการซื้อขายกระแสไฟฟ้าแบบกำหนดพลังงานระยะเวลาสัญญา 20 ปี

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

อ้างอิงจากธนาคารแห่งประเทศไทย(มกราคม 2548) อัตราแลกเปลี่ยนเงินตราระหว่างประเทศ 1 เหรียญสหรัฐเท่ากับ 40.50 บาท

การวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์ของระบบผลิตพลังงานความร้อนร่วมที่ใช้กากอ้อยเป็นเชื้อเพลิงจะพิจารณาจาก

- มูลค่าปัจจุบันสุทธิ(NPV) คือมูลค่าปัจจุบันของกระแสผลตอบแทนสุทธิที่บ่งชี้ถึงจำนวนผลประโยชน์สุทธิที่ได้รับตลอดระยะเวลาของโครงการ
- อัตราส่วนผลประโยชน์ต่อต้นทุน(BCR) คืออัตราส่วนระหว่างมูลค่าปัจจุบันของกระแสผลประโยชน์กับมูลค่าปัจจุบันของกระแสต้นทุน
- อัตราผลตอบแทนภายในของโครงการ(IRR) คืออัตราคิดลดที่ทำให้มูลค่าปัจจุบันสุทธิของโครงการมีค่าเท่ากับศูนย์

อีกทั้งวิเคราะห์ความอ่อนไหวที่เกิดขึ้นของการใช้ระบบห้องเผาไหม้แบบต่างๆโดยแบ่งเป็น 2 กรณีคือ

กรณีที่ 1 แบ่งตามประเภทสัญญาการซื้อขายไฟฟ้ากับการไฟฟ้าผ่ายผลิตคือ

- สัญญาการซื้อขายกระแสไฟฟ้าแบบไม่กำหนดพลังงาน
- สัญญาการซื้อขายกระแสไฟฟ้าแบบกำหนดพลังงานระยะเวลา 10 ปี
- สัญญาการซื้อขายกระแสไฟฟ้าแบบกำหนดพลังงานระยะเวลา 20 ปี

กรณีที่ 2 แบ่งตามอัตราส่วนการลงทุนคือ

- ไม่ทำสัญญาเงินกู้
- ทำสัญญาเงินกู้ 25% ของค่าลงทุนก่อสร้าง
- ทำสัญญาเงินกู้ 50% ของค่าลงทุนก่อสร้าง
- ทำสัญญาเงินกู้ 75% ของค่าลงทุนก่อสร้าง
- ทำสัญญาเงินกู้ 100% ของค่าลงทุนก่อสร้าง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 3.7 ตัวแปรที่ใช้ทำการวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์

รายการ	ระบบผลิตพลังงานความร้อนร่วม		หน่วย
	ห้องเผาไหม้แบบสโตกเกอร์	ห้องเผาไหม้แบบฟลูอิดไดซ์เบด	
ค่าใช้จ่าย			
ค่าลงทุนก่อสร้าง			
- ระบบผลิตพลังงานความร้อนร่วม[a]	202.07	325.55	ล้านบาท
- อุปกรณ์ลดความชื้นในกากอ้อย[b]	486,000	486,000	บาท/ตันกากอ้อย
ค่าบำรุงรักษาและดำเนินการ			
- ไม่มีห้องอบกากอ้อย[c]	13.63	13.63	บาท/ตันกากอ้อย
- มีห้องอบกากอ้อย[c]	17.11	17.11	บาท/ตันกากอ้อย
รายได้			
รายได้จากการขายไฟฟ้า			
- สัญญาไม่กำหนดพลังงาน	43.46	43.46	ล้านบาท/ปี
- สัญญากำหนดพลังงาน 10 ปี	47.48	47.48	ล้านบาท/ปี
- สัญญากำหนดพลังงาน 20 ปี	50.65	50.65	ล้านบาท/ปี
รายได้จากการขายกากอ้อย[d]	50	50	บาท/ตันกากอ้อย
ตัวแปรอื่นๆ			
อายุการใช้งาน	20	15	ปี
ภาษีเงินได้[e]	30	30	%
อัตราเงินเฟ้อ[f]	4	4	%
ดอกเบี้ยเงินกู้ยืม[g]	15	15	%
ระยะเวลากู้ยืม	5	5	ปี
มูลค่าซาก	20.2	32.55	ล้านบาท

หมายเหตุ
[a] อ้างอิงจากข้อมูลค่าลงทุนก่อสร้างของ Broek R.V. และคณะ(1996)
[b] อ้างอิงจากค่าอุปกรณ์ลดความชื้นในกากอ้อย ของ Kilicaslan I. และคณะ(1999)
[c] อ้างอิงจากค่าบำรุงรักษาและดำเนินการของ Kilicaslan I. และคณะ(1999)
[d] อ้างอิงจากราคาขายกากอ้อยของโรงงานน้ำตาลรวมผล(มกราคม 2547)
[e] อ้างอิงจากกรมสรรพากร(มกราคม 2548)
[f] อ้างอิงจากธนาคารแห่งประเทศไทย(มกราคม 2548)
[g] อ้างอิงจากธนาคารแห่งประเทศไทย(มกราคม 2548)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved