คู่มือการประมวลผลข้อมูลทุติยภูมิ (โครงการด้านพลังงาน)

สารบัญ

1. ศักยภาพพลังงาน 5

1.1 พลังงานเชิงพาณิชย์ 5

1.1.1 ถ่านหิน (Coal) 5
1.1.2 น้ำมันดิบ (Crude oil) 5
1.1.3 ก๊าซธรรมชาติ (Natural gas) 5

1.2 พลังงานทดแทน 7

1.2.1 ชีวมวล (Biomass) 7
1.2.2 ก๊าซชีวภาพ (Biogas) 9
1.2.3 พลังงานจากขยะ (Waste) 11
1.2.4 พลังงานน้ำ 13
1.2.5 พลังงานแสงอาทิตย์ 15

2. การใช้พลังงานขั้นสุดท้าย 18

2.1 น้ำมันเบนซินทุกชนิด และน้ำมันแก๊สโซฮอล์ทุกชนิด 21
2.2 น้ำมันดีเซลหมุนเร็วและไบโอดีเซล 21
2.3 ดีเซลหมุนช้า 35
2.4 น้ำมันเตา 36
2.5 ก๊าซหุงต้ม 38
2.6 ก๊าซธรรมชาติ 43
2.7 ถ่านหิน 44
2.8 ชีวมวล 45
2.9 ก๊าซชีวภาพ 61
2.10 พลังงานไฟฟ้า 62

3. ดัชนีชี้วัดมิติต่างๆ 65

3.1 มิติด้านเศรษฐกิจและสังคม 65

3.1.1 ECO 1 การใช้พลังงานต่อหัวประชากร (Per Capita Energy Consumption) 65
3.1.2 ECO 2 การใช้พลังงานต่อหน่วย GPP (Energy Intensity) 67

ในส่วนของภาคการประมวลผลข้อมูลด้านเชื้อเพลิงและพลังงาน คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ได้นำข้อมูลสถิติการใช้เชื้อเพลิงและพลังงานของแต่ละจังหวัด มาวิเคราะห์ข้อมูลด้วยค่าเฉลี่ยและค่าร้อยละ เพื่อหาศักยภาพพลังงาน การใช้พลังงานขั้นสุดท้าย และดัชนีชี้วัดมิติ ซึ่งจะนำไปสร้างแบบจำลองการคำนวณพลังงานในลำดับถัดไป

โดยทั่วไปความรู้พื้นฐานที่เกี่ยวข้องกับการแปรรูปพลังงานประเภทต่างๆ การแปลงหน่วยวัด รวมถึงความรู้พื้นฐานอื่นๆ จัดเป็นระเบียบวิธีการที่สำคัญในการรวบรวมและเสนอข้อมูลด้านพลังงาน สิ่งเหล่านี้จัดเป็นส่วนหนึ่งของหลักการพื้นฐานในการจัดทำข้อมูลสถิติด้านพลังงาน

นิยามพื้นฐาน

เชื้อเพลิง (Fuel) :สสารที่เป็นแหล่งกำเนิดของพลังงานความร้อนและไฟฟ้า โดยสสารนี้จะต้องอาศัยกระบวนการแปรรูปเพื่อนำพลังงานมาใช้ให้เกิดประโยชน์

พลังงาน (Energy) : ในเชิงกลศาสตร์มีความหมายครอบคลุมเฉพาะพลังงานความร้อนและไฟฟ้า โดยทั่วไป พลังงานจะมีความหมายรวมถึงเชื้อเพลิงและพลังงานประเภทต่างๆและจัดให้เป็นสินค้าชนิดหนึ่ง

การจำแนกประเภทพลังงานตามขั้นตอนการผลิต

1. *พลังงานปฐมภูมิ (Primary Energy Commodity)* คือ พลังงานที่ยังไม่ผ่านการแปรรูปไปเป็นพลังงานรูปแบบอื่น เช่น น้ำมันดิบ (Crude oil) ถ่านหิน (Hard Coal) ก๊าซธรรมชาติ (Natural Gas) เป็นต้น

2.*พลังงานทุติยภูมิ (Secondary Energy Commodity)* พลังงานปฐมภูมิที่นำมาแปรรูปให้ได้พลังงานอีกรูปแบบหนึ่ง เพื่อให้เหมาะสมแก่การใช้งาน รวมถึงเพื่อตอบสนองความต้องการของผู้ใช้มากขึ้น นอกจากนี้พลังงานทุติยภูมิยังรวมถึงพลังงานที่ผ่านการแปรรูปมาจากพลังงานทุติยภูมิอื่นๆอีกด้วย

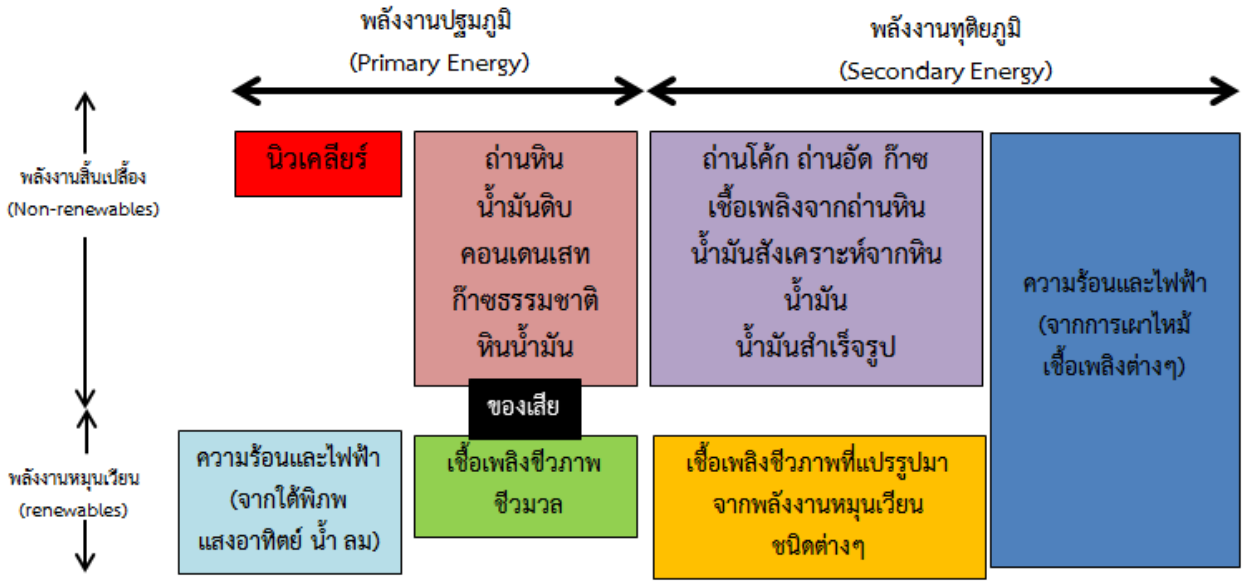
รูปที่ 1ตัวอย่างพลังงานปฐมภูมิและพลังงานทุติยภูมิ

ที่มา : ศูนย์ส่งเสริมพลังงานชีวมวล

การจำแนกประเภทพลังงานตามแหล่งกำเนิดและคุณสมบัติในการสร้างขึ้นใหม่

1. พลังงานจากเชื้อเพลิงฟอสซิล (Fossil fuels)หรือพลังงานสิ้นเปลือง คือพลังงานที่มีแหล่งกำเนิดจากการทับถมของซากพืชซากสัตว์ภายใต้กระบวนการทางเคมี จัดเป็นพลังงานที่ใช้แล้วหมดไปและไม่สามารถจัดหาใหม่ในระยะเวลาอันสั้น (Non-renewables) เช่น น้ำมันสำเร็จรูป ก๊าซธรรมชาติ ถ่านหิน เป็นต้น

2. พลังงานหมุนเวียน (Renewables) คือ พลังงานที่มีอยู่ในธรรมชาติและสามารถจัดหาได้ใหม่ในระยะเวลาอันสั้น โดยไม่รวมถึงแหล่งพลังงานที่มีทรัพยากรจัก เช่น นิวเคลียร์ ตัวอย่างพลังงานหมุนเวียน ได้แก่ ลม แสงอาทิตย์ ชีวมวล เป็นต้น



รูปที่ 2การจำแนกประเภทพลังงานตามหลักสากล

ที่มา :ข้อมูลดัดแปลงจาก OECD/IEA,2004

สำหรับประเทศไทย มีการจำแนกประเภทพลังงานในสองมิติดังนี้

การจำแนกตามขั้นการผลิตหรือกระบวนการแปรรูป แบ่งออกเป็น

- พลังงานขั้นต้น (Primary Energy)
- พลังงานขั้นสุดท้าย (Final Energy)

การจำแนกตามแหล่งกำเนิดและความสามารถในการสร้างขึ้นใหม่ แบ่งออกเป็น

1.พลังงานเชิงพาณิชย์ (Commercial Energy) ได้แก่ น้ำมันเบนซินทุกชนิด แก๊สโซฮอล์ น้ำมันดีเซลทุกชนิด รวมถึงไบโอดีเซลและปาล์มดีเซล ก๊าซหุงต้ม ไฟฟ้า ก๊าซธรรมชาติ และถ่านหิน

2.พลังงานหมุนเวียน (Renewable Energy) ได้แก่ ชีวมวล ซึ่งประกอบด้วย ถ่านไม้ ฟืน แกลบ ชานอ้อน และกะลาปาล์ม และก๊าซชีวภาพ

หน่วยวัด

การวัดปริมาณของพลังงานนิยมใช้หน่วยวัดหลากหลายประเภทขึ้นอยู่กับความสะดวกและจุดประสงค์ในการใช้งาน หน่วยมาตรที่นิยมใช้โดยทั่วไปคือ หน่วยกายภาพ (Physical Unit) การวัดโดยใช้หน่วยกายภาพหรือหน่วยธรรมชาติ เป็นการวัดที่สะดวกและสามารถเลือกใช้ให้เหมาะสมกับสถานะทางกายภาพของเชื้อเพลิงแต่ละประเภท (ของแข็ง ของเหลว ก๊าซ) เช่น หน่วยของมวล หน่วยปริมาตร เป็นต้น เช่นการวัดปริมาณเชื้อเพลิงในรูปของแข็งสามารถใช้หน่วยของมวล(เช่น กิโลกรัม ตัน) สำหรับเชื้อเพลิงแข็งบางประเภท เช่น เชื้อเพลิงชีวมวลอาจใช้หน่วยปริมาตร (เช่น ลิตร ลูกบาศก์เมตร) เป็นต้น

สำหรับพลังงานไฟฟ้าซึ่งไม่มีสถานะทางกายภาพ และความร้อนซึ่งอยู่ในรูปของไอน้ำภายใต้ความดันและอุณหภูมิต่างๆ มักใช้หน่วยพลังงาน (Energy Unit) เช่นกิโลวัตต์-ชั่วโมง จูล หรือ แคลลอรี่ เป็นต้น

การแปลงหน่วย (Unit conversion)

ในการเปรียบเทียบพลังงานประเภทต่างๆซึ่งใช้หน่วยมาตรวัดที่แตกต่างกันจำเป็นต้องอาศัยการแปลงหน่วย(Unit conversion) การแปลงหน่วยระหว่างหน่วยมวล ปริมาณ และหน่วยพลังงานของเชื้อเพลิงแต่ละประเภทสามารถทำได้โดยง่าย โดยใช้สัมประสิทธิ์พื้นฐานต่างๆเช่น ความหนาแน่น (Density) และ ค่าความจุความร้อน(Calorific Value) ซึ่งแสดงปริมาณความร้อนที่ได้รับจากการเผาไหม้ปริมาณเชื้อเพลิงหนึ่งหน่วย ณ สถานะอุณหภูมิและความดันหนึ่งๆ เช่น ถ่านหิน มักใช้หน่วย กิกกะจูลต่อตัน (GJ/ton) สำหรับก๊าซธรรมชาติ ใช้หน่วย เมกะจูลต่อ ลบ.ม. (MJ/m^3) เป็นต้น

ตารางที่ 1แสดงค่าสัมประสิทธิ์สำหรับการแปลงหน่วย

ค่าสัมประสิทธิ์สำหรับการแปลงหน่วย				
1	ตัน	=	1,000	กิโลกรัม
1	ลูกบาศก์เมตร	=	1,000	ลิตร
1	เมกะวัตต์-ชม.	=	1,000	กิโลวัตต์-ชม.
1	กิโลวัตต์-ชม.	=	3.6	เมกะจูล
1	เมกะจูล	=	1,000	กิโลจูล
1	กิกะจูล	=	1,000	เมกะจูล
1	ktoe	=	42,200	กิกะจูล
1	กิโลแคลลอรี่	=	4	กิโลจูล
1	บีทียู	=	1	กิโลจูล
1	ล้านบีทียู	=	1	กิกะจูล

ตารางที่ 2แสดงค่าความจุความร้อนสุทธิของเชื้อเพลิง

ประเภทเชื้อเพลิง (หน่วย)	เมกะจูล/หน่วย MJ/Unit
1. น้ำมันดิบ (ลิตร)	36.33
2. คอนเดนเสท (ลิตร)	33.07
3. ก๊าซธรรมชาติ	
3.1 ชื้น (ลูกบาศก์ฟุต)	1.04
3.2 แห้ง (ลูกบาศก์ฟุต)	1.02
4. ผลิตภัณฑ์ปิโตรเลียม	
4.1 ก๊าซปิโตรเลียมเหลว (ลิตร)	26.62

ประเภทเชื้อเพลิง (หน่วย)	เมกะจูล/หน่วย MJ/Unit
4.2 น้ำมันเบนซิน (ลิตร)	31.48
4.3 น้ำมันเครื่องบิน (ลิตร)	34.53
4.4 น้ำมันก๊าด (ลิตร)	34.53
4.5 น้ำมันดีเซล (ลิตร)	36.42
4.6 น้ำมันเตา (ลิตร)	39.77
4.7 ยางมะตอย (ลิตร)	41.19
4.8 ปิโตรเลียมโค้ก (กก.)	35.16
5. ไฟฟ้า (กิโลวัตต์ชั่วโมง)	3.6
6. ไฟฟ้าพลังน้ำ (กิโลวัตต์ชั่วโมง)	9.36
7. พลังงานความร้อนใต้พิภพ(กิโลวัตต์ชั่วโมง)	39.77
8. ถ่านหินนำเข้า (กก.)	26.37
9. ถ่านโค้ก (กก.)	27.63
10. แอนทราไซต์ (กก.)	31.4
11. อีเทน (กก.)	46.89
12. โปรเพน (กก.)	47.11
13. ลิกไนต์	
13.1 ลี้ (กก.)	18.42
13.2 กระบี่ (กก.)	10.88
13.3 แม่เมาะ (กก.)	10.47
13.4 แจ้คอน (กก.)	15.11
14. ฟืน (กก.)	15.99
15. ถ่าน (กก.)	28.88
16. แกลบ (กก.)	14.4
17. กากอ้อย (กก.)	7.53
18. ขยะ (กก.)	4.86
19. ขี้เลื่อย (กก.)	10.88
20. วัสดุเหลือใช้	12.68
ทางการเกษตร (กก.)	
21. ก๊าซชีวภาพ (ลูกบาศก์เมตร)	20.93

อย่างไรก็ตาม ค่าความจุความร้อนของเชื้อเพลิงประเภทหนึ่งๆ ยังแบ่งออกเป็น ค่าความจุความร้อนรวม (Gross Calorific Value) และค่าความจุความร้อนสุทธิ (Net Calorific Value) ความแตกต่างของค่าความจุความร้อนทั้งสองเกิดขึ้นจากการที่พลังงานส่วนหนึ่งถูกนำไปใช้ในการทำระเหยในระหว่างที่เกิดการเผาไหม้ (Evaporation) ดังนั้น ค่าความจุความร้อนสุทธิจึงเท่ากับ ค่าความจุความร้อนรวมลบด้วยพลังงานที่ใช้ในการระเหยน้ำต่อการเผาไหม้เชื้อเพลิงหนึ่งหน่วย

1. ศักยภาพพลังงาน

1.1 พลังงานเชิงพาณิชย์

หมายถึง พลังงานที่ใช้แล้วมีโอกาสหมดไปหรืออาจเรียกว่าเป็นพลังงานสิ้นเปลือง หรือพลังงานซากดึกดำบรรพ์ ซึ่งได้แก่ น้ำมัน ถ่านหิน ก๊าซธรรมชาติ เป็นต้น

เชื้อเพลิงธรรมชาติ : เชื้อเพลิงที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ จากพืช จากสัตว์ (เชื้อเพลิงชีวมวล) หรือการทับถมของซากพืช ซากสัตว์ เป็นเวลานับล้านๆ ปี (เชื้อเพลิงฟอสซิล)

1.1.1 ถ่านหิน (Coal)

เกิดจากซากพืชที่ถูกทับถมใต้พื้นดินในระดับไม่ลึกนักเป็นเวลาล้านปี ถ่านหินมี 4 ชนิด แอนทราไซด์ บิทูมินัส ซับบิทูมินัส และลิกไนต์

1.1.2 น้ำมันดิบ (Crude oil)

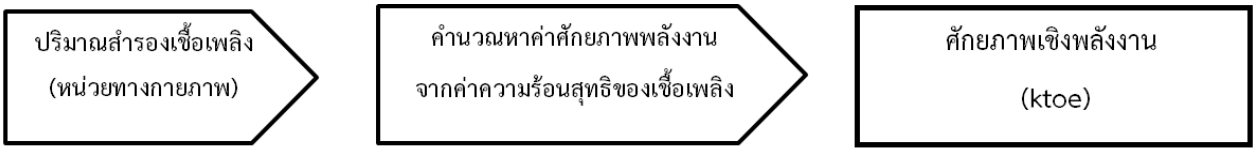
เป็นของเหลวที่พบในธรรมชาติ ส่วนมากมีสีดำหรือน้ำตาล ประกอบไปด้วยสารประกอบไฮโดรคาร์บอนชนิดต่าง ๆ ปะปนกันอยู่ และอาจมีสารชนิดอื่นปะปนอยู่ในปริมาณเล็กน้อย อาทิเช่น กำมะถัน (S), ไนโตรเจน (N), ออกซิเจน (O) เป็นต้น

1.1.3 ก๊าซธรรมชาติ (Natural gas)

สารประกอบด้วยไฮโดรเจนและคาร์บอน(สารประกอบไฮโดรคาร์บอน) ที่เกิดจากการทับถมของซากพืช ซากสัตว์ประเภทจุลินทรีย์ที่มีอายุหลายร้อยล้านปี ซึ่งสามารถแยกส่วนประกอบได้ เป็นมีเทน อีเทน โพรเพน บิวเทน เพนเทน เป็นต้น

การประเมินศักยภาพพลังงานเชิงพาณิชย์สำหรับแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ สามารถแสดงความสัมพันธ์ของค่าที่ใช้ในการคำนวณได้ดังนี้

<u>แบบจำลองการคำนวณศักยภาพเชิงพาณิชย์</u>



รูปที่ 3 แสดงการคำนวณศักยภาพพลังงานเชิงพาณิชย์

<u>คำนวณหาปริมาณความร้อนของเชื้อเพลิง</u>

$$\text{ศักยภาพพลังงาน (ktoe)} = \frac{\text{ปริมาณสำรองเชื้อเพลิง} \times \text{ค่าความร้อนเชื้อเพลิง}}{\text{ค่าการแปลงหน่วย*}}$$

***ค่าการแปลงหน่วย 1 ktoe = 42,200 GJ**

ตารางที่ 3 แสดงค่าการแปลงหน่วยปริมาณพลังงานของเชื้อเพลิง (ค่าความร้อนสุทธิ)

ชนิด	ค่าความร้อน	หน่วย
น้ำมันดิบ	36.33	MJ/ลิตร
ก๊าซธรรมชาติ	1.02	MJ/ลบ.ฟุต
ถ่านหินแอนทราไซต์	31.4	MJ/กก.
ถ่านโค้ก	27.63	MJ/กก.
ถ่านหินลิกไนต์	10.47	MJ/กก.
ถ่านหินอื่นๆ	18.42	MJ/กก.

ตัวอย่าง จังหวัดเชียงใหม่ ปีพ.ศ. 2556

ปริมาณสำรองเชื้อเพลิง ; ถ่านหินลิกไนต์ (หน่วยกายภาพ)

ปริมาณสำรองเชื้อเพลิง = 95.07 ล้านตัน
(ที่มา : รายงานประจำปี กรมเชื้อเพลิงธรรมชาติ)

ความร้อนเชื้อเพลิง(MJ/กก.) = 10.47 MJ/กก. หรือ 10,470 MJ/ตัน

แสดงวิธีอย่างละเอียด

ศักยภาพพลังงานเชิงพาณิชย์ ; ถ่านหินลิกไนต์
หาค่าความร้อนเชื้อเพลิงถ่านหินลิกไนต์
ความร้อนเชื้อเพลิง(MJ/กก.) = 10.47 MJ/กก. หรือ 10,470 MJ/ตัน
ค่าความร้อนเชื้อเพลิงถ่านหินลิกไนต์ = (95.07 ล้านตัน)X(10,470 MJ/ตัน) = $995,382.9 \times 10^6$ MJ

แปลงหน่วยกายภาพจาก MJ (เมกะจูล) เป็น GJ (จิกะจูล)

คำอุปสรรค	สัญลักษณ์	ตัวคูณ
จิกะ	G	10^9
เมกะ	M	10^6

$\{(995,382.9 \times 10^6 \text{ MJ}) / 10^9\} = 995,382.9 \times 10^{-3} \times 10^6$ GJ
$= 995.383 \times 10^6$ GJ

แปลงค่าเป็นหน่วย พันตันเทียบเท่าน้ำมันดิบ (ktoe) 1 ktoe = 42,200 GJ

ค่าศักยภาพพลังงาน = { (995.383 X 10^6 GJ) X 1 ktoe } / (42,200 GJ) =23,587.27 ktoe

ศักยภาพพลังงานเชิงพาณิชย์ ; ถ่านหินลิกไนต์ =23,587.27 ktoe

แสดงวิธีทำอย่างย่อ

$$\textbf{ศักยภาพพลังงาน (ktoe)} = \frac{\text{ปริมาณสำรองเชื้อเพลิง X ค่าความร้อนสุทธิ}}{\text{ค่าการแปลงหน่วย*}}$$

$$= \{(95.07 \text{ ล้านตัน}) \times (10,470 \text{ MJ/ตัน})\} / \{1,000 \times 42,200\}$$

ศักยภาพพลังงานเชิงพาณิชย์ ; ถ่านหินลิกไนต์ = **23,587.27 ktoe**

1.2 พลังงานทดแทน

พลังงานที่นำมาใช้ทดแทนเชื้อเพลิงฟอสซิล (ถ่านหิน,ปิโตรเลียม,แก๊สธรรมชาติ)

1.2.1 ชีวมวล (Biomass)

ชีวมวล คือ สารทุกรูปแบบที่ได้จากสิ่งมีชีวิต (นอกจากที่ได้กลายเป็นเชื้อเพลิงประเภทฟอสซิลไปแล้ว) ซึ่งรวมถึงการผลิตจากการเกษตรและป่าไม้ ของเสียจากสัตว์ เช่น มูลสัตว์ และของเสียจากโรงงานแปรรูปทางการเกษตร ขยะ และน้ำเสียจากชุมชน

พลังงานชีวมวลหมายถึง พลังงานที่ได้จากสิ่งมีชีวิต เช่น ต้นไม้ อ้อย มันสำปะหลัง ถ่านฟืนแกลบ วัชพืชต่างๆ หรือแม้กระทั่ง ขยะและมูลสัตว์ เป็นต้น

การประเมินศักยภาพพลังงานเชิงพาณิชย์สำหรับแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ สามารถแสดงความสัมพันธ์ของค่าที่ใช้ในการคำนวณได้ดังนี้

<u>แบบจำลองการคำนวณศักยภาพพลังงานชีวมวล</u>

รูปที่ 4 แสดงการคำนวณศักยภาพพลังงานชีวมวล

คำนวณหาค่าศักยภาพพลังงานจากปริมาณพลังงานของเชื้อเพลิง

$$= \frac{\text{ผลผลิต X อัตราส่วนชีวมวลต่อผลผลิต X แฟคเตอร์วัสดุที่เหลือยังไม่มีการใช้ X ค่าความร้อนสุทธิ}}{\text{ค่าการแปลงหน่วย*}}$$

***คาการแบลงหนวย 1 ktoe = 42,200 GJ**

ตารางที่ 4 แสดงค่าปัจจัยตัวคูณที่ใช้ในการประเมินศักยภาพพลังงานชีวมวล

ชนิด	วัสดุเหลือใช้	อัตราส่วนชีวมวล : ผลผลิต	เฟคเตอร์วัสดุที่เหลือไม่มีการใช้	ค่าความร้อน (MJ/กก.)
ข้าว	แกลบ	0.23	0.49	14.40
	ฟางข้าว	0.45	0.68	10.24
อ้อย	ชานอ้อย	0.29	0.21	7.53
	ใบอ้อย	0.30	0.99	17.39
ไม้ยางพารา	เศษไม้	0.26	1.00	14.98
	ฝุ่นไม้และขี้เลื้อย	0.03	1.00	10.88
มันสำปะหลัง	เหง้า	0.90	0.41	18.42
ข้าวโพด	ซังข้าวโพด	0.27	0.67	18.04
ถั่วลิสง	เปลือก	0.32	1.00	12.66
ถั่วเหลือง	ลำต้น ใบ เปลือก	2.66	0.76	19.44

ตัวอย่าง ข้อมูลสถิติการเกษตรของประเทศไทย ปี 2555 สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร ประเภทพืชอาหาร จังหวัดหนองบัวลำภู ปี พ.ศ. 2556

(ที่มา :ข้อมูลสถิติการเกษตรของประเทศไทย ปี 2555 สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร)

ผลผลิตชีวมวล(มันสำปะหลัง) = 123,637 ตัน

อัตราส่วนชีวมวลต่อผลผลิต = 0.90

แฟคเตอร์วัสดุที่เหลือยังไม่มีการใช้ = 0.41
ค่าความร้อน(มันสำปะหลัง) = 18.42 MJ/กก. หรือ 18,420 MJ/ตัน
แทนค่าในแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ การคำนวณศักยภาพพลังงานชีวมวล ได้ดังนี้
ศักยภาพพลังงานชีวมวล =

$$\frac{\text{ผลผลิต X อัตราส่วนชีวมวลต่อผลผลิต X แฟคเตอร์วัสดุที่เหลือยังไม่มีการใช้ X ค่าความร้อนสุทธิ}}{\text{ค่าการแปลงหน่วย*}}$$

***ค่าการแปลงหน่วย 1 ktoe = 42,200 GJ**

$$= \frac{\text{(123,637 ตัน) X (0.90)X (0.41) X (18,420 MJ/ตัน)}}{\text{42,200 GJ X1,000}}$$

ศักยภ…… **…… ktoe**

1.2.2 ก๊าซชีวภาพ (Biogas)

ก๊าซชีวภาพเกิดขึ้นตามธรรมชาติจากการย่อยสลายของสารอินทรีย์ภายใต้สภาวะปราศจากออกซิเจน (Anaerobic process) องค์ประกอบส่วนใหญ่คือ มีเทน (CH_4) อยู่ประมาณ 50 –70 % และเป็นก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) ประมาณ 30-40% และมีก๊าซ H_2S, N_2, H_2 อีกเล็กน้อย สารอินทรีย์ที่นิยมนำมาผ่านกระบวนการนี้แล้วได้ก๊าซชีวภาพ ได้แก่ มูลสัตว์

การประเมินศักยภาพพลังงานเชิงพาณิชย์สำหรับแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ สามารถแสดงความสัมพันธ์ของค่าที่ใช้ในการคำนวณได้ดังนี้

<u>แบบจำลองการคำนวณศักยภาพพลังงานก๊าซชีวภาพ</u>

รูปที่ 5แสดงการคำนวณศักยภาพพลังงานก๊าซชีวภาพ

คำนวณหาค่าศักยภาพพลังงานจากปริมาณพลังงานของเชื้อเพลิง

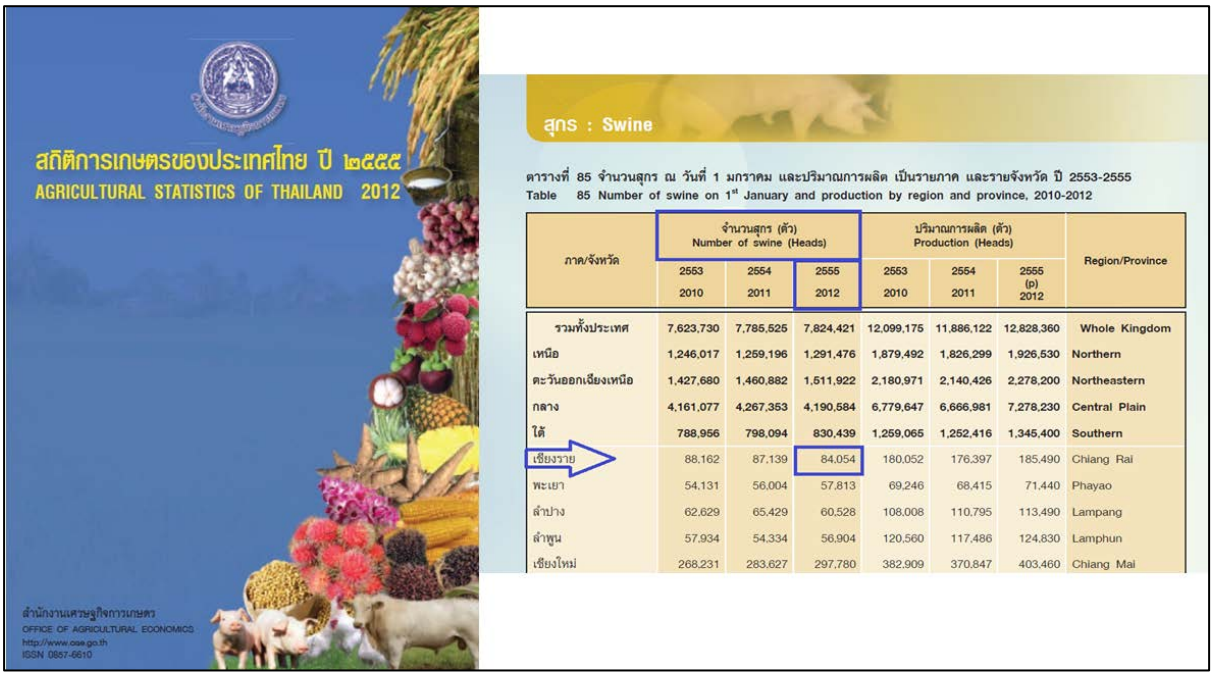
$$= \frac{\text{จำนวนปศุสัตว์ X ปริมาณมูลสดต่อวัน X365X อัตราส่วนมูลที่เก็บได้ X อัตราส่วนของแข็งที่ระเหยได้ X อัตราส่วนการเกิดก๊าซชีวภาพ X ค่าความร้อน}}{\text{ค่าการแปลงหน่วย*}}$$

***ค่าการแปลงหน่วย 1 ktoe = 42,200 GJ**

ตารางที่ 5แสดงค่าปัจจัยตัวคูณที่ใช้ในการประเมินศักยภาพพลังงานชีวภาพ

ชนิด	ปริมาณมูลสดต่อวัน (กก./ตัว/วัน)	อัตราส่วนมูลที่เก็บได้	อัตราส่วนของแข็งที่ระเหยได้	อัตราส่วนการเกิดก๊าซชีวภาพ (ลบ.ม./กก. ของแข็งระเหยได้)	ค่าความร้อน (MJ/ลบ.ม.)
โค	5	0.5	0.1337	0.307	20.93
กระบือ	8	0.5	0.1364	0.286	20.93
สุกร	1.2	0.8	0.2484	0.217	20.93
ไก่	0.03	0.8	0.2234	0.24	20.93
เป็ด	0.03	0.4	0.1744	0.241	20.93

ตัวอย่าง ข้อมูลสถิติการเกษตรของประเทศไทย ปี 2555 สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร ประเภทปศุสัตว์และผลิตภัณฑ์ จังหวัดเชียงราย ปี พ.ศ. 2555



(ที่มา :ข้อมูลสถิติการเกษตรของประเทศไทย ปี 2555 สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร)

จำนวนปศุสัตว์(สุกร) = 84,054 ตัว

ปริมาณมูลสดต่อวัน = 1.2 กก./ตัว/วัน

อัตราส่วนของแข็งที่ระเหยได้ = 0.2484

อัตราส่วนมูลที่เก็บได้ = 0.8

อัตราส่วนการเกิดก๊าซชีวภาพ = 0.217 ลบ.ม./กก.ของแข็งระเหยได้

ค่าความร้อน = 20.93 MJ/ลบ.ม.

แทนค่าในแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ สามารถแสดงความสัมพันธ์ของค่าที่ใช้ในการคำนวณได้ดังนี้

ศักยภาพพลังงานชีวภาพ =

$$\frac{\text{จำนวนปศุสัตว์ X ปริมาณมูลสดต่อวัน X365X อัตราส่วนมูลที่เก็บได้ X อัตราส่วนของแข็งที่ระเหยได้ X อัตราส่วนการเกิดก๊าซชีวภาพ X ค่าความร้อน}}{\text{ค่าการแปลงหน่วย*}}$$

$$= \frac{(84{,}054)X\ (1.2)\ X365X\ (0.8)X\ (0.2484)X\ (0.217)X\ (20.93)}{42{,}200\ x1{,}000}$$

***ค่าการแปลงหน่วย 1 ktoe = 42,200 GJ**

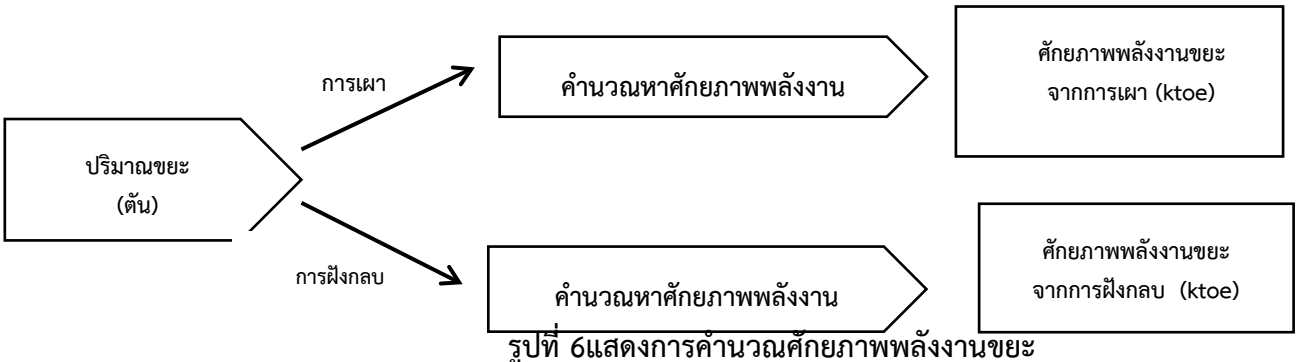
ศักยภาพพลังงานชีวภาพ = **0.79 ktoe**

1.2.3 พลังงานจากขยะ (Waste)

ของเหลือทิ้งจากการใช้สอยของมนุษย์หรือจากขบวนการผลิตจากกิจกรรมภาคอุตสาหกรรมและเกษตรกรรม ซึ่งเป็นทางเลือกหนึ่งด้านการแสวงหาแหล่งพลังงานหมุนเวียนทดแทนพลังงานเชื้อเพลิงฟอสซิลที่มีปริมาณลดน้อยลงและมีราคาสูงขึ้น คือการนำขยะมาผลิตเป็นพลังงาน ซึ่งขยะมีศักยภาพที่สามารถนำมาใช้เพื่อผลิตพลังงานได้ ทั้งนี้ เนื่องจากมีปริมาณมาก และไม่ต้องซื้อหา

การประเมินศักยภาพพลังงานเชิงพาณิชย์สำหรับแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ สามารถแสดงความสัมพันธ์ของค่าที่ใช้ในการคำนวณได้ดังนี้

<u>แบบจำลองการคำนวณศักยภาพพลังงานจากขยะ</u>



รูปที่ 6แสดงการคำนวณศักยภาพพลังงานขยะ

ศักยภาพพลังงานขยะจากการเผา =

$$\frac{\text{ปริมาณขยะ(ตัน) X อัตราส่วนสารอินทรีย์ X ค่าความร้อนจากการเผาขยะ}}{\text{ค่าการแปลงหน่วย*}}$$

ศักยภาพพลังงานขยะจากการฝังกลบ =

$$\frac{\text{ปริมาณขยะ(ตัน)} \times \text{สัดส่วนขยะ ฝังกลบ} \times \text{อัตราการเกิดก๊าซชีวภาพต่ออายุขยะ(ลบ.ม./ตัน)} \times \text{ค่าความร้อนของก๊าซชีวภาพจากขยะ}}{\text{ค่าการแปลงหน่วย*}}$$

***ค่าการแปลงหน่วย 1 ktoe = 42,200 GJ**

ตารางที่ 6 แสดงปัจจัยตัวคูณ

ปัจจัยตัวคูณ	ค่าของปัจจัย	หน่วย
สัดส่วนสารอินทรีย์	0.5037	
ค่าความร้อนจากการเผาขยะ	16	MJ/กก.
สัดส่วนขยะที่ฝังกลบ	0.85	
อัตราการเกิดก๊าซชีวภาพตลอดอายุขยะ	100	ลบ.ม./ตัน
ค่าความร้อนของก๊าซชีวภาพจากขยะ	19.50	MJ/ลบ.ม.

ตัวอย่าง นนทบุรี ปี พ.ศ. 2555

ตาราง 1 ประมาณการปริมาณขยะมูลฝอย ภาคกลาง เป็นรายจังหวัด พ.ศ. 2555

TABLE 1 ESTIMATED QUANTITY OF SOLID WASTE BY CENTRAL REGION AND PROVINCE: 2012

ภาค และจังหวัด	ปริมาณมูลฝอยที่เกิดขึ้น (ตันต่อวัน) Quantity (Ton per day)	Region and province
ภาคกลาง	10,579	Central Region
สมุทรปราการ	787	Samut Prakan
นนทบุรี	1,055	Nonthaburi
ปทุมธานี	726	Pathum Thani
พระนครศรีอยุธยา	503	Phra Nakhon Si Ayutthaya
อ่างทอง	155	Ang Thong
ลพบุรี	370	Lop Buri
สิงห์บุรี	137	Sing Buri
ชัยนาท	223	Chai Nat
สระบุรี	362	Saraburi
ชลบุรี	1,246	Chon Buri
ระยอง	434	Rayong

ศักยภาพพลังงาน (การเผา)

ปริมาณขยะ = 1,055 ตัน

อัตราส่วนสารอินทรีย์ = 0.5037

ค่าความร้อนจากการเผาขยะ = 16 MJ/กก. หรือ 1,600 MJ/ตัน

ศักยภาพพลังงานขยะจากการเผา =

$$= \frac{\text{ปริมาณขยะ(ตัน) X อัตราส่วนสารอินทรีย์ X ค่าความร้อนจากการเผาขยะ}}{\text{ค่าการแปลงหน่วย*}}$$

$$= \frac{\text{(1,055 ตัน X 0.5037X 1,600 MJ/ตัน)}}{\text{42,200 GJ X 1,000}}$$

ศักยภาพพลังงานขยะจากการเผา = **0.0201 ktoe**

ศักยภาพพลังงาน (การฝังกลบ)

ปริมาณขยะ = 1,055 ตัน

สัดส่วนขยะที่ฝังกลบ = 0.85

อัตราการเกิดก๊าซชีวภาพตลอดอายุขยะ = 100 ลบ.ม./ตัน

ค่าความร้อนของก๊าซชีวภาพจากขยะ = 19.50 MJ/ลบ.ม.

ศักยภาพพลังงานขยะจากการฝังกลบ =

$$= \frac{\text{ปริมาณขยะ(ตัน) X สัดส่วนขยะ ฝังกลบ X อัตราการเกิดก๊าซชีวภาพต่ออายุขยะ(ลบ.ม./ตัน) X ค่าความร้อนของก๊าซชีวภาพจากขยะ}}{\text{ค่าการแปลงหน่วย*}}$$

$$= \frac{\text{(1,055 ตัน)X 0.85 X (100 ลบ.ม./ตัน) X 19.50 MJ/ลบ.ม.}}{\text{42,200 GJ X 1,000}}$$

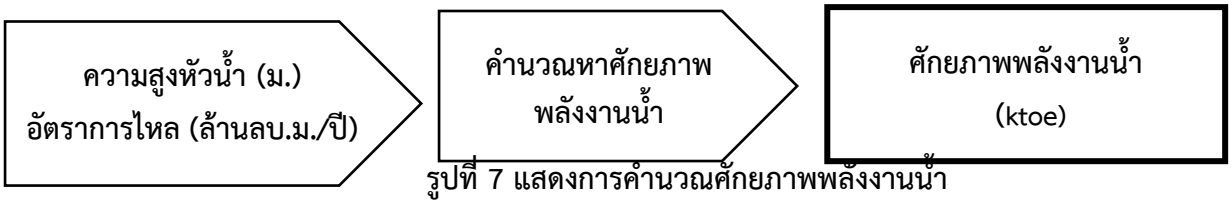
ศักยภาพพลังงานขยะจากการฝังกลบ = **0.414 ktoe**

1.2.4 พลังงานน้ำ

พลังงานน้ำ เป็นรูปแบบหนึ่งของการสร้างกำลังโดยอาศัยพลังงานของน้ำที่เคลื่อนที่ถูกใช้เพื่อใช้ในการผลิตไฟฟ้า

การประเมินศักยภาพพลังงานเชิงพาณิชย์สำหรับแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ สามารถแสดงความสัมพันธ์ของค่าที่ใช้ในการคำนวณได้ดังนี้

แบบจำลองการคำนวณศักยภาพพลังงานน้ำ



รูปที่ 7 แสดงการคำนวณศักยภาพพลังงานน้ำ

$$\text{ศักยภาพพลังงานน้ำ} = \frac{\text{ความสูงหัวน้ำ X อัตราการไหล X 9.81 X 8,760 X 86}}{1,000,000,000}$$

ตัวอย่าง จังหวัดเชียงใหม่ ปีพ.ศ. 2555

ลำดับที่	ชื่อเขื่อน	อำเภอ	จังหวัด	สชป.	พื้นที่อ่างฯ (ตร.กม.)	ปริมาณน้ำไหลลงอ่าง (ล้าน ลบ.ม./ปี)	พื้นที่รับน้ำฝน (ตร.กม.)	ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย (มม./ปี)	ยาว (ม.)	สูง (ม.)	สันเขื่อนกว้าง (ม.)	ระดับสันเขื่อน (ม.รทก.)	ความจุ รนก. (ล้าน ลบ.ม.)
1	ห้วยแม่ข้อน	เชียงดาว	เชียงใหม่	1		11.00	34.00		300.00	34.00	6.00	+544.00	4.30
2	แม่ทะลบหลวง	ไชยปราการ	เชียงใหม่	1		28.00	85.00		531.00	33.50	8.00	+573.50	15.30
3	แม่งาย	เชียงดาว	เชียงใหม่	1					200.00	25.00	6.00	+539.50	1.64
4	แม่เมย	แม่ทา	ลำพูน	1		18.80	6.40		659.30	18.00	8.00	+377.00	3.60
5	แม่สรวย	แม่สรวย	เชียงราย	2	3.35	183.00	434.00	1,411.80	400.00	59.50	8.00	+511.00	73.00
6	คอยงู	เวียงป่าเป้า	เชียงราย	2	0.375	44.55	173.79	1,089.00	600.00	26.00	9.00	+619.00	7.37
7	แม่พริก (ผาวิงชู้)	แม่พริก	ลำปาง	2	255.50	44.76	255.50	1,008.10	316.00	46.50	10.00	+233.500	36.480
8	แม่เสียงพัฒนา	เสริมงาม	ลำปาง	2	0.740	14.40	79.00	1,000.00	315.00	43.50	8.00	+393.50	6.90
9	แม่ฟ้า	แจ้ห่ม	ลำปาง	2	2.015	23.79	88.00	1,070.00	530.00	31.00	8.00	+340.50	23.50
10	ห้วยน้ำฮี	เวียงสา	น่าน	2	810.00	5.88	36.50	1,101.00	230.00	27.10	8.00	+226.10	6.00
11	แม่ใจ	เมือง	พะเยา	2	0.10	3.50	12.00	1,300.00	265.00	33.50	8.00	+532.00	3.00
12	ห้วยใหญ่	ไพศาลี	นครสวรรค์	3		21.00	132.00	1,064.00	1,700.00	13.60	8.00	+97.60	11.87
13	แม่มอก	เถิน	ลำปาง	4		118.00		1,075.60	1,925.00	25.10	8.00	+132.50	96.00
14	คลองน้ำไหล	คลองลาน	กำแพงเพชร	4		35.50	75.00	1,315.00	1,960.00	31.00	8.00	+189.00	38.50
15	ห้วยทรวง	ศรีสัชนาลัย	สุโขทัย	4		9.65	47.00	1,342.40	313.00	23.50	8.00	+132.00	8.00
16	แม่กองค่าย	บ้านด่านลานหอย	สุโขทัย	4					897.00	25.00	8.00	+156.50	13.00

ความสูงหัวน้ำ = 34.00 เมตร
อัตราการไหล = 11.00 ล้านลบ.ม./ปี
แปลงหน่วยอัตราการไหลจาก ล้านลบ.ม./ปี เป็น ลบ.ม./วินาที

$$= \frac{\text{(11.00 X1,000,000 ลบ.ม./ปี)}}{3,600X24X365} = 0.35 \text{ ลบ.ม./วินาที}$$

แรงโน้มถ่วง = 9.81 เมตร/วินาที^{2}
ชั่วโมงในรอบปี = 8,760 ชั่วโมง/ปี
ค่าการแปลงหน่วย (ktoe/kWh) = 86/1,000,000,000

$$\text{ศักยภาพพลังงานน้ำ} = \frac{\text{(34.00 เมตร) X(0.35 ลบ.ม./วินาที)X (9.81เมตร/วินาที}^2\text{) X (8,760ชั่วโมง/ปี) X 86}}{1,000,000,000}$$

ศักยภาพพลังงานน้ำ = **0.088 ktoe**

1.2.5 พลังงานแสงอาทิตย์

พลังงานแสงอาทิตย์ เป็นการแปลงพลังงานแสงอาทิตย์อันได้แก่ แสงสว่าง และความร้อน ให้เป็นพลังงานไฟฟ้า โดยใช้เซลล์แสงอาทิตย์ (Solar cell หรือ Photovoltaic)

การประเมินศักยภาพพลังงานเชิงพาณิชย์สำหรับแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ สามารถแสดงความสัมพันธ์ของค่าที่ใช้ในการคำนวณได้ดังนี้

<u>แบบจำลองการคำนวณศักยภาพพลังงานแสงอาทิตย์</u>

รูปที่ 8 แสดงการคำนวณศักยภาพพลังงานแสงอาทิตย์

คำนวณหาค่าศักยภาพพลังงานแสงอาทิตย์

$$= \frac{\text{ความเข้มแสงอาทิตย์ X 365 X (พื้นที่ทั้งจังหวัด – พื้นที่เกษตรกรรม – พื้นที่ป่าไม้) X 1,600*}}{\text{ค่าการแปลงหน่วย**}}$$

*ค่าคงที่จากการแปลงหน่วยไร่ให้เป็นตารางเมตร เท่ากับ 1,600 ตร.ม./ไร่

** **1ktoe = 42,200 GJ**

ตัวอย่าง ข้อมูลจังหวัดเชียงใหม่ ปี พ.ศ. 2554

- ข้อมูลความเข้มแสงอาทิตย์ จากรายงานพลังงานทดแทนของประเทศไทย 2554

พลังงานแสงอาทิตย์ SOLAR ENERGY

ตารางความเข้มแสง และศักยภาพเชิงพลังงานแสงอาทิตย์ จำแนกตามรายจังหวัด ปี 2554

TABLE SOLAR RADIATION AND ENERGY POTENTIAL BY PROVINCE IN 2011

จังหวัด	ความเข้มแสง และศักยภาพเชิงพลังงานแสงอาทิตย์ SOLAR RADIATION AND ENERGY POTENTIAL: ความเข้มแสงเฉลี่ยรายปี (เมกะจูล / ตารางเมตร.วัน) ANNUAL RADIATION (MJ / m².day)	ศักยภาพเชิงพลังงาน (พันตันเทียบเท่าน้ำมันดิบ) ENERGY POTENTIAL (ktoe)	PROVINCE
รวมทั้งประเทศ	18.0	525,481.31	WHOLE KONGDOM
ภาคเหนือ			NORTHERN
เชียงราย	16.9	9,488.90	CHIANG RAI
พะเยา	16.8	4,506.61	PHAYAO
ลำปาง	17.3	5,788.92	LAMPANG
ลำพูน	17.2	2,791.29	LAMPHUN
เชียงใหม่	17.3	6,518.44	CHIANG MAI
แม่ฮ่องสอน	16.7	2,208.85	MAE HONG SON

- ข้อมูลพื้นที่จังหวัด พื้นที่เกษตรกรรม พื้นที่ป่าไม้

สถิติการใช้ที่ดิน จังหวัดเชียงใหม่ พ.ศ. 2545 - 2554
STATISTICS OF LAND, CHIANG MAI PROVINCE: 2002 - 2011

ไร่ Rai

ประเภทเนื้อที่	2550 (2007)	2551 (2008)	2552 (2009)	2553 (2010)	2554 p (2011)	Type of land
เนื้อที่ทั้งหมด	**12,566,911**	**12,566,911**	**12,566,911**	**12,566,911**	**12,566,911**	**Total land**
เนื้อที่ป่าไม้	**9,527,488**	**10,380,924**	**10,380,924**	**10,380,924**	**10,380,924**	**Forest land**
เนื้อที่ถือครองทางการเกษตร	**1,919,160**	**1,931,647**	**1,937,335**	**1,952,686**	**1,951,201**	**Farm holding land**
ที่อยู่อาศัย	160,837	161,749	161,336	162,089	162,230	Housing area
ที่นา	531,126	530,408	534,022	540,515	539,972	Paddy land
ที่พืชไร่	337,638	340,157	341,456	343,202	342,919	Under field crop
ที่ไม้ผลและไม้ยืนต้น	637,366	645,921	648,690	654,548	654,723	Under fruit trees and tree crops
ที่สวนผักและไม้ดอก	132,770	134,003	132,511	133,125	133,342	Under vegetables and ornamental plant
ที่ทุ่งหญ้าเลี้ยงสัตว์	10,991	11,010	11,066	11,117	11,006	Pasture
ที่รกร้าง	32,102	32,072	32,038	31,986	31,666	Waste land
เนื้อที่ทำการเกษตรอื่น ๆ	76,329	76,327	76,215	76,104	75,343	Miscellaneous land
เนื้อที่นอกการเกษตร	**1,120,263**	**254,340**	**248,652**	**233,301**	**234,786**	**Non agricultural area**

หมายเหตุ The data 2002 - 2010 Revised
p Preliminary
ที่มา: Office of Agricultural Economics, Ministry of Agriculture and Cooperatives
รวบรวมโดย: Statistical Forecasting Bureau, National Statistical Office

ศักยภาพพลังงานแสงอาทิตย์ =

$$\frac{\text{ความเข้มแสงอาทิตย์ X 365 X (พื้นที่ทั้งจังหวัด – พื้นที่เกษตรกรรม – พื้นที่ป่าไม้) X 1,600*}}{\text{ค่าการแปลงหน่วย**}}$$

พื้น

พื้นที่เกษตรกรรม = 1,951,201 ไร่

พื้นที่ป่าไม้ =10,380,924ไร่

ศักยภาพพลังงานแสงอาทิตย์

=

$$\frac{17.3 \text{ X } 365 \text{ X } (12{,}566{,}911 - 1{,}951{,}201 - 10{,}380{,}924) \text{ X } 1{,}600^*}{42{,}200 \text{ X} 1{,}000}$$

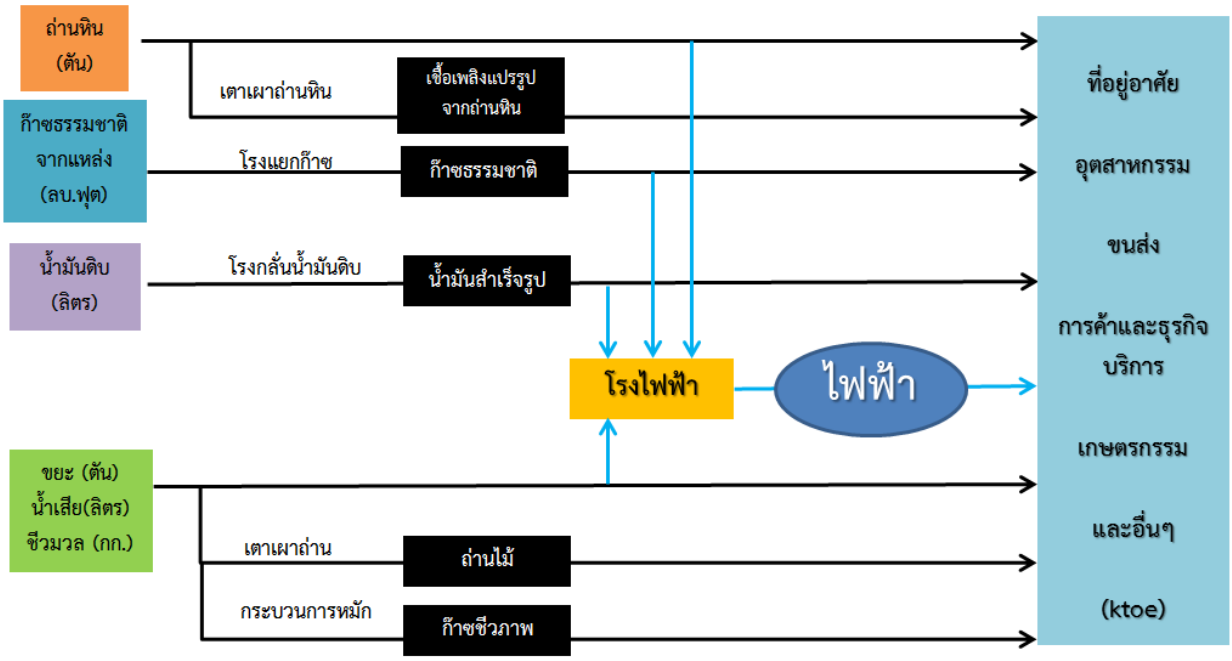
ศักยภาพพลังงานแสงอาทิตย์ =**56,210.66** **ktoe**

2. การใช้พลังงานขั้นสุดท้าย

เนื่องจากข้อมูลการใช้พลังงานที่มีการเก็บโดยแหล่งข้อมูลต่างๆ เช่น กรมธุรกิจพลังงาน กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค การไฟฟ้าฝ่ายผลิต เป็นต้น มีการแบ่งสาขาเศรษฐกิจของผู้บริโภคเฉพาะของตนเองและแตกต่างกัน ทำให้ไม่สามารถนำมาประเมินรวมกันได้ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ โดยคณะวิศวกรรมศาสตร์จึงได้จัดทำการจัดระเบียบข้อมูล การใช้พลังงานขั้นสุดท้ายให้เป็นมาตรฐานเดียวกัน โดยแบ่งออกเป็น 6 สาขาเศรษฐกิจ ดังนี้ สาขาที่อยู่อาศัย สาขาธุรกิจการค้าและบริการ สาขาอุตสาหกรรมการผลิต สาขาเกษตรกรรม สาขาขนส่ง และสาขาอื่นๆ ซึ่งครอบคลุมทั้งด้านพลังงานเชิงพาณิชย์และพลังงานหมุนเวียน ดังนี้

2.1 น้ำมันเบนซินทุกชนิด และแก๊สโซฮอล์ทุกชนิด
2.2 น้ำมันดีเซลหมุนเร็ว และไบโอดีเซล
2.3 น้ำมันดีเซลหมุนช้า
2.4 น้ำมันเตา
2.5 ก๊าซหุงต้ม
2.6 ก๊าซธรรมชาติ
2.7 ถ่านหิน
2.8 ชีวมวล
2.9 ก๊าซชีวภาพ
2.10 พลังงานไฟฟ้า

ทั้งนี้ ข้อมูลสถิติพลังงานที่ทำการศึกษา จะจำกัดเฉพาะข้อมูลการใช้พลังงานขั้นสุดท้าย ที่ผู้บริโภคนำไปใช้เท่านั้น ซึ่งจะไม่รวมพลังงานที่ใช้เป็นเชื้อเพลิงเพื่อผลิตไฟฟ้า เช่น ก๊าซธรรมชาติ น้ำมันเตา แกลบ และถ่านหิน เป็นต้น หรือพลังงานที่ใช้ในขั้นตอนการผลิตหรือการแปรรูปเชื้อเพลิงประเภทต่างๆเพื่อให้มีการเปลี่ยนทางเคมี หรือทางกายภาพ เช่น พลังงานที่ใช้ในโรงกลั่นน้ำมัน ในโรงแยกก๊าซ ในโรงไฟฟ้า และน้ำมันดีเซลที่ใช้ในกิจการเหมืองถ่านหิน เป็นต้น



*ktoe หน่วยพันตันเทียบเท่าน้ำมันดิบ

รูปที่ 9แสดงแผนผังแสดงการใช้พลังงานขั้นสุดท้ายอย่างง่าย

หน่วยทางกายภาพที่แตกต่างกันของแต่ละหน่วยงาน ทำให้ไม่สามารถนำมาเปรียบเทียบกันได้ ดังนั้นจึงต้องทำการแปลงหน่วย (Unit Conversion) ให้เป็นหน่วยที่เหมือนกัน ซึ่งหน่วยที่นิยมในทางสากลคือหน่วย พันตันน้ำมันดิบเทียบเท่า หรือ ktoe : Kilo tons of oil equivalent วิธีการแปลงหน่วยทางกายภาพให้เป็นพันตันน้ำมันดิบเทียบเท่า และค่าความร้อนของเชื้อเพลิงแต่ละชนิด แสดงดังนี้

ตารางที่ 7แสดงหน่วยกายภาพ และค่าความร้อนของเชื้อเพลิงแต่ละชนิด

ชนิดเชื้อเพลิง	หน่วยกายภาพ	ค่าความร้อน	หน่วยค่าความร้อน
เบนซิน 91, 95	พันลิตร	31.48	MJ/ลิตร
แก๊สโซฮอล์ 91, 95	พันลิตร	32.48	MJ/ลิตร
ดีเซลหมุนเร็วและไบโอดีเซล	พันลิตร	36.42	MJ/ลิตร
ดีเซลหมุนช้า	พันลิตร	36.42	MJ/ลิตร
น้ำมันเตา	พันลิตร	39.77	MJ/ลิตร
ก๊าซธรรมชาติ	พัน ลบ.ฟุต	1.02	MJ/ลบ.ฟุต
ไฟฟ้า	kWh	3.6	MJ/kWh
ก๊าซหุงต้ม	พันกิโลกรัม	50.23	MJ/กก.

ตารางที่ 8แสดงแนวทางการจัดระเบียบข้อมูลพลังงานจากแหล่งข้อมูลต่างๆ ตามสาขาเศรษฐกิจ[1,2]

ประเภทพลังงาน	ที่อยู่อาศัย	ธุรกิจการค้าและบริการ	อุตสาหกรรมการผลิต	เกษตรกรรม		ขนส่ง	อื่นๆ (รวมก่อสร้างและ
				เพาะปลูก/ป่าไม้	ประมง		
น้ำมันเบนซินทุกชนิดและแก๊สโซฮอล์						ธ1	
น้ำมันดีเซลหมุนเร็วและไบโอดีเซล				(ก1+ย1)	(ม1+ม2+ม3)	(ธ2)-(ก1+ย1)-(ร1+ร2+ร3)-(ม1)	(ร3)
น้ำมันดีเซลหมุนช้า			(ธ3)			(ธ4)	(ธ5)
น้ำมันเตา		(ธ6)	(ธ7)			(ธ8)	
ก๊าซหุงต้ม	(ส1)X(ธ9)	(1-ส1)X(ธ9)	(ธ10)			(ธ11)	
ก๊าซธรรมชาติ			(ป1)			(ป2)	
ถ่านหิน			(พ1)				
ชีวมวล	(ส2)X(ส3)	(พ2)+(ก2+ก3)+(ย2)+(อ1)					
ก๊าซชีวภาพ			(ช2)	(ช1)			
ไฟฟ้า	กฟผ. กฟภ และ กฟน.						

ที่มา : ศูนย์ส่งเสริมพลังงานชีวมวล

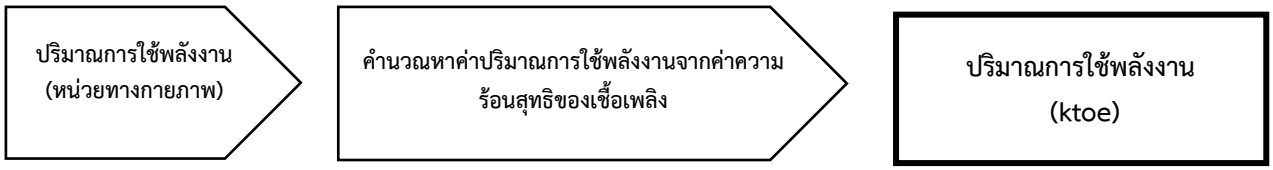
หมายเหตุ

1.ตัวอักษรในตารางหมายถึงแหล่งข้อมูลดังนี้

ก=ศูนย์สารสนเทศการเกษตร
ช=มหาวิทยาลัยเชียงใหม่และบริษัท ปภพ
ธ =กรมธุรกิจพลังงาน
ป =บริษัท ปตท. จำกัด (มหาชน)
พ =กรมพัฒนาพลังงานทดแทนฯ
ม =กรมประมง
ย=สนง.กองทุนสงเคราะห์การทำสวนยาง
ร=กรมอุตสาหกรรมพื้นฐานและเหมืองแร่
ส=สำนักงานสถิติแห่งชาติ
อ=สำนักงานคณะกรรมการอ้อยและน้ำตาลทราย

2. ตัวเลขหลังตัวอักษร หมายถึงลำดับของรายการคำนวณข้อมูลที่ได้มาจากแหล่งข้อมูลแต่ละแห่ง

3.ข้อมูลพลังงานไฟฟ้าสามารถจำแนกตามสาขาเศรษฐกิจได้โดยไม่มีการคำนวณเพิ่มเติม



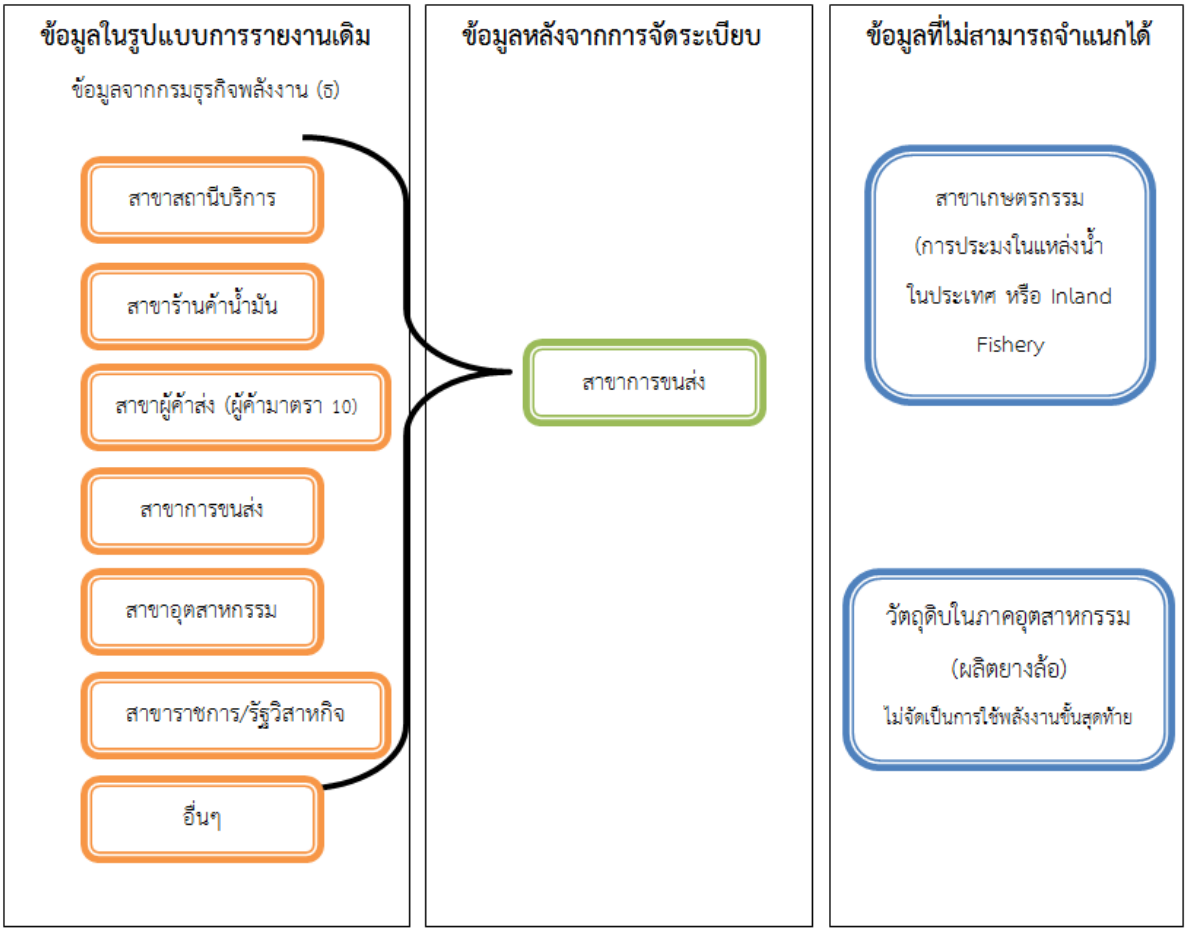
รูปที่ 10แสดงการคำนวณการแปลงหน่วยกายภาพให้เป็นพันตันน้ำมันดิบเทียบเท่า (ktoe)

$$\text{ปริมาณการใช้พลังงาน (ktoe)} = \frac{\text{ปริมาณการใช้พลังงาน(หน่วยกายภาพ) X ค่าความร้อนเชื้อเพลิง}}{\text{ค่าการแปลงหน่วย*}}$$

ทั้งนี้ ข้อมูลสถิติพลังงานทางมหาวิทยาลัยเชียงใหม่ โดยคณะวิศวกรรมศาสตร์ ได้จัดทำการจัดระเบียบข้อมูลการใช้พลังงานขั้นสุดท้ายเพื่อให้เป็นมาตรฐานเดียวกัน โดยแยกตามชนิดของเชื้อเพลิง ดังนี้

2.1 น้ำมันเบนซินทุกชนิด และน้ำมันแก๊สโซฮอล์ทุกชนิด

จากการศึกษารายงานการจำหน่ายน้ำมันเบนซิน และแก๊สโซฮอล์ ที่จัดเก็บโดยกรมธุรกิจพลังงาน ซึ่งเป็นข้อมูลที่ได้มาจากส่วนกลาง สามารถจัดระเบียบได้ดังนี้



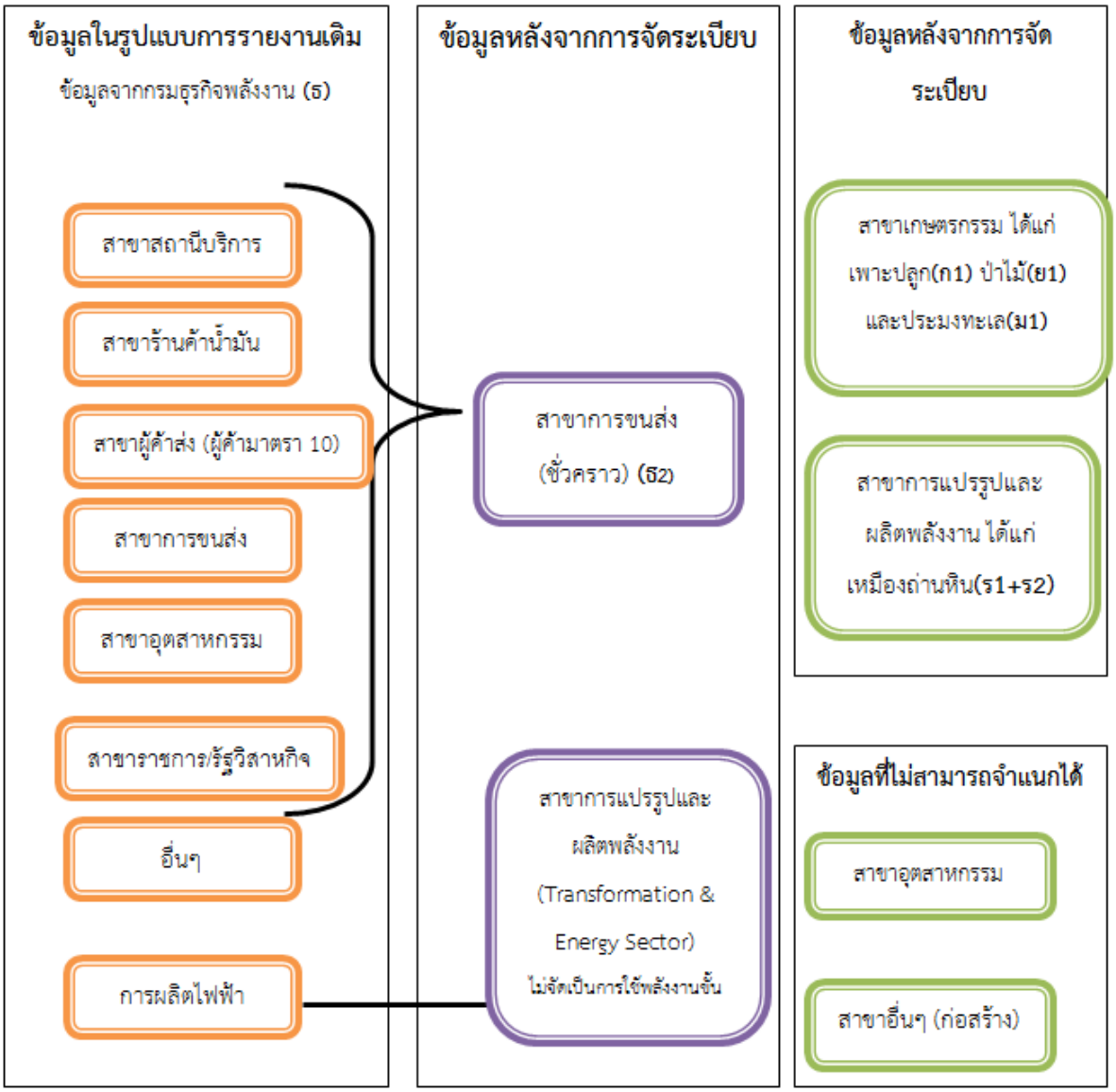
รูปที่ 11แสดงการจัดระเบียบข้อมูลน้ำมันเบนซิน และแก๊สโซฮอล์

ที่มา : ศูนย์ส่งเสริมพลังงานชีวมวล

2.2 น้ำมันดีเซลหมุนเร็วและไบโอดีเซล

น้ำมันดีเซลหมุนเร็ว (Automotive Diesel Oil หรือ Gas Oil) ในท้องตลาดเป็นที่รู้จักกันในชื่อ “น้ำมันโซล่า” สำหรับเครื่องยนต์ดีเซลหมุนเร็วที่ใช้กับยานยนต์ เช่น รถยนต์ รถบรรทุก เรือประมง รถแทรกเตอร์ และเครื่องจักรกลหนักทุกชนิดที่มีรอบหมุนมากกว่า 1,000 รอบต่อนาที เครื่องยนต์ประเภทนี้จำเป็นที่จะต้องใช้น้ำมันที่มีค่าซีเทนสูงและมีการระเหยเร็ว

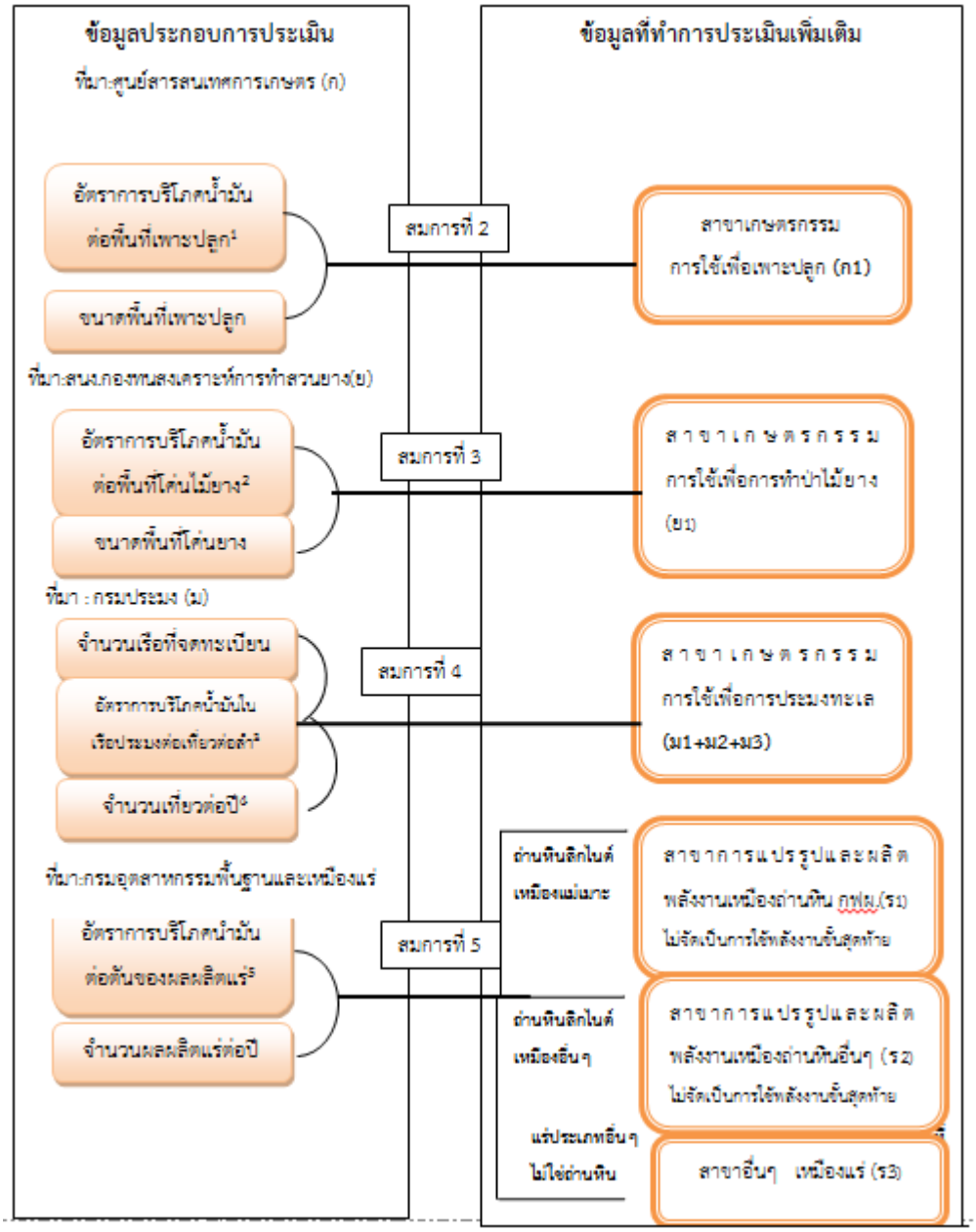
จากรายงานการจำหน่ายน้ำมันดีเซลหมุนเร็วและไบโอดีเซล ที่จัดเก็บโดยกรมธุรกิจพลังงาน ซึ่งเป็นข้อมูลส่วนกลาง สามารถจัดระเบียบได้ดังนี้



รูปที่ 12แสดงการจัดระเบียบข้อมูลน้ำมันดีเซลหมุนเร็วและไบโอดีเซล

ที่มา : ศูนย์ส่งเสริมพลังงานชีวมวล

จากข้อมูลและรูปที่แสดงข้างต้น จะเห็นได้ว่าผู้บริโภคน้ำมันดีเซลหมุนเร็วและไบโอดีเซลมีหลากหลาย สามารถจัดอยู่ใน 3 สาขาเศรษฐกิจได้ดังนี้ สาขาขนส่ง สาขาเกษตรกรรมและสาขาอื่นๆ สำหรับการใช้ในการเกษตรกรรมและเหมืองแร่ จะมีการประเมินเพิ่ม เพื่อนำมาหักลบจากยอดรวม



รูปที่ 13 แสดงการประเมินข้อมูลน้ำมันดีเซลหมุนเร็วและไบโอดีเซล

ที่มา : ศูนย์ส่งเสริมพลังงานชีวมวล

<u>การใช้น้ำมันดีเซลหมุนเร็วและไบโอดีเซลในสาขาการขนส่ง</u>

ข้อมูลการใช้น้ำมันดีเซลหมุนเร็วและไบโอดีเซลที่ได้จากการรวบรวมโดยกรมธุรกิจพลังงาน จะถูกนำมารวมอยู่ในสาขาการขนส่ง (ธ2 ชั่วคราว) โดยไม่รวมปริมาณการจำหน่ายน้ำมันที่ถูกรายงานไว้ในสาขาผลิตไฟฟ้าหลังจากนั้น จึงทำการประเมินปริมาณการใช้น้ำมันในสาขาเกษตรกรรมและสาขาอื่นๆ (เหมืองแร่) ออกมา เพื่อหักลบกับข้อมูลที่ได้ครั้งแรก ค่าที่เหลือจะเป็นปริมาณการใช้ในสาขาขนส่งที่เหลืออยู่จริง การใช้น้ำมันดีเซลหมุนเร็วและไบโอดีเซลในสาขาขนส่งคำนวณได้จากสมการ 1

สมการที่ 1-ค่าการใช้น้ำมันดีเซลหมุนเร็วและไบโอดีเซล

ธ2 = ธ2 (ชั่วคราว) – (ก1 + ย1 + ม1) – (ร1 +ร2 + ร3)

กำหนดให้ ธ2 = การใช้น้ำมันดีเซลและไบโอดีเซล
ธ2 (ชั่วคราว) = ข้อมูลจากกรมธุรกิจพลังงาน
(ก1 + ย1 + ม1) = การใช้น้ำมันดีเซลและไบโอดีเซลในสาขาเกษตรกรรม
(ร1 +ร2 + ร3) = การใช้น้ำมันดีเซลและไบโอดีเซลในการทำเหมืองแร่

สมการที่ 1

<u>การใช้น้ำมันดีเซลหมุนเร็วและไบโอดีเซลในสาขาเกษตรกรรม</u>

สาขาเกษตรกรรมที่ใช้น้ำมันดีเซลหมุนเร็วและไบโอดีเซลเป็นพลังงาน ประกอบด้วยกิจกรรมดังนี้

- การเพาะปลูก
- การป่าไม้
- การประมงทะเล
- การเพาะปลูก

ข้อมูลจากรายงาน “โครงการศึกษาสถานภาพการใช้พลังงานและแนวทางการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงานในสาขาการเกษตร” ในเล่มที่ 1 ถึง 5 เรื่องข้าวโพด มันสำปะหลัง อ้อย และถั่วเหลือง ของกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน พ.ศ. 2547 ได้กล่าวถึงอัตราการบริโภคน้ำมันในการเพาะปลูกพืชแต่ละชนิด โดยสรุปผลออกมาเป็นกลุ่มภูมิภาคทั้งสิ้น 12 ภาค

อัตราการบริโภคน้ำมันนี้เป็นค่าที่ใช้ในคู่มือการจัดระเบียบข้อมูลพลังงาน สำนักนโยบายและยุทธศาสตร์ (สนย.) สำนักงานปลัดกระทรวงพลังงาน ได้มอบหมายให้ศูนย์ส่งเสริมพลังงานชีวมวล เป็นผู้จัดทำ เพื่อใช้ในการดำเนินการศึกษาและจัดเก็บข้อมูลเกี่ยวกับสภาพการณ์การใช้พลังงานปัจจุบันในระดับท้องถิ่น และสามารถนำไปใช้ประกอบการประเมินการใช้น้ำมันดีเซลหมุนเร็ว เพื่อการเพาะปลูกดังสมการ 2

ตารางที่ 9 แสดงเขตกลุ่มจังหวัดรับผิดชอบทั้ง 12 กลุ่ม

กลุ่มที่	รายชื่อจังหวัด
1	ปทุมธานี สมุทรปราการ นนทบุรี พระนครศรีอยุธยา อ่างทอง
2	สระบุรี ลพบุรี สิงห์บุรี สุพรรณบุรี ชัยนาท นครนายก
3	ฉะเชิงเทรา ชลบุรี ระยอง จันทบุรี ตราด ปราจีนบุรี สระแก้ว
4	กาญจนบุรี นครปฐม ราชบุรี เพชรบุรี ประจวบคีรีขันธ์ สมุทรสงราม สมุทรสาคร
5	ชัยภูมิ นครราชสีมา บุรีรัมย์ สุรินทร์ ศรีสะเกษ มหาสารคาม
6	ขอนแก่น เลย สกลนคร หนองคาย อุดรธานี หนองบัวลำภู
7	กาฬสิทธุ์ นครพนม ร้อยเอ็ด มุกดาหาร อุบลราชธานี อำนาจเจริญ ยโสธร
8	กำแพงเพชร ตาก นครสวรรค์ สุโขทัย อุทัยธานี
9	พิษณุโลก พิจิตร เพชรบูรณ์ แพร่ น่าน อุตรดิตถ์
10	เชียงใหม่ เชียงราย พะเยา แม่ฮ่องสอน ลำพูน ลำปาง
11	ชุมพร ระนอง สุราษฎร์ธานี พังงา ภูเก็ต กระบี่ นครศรีธรรมราช
12	ตรัง พัทลุง สตูล สงขลา ปัตตานี ยะล นราธิวาส

ตารางที่ 10 แสดงอัตราการบริโภคน้ำมันดีเซลเพื่อการเพาะปลูก มีหน่วยเป็น ลิตร/ไร่/ชนิดพืช

กลุ่มที่	ข้าวนาปีและนาปรัง	ข้าวโพด	มันสำปะหลัง	อ้อย	ถั่วเหลือง
1	11.21				
2	10.35	7.66	7.2	13.66	7.07
3	6.75	9.4	7.64	9.12	6.7
4	23.92	10.39	8.17	11.4	
5	4.49	6.69	6.99	9.34	7.34
6	5.65	7.61	4.67	7.03	5.85
7	3.16	8.19	4.92	7.8	3.44
8	5.86	7.7	6.14	18.66	7.8
9	9.7	10.12	9.85	10.15	7.97
10	6.1	9.76	6.9	19.61	4.95
11	2.07				
12	5.28				

สมการที่2-ค่าการใช้น้ำมันดีเซลหมุนเร็วเพื่อการเพาะปลูก

การใช้น้ำมันดีเซลหมุนเร็วเพื่อการเพาะปลูก (ก1) = อัตราการบริโภคน้ำมันดีเซลต่อพื้นที่เพาะปลูก (อัตราส่วนที่ได้จากการสำรวจ) X ขนาดพื้นที่เพาะปลูกต่อปี

สมการที่ 2

ตัวอย่าง จังหวัดเชียงใหม่ (อ้อย) พ.ศ.2555

- ข้อมูลอ้อยโรงงาน จังหวัดเชียงใหม่ จากรายงานพลังงานทดแทนของประเทศไทย 2555

ตารางที่ 17 อ้อยโรงงาน : เนื้อที่เก็บเกี่ยว ผลผลิต และผลผลิตต่อไร่ เป็นรายภาค และรายจังหวัด ปี 2554-2556
Table 17 Sugarcane : Harvested area, production and yield by region and province, 2011-2013

ภาค/จังหวัด	เนื้อที่เก็บเกี่ยว (ไร่) Harvested area (Rais)			ผลผลิต (ตัน) Production (Tons)			ผลผลิตต่อไร่ (กก.) Yield per rai (Kgs.)			Region/Province
	2554 2011	2555 2012	2556 (f) 2013	2554 2011	2555 2012	2556 (f) 2013	2554 2011	2555 2012	2556 (f) 2013	
รวมทั้งประเทศ	7,870,253	8,013,011	8,092,969	95,950,416	98,400,465	99,596,691	12,192	12,280	12,307	Whole Kingdom
เหนือ	2,070,797	2,179,808	2,212,660	26,609,073	28,912,702	29,771,815	12,850	13,264	13,455	Northern
ตะวันออกเฉียงเหนือ	3,206,248	3,239,958	3,260,780	38,177,111	37,209,173	36,979,365	11,900	11,484	11,341	Northeastern
กลาง	2,591,208	2,593,245	2,619,529	31,164,232	32,278,590	32,845,511	12,027	12,447	12,539	Central Plain
ลำปาง	35,433	34,784	24,165	277,973	278,119	185,944	7,845	7,996	7,695	Lampang
เชียงใหม่	2,703	2,846	2,864	24,097	25,841	26,639	8,915	9,080	9,301	Chiang Mai
ตาก	8,792	9,289	9,391	84,672	90,590	93,748	9,631	9,752	9,983	Tak
กำแพงเพชร	407,391	439,632	446,338	5,490,768	5,969,897	6,164,468	13,478	13,579	13,811	Kamphaeng Phet
สุโขทัย	171,487	189,285	194,171	2,047,402	2,298,859	2,391,247	11,939	12,145	12,315	Sukhothai
แพร่	2,044	2,190	2,242	21,944	24,410	25,412	10,736	11,146	11,335	Phrae
อุตรดิตถ์	93,756	96,271	98,062	1,121,997	1,178,155	1,221,541	11,967	12,238	12,457	Uttaradit
พิษณุโลก	142,048	139,038	144,976	1,608,741	1,666,708	1,770,788	11,325	11,987	12,214	Phitsanulok
พิจิตร	52,964	54,252	56,552	586,280	633,639	673,704	11,069	11,680	11,913	Phichit
นครสวรรค์	592,926	613,616	622,602	8,055,303	8,546,336	8,817,933	13,586	13,928	14,163	Nakhon Sawan

- จากตารางแสดงเขตกลุ่มจังหวัดรับผิดชอบทั้ง 12 กลุ่ม พบว่า จังหวัดเชียงใหม่จัดอยู่กลุ่มที่ 10

กลุ่มที่	รายชื่อจังหวัด
10	**เชียงใหม่** เชียงราย พะเยา แม่ฮ่องสอน ลำพูน ลำปาง

จากตารางที่6 แสดงอัตราการบริโภคน้ำมันดีเซลเพื่อการเพาะปลูก มีหน่วยเป็น ลิตร/ไร่/ชนิดพืช พบว่า จังหวัดเชียงใหม่อยู่กลุ่มที่ 10 และมีค่าอัตราการบริโภคน้ำมันดีเซลเพื่อการเพาะปลูก 19.61 ลิตร/ไร่

กลุ่มที่	ข้าวนาปีและนาปรัง	ข้าวโพด	มันสำปะหลัง	อ้อย	ถั่วเหลือง
9	9.7	10.12	9.85	10.15	7.97
10	6.1	9.76	6.9	19.61	4.95
11	2.07				
12	5.28				

อัตราการบริโภคน้ำมันดีเซลต่อพื้นที่เพาะปลูก = 19.61 ลิตร/ไร่
ขนาดพื้นที่เพาะปลูกต่อปี =2,864 ไร่
การใช้น้ำมันดีเซลเพื่อการเพาะปลูก(ก1) = 19.61 X 2,864
การใช้น้ำมันดีเซลเพื่อการเพาะปลูก(ก1) = 56,163.04 ลิตร

- แปลงหน่วย การใช้น้ำมันดีเซลเพื่อการเพาะปลูก จากหน่วย ลิตรเป็น หน่วยพันตันเทียบเท่าน้ำมันดิบ (ktoe)

  ค่าความร้อนสุทธิของน้ำมันดีเซลหมุนเร็ว/ไบโอดีเซล = 36.42 MJ/ลิตร
  และ 1 ktoe= 42,200 GJ*

  $$= \frac{\text{ปริมาณการใช้พลังงาน(หน่วยกายภาพ) X ค่าความร้อนเชื้อเพลิง}}{\text{ค่าการแปลงหน่วย*}}$$

$$\text{การใช้น้ำมันดีเซลเพื่อการเพาะปลูก(ก1)} = \frac{\text{56,163.04 ลิตร X 36.42 MJ/ลิตร}}{\text{42,200 GJ x1,000}}$$

การใช้น้ำมันดีเซลเพื่อการเพาะปลูก(ก1) = **0.048 ktoe**

<u>การทำป่าไม้</u>

ปัจจุบันการทำป่าไม้ในประเทศไทย คงเหลือเพียงการทำป่าไม้ยางพารา ซึ่งพลังงานหลักที่ใช้คือ น้ำมันดีเซลหมุนเร็ว สำหรับรถแทคเตอร์เพื่อการล้มโค่นต้นยางพาราทิ้ง จากการศึกษาพบว่า อัตราการบริโภคน้ำมันดีเซลในรถแทคเตอร์เฉลี่ยมีค่าประมาณ 16 ลิตร/ไร่ และสามารถนำไปใช้ประกอบการประเมินการใช้น้ำมันดีเซลหมุนเร็วเพื่อการทำป่าไม้ ดังสมการ 3

สมการที่ 3-ค่าการใช้น้ำมันดีเซลหมุนเร็วเพื่อการทำป่าไม้ยาง

การใช้น้ำมันดีเซลหมุนเร็ว เพื่อการเพาะปลูก (ย1)	=	**อัตราการบริโภคน้ำมันดีเซลต่อ พื้นที่โค่นไม้ยางพารา (อัตราส่วนที่ได้จากการสำรวจ)**	X	**ขนาดพื้นที่โค่น**

สมการที่ 3

ตัวอย่าง ข้อมูลพื้นที่โค่นไม้ยางจังหวัดพังงา พ.ศ. 2554

(ที่มา :สำนักกองทุนสงเคราะห์การทำสวนยาง)

สรุปผลการโค่น ปีงบประมาณ 2554

ที่	สกย.จ.	ราย	ไร่	หมายเหตุ
1	จันทบุรี	357	4,821	
2	ระยอง	1,048	16,993	
3	ตราด	540	6,570	
4	ฉะเชิงเทรา			
	- ฉะเชิงเทรา	26	610	
	- ชลบุรี	58	2,725	
	- ปราจีนบุรี	-	-	
	- สระแก้ว	-	-	
	รวมจังหวัดฉะเชิงเทรา	84	3,335	
	รวมภาคตะวันออก	2,029	31,719	
5	ภูเก็ต	116	1,176	
6	ระนอง	191	2,120	
7	พังงา	1,050	14,604	
8	ตรัง	2,543	24,369	
9	นครศรีธรรมราช เขต 1	833	5,750	
10	นครศรีธรรมราช เขต 2	2,097	17,715	

อัตราการบริโภคน้ำมันดีเซลต่อพื้นที่โค่นไม้ยางพารา = 16 ลิตร/ไร่

ขนาดพื้นที่โค่น = 14,604 ไร่

การใช้น้ำมันดีเซลหมุนเร็วเพื่อการเพาะปลูก(ย1) = 16 X 14,604

การใช้น้ำมันดีเซลหมุนเร็วเพื่อการเพาะปลูก(ย1) = 233,664ลิตร

- แปลงหน่วย การใช้น้ำมันดีเซลเพื่อการเพาะปลูก จากหน่วย ลิตรเป็น หน่วยพันตันเทียบเท่าน้ำมันดิบ (ktoe)

ค่าความร้อนสุทธิของน้ำมันดีเซลหมุนเร็ว/ไบโอดีเซล = 36.42 MJ/ลิตร

และ 1 ktoe= 42,200 GJ*

$$= \frac{\text{ปริมาณการใช้พลังงาน(หน่วยกายภาพ) X ค่าความร้อนเชื้อเพลิง}}{\text{ค่าการแปลงหน่วย*}}$$

$$\text{การใช้น้ำมันดีเซลหมุนเร็วเพื่อการเพาะปลูก(ย1)} = \frac{= 233{,}664\text{ลิตร X } 36.42 \text{ MJ/ลิตร}}{42{,}200 \text{ GJ x1,000}}$$

การใช้น้ำมันดีเซลหมุนเร็วเพื่อการเพาะปลูก(ย1) = **0.201 ktoe**

<u>การทำประมงทะเล</u>

ข้อมูลการจำหน่ายน้ำมันเพื่อการประมงทะเลนั้น ส่วนที่มีการจัดเก็บอย่างเป็นทางการจากแหล่งข้อมูลหลัก คือ กรมธุรกิจพลังงาน จะครอบคลุมเฉพาะปริมาณการจำหน่ายผ่านปั๊มชายฝั่ง (ม1) เท่านั้น สำหรับข้อมูลในส่วน (ม2) และ (ม3) จะไม่ปรากฏอยู่ในรายงานของกรมธุรกิจพลังงาน ซึ่งทำให้การใช้สมการ 2- 4 เพื่อประเมินการใช้น้ำมันดีเซลหมุนเร็วและไบโอดีเซลในสาขาขนส่ง (ธ2) นั้น จะมีการหักลบเฉพาะส่วนของ (ม1) เท่านั้น โดยไม่มี (ม 2) หรือ (ม3)

สมการที่ 4-ค่าการใช้น้ำมันดีเซลหมุนเร็วเพื่อการประมง

การใช้น้ำมันดีเซลหมุนเร็วเพื่อการประมงทะเล (ม1 + ม2 + ม3) = จำนวนเรือที่จดทะเบียน x อัตราการบริโภคน้ำมันดีเซลของเรือประมงแต่ละชนิดต่อเที่ยวต่อลำ (อัตราส่วนที่ได้จากการสำรวจ) x จำนวนเที่ยวการออกทะเลต่อปี

สมการ 4

เนื่องจากเครื่องมือการทำประมงที่จดทะเบียนกับกรมประมงมีมากกว่า 50 ชนิด สรุปรายงานเหลือเพียง 20 ชนิด แต่ข้อมูลการสำรวจอัตราการบริโภคน้ำมันของ กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน(พพ.) มีเพียง 3 ชนิดได้แก่ อวนรุน อวนล้อมจับ และอวนลาก เท่านั้น ดังนั้นขั้นตอนการประเมินนี้จำเป็นต้องทำการจัดกลุ่มของเครื่องมือประมงจากข้อมูลที่จัดเก็บโดยกรมประมงดังกล่าว ให้มีจำนวนกลุ่มที่เท่ากับกลุ่มของกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน(พพ.) เพื่อให้สามารถนำข้อมูลจากทั้งสองแหล่งมาเชื่อมความสัมพันธ์กันได้ และช่วยให้การคำนวณปริมาณการใช้น้ำมันดีเซลทำได้ง่ายขึ้น ในขั้นตอนการประเมินนี้มีการจัดกลุ่มข้อมูลจากกรมประมงใหม่

การประเมินปริมาณการใช้น้ำมันดีเซลหมุนเร็วและไบโอดีเซลในการทำประมงนั้น ข้อมูลอัตราการบริโภคน้ำมันเฉลี่ยของเรือประมงและจำนวนเที่ยวทำการประมงต่อปี สามารถค้นคว้าในรายงาน “โครงการศึกษาสถานภาพการใช้พลังงานและแนวทางการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงานในสาขาการเกษตร” เล่มที่ 7 เรื่องการทำประมง ของกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน พ.ศ. 2547 ซึ่งได้สรุปผลออกเป็นภาค สพภ. ดังนี้ อวนรุน ประกอบด้วย ข้อมูลจากกรมประมงประเภทอวนรุน (ซึ่งปัจจุบันทางกรมประมงไม่อนุญาตให้มีการใช้เครื่องประมงชนิดนี้แล้ว) อวนล้อมจับ ประกอบด้วย ข้อมูลจากกรมประมงประเภทอวนล้อมจับปลากะตัก อวนครอบหมึก อวนครอบปลากะตัก อวนครอบอื่นๆ อวนช้อนปลากะตัก และอวนช้อนอื่นๆ อวนลาก ประกอบด้วย ข้อมูลจากกรมประมงประเภทอวนลากแผ่นตะเฆ่ อวนลากคู่ และอวนลากคานถ่าง

ตารางที่ 11แสดงอัตราการบริโภคน้ำมันดีเซลของเรือประมงขนาดต่างๆ

กลุ่มที่	ประเภทอวน		ความยาว < 14 ม.	ความยาว 14-19 ม.	ความยาว > 19 ม.
1	อวนรุน	จำนวนเที่ยวต่อปี	N/A	18	N/A
		ลิตรต่อเที่ยว	N/A	10,000	N/A
	อวนล้อมจับ	จำนวนเที่ยวต่อปี	N/A	N/A	N/A
		ลิตรต่อเที่ยว	N/A	N/A	N/A
	อวนลาก	จำนวนเที่ยวต่อปี	N/A	43	24
		ลิตรต่อเที่ยว	N/A	7,583	13,684
3	อวนรุน	จำนวนเที่ยวต่อปี	240	N/A	20
		ลิตรต่อเที่ยว	150	N/A	14000
	อวนล้อมจับ	จำนวนเที่ยวต่อปี	120	73	27.5
		ลิตรต่อเที่ยว	1,400	3,219	8,455
	อวนลาก	จำนวนเที่ยวต่อปี	120	36.3	25
4	อวนรุน	จำนวนเที่ยวต่อปี	80	60	N/A
		ลิตรต่อเที่ยว	3,000	3,250	N/A
	อวนล้อมจับ	จำนวนเที่ยวต่อปี	N/A	N/A	30
		ลิตรต่อเที่ยว	N/A	N/A	20,000
	อวนลาก	จำนวนเที่ยวต่อปี	30	22	20
		ลิตรต่อเที่ยว	5,000	15,455	34,382
11	อวนรุน	จำนวนเที่ยวต่อปี	200	16	24
		ลิตรต่อเที่ยว	100	10,000	18,000
	อวนล้อมจับ	จำนวนเที่ยวต่อปี	100	N/A	50
		ลิตรต่อเที่ยว	1,500	N/A	6,000
	อวนลาก	จำนวนเที่ยวต่อปี	12	11.4	16
		ลิตรต่อเที่ยว	7,000	11,675	18,750
12	อวนรุน	จำนวนเที่ยวต่อปี	N/A	27	N/A
		ลิตรต่อเที่ยว	N/A	4,000	N/A
	อวนล้อมจับ	จำนวนเที่ยวต่อปี	N/A	32	15
		ลิตรต่อเที่ยว	N/A	4,053	16,000
	อวนลาก	จำนวนเที่ยวต่อปี	128	30	20
		ลิตรต่อเที่ยว	1,284	5,667	13,750

หมายเหตุ : NA หมายถึงไม่มีข้อมูล
กลุ่มที่ 2,5,6,7,8,9 และ 10 ไม่มีการทำการประมงทะเล

การใช้น้ำมันดีเซลหมุนเร็วในสาขาเหมืองแร่

การใช้น้ำมันดีเซลหมุนเร็วในงานเหมืองจะมีความแตกต่างออกไป ขึ้นอยู่กับชนิดของแร่ ดังนี้

ตารางที่ 12แสดงอัตราการใช้น้ำมันดีเซลหมุนเร็วในการทำเหมือง

ชื่อแร่	ปริมาณการใช้น้ำมันดีเซล (ลิตรต่อตันของผลผลิตแร่)
ถ่านหินลิกไนต์ (สำหรับโรงไฟฟ้า)	4
ถ่านหินลิกไนต์ (สำหรับโรงกิจการอื่น)	10
หินปูน	1
หินภูเขาไฟ	1.1
หินแกรนิต	1.2
แร่ยิปซัม	1
หินเชลล์	1

สมการที่ 5 -ค่าการใช้น้ำมันดีเซลหมุนเร็วในการทำเหมืองตามชนิดหินแร่

การใช้น้ำมันดีเซลหมุนเร็วในการทำเหมืองถ่านหินลิกไนต์เพื่อกิจการไฟฟ้า (s1)*	=	อัตราการบริโภคน้ำมันต่อผลผลิตถ่านหินลิกไนต์ (ลิตร/ตัน) (อัตราส่วนที่ได้จากการสำรวจ)	X	จำนวนผลผลิตถ่านหินลิกไนต์ (ตัน/ปี)

การใช้น้ำมันดีเซลหมุนเร็วในการทำเหมืองถ่านหินลิกไนต์เพื่อกิจการอื่นๆ (s2)*	=	อัตราการบริโภคน้ำมันต่อผลผลิตถ่านหินลิกไนต์ (ลิตร/ตัน) (อัตราส่วนที่ได้จากการสำรวจ)	X	จำนวนผลผลิตถ่านหิน (ตัน/ปี)

การใช้น้ำมันดีเซลหมุนเร็วในการทำเหมืองแร่ประเภทอื่นๆ (s3)	=	อัตราการบริโภคน้ำมันต่อต้นผลผลิตแร่(ลิตร/ตัน) (อัตราส่วนที่ได้จากการสำรวจ)	X	จำนวนผลผลิตแร่ (ตัน/ปี)

*ไม่จัดเป็นการใช้พลังงานขั้นสุดท้าย

สมการ 5

ตัวอย่าง จังหวัดลำปาง พ.ศ. 2555

- ข้อมูลปริมาณการใช้ถ่านหินลิกไนต์เพื่อกิจการไฟฟ้า(s1) และเพื่อกิจการอื่นๆ(s2)

ข้อมูลปริมาณการใช้แร่ลิกไนต์

หน่วย : เมตริกตัน

จังหวัด	ปี 2006		ปี 2007		ปี 2008		ปี 2009		ปี 2010		ปี 2011	
	สำหรับโรงไฟฟ้า	สำหรับอุตสาหกรรมอื่น	สำหรับโรงไฟฟ้า	สำหรับอุตสาหกรรมอื่น	สำหรับโรงไฟฟ้า	สำหรับอุตสาหกรรมอื่น	สำหรับโรงไฟฟ้า	สำหรับอุตสาหกรรมอื่น	สำหรับโรงไฟฟ้า	สำหรับอุตสาหกรรมอื่น	สำหรับโรงไฟฟ้า	สำหรับอุตสาหกรรมอื่น
กระบี่		57,744.6		28,432.4		23,248.4					ร1	ร2
พะเยา		534,996.7		359,235.6		297,730.5		188,589.5				
ลำปาง	15,815,334.0	2,327,046.1	16,057,766.0	1,448,263.9	16,407,465.0	1,694,498.8	15,800,000.0	1,677,625.0	16,100,000.0	1,812,124.0	17,400,000.0	2,436,319.4
ลำพูน		21,424.0				108,606.8		176,313.0		148,776.0		323,274.0
เชียงใหม่		95,575.0		76,731.0								
ตาก										56,784.9		97,396.0
เพชรบุรี												
หนองบัวลำภู												
รวม	15,815,334.0	3,036,786.4	16,057,766.0	1,912,662.9	16,407,465.0	2,124,084.5	15,800,000.0	2,042,527.5	16,100,000.0	2,017,684.9	17,400,000.0	2,856,989.4
รวมทั้งหมด	18,852,120.4		17,970,428.9		18,531,549.5		17,842,527.5		18,117,684.9		20,256,989.4	

- ข้อมูลปริมาณการผลิตแร่หินปูนเพื่อกิจการอื่นๆ(ร3)

ข้อมูลปริมาณการใช้แร่หินปูน(หินอุตสาหกรรมก่อสร้าง)

หน่วย : เมตริกตัน

จังหวัด	ปี 2005	ปี 2006	ปี 2007	ปี 2008	ปี 2009	ปี 2010	ปี 2011
ลพบุรี	359,858.0	633,439.0	747,812.0	788,909.0	845,460.0	581,149.0	507,079.6
ลำปาง	496,207.8	795,285.3	821,350.5	723,081.7	776,364.9	757,799.2	782,693.0
ลำพูน	1,284,750.4	1,253,399.6	1,622,869.6	1,158,058.6	962,576.8	989,120.3	819,341.2
เลย	1,823,109.6	2,106,111.3	1,767,145.0	1,362,037.0	1,566,073.1	2,083,225.2	2,483,392.2
สงขลา	1,041,944.6	1,139,940.0	1,207,250.0	880,890.8	1,015,517.3	474,536.5	695,854.0
สตูล	494,220.0	638,872.0	655,046.0	558,093.7	235,884.0	532,503.2	768,065.8
สระแก้ว	375,433.6	390,041.4	263,263.4	245,528.0	214,169.6	236,094.4	238,339.4
ภูเก็ต			12,164.0				
สระบุรี	17,596,648.5	13,985,993.4	13,226,242.5	10,075,554.8	10,186,075.2	9,824,564.8	10,072,088.9
สุโขทัย	297,031.8	403,983.8	586,144.4	746,836.8	707,510.2	971,416.0	1,111,655.2
สุพรรณบุรี	8,675,608.3	8,570,151.0	9,092,610.0	8,749,145.0	8,417,950.0	10,861,804.8	11,648,175.8
สุราษฎร์ธานี	1,674,175.7	1,951,258.9	2,408,300.6	2,930,736.7	1,385,265.0	2,045,762.7	2,687,516.0
หนองบัวลำภู	1,908,912.4	1,746,592.0	1,266,848.0	1,069,841.4	1,285,852.0	1,197,508.0	1,058,345.0
อ่างทอง							
อุดรธานี	609,464.0	668,870.0	614,555.0	323,118.0	352,993.0	252,414.0	219,764.0
อุตรดิตถ์	688,853.0	517,002.0	622,489.0	515,535.0	458,958.0	502,642.0	93,916.0
อุทัยธานี	113,446.4	221,932.8	224,000.0	177,664.0	249,849.6	342,329.6	261,729.8
อุบลราชธานี						23,118.9	
รวม	81,818,293.6	80,042,760.6	83,524,932.3	68,801,246.3	62,552,085.8	69,205,205.5	71,141,814.0

คำนวณหา การใช้น้ำมันดีเซลหมุนเร็วในการทำเหมืองถ่านหินลิกไนต์เพื่อกิจการไฟฟ้า (ร1)*

ร1 อัตราการบริโภคน้ำมันต่อตันผลผลิตถ่านหินลิกไนต์ = 4 ลิตร/ตัน

จำนวนผลผลิตถ่านหินลิกไนต์ = 17,400,000 ตัน/ปี

ร1 4 X17,400,000 = 69,600,000 ลิตร

- แปลงหน่วยการใช้น้ำมันดีเซลหมุนเร็วจากหน่วยลิตรเป็นหน่วยพันตันเทียบเท่าน้ำมันดิบ

(ค่าความร้อนสุทธิของน้ำมันดีเซลหมุนเร็ว 36.42 MJ/ลิตรและ 1 ktoe= 42,200 GJ*)

$$= \frac{\text{ปริมาณการใช้พลังงาน(หน่วยกายภาพ) X ค่าความร้อนเชื้อเพลิง}}{\text{ค่าการแปลงหน่วย*}}$$

$$= \frac{69{,}600{,}000 \text{ ลิตร X } 36.42 \text{ MJ/ลิตร}}{1{,}000 \text{X} 42{,}200 \text{ GJ}}$$

การใช้น้ำมันดีเซลหมุนเร็วในการทำเหมืองถ่านหินลิกไนต์เพื่อกิจการไฟฟ้า (ร1)*= **60.07 ktoe**

คำนวณหา การใช้น้ำมันดีเซลหมุนเร็วในการทำเหมืองถ่านหินลิกไนต์เพื่อกิจการอื่นๆ (ร2)*

ร2 อัตราการบริโภคน้ำมันต่อตันผลผลิตถ่านหิน = 10 ลิตร/ตัน
จำนวนผลผลิตถ่านหิน = 2,436,319.4 ตัน/ปี

ร2 10 X2,436,319.4 = 24,363,194 ลิตร

- แปลงหน่วยการใช้น้ำมันดีเซลหมุนเร็วจากหน่วยลิตรเป็นหน่วยพันตันเทียบเท่าน้ำมันดิบ (ค่าความร้อนสุทธิของน้ำมันดีเซลหมุนเร็ว 36.42 MJ/ลิตรและ1 ktoe= 42,200 GJ*)

$$= \frac{\text{ปริมาณการใช้พลังงาน(หน่วยกายภาพ) X ค่าความร้อนเชื้อเพลิง}}{\text{ค่าการแปลงหน่วย*}}$$

$$= \frac{24{,}363{,}194 \text{ ลิตร X } 36.42 \text{ MJ/ลิตร}}{1{,}000 \text{X} 42{,}200 \text{ GJ}}$$

การใช้น้ำมันดีเซลหมุนเร็วในการทำเหมืองถ่านหินลิกไนต์เพื่อกิจการอื่นๆ (ร2)*= **21.03 ktoe**

คำนวณหา การใช้น้ำมันดีเซลหมุนเร็วในการทำเหมืองแร่ประเภทอื่นๆเพื่อกิจการอื่นๆ (ร3)

ร3 อัตราการบริโภคน้ำมันต่อตันผลผลิตแร่ ;หินปูน = 1 ลิตร/ตัน
จำนวนผลผลิตแร่ = 782,693 ตัน/ปี

ร3 1 X 782,693 =782,693 ลิตร

- แปลงหน่วยการใช้น้ำมันดีเซลหมุนเร็วจากหน่วยลิตรเป็นหน่วยพันตันเทียบเท่าน้ำมันดิบ (ค่าความร้อนสุทธิของน้ำมันดีเซลหมุนเร็ว 36.42 MJ/ลิตรและ1 ktoe= 42,200 GJ*)

$$= \frac{\text{ปริมาณการใช้พลังงาน(หน่วยกายภาพ) X ค่าความร้อนเชื้อเพลิง}}{\text{ค่าการแปลงหน่วย*}}$$

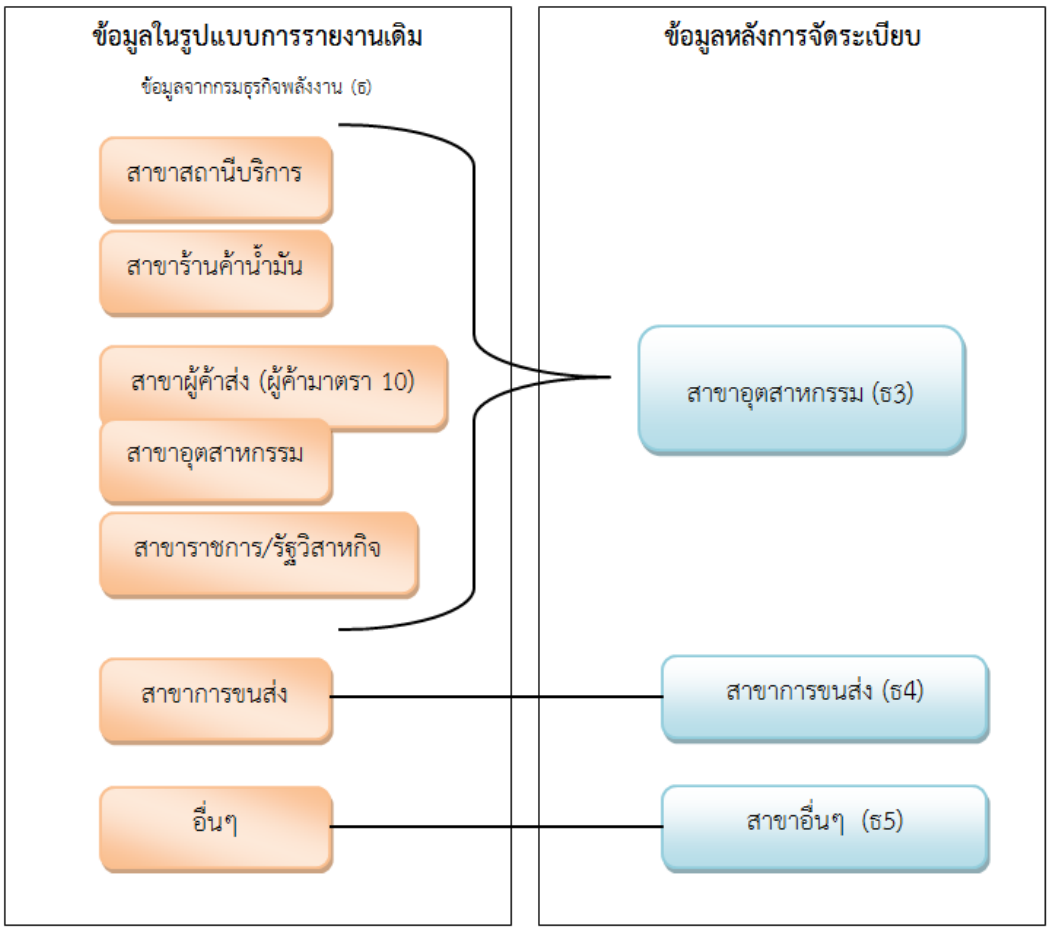
$$= \frac{\text{782,693 ลิตร X 36.42 MJ/ลิตร}}{\text{1,000X42,200 GJ}}$$

การใช้น้ำมันดีเซลหมุนเร็วในการทำเหมืองแร่ประเภทอื่นๆเพื่อกิจการอื่นๆ (ร3) **= 0.68 ktoe**

2.3 ดีเซลหมุนช้า

น้ำมันดีเซลหมุนช้า (LSD; Low Speed Diesel Oil) ในท้องตลาดเป็นที่รู้จักกันว่า “น้ำมันขี้โล้” ถ้าใช้กับเรือเดินสมุทรมักจะเรียกว่า “Marine Diesel Oil” สำหรับเครื่องยนต์ดีเซลรอบหมุนปานกลางหรือรอบหมุนช้า (Industrial Diesel Oil) เช่นเครื่องยนต์ดีเซลขับส่งกำลัง ติดตั้งอยู่กับที่ตามโรงงานต่างๆ ซึ่งมีรอบการทำงานต่ำประมาณ 500 – 1,000 รอบต่อนาที เครื่องยนต์ประเภทนี้ไม่ต้องการน้ำมันดีเซลที่มีค่าซีเทนสูงมากนัก และการระเหยช้ากว่าได้ น้ำมันดีเซลหมุนช้าเป็นน้ำมันผสมระหว่างน้ำมันดีเซลหมุนเร็ว (Distillate Fuel) และน้ำมันเตา (Fuel Oil, FO หรือ Heavy Fuel Oil, HFO) ในอัตราส่วนที่มีคุณสมบัติตรงตามข้อกำหนดของกระทรวงพาณิชย์

จากการศึกษารายงานการจำหน่ายน้ำมันดีเซลหมุนช้า ที่จัดเก็บโดยกรมธุรกิจพลังงาน ซึ่งเป็นข้อมูลที่ได้มาจากส่วนกลาง สามารถจัดระเบียบได้ ดังนี้



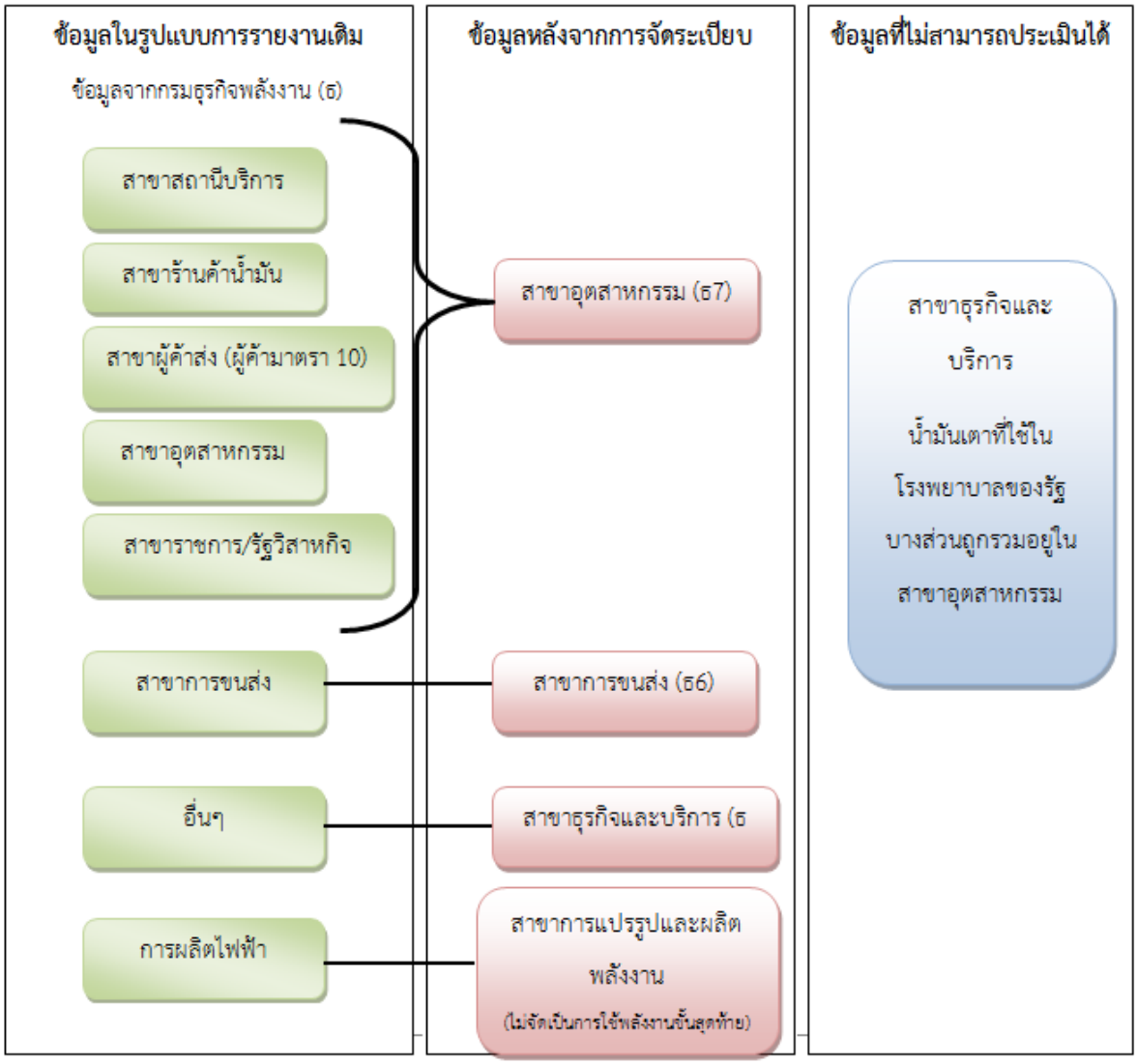
รูปที่ 14แสดงการจัดระเบียบข้อมูลน้ำมันดีเซลหมุนช้า

(ที่มา : ศูนย์ส่งเสริมพลังงานชีวมวล)

2.4 น้ำมันเตา

น้ำมันเตา (Fuel Oils) คือผลิตภัณฑ์ที่เหลือจากการกลั่นปิโตรเลียม โดยนำมาเป็นเชื้อเพลิงสำหรับเรือและอุตสาหกรรม น้ำมันชนิดนี้ถูกออกแบบมาเพื่อใช้สำหรับการให้ความร้อน และใช้สำหรับเครื่องกำเนิดไฟฟ้าชนิดดีเซลรอบต่ำ นอกจากนี้ยังสามารถใช้กับเครื่องยนต์ดีเซลรอบปานกลาง น้ำมันเตาช่วยลดก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์จากการเผาไหม้ที่ออกสู่บรรยากาศของโรงงานอุตสาหกรรม

จากการศึกษารายงานการจำหน่วยน้ำมันเตา ที่จัดเก็บโดยกรมธุรกิจพลังงาน ซึ่งเป็นข้อมูลที่ได้จากส่วนกลาง สามารถจัดระเบียบได้ดังนี้



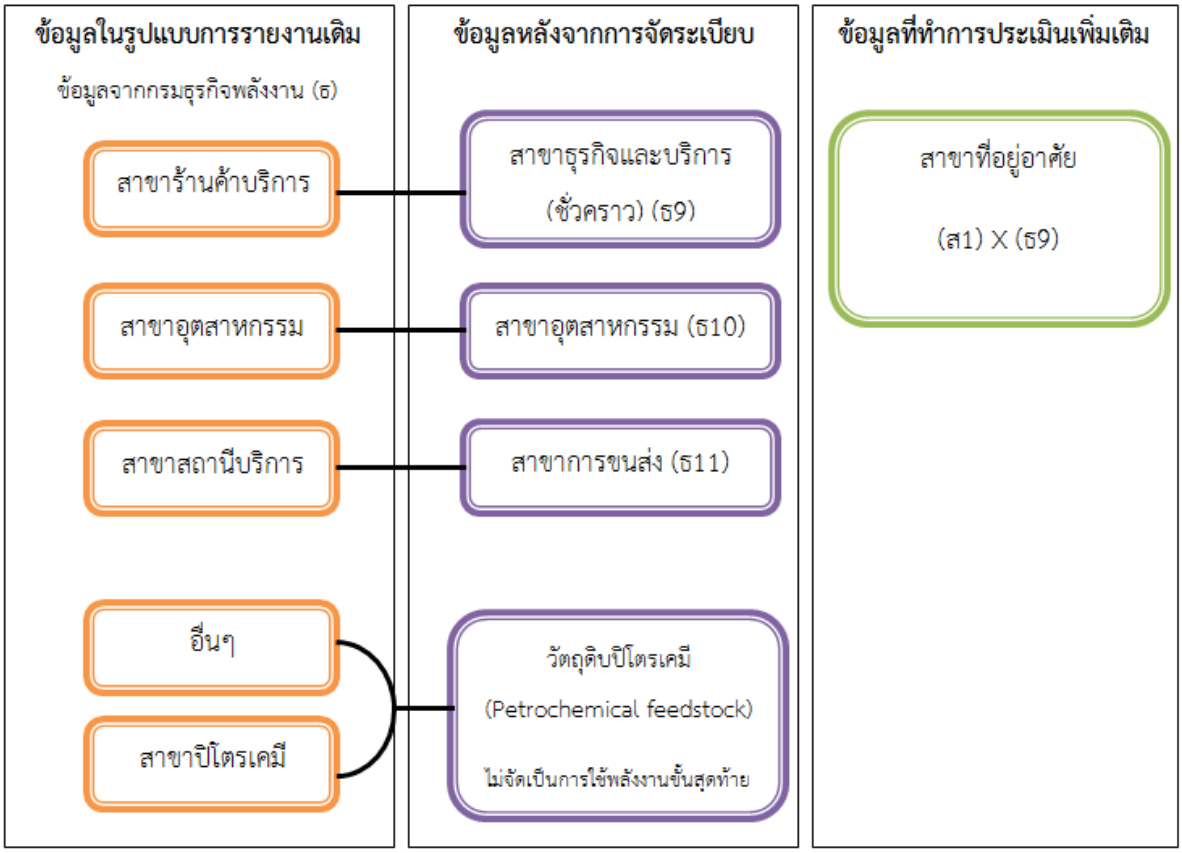
รูปที่ 15แสดงการจัดระเบียบข้อมูลน้ำมันเตา

ที่มา : ศูนย์ส่งเสริมพลังงานชีวมวล

2.5 ก๊าซหุงต้ม

ก๊าซหุงต้ม หรือก๊าซแอลพีจี (Liquefied Petroleum Gas : LPG) คือพลังงานธรรมชาติประเภทหนึ่ง ที่ไม่มีสี ไม่มีกลิ่น เมื่อนำมาบรรจุในถังก๊าซที่มีความดันสูงจะมีสภาพเป็นของเหลวที่เบากว่าน้ำ มีน้ำหนักมากกว่าอากาศจึงลอยอยู่ในระดับต่ำ เพื่อความปลอดภัยได้มีการเติมกลิ่นลงไป เพื่อจะได้รู้หากก๊าซมีการแพร่กระจายสู่ภายนอก เนื่องจากก๊าซมีความหนืดน้อยจึงรั่วซึมได้ง่าย ปัจจุบันการใช้ก๊าซเป็นเชื้อเพลิงได้รับความนิยมอย่างแพร่หลายตามครัวเรือน โรงแรม ภัตตาคาร ร้านอาหาร แม้กระทั่งใช้เป็นเชื้อเพลิงสำหรับ รถยนต์ เนื่องจากให้ระดับพลังงานที่สม่ำเสมอ หาซื้อได้ง่าย ราคาถูกกว่าน้ำมัน รวมทั้งสะดวกสบายประหยัดเวลาและค่าใช้จ่าย

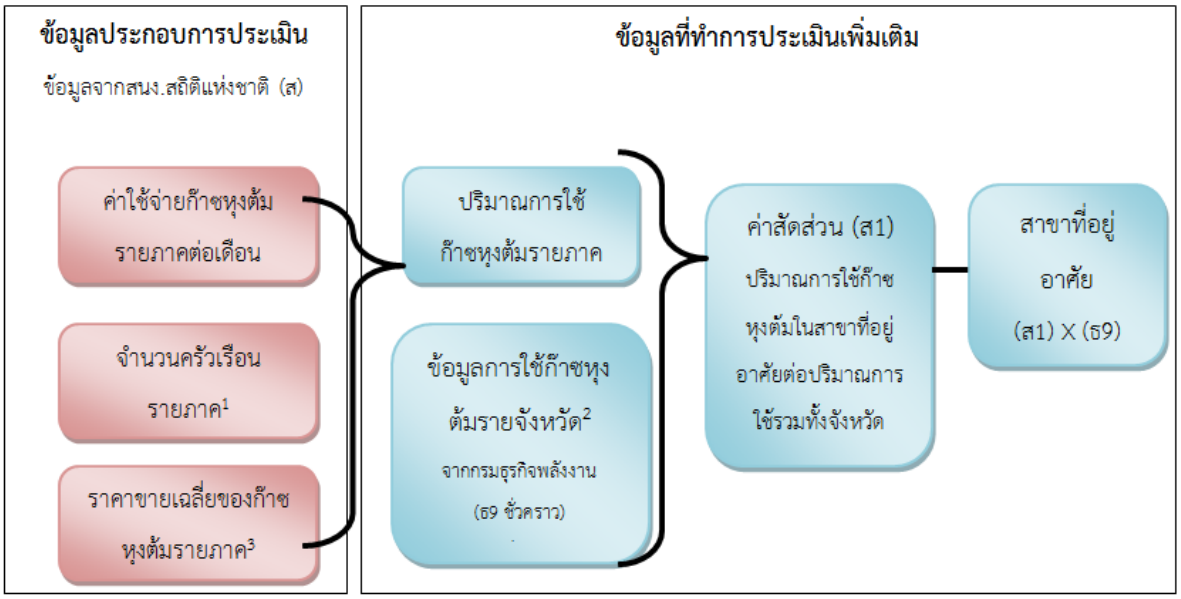
จากการศึกษารายงานการจำหน่วยก๊าซหุงต้ม ที่จัดเก็บโดยกรมธุรกิจพลังงาน ซึ่งเป็นข้อมูลที่ได้จากส่วนกลาง สามารถจัดระเบียบได้ดังนี้



รูปที่ 16แสดงการจัดระเบียบข้อมูลก๊าซหุงต้ม

ที่มา : ศูนย์ส่งเสริมพลังงานชีวมวล

จากรูปแสดงการจัดระเบียบข้อมูลก๊าซหุงต้มข้างต้น จะเห็นว่าผู้บริโภคก๊าซหุงต้มสามารถแบ่งออกได้ 4 สาขาเศรษฐกิจดังนี้ สาขาที่อยู่อาศัย สาขาธุรกิจการค้าและการบริการ สาขาอุตสาหกรรม และสาขาขนส่ง ทั้งนี้สำหรับการใช้ในสาขาที่อยู่อาศัยจะมีการประเมินเพิ่มเติม โดยข้อมูลปริมาณการจำหน่ายก๊าซหุงต้มผ่านร้านค้าปลีกย่อยของกรมธุรกิจพลังงานทั้งหมดจะถูกรวมเป็น (ธ9 ชั่วคราว) ทั้งหมด ซึ่งรวมการใช้ก๊าซหุงต้มในสาขาเศรษฐกิจ 2 สาขา คือ สาขาที่อยู่อาศัยและสาขาธุรกิจและบริการ ก่อนจะนำผลการประเมินการใช้ในสาขาที่อยู่อาศัยมาหักลบจากยอดรวม ดังนี้



[1,2] ข้อมูลจากสำนักงานสถิติแห่งชาติ

[3] ราคาขายเฉลี่ยก๊าซหุงต้ม ควรเป็นค่าที่ได้จากการสำรวจในพื้นที่จริง

รูปที่ 17แสดงการประเมินการใช้ก๊าซหุงต้มในสาขาที่อยู่อาศัย

จากรูปแสดงขั้นตอนการประเมินการใช้ก๊าซหุงต้มในสาขาที่อยู่อาศัยข้างต้น รวมทั้งข้อมูลที่จำเป็นต้องใช้ระหว่างการประเมิน เพื่อนำมาหักลบกับปริมาณการจำหน่ายก๊าซหุงต้มรวมในจังหวัด ส่วนที่เหลือจากการหักลบจึงจะเป็นปริมาณการใช้ก๊าซหุงต้มในสาขาธุรกิจและบริการ

<u>การใช้ก๊าซหุงต้มสาขาที่อยู่อาศัย</u>

ในการประเมินการใช้ก๊าซหุงต้มในสาขาที่อยู่อาศัย จะอาศัยข้อมูล “การสำรวจค่าใช้จ่ายก๊าซหุงต้มในครัวเรือน” ของสถิติแห่งชาติเป็นฐานในการคำนวณเป็นหลัก โดยใช้สมการ 6 – 8 ดังนี้

สมการที่ 6-ค่าปริมาณการใช้ก๊าซหุงต้มในสาขาที่อยู่อาศัยรายภาค

$$\text{ปริมาณการใช้ก๊าซหุงต้มในสาขาที่อยู่อาศัยรายภาค (กิโลกรัมต่อปี)} = \frac{\text{ค่าใช้จ่ายก๊าซหุงต้มรายภาคต่อครัวเรือนต่อเดือน}^{1} \text{ (บาทต่อเดือน)} \times \text{จำนวนครัวเรือนรายภาค}^{2} \text{ (ครัวเรือน)} \times 12}{\text{ราคาขายเฉลี่ยของก๊าซหุงต้มรายภาค}^{3}}$$

[1,2] ข้อมูลจากสำนักงานสถิติแห่งชาติ สมการ 6

[3] ราคาขายเฉลี่ยก๊าซหุงต้ม ควรเป็นค่าที่ได้จากการสำรวจในพื้นที่จริง

<u>ตัวอย่าง</u> จังหวัดเชียงใหม่ (ภาคเหนือ) พ.ศ. 2555

- ข้อมูลค่าใช้จ่ายก๊าซหุงต้มรายภาคต่อครัวเรือนต่อเดือน

(ที่มา : สำนักสถิติพยากรณ์ สำนักงานสถิติแห่งชาติ)

ค่าใช้จ่ายด้านพลังงานเฉลี่ยต่อเดือนของครัวเรือน จำแนกตามประเภทของพลังงาน ภาคเหนือ พ.ศ. 2543 - 2555
AVERAGE MONTHLY ENERGY CONSUMPTION PER HOUSEHOLD BY TYPE OF ENERGY, NORTHERN REGION: 2000 - 2012

ประเภทของพลังงาน	2543 (2000)	2545 (2002)	2547 (2004)	2549 (2006)	2551 (2008)	2552 (2009)	2553 (2010)	2554 (2011)	2555 (2012)	Type of energy
ค่าใช้จ่ายด้านพลังงาน	605.2	655.6	807.5	1,072.0	1,341.0	1,217.0	1,466.0	1,422.0	1,637.0	Energy consumption
น้ำมันเบนซิน	246.1	267.1	329.9	436.0	463.0	384.0	451.0	447.0	519.0	Benzene
น้ำมันดีเซล	108.2	115.1	156.9	247.0	360.0	275.0	363.0	352.0	454.0	Diesel
ไฟฟ้า	166.2	191.8	224.3	258.0	304.0	309.0	360.0	328.0	371.0	Electricity
แก๊สโซฮอล์	-	-	-	14.0	87.0	120.0	152.0	167.0	149.0	Gasohol
ก๊าซ NGV , LPG	0.7	0.5	0.5	--	12.0	10.0	15.0	13.0	19.0	Gas NGP , LPG
แก๊สใช้ในครัวเรือน (หุงต้มและอื่นๆ)	43.9	49.5	52.7	60.0	58.0	57.0	58.0	61.0	67.0	For household use (Cooking and other)
ถ่านไม้และฟืน	40.1	31.8	43.2	57.0	57.0	56.0	52.0	48.0	57.0	Charcoal and wood
ไบโอดีเซลและพลังงานทดแทนประเภทอื่นๆ	-	-	-	-	-	6.0	15.0	6.0	--	Bio diesel and Althernative Energy

- ไม่มีข้อมูลหรือข้อมูลมีค่าเป็น 0 หรือไม่ได้ทำการสำรวจ
Nil or zero or non survey
-- ข้อมูลมีจำนวนเล็กน้อย
Negligible amount
ที่มา: การสำรวจการใช้พลังงานของครัวเรือน สำนักงานสถิติแห่งชาติ กระทรวงเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร
Source: The Household Energy Consumption Survey, National Statistical Office, Ministry of Information and Communication Tecnology
รวบรวมโดย: สำนักสถิติพยากรณ์ สำนักงานสถิติแห่งชาติ
Compiled by: Statistical Forecasting Bureau, National Statistical Office

- ข้อมูลจำนวนครัวเรือนของรายภาค (ภาคเหนือ) ปี 2555

(ที่มา :การสำรวจภาวะเศรษฐกิจและสังคมของครัวเรือน สำนักงานสถิติแห่งชาติ)

จำนวนครัวเรือน จำแนกตามภาคและจังหวัด พ.ศ. 2543 - 2555
NUMBER OF HOUSEHOLD BY REGION AND PROVINCE: 2000 - 2012

หน่วยเป็นพัน In thousand

ภาค และจังหวัด	2543 (2000)	2545 (2002)	2547 (2004)	2549 (2006)	2550 (2007)	2551 (2008)	2552 (2009)	2553 (2010)	2554 (2011)	2555 (2012)	Region and province
ทั่วราชอาณาจักร	17,185.7	17,882.7	18,905.4	18,051.4	18,178.2	18,993.5	19,579.2	19,740.9	19,985.9	20,068.0	Whole Kingdom
ภาคเหนือ	3,283.7	3,476.4	3,702.9	3,532.2	3,525.9	3,742.9	3,864.4	3,891.5	3,931.5	3,941.6	Northern Region
เชียงใหม่	472.7	500.2	491.9	499.9	501.0	524.8	536.3	544.1	552.4	553.7	Chiang Mai
ลำพูน	133.5	138.8	146.8	114.5	113.6	137.4	142.7	143.1	143.2	143.2	Lamphun
ลำปาง	227.1	238.1	252.8	235.0	234.1	261.5	274.8	275.7	271.7	271.8	Lampang
อุตรดิตถ์	142.2	145.6	149.8	135.1	134.0	148.3	154.3	155.0	154.0	154.2	Uttaradit
แพร่	150.7	162.7	165.5	142.0	140.4	161.0	169.0	170.0	172.1	172.2	Phrae
น่าน	128.5	131.4	150.6	147.2	147.0	134.8	160.9	161.6	152.0	152.6	Nan
พะเยา	152.6	156.5	169.4	159.3	157.9	173.5	183.1	184.7	186.1	186.5	Phayao
เชียงราย	309.3	341.3	384.2	386.4	387.4	384.5	379.6	384.1	408.3	409.7	Chiang Rai
แม่ฮ่องสอน	47.5	51.1	62.6	70.3	71.4	64.6	70.6	71.5	72.4	73.0	Mae Hong Son
นครสวรรค์	331.7	342.0	374.0	299.4	297.2	355.6	366.8	367.9	366.3	367.1	Nakhon Sawan
อุทัยธานี	88.7	90.7	93.6	90.8	90.6	99.7	100.6	101.0	100.8	101.1	Uthai Thani
กำแพงเพชร	192.0	197.9	203.3	240.3	240.9	214.0	215.8	217.6	220.5	221.3	Kamphaeng Phet
ตาก	97.8	104.9	132.3	139.8	141.9	153.4	155.2	156.5	164.7	165.7	Tak
สุโขทัย	167.9	183.2	192.8	181.5	180.3	193.0	200.4	201.3	203.5	204.0	Sukhothai
พิษณุโลก	224.0	255.5	264.8	242.0	241.2	262.2	268.2	269.3	266.3	267.1	Phitsanulok
พิจิตร	169.1	175.7	182.9	155.4	153.7	178.7	185.9	186.7	187.0	187.3	Phichit
ภาคใต้	2,140.5	2,225.9	2,346.2	2,351.1	2,379.2	2,466.3	2,598.8	2,637.3	2,704.3	2,722.6	Southern Region
ตรัง	156.1	159.9	165.8	170.5	172.4	186.8	194.2	196.5	201.2	203.4	Trang
พัทลุง	147.3	148.0	159.6	148.9	149.7	164.1	169.7	173.2	179.4	169.8	Phattalung
ปัตตานี	137.6	146.7	154.1	127.3	128.1	152.1	159.9	162.3	168.9	171.1	Pattani
ยะลา	96.4	101.7	98.2	113.4	115.4	112.9	124.3	128.0	126.3	127.9	Yala
นราธิวาส	141.5	154.1	156.8	188.4	191.3	170.3	181.5	184.5	189.5	192.2	Narathiwat

ค่าใช้จ่ายก๊าซหุงต้มรายภาคต่อครัวเรือนต่อเดือน = 67.0 บาทต่อเดือน
จำนวนครัวเรือนรายภาค = 3,941.6
พันครัวเรือน ราคาขายเฉลี่ยของก๊าซหุงต้มรายภาค =17.35 บาท/กก
ปริมาณการใช้ก๊าซหุงต้มในสาขาที่อยู่อาศัยรายภาค

$$= \frac{67.0 \text{ บาทต่อเดือน} \times 3{,}941.6 \times 1{,}000 \text{ ครัวเรือน} \times 12}{17.35 \text{ บาท/กก.}}$$

ปริมาณการใช้ก๊าซหุงต้มในสาขาที่อยู่อาศัยรายภาค = **182,653.97** พันกก./ปี

สมการที่ 7-ค่าสัดส่วนปริมาณการใช้ก๊าซหุงต้มในสาขาที่อยู่อาศัย

$$\text{สัดส่วนปริมาณการใช้ก๊าซหุงต้มในสาขาที่อยู่อาศัย} = \frac{\text{ปริมาณการใช้ก๊าซหุงต้มในสาขาที่อยู่อาศัยรายภาค}}{\text{ข้อมูลการใช้ก๊าซหุงต้มรายจังหวัดจากกรมธุรกิจพลังงาน (ธ9 ชั่วคราว) จัดรวมเป็นรายภาค}^{2}}$$

[1] ค่าจากสมการ 6 สมการ 7

[2] ข้อมูลจากกรมธุรกิจพลังงานจะมีการรายงานเป็นรายงานจังหวัดให้ทำการจัดรวมข้อมูลการใช้ก๊าซหุงต้มของจังหวัดต่างๆ ในภาค (ตามตารางที่6) ให้เป็นข้อมูลการใช้ก๊าซหุงต้มรวมของภาคนั้นๆ

ตัวอย่าง จังหวัดเชียงใหม่ พ.ศ. 2555
ปริมาณการใช้ก๊าซหุงต้มในสาขาที่อยู่อาศัยรายภาค (จากสมการ 6) = 182,653,971.2 กก./ปี
หาข้อมูลการใช้ก๊าซหุงต้มรายจังหวัดจากกรมธุรกิจพลังงาน(ธ9ชั่วคราว) รายภาค จาก
*(รวมข้อมูลทุกจังหวัดในกลุ่มเดียวกันดังตารางที่6)

- ข้อมูลแสดงรายชื่อจังหวัดในกลุ่มที่ 10

กลุ่มที่	รายชื่อจังหวัด
9	พิษณุโลก พิจิตร เพชรบูรณ์ แพร่ น่าน อุตรดิตถ์
10	**เชียงใหม่** เชียงราย พะเยา แม่ฮ่องสอน ลำพูน ลำปาง
11	ชุมพร ระนอง สุราษฎร์ธานี พังงา ภูเก็ต กระบี่ นครศรีธรรมราช
12	ตรัง พัทลุง สตูล สงขลา ปัตตานี ยะลา นราธิวาส

- ข้อมูลแสดงการใช้ก๊าซหุงต้มรายจังหวัดจากกรมธุรกิจพลังงาน

ตารางแสดงปริมาณ ก๊าซแอลพีจี ที่ผู้ค้าน้ำมันจำหน่ายให้ลูกค้าและผู้ใช้ในจังหวัดต่าง ๆ
สาขา ร้านค้าน้ำมัน/ร้านค้าก๊าซหุงต้ม/โรงบรรจุก๊าซหุงต้ม
ตั้งแต่เดือน มกราคม ถึง เดือน ธันวาคม 2555

ปริมาณ /พันกิโลกรัม

ลำดับที่	จังหวัด	รวมทั้งสิ้น
	ภาคเหนือ	**501,193**
	ภาคเหนือบน	**310,497**
39	เชียงใหม่	124,197
40	ลำพูน	34,325
41	ลำปาง	48,847
42	อุตรดิตถ์	17,916
43	แพร่	9,254
44	น่าน	7,783
45	พะเยา	11,118
46	เชียงราย	56,762
47	แม่ฮ่องสอน	293

ข้อมูลการใช้ก๊าซหุงต้มรายจังหวัดจากกรมธุรกิจพลังงาน(ธ9ชั่วคราว) รายภาค = 280,542 พันกิโลกรัม

สัดส่วนปริมาณการใช้ก๊าซหุงต้มในสาขาที่อยู่อาศัยต่อปริมาณการใช้รวม(ส1)

$$= \frac{182,653,971.2 \text{ กก./ปี}}{280,542 \text{ X } 1,000 \text{ กิโลกรัม}}$$

สัดส่วนปริมาณการใช้ก๊าซหุงต้มในสาขาที่อยู่อาศัยต่อปริมาณการใช้รวม(ส1) = 0.65

สมการที่ 8-ค่าปริมาณการใช้ก๊าซหุงต้มในสาขาที่อยู่อาศัยรายจังหวัด

ปริมาณการใช้ก๊าซหุงต้ม ในสาขาที่อยู่อาศัย	=	**สัดส่วนปริมาณการใช้ก๊าซหุงต้มใน สาขาที่อยู่อาศัยต่อปริมาณการใช้รวม[1] (ส1)**	X	**ข้อมูลการใช้ก๊าซหุงต้ม รายจังหวัดจากกรมธุรกิจพลังงาน[2] (ธ9 ชั่วคราว)**

[1] ค่าจากสมการ 6 สมการ 8

[2] ใช้ข้อมูลจากกรมธุรกิจพลังงานที่ทำการรายงานเป็นรายจังหวัด

<u>ตัวอย่าง</u> จังหวัดเชียงใหม่ พ.ศ. 2555

สัดส่วนปริมาณการใช้ก๊าซสาขาที่อยู่อาศัยต่อปริมาณการใช้รวม(ส1) (จากสมการ7) = 0.65
ข้อมูลการใช้ก๊าซหุงต้มรายจังหวัดจากกรมธุรกิจพลังงาน(ธ9ชั่วคราว) = 124,197 พันกิโลกรัม
ปริมาณการใช้ก๊าซหุงต้มในสาขาที่อยู่อาศัย(กายภาพ) = 0.65 x 124,197X1,000 กก./ปี

=80,861,600.97 กก./ปี

- แปลงหน่วยการใช้ก๊าซหุงต้มจากหน่วยลิตรเป็นหน่วยพันตันเทียบเท่าน้ำมันดิบ (ค่าความร้อนสุทธิของก๊าซหุงต้ม 50.23 MJ/กก. และ1 ktoe= 42,200 GJ*)

$$= \frac{80,861,600.97 \text{ กก./ปีX } 50.23 \text{ MJ/กก.}}{1,000\text{X}42,200 \text{ GJ}}$$

ปริมาณการใช้ก๊าซหุงต้มในสาขาที่อยู่อาศัย = **96.25 ktoe**

<u>การใช้ก๊าซหุงต้มสาขาธุรกิจการค้าและบริการ</u>

เมื่อสามารถประเมินการใช้ก๊าซหุงต้มในสาขาที่อยู่อาศัยได้ นำมาหักลบออกจากปริมาณการจำหน่ายก๊าซหุงต้มผ่านร้านค้าในจังหวัด และทำให้ได้ส่วนที่เหลือจากการหักลบ เป็นปริมาณการใช้ก๊าซหุงต้มในสาขาธุรกิจการค้าและบริการ

<u>ตัวอย่าง</u> จังหวัดเชียงใหม่ ปี พ.ศ. 2555

ปริมาณการใช้ก๊าซหุงต้มในสาขาธุรกิจและบริการ(กก./ปี) = 1-(ส1) X ธ9
สัดส่วนปริมาณการใช้ก๊าซสาขาที่อยู่อาศัยต่อปริมาณการใช้รวม(ส1) = 0.65
ข้อมูลการใช้ก๊าซหุงต้มรายจังหวัดจากกรมธุรกิจพลังงาน(ธ9ชั่วคราว) = 124,197,000
ปริมาณการใช้ก๊าซหุงต้มในสาขาธุรกิจและบริการ(กายภาพ) = (1-0.65)X124,197,000
ปริมาณการใช้ก๊าซหุงต้มในสาขาธุรกิจและบริการ(กายภาพ) = 43,468,950กก./ปี

- แปลงหน่วยการใช้ก๊าซหุงต้มจากหน่วยลิตรเป็นหน่วยพันตันเทียบเท่าน้ำมันดิบ

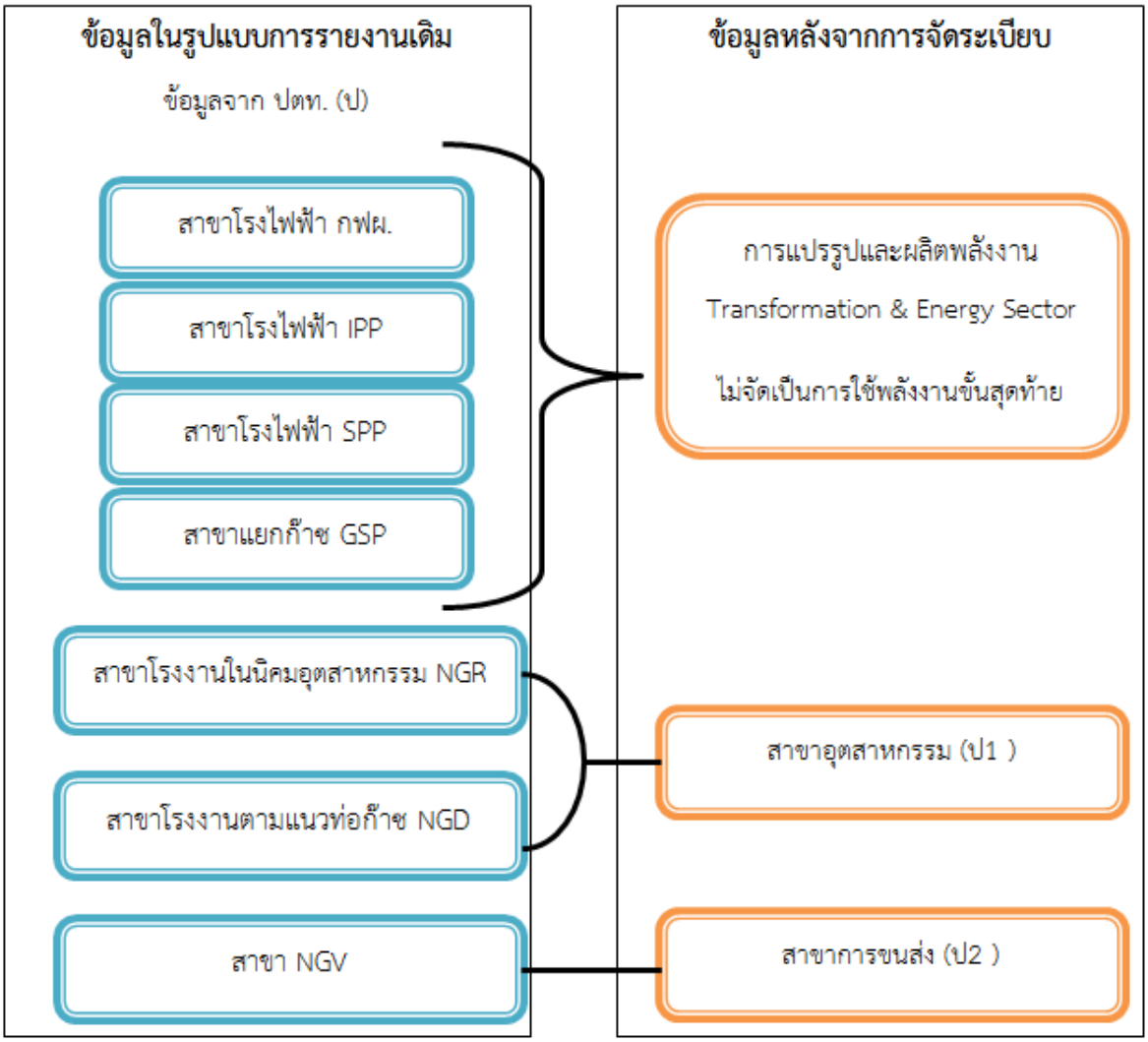
(ค่าความร้อนสุทธิของก๊าซหุงต้ม 50.23 MJ/กก. และ1 ktoe= 42,200 GJ*)

$$= \frac{43,468,950\text{กก./ปี} \times 50.23\ \text{MJ/กก.}}{1,000 \times 42,200\ \text{GJ}}$$

ปริมาณการใช้ก๊าซหุงต้มในสาขาธุรกิจและบริการ = **51.74 ktoe**

2.6 ก๊าซธรรมชาติ

ก๊าซธรรมชาติคือ ก๊าซเชื้อเพลิงที่มีก๊าซมีเทนเป็นส่วนประกอบหลัก สามารถใช้เป็นเชื้อเพลิงในรถยนต์ได้เช่นเดียวกับน้ำมันเบนซินและดีเซล ก๊าซธรรมชาติสำหรับรถยนต์ (Natural Gas for Vehicle หรือ NGV) โดยทั่วไปเรียกว่า “ก๊าซ NGV” คือก๊าซธรรมชาติที่ถูกอัดจนมีความดันสูง (มากกว่า 3,000 ปอนด์/ตารางนิ้ว) ซึ่งในบางประเทศเรียกว่า Compressed Natural Gas (CNG) หรือก๊าซธรรมชาติอัด ดังนั้น NGV และก๊าซ CNG เป็นก๊าซตัวเดียวกันนั่นเอง จากการศึกษารายงานจำหน่ายก๊าซธรรมชาติ ที่จัดเก็บโดย บริษัท ปตท. จำกัด (มหาชน) และบริษัทย่อยในเครือ ซึ่งเป็นข้อมูลที่ได้จากส่วนกลาง สามารถจัดระเบียบได้นี้



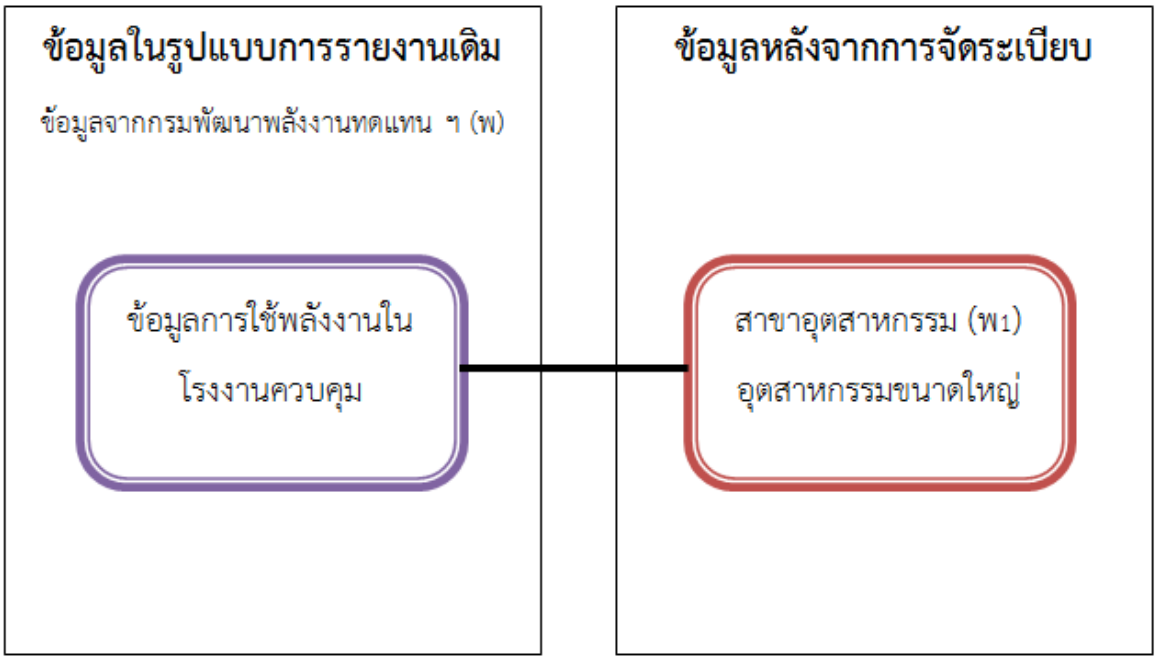
รูปที่ 18แสดงการจัดระเบียบข้อมูลก๊าซธรรมชาติ

ที่มา : ศูนย์ส่งเสริมพลังงานชีวมวล

2.7 ถ่านหิน

ถ่านหินเป็นแหล่งพลังงานที่สำคัญในอดีตจนถึงปัจจุบัน อุตสาหกรรมถ่านหินซึ่งรวมทั้งการสำรวจ การผลิตและการใช้นั้นได้มีการพัฒนากันมาอย่างต่อเนื่อง ส่วนใหญ่เป็นถ่านหินที่มีคุณภาพต่ำ ตั้งแต่ลิกไนต์ (Lignite) จนถึง ซับบิทูมินัส (Sub-bituminous) อีกทั้งภาพที่ไม่มีด้านผลกระทบสิ่งแวดล้อมในอดีตทำให้การใช้ถ่านหินเป็นเชื้อเพลิงมีปริมาณไม่มาก หากเปรียบเทียบกับประเภทอื่นๆ

แหล่งข้อมูลสำคัญของการใช้ถ่านหินที่สำคัญ ได้แก่ กรมพัฒนาทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน (พพ.) ซึ่งในการศึกษาในครั้งนี้จะนำมาใช้เป็นข้อมูลการใช้ขั้นสุดท้ายของเชื้อเพลิงถ่านหิน (พ1) ข้อมูลการใช้ถ่านหินจากกรมพัฒนาทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน (พพ.) จะครอบคลุมภายในโรงงานควบคุม ซึ่งจัดเป็นผู้ใช้อุตสาหกรรมขนาดใหญ่ ดังนี้



รูปที่ 19แสดงการจัดระเบียบข้อมูลถ่านหิน

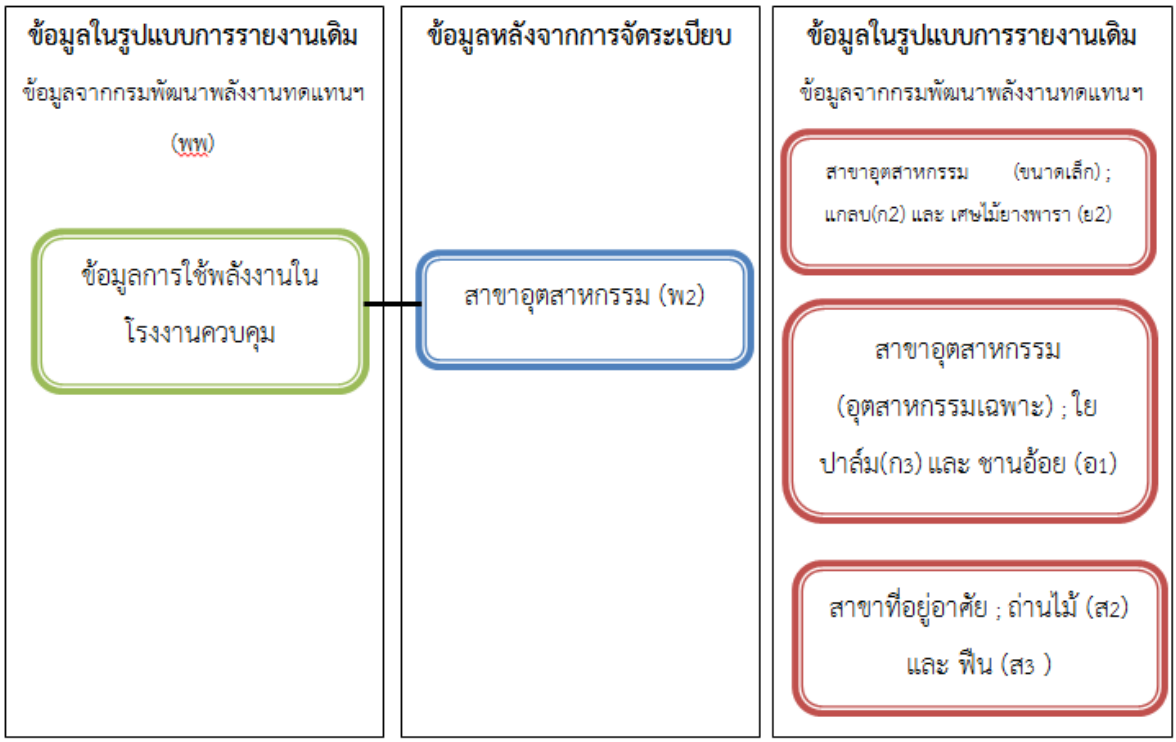
ที่มา : ศูนย์ส่งเสริมพลังงานชีวมวล

2.8 ชีวมวล

ชีวมวล (Biomass) คือ สารอินทรีย์ที่เป็นแหล่งกักเก็บพลังงานจากธรรมชาติและสามารถนำมาใช้ผลิตพลังงานได้ สารอินทรีย์เหล่านี้ได้มาจากพืชและสัตว์ต่างๆ เช่น เศษไม้ ขยะ วัสดุเหลือใช้จากการเกษตร

แหล่งข้อมูลที่มีการจัดเก็บปริมาณการใช้พลังงานชีวมวลที่เป็นทางการในปัจจุบันที่อยู่ที่กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน (พพ.) เพียงอย่างเดียว ในขณะที่ปริมาณการใช้ชีวมวลในสาขาอื่นๆ นั้นจำเป็นต้องอาศัยการประเมินเพิ่มเติมเป็นหลัก ทั้งนี้ในส่วนของการประเมินการใช้ชีวมวลจะครอบคลุมเฉพาะประเภทชีวมวลหลัก 6 ประเภทคือ แกลบ เศษไม้ยางพารา ใยปาล์ม ชานอ้อย ถ่านไม้และฟืน

การจัดระเบียบข้อมูลชีวมวลเพื่อทำการรายงานปริมาณการใช้พลังงานชีวมวล โดยการใช้พลังงานชีวมวลของประเทศสามารถพบได้ในสาขาเศรษฐกิจ 2 สาขา ได้แก่ สาขาอุตสาหกรรมและสาขาที่อยู่อาศัย โดยในสาขาอุตสาหกรรมนั้นสามารถแบ่งออกเป็นประเภทย่อยได้ 3 ประเภทคือ อุตสาหกรรมขนาดใหญ่ อุตสาหกรรมขนาดเล็ก และอุตสาหกรรมเฉพาะ ดังนี้

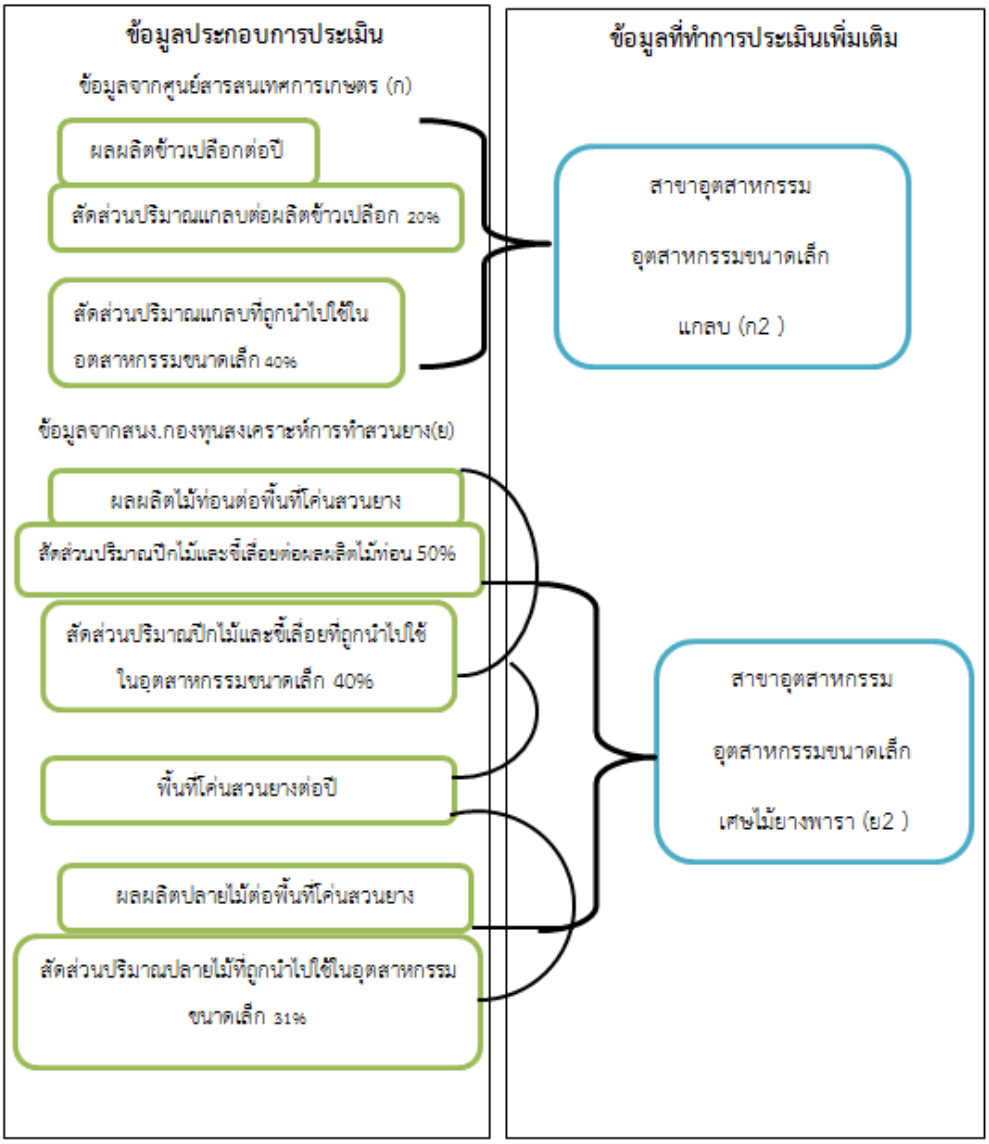


รูปที่ 20แสดงการจัดระเบียบข้อมูลชีวมวล

ที่มา : ศูนย์ส่งเสริมพลังงานชีวมวล

<u>การใช้ชีวมวลในสาขาอุตสาหกรรมขนาดใหญ่</u>

อุตสาหกรรมขนาดใหญ่ หมายถึง ผู้ใช้รายใหญ่จะต้องรายงานการใช้พลังงานต่อ พพ. ทุก 6 เดือน ซึ่งข้อมูลการใช้ชีวมวลในอุตสาหกรรมขนาดใหญ่สามารถนำมาจากรายงานของ พพ. ได้โดยตรง และนำไปรายงานไว้เป็นส่วนหนึ่งของการใช้พลังงานในสาขาอุตสาหกรรม (พ2) อุตสาหกรรมขนาดเล็ก หมายถึง อุตสาหกรรมที่ใช้แรงงาน เครื่องจักรและอุปกรณ์ ตลอดจนเงินทุนน้อยกว่าอุตสาหกรรมขนาดใหญ่ ส่วนมากเป็นอุตสาหกรรมที่ผลิตเครื่องอุปโภคทั่วๆ ไป เช่น โรงเผาอิฐ โรงงานปลาป่น โรงผลิตปูนขาว อุสาหกรรมฟอกหนัง เป็นต้น มักจะมีการใช้เชื้อเพลิงชีวมวลในกระบวนการผลิต ในที่นี้ ประเภทเชื้อเพลิงที่ทำการคำนวณปริมาณการใช้พลังงานในโรงงานอุตสาหกรรมขนาดเล็กมี 2 ชนิดคือ แกลบ(ก2) และเศษไม้ยางพารา (ย2) ข้อมูลที่นำมาใช้ประกอบการคำนวณหาปริมาณการใช้แกลบและไม้ยางพาราในอุตสาหกรรมขนาดเล็ก แสดงได้ดังนี้



รูปที่ 21แสดงการประเมินจากข้อมูลการใช้แกลบและเศษไม้ยางพารา

ที่มา:ศูนย์ส่งเสริมพลังงานชีวมวล

<u>การใช้แกลบในสาขาอุตสาหกรรมขนาดเล็ก</u>

แกลบ เป็นเศษวัสดุเหลือใช้จากการสีข้าวเปลือก โดยเฉลี่ยสัดส่วนการผลิตแกลบต่อผลผลิตข้าวเปลือกมีค่าประมาณ 20% จากการศึกษาปริมาณการใช้แกลบในโรงงานอุตสาหกรรมประเภทต่างๆ ในประเทศ ของศูนย์ส่งเสริมพลังงานชีวมวล เมื่อปี พ.ศ. 2547 พบว่า สัดส่วนปริมาณแกลบที่ถูกนำไปใช้ในอุตสาหกรรมขนาดเล็กมีค่าประมาณ 40% ของปริมาณการผลิตแกลบทั้งประเทศ โดยใช้สมการ 9 ในการประเมินการใช้แกลบในสาขาอุตสาหกรรม

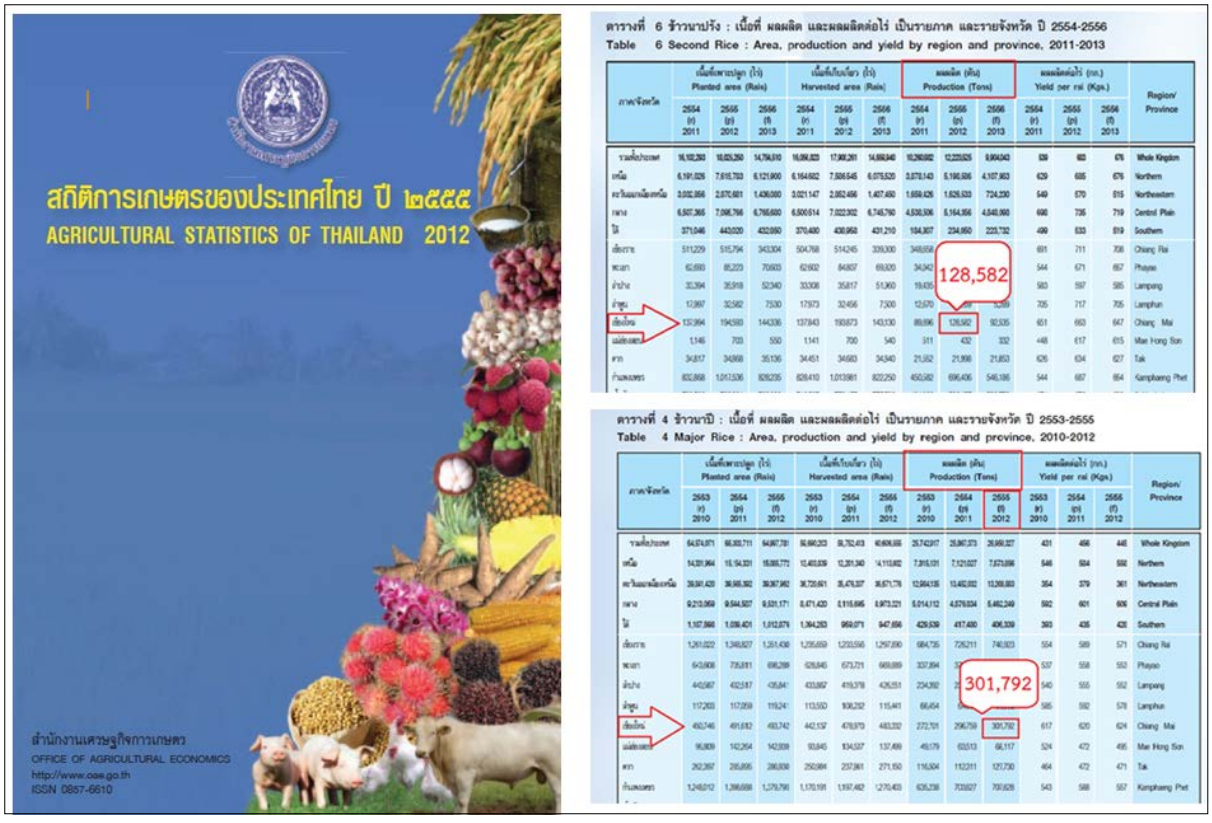
สมการที่ 9- ค่าปริมาณการใช้แกลบ (ก2)

ปริมาณการใช้แกลบ (ก2)	=	ผลผลิตข้าวเปลือกต่อปี	X	สัดส่วนปริมาณแกลบต่อผลผลิตข้าวเปลือก (20%)	X	สัดส่วนปริมาณแกลบที่ถูกนำไปใช้ในอุตสาหกรรมขนาดเล็ก (40%)

เมื่อ ผลผลิตข้าวเปลือก ดูจากข้อมูลของศูนย์สารสนเทศการเกษตร
สัดส่วนแกลบต่อข้าวเปลือก = 20 % (ค่าเฉลี่ย)
สัดส่วนปริมาณแกลบที่ถูกนำไปใช้อุตสาหกรรมขนาดเล็ก = 40% (ค่าจากการศึกษา)

<u>ตัวอย่าง</u> จังหวัดเชียงใหม่ ปีพ.ศ. 2555

- ข้อมูลผลผลิตข้าวนาปี-นาปรัง จากสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร= 34,429.92 ตัน/ปี



ผลผลิตข้าวเปลือกต่อปี (นาปี+นาปรัง) = 128,582+301,792 = 430,374 ตัน/ปี
สัดส่วนปริมาณแกลบต่อผลผลิตข้าวเปลือก 20% = 0.2
สัดส่วนปริมาณแกลบที่ถูกนำไปใช้ในอุตสาหกรรมขนาดเล็ก 40% = 0.4
ปริมาณการใช้แกลบ (ก2) = 430,374 X 0.2X0.4
ปริมาณการใช้แกลบ (ก2) (กายภาพ) = 34,429.92 ตัน/ปี

- แปลงหน่วยแกลบจากหน่วยกิโลกรัมเป็นหน่วยพันตันเทียบเท่าน้ำมันดิบ

(ค่าความร้อนสุทธิของแกลบ 14.4 MJ/กก. และ1 ktoe= 42,200 GJ*)

$$= \frac{34{,}429.92 \text{ ตัน/ปี} \times 14.4 \text{ MJ/กก.}}{42{,}200 \text{ GJ}}$$

ปริมาณการใช้แกลบ (ก2) =**11.75 ktoe/ปี**

<u>การใช้เศษไม้ยางพาราในสาขาอุตสาหกรรมขนาดเล็ก</u>

การโค่นสวนยางพาราแต่ละครั้งจะได้ไม้ท่อนขนาดใหญ่และขนาดเล็ก (หรือปลายไม้) ไม้ท่อนจะถูกส่งเข้าโรงเลื่อยเพื่อแปรรูป (คือไม้ปีกและขี้เลื่อย) โดยเฉลี่ยมีสัดส่วนประมาณ 50% ของไม้ท่อน จากการศึกษาของศูนย์ส่งเสริมพลังงานชีวมวล เมื่อ พ.ศ. 2547 พบว่าสัดส่วนปริมาณปีกไม้ ขี้เลื่อยและปลายไม้ที่ถูกนำไปใช้อุตสาหกรรมขนาดเล็กมีค่าประมาณ 40% และ 31% ตามลำดับ โดยใช้สมการ 10 ในการประเมินการใช้เศษไม้ยางพาราในสาขาอุตสาหกรรม

สมการที่ 10- ค่าปริมาณการใช้เศษไม้ยางพารา(ย2)

ปริมาณการใช้ปีกไม้และขี้เลื่อย = ผลผลิตไม้ท่อนต่อพื้นที่โค่นสวนยาง X สัดส่วนปริมาณปีกไม้และขี้เลื่อยต่อผลผลิตไม้ท่อน (50%) X สัดส่วนปริมาณปีกไม้และขี้เลื่อยที่ถูกนำไปใช้ในอุตสาหกรรมขนาดเล็ก (40%) X พื้นที่โค่นสวนยางต่อปี

ปริมาณการใช้ปลายไม้ = ผลผลิตไม้ท่อนต่อพื้นที่โค่นสวนยาง X สัดส่วนปริมาณปลายไม้ที่ถูกนำไปใช้ในอุตสาหกรรมขนาดเล็ก (31%) X พื้นที่โค่นสวนยางต่อปี

ปริมาณการใช้เศษไม้ยางพารา(ย2) = ปริมาณการใช้ปีกไม้และขี้เลื่อย + ปริมาณการใช้ปลายไม้

สมการ 10

เมื่อ พื้นที่โค่นสวนยางพารา ดูจากข้อมูลของสำนักงานกองทุนสงเคราะห์การทำสวนยาง
สัดส่วนปริมาณปีกไม้และขี้เลื่อยต่อผลผลิตไม้ท่อน = 50% (ค่าจากการศึกษา)
ผลผลิตไม้ท่อนต่อไร่ = 30 ตัน(ค่าเฉลี่ย)
ผลผลิตปลายไม้ต่อไร่ = 12 ตัน(ค่าเฉลี่ย)

<u>ตัวอย่าง</u> จังหวัดพังงา ปีพ.ศ. 2554

- ข้อมูลสรุปผลการโค่นสวนยางต่อปี 2554 ของจังหวัดพังงา

(ที่มา สำนักงานกองทุนสงเคราะห์การทำสวนยาง)

สรุปผลการโค่น ปีงบประมาณ 2554

ที่	สกย.จ.	ราย	ไร่	หมายเหตุ
1	จันทบุรี	357	4,821	
2	ระยอง	1,048	16,993	
3	ตราด	540	6,570	
4	ฉะเชิงเทรา			
	- ฉะเชิงเทรา	26	610	
	- ชลบุรี	58	2,725	
	- ปราจีนบุรี	-	-	
	- สระแก้ว	-	-	
	รวมจังหวัดฉะเชิงเทรา	84	3,335	
	รวมภาคตะวันออก	2,029	31,719	
5	ภูเก็ต	116	1,176	
6	ระนอง	191	2,120	
7	พังงา	1,050	14,604	
8	ตรัง	2,543	24,369	
9	นครศรีธรรมราช เขต 1	833	5,750	
10	นครศรีธรรมราช เขต 2	2,097	17,715	

- **ปริมาณการใช้ปีกไม้และขี้เลื่อย**

ผลผลิตไม้ท่อนต่อพื้นที่โค่นสวนยาง = 30 ตัน/ไร่
สัดส่วนปริมาณปีกไม้และขี้เลื่อยต่อผลผลิตไม้ท่อน 50% = 0.5
สัดส่วนปริมาณปีกไม้และขี้เลื่อยที่ถูกนำไปใช้ในอุตสาหกรรมขนาดเล็ก 40% = 0.4
พื้นที่โค่นสวนยางต่อปี = 14,604 ไร่/ปี
ปริมาณการใช้ปีกไม้และขี้เลื่อย = 30X0.5X0.4X14,604
ปริมาณการใช้ปีกไม้และขี้เลื่อย = 87,624 ตัน/ปี

- **ปริมาณการใช้ปลายไม้**

ผลผลิตไม้ท่อนต่อพื้นที่โค่นสวนยาง = 30 ตัน/ไร่
สัดส่วนปริมาณปลายไม้ที่ถูกนำไปใช้ในอุตสาหกรรมขนาดเล็ก 31% = 0.31
พื้นที่โค่นสวนยางต่อปี = 14,604 ไร่/ปี
ปริมาณการใช้ปลายไม้ = 30X0.31X14,604
ปริมาณการใช้ปลายไม้ = 135,817.2 ตัน/ปี

- **ปริมาณการใช้เศษไม้ยางพารา (ย2)**

ปริมาณการใช้ปีกไม้และขี้เลื่อย =87,624 ตัน/ปี
ปริมาณการใช้ปลายไม้ = 135,817.2 ตัน/ปี
ปริมาณการใช้เศษไม้ยางพารา (ย2)(กายภาพ) = 87,624 + 135,817.2
ปริมาณการใช้เศษไม้ยางพารา (ย2)(กายภาพ) = 223,441.2 ตัน/ปี
ปริมาณการใช้เศษไม้ยางพารา (ย2)(ktoe) =

- แปลงหน่วยเศษไม้ยางพาราจากหน่วยลิตรเป็นหน่วยพันตันเทียบเท่าน้ำมันดิบ

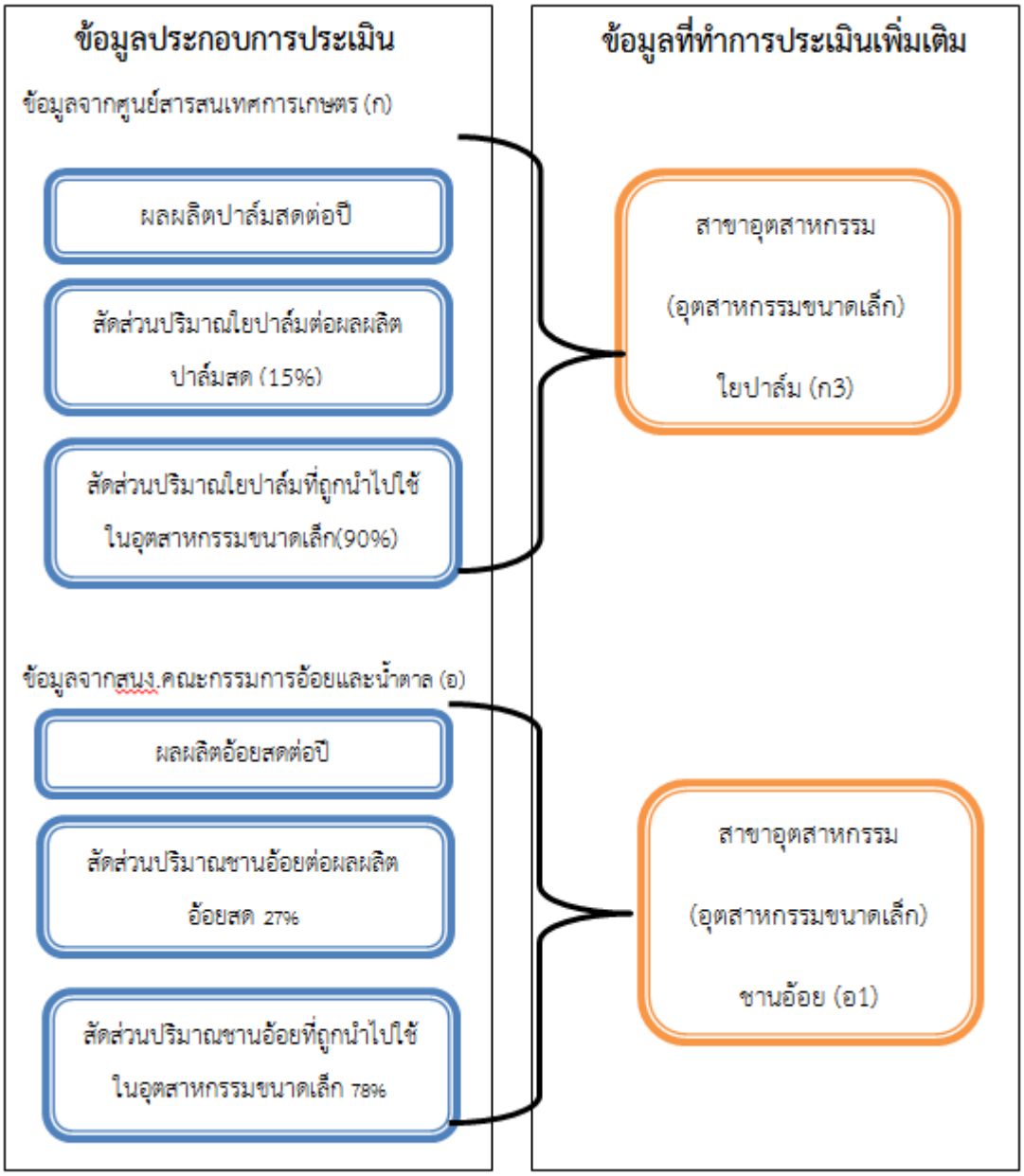
(ค่าความร้อนสุทธิของเศษไม้ยางพารา 14.98 MJ/กก. จากตารางที่2 และ1 ktoe= 42,200 GJ*)

$$= \frac{223{,}441.2 \text{ ตัน/ปี} \times 14.98 \text{ MJ/กก.}}{42{,}200 \text{ GJ}}$$

ปริมาณการใช้เศษไม้ยางพารา(ย2) = **79.32 ktoe/ปี**

การใช้ชีวมวลในสาขาอุตสาหกรรมเฉพาะ

อุตสาหกรรมเฉพาะในที่นี้หมายถึง โรงงานสกัดน้ำมันปาล์มดิบ และโรงงานน้ำตาล สำหรับโรงงานสกัดน้ำมันปาล์มดิบมักใช้ใยปาล์มเป็นเชื้อเพลิงในกระบวนการผลิต ส่วนโรงงานน้ำตาลมักจะใช้ชานอ้อยเป็นเชื้อเพลิงในกระบวนการผลิต ซึ่งการประเมินจากข้อมูลการใช้ ใยปาล์มและชานอ้อยในอุตสาหกรรม 2 ประเภท ดังนี้



รูปที่ 22แสดงการประเมินจากข้อมูลการใช้ใยปาล์มและชานอ้อย

ที่มา : ศูนย์ส่งเสริมพลังงานชีวมวล

การใช้ใยปาล์มในสาขาอุตสาหกรรมขนาดเล็ก

ใยปาล์ม กะลาปาล์ม และทะลายเปล่าเป็นเศษวัสดุเหลือใช้จากโรงงานสกัดน้ำมันปาล์มดิบ โดยเฉลี่ยสัดส่วนการผลิตใยปาล์มต่อผลผลิตปาล์มสดมีค่าประมาณ 15% จากปริมาณการผลิตทั้งโรงงานประมาณ 90% ของใยปาล์มที่ผลิตได้ โดยทำการประเมินจากผลผลิตปาล์มสด สมการ 11

สมการที่ 11- ค่าปริมาณการใช้ใยปาล์ม(ก3)

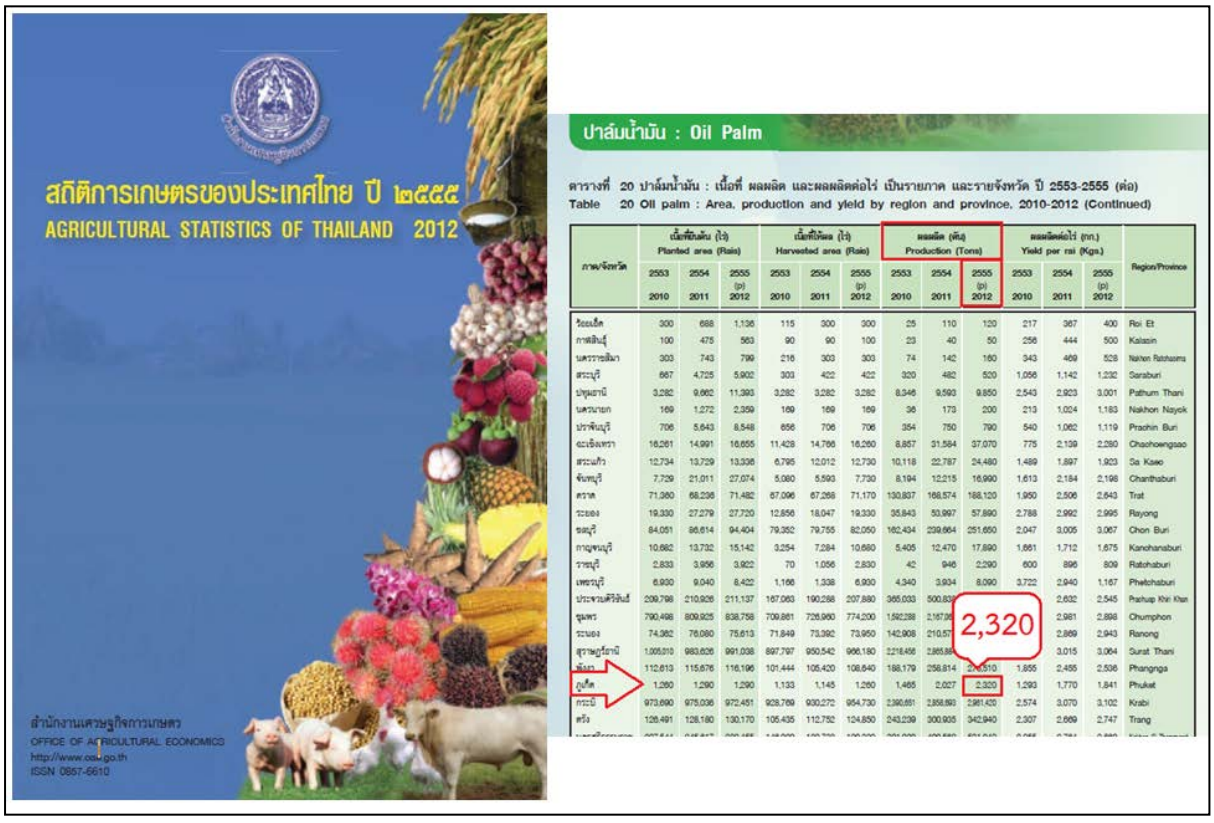
ปริมาณการใช้ใยปาล์ม (ก3)	=	ผลผลิตผลปาล์มสดต่อปี X สัดส่วนปริมาณใยปาล์มต่อผลผลิตปาล์มสด(15%)	X	สัดส่วนปริมาณใยปาล์มที่ถูกนำไปใช้ในอุตสาหกรรมขนาดเล็ก (90%)

สมการ 11

เมื่อ ผลผลิตปาล์มสด ดูจากข้อมูลของศูนย์สารสนเทศเกษตร
สัดส่วนในปาล์มต่อผลผลิตปาล์มสด = 15% (ค่าเฉลี่ย)
สัดส่วนใยปาล์มที่ถูกนำไปใช้ในอุตสาหกรรมขนาดเล็ก = 90% (ค่าเฉลี่ย)

ตัวอย่าง จังหวัดภูเก็ต ปีพ.ศ. 2555

- ข้อมูลผลผลิตปาล์มสด จังหวัดภูเก็ตปี 2555 จากสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร



ปริมาณการใช้ใยปาล์ม (ก3)

ผลผลิตผลปาล์มสดต่อปี = 2,320 ตัน/ปี

สัดส่วนปริมาณใยปาล์มต่อผลผลิตปาล์มสด 15% = 0.15

สัดส่วนปริมาณใยปาล์มที่ถูกนำไปใช้ในอุตสาหกรรมขนาดเล็ก 90% = 0.9

ปริมาณการใช้ใยปาล์ม (ก3)(กายภาพ) = 2,320 X 0.15 X 0.9

ปริมาณการใช้ใยปาล์ม (ก3)(กายภาพ) = 313.2 ตัน/ปี

ปริมาณการใช้ใยปาล์ม (ก3) =

- แปลงหน่วยใยปาล์ม จากหน่วยตัน เป็นหน่วยพันตันเทียบเท่าน้ำมันดิบ

(ค่าความร้อนสุทธิของใยปาล์ม 11.80 MJ/กก. จากพพ. และ1 ktoe= 42,200 GJ*)

$$= \frac{313.2 \text{ ตัน/ปี} \times 11.80 \text{MJ/กก.}}{42{,}200 \text{ GJ}} = 0.088 \text{ ktoe/ปี}$$

ปริมาณการเผยบาสม (ก3) = 0.088 ktoe/ปี

<u>การใช้ชานอ้อยในสาขาอุตสาหกรรมขนาดเล็ก</u>

ชานอ้อยเป็นเศษวัสดุเหลือใช้จากการผลิตน้ำตาล โดยเฉลี่ยสัดส่วนปริมาณชานอ้อยต่อผลผลิตอ้อยมีค่าประมาณ 27% สัดส่วนปริมาณการใช้ชานอ้อยที่ถูกนำไปใช้ในกระบวนการผลิตของโรงงานน้ำตาลทั่วประเทศเป็นสัดส่วน 78% ของปริมาณชานอ้อยทั้งหมด โดยทำการประเมินจากปริมาณผลผลิตอ้อยสดเข้าหีบ ตามสมการ 12

สมการที่ 12-ค่าปริมาณการใช้ชานอ้อย

ปริมาณการใช้ชานอ้อย (อ1) = ผลผลิตอ้อยสดที่เข้าหีบต่อปี X สัดส่วนปริมาณชานอ้อยต่อผลผลิตอ้อยสด (27%) X สัดส่วนปริมาณชานอ้อยที่ถูกนำไปใช้ในอุตสาหกรรมขนาดเล็ก (78%)

สมการ 12

เมื่อ ผลผลิตอ้อยที่เข้าหีบในโรงน้ำตาลดูจากข้อมูลของ สำนักงานคณะกรรมการอ้อยและน้ำตาล

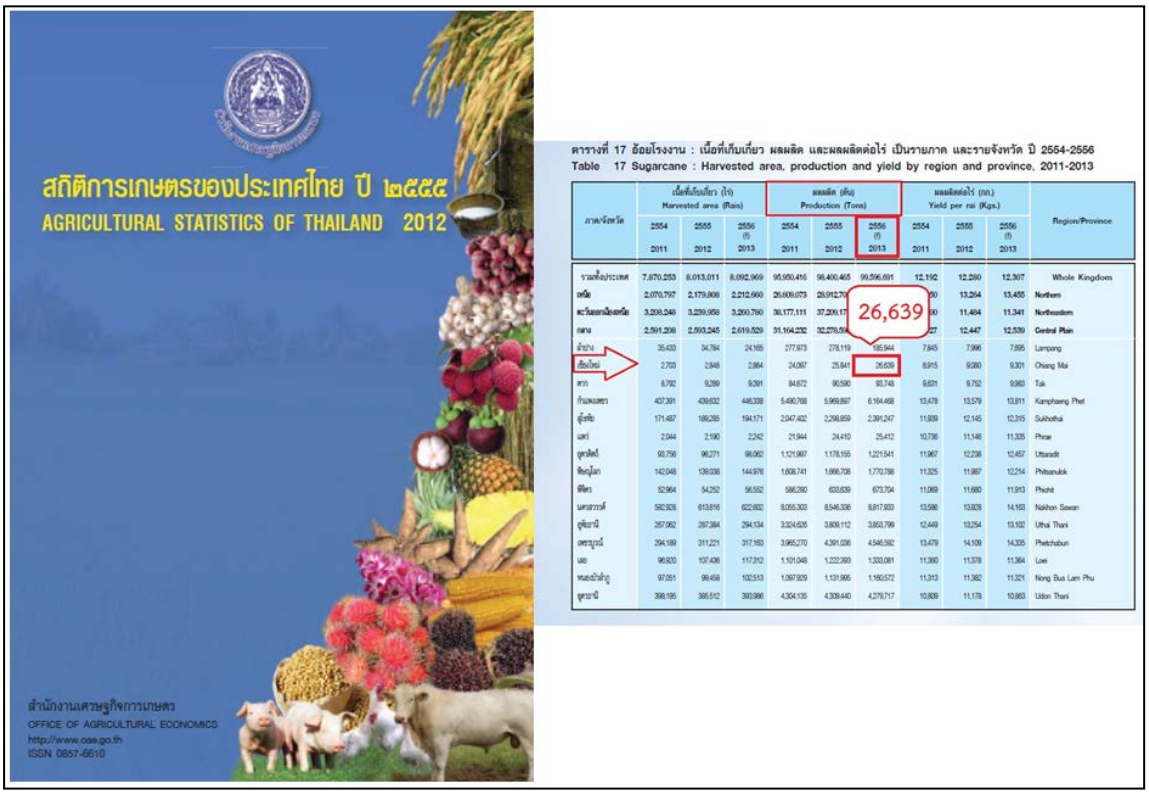
สัดส่วนปริมาณชานอ้อยต่อผลผลิตอ้อยสด = 27% (ค่าเฉลี่ย)

สัดส่วนอ้อยที่ใช้ในกระบวนการผลิต =78%

เป็นค่าเฉลี่ยของโรงงานน้ำตาลทั่วประเทศโดยสมาคม โรงงานน้ำตาลไทย สมาคมการค้าผู้ผลิตน้ำตาลไทย และสมาคมการค้าอุตสาหกรรมน้ำตาล กันยายน 2554

ตัวอย่าง จังหวัดเชียงใหม่ ปี พ.ศ. 2556

- ข้อมูลผลผลิตอ้อยโรงงาน ของจังหวัดเชียงใหม่ปี 2556 จากสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร



ปริมาณการใช้ชานอ้อย (อ1)

ผลผลิตอ้อยสดที่เข้าหีบต่อปี = 26,639 ตัน/ปี

สัดส่วนปริมาณชานอ้อยต่อผลผลิตอ้อยสด 27% = 0.27

สัดส่วนปริมาณชานอ้อยที่ถูกนำไปใช้ในอุตสาหกรรมขนาดเล็ก 78% = 0.78

ปริมาณการใช้ชานอ้อย (อ1)(กายภาพ) = 26,639 X 0.27 X 0.78

ปริมาณการใช้ชานอ้อย (อ1)(กายภาพ) = 5,610.17 ตัน/ปี

ปริมาณการใช้ชานอ้อย (อ1)=

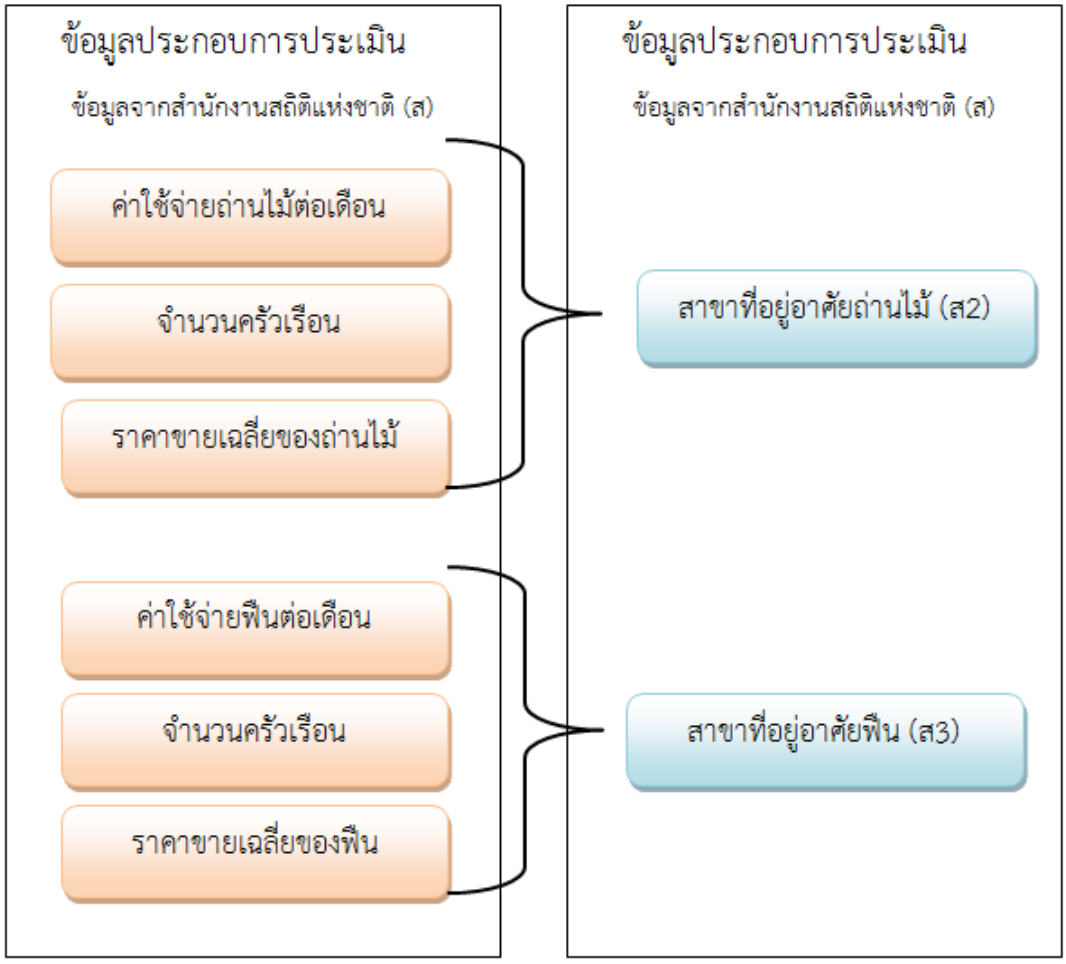
- แปลงหน่วยชานอ้อย จากหน่วยตัน เป็นหน่วยพันตันเทียบเท่าน้ำมันดิบ
(ค่าความร้อนสุทธิของชานอ้อย 7.53 MJ/กก. จากตารางที่.2 และ1 ktoe= 42,200 GJ*)

$$= \frac{5{,}610.17 \text{ ตัน/ปี} \times 7.53 \text{ MJ/กก.}}{42{,}200 \text{ GJ}}$$

ปริมาณการใช้ชานอ้อย (อ1) = 1.00 ktoe/ปี

การใช้ชีวมวลในสาขาที่อยู่อาศัย

สำหรับการประเมินการใช้ชีวมวลในสาขาที่อยู่อาศัยในการศึกษานี้ จะอ้างอิงข้อมูลประกอบจาก สำนักงานสถิติแห่งชาติเป็นหลัก ดังนี้



รูปที่ 23แสดงการประเมินจากข้อมูลถ่านไม้และฟืน

ที่มา: ศูนย์ส่งเสริมพลังงานชีวมวล

<u>การใช้ถ่านไม้ในสาขาที่อยู่อาศัย</u>

การประเมินการใช้ถ่านไม้ในสาขาที่อยู่อาศัย อาศัยข้อมูลจากสำนักสถิติแห่งชาติเป็นหลัก ดังสมการ 13

สมการที่ 13-ค่าปริมาณการใช้ถ่านไม้

$$\text{ปริมาณการใช้ถ่านไม้ (ส2)} = \frac{\text{ค่าใช้จ่ายถ่านไม้ต่อเดือนต่อครัวเรือน(บาท/เดือน)} \times \text{จำนวนครัวเรือน} \times 12}{\text{ราคาขายเฉลี่ยของถ่านไม้ (ค่าที่ได้จากการสำรวจ)}}$$

สมการ 13

เมื่อ ค่าใช้จ่ายถ่านไม้และจำนวนครัวเรือน ดูข้อมูลจากสำนักงานสถิติแห่งชาติ

ราคาถ่านไม้ ควรเป็นราคาที่ได้จากการสำรวจจากพื้นที่

<u>ตัวอย่าง</u> จังหวัดเชียงใหม่ ปีพ.ศ. 2555

- ข้อมูลจำนวนครัวเรือน จังหวัดเชียงใหม่ปี 2555

(ที่มา :การสำรวจภาวะเศรษฐกิจและสังคมของครัวเรือน สำนักงานสถิติแห่งชาติ)

จำนวนครัวเรือน จำแนกตามภาคและจังหวัด พ.ศ. 2543 - 2555
NUMBER OF HOUSEHOLD BY REGION AND PROVINCE: 2000 - 2012

หน่วยเป็นพัน In thousand

ภาค และจังหวัด	2543 (2000)	2545 (2002)	2547 (2004)	2549 (2006)	2550 (2007)	2551 (2008)	2552 (2009)	2553 (2010)	2554 (2011)	2555 (2012)	Region and province
ภาคเหนือ	**3,283.7**	**3,476.4**	**3,702.9**	**3,532.2**	**3,525.9**	**3,742.9**	**3,864.4**	**3,891.5**	**3,931.5**	**3,941.6**	**Northern Region**
เชียงใหม่	472.7	500.2	491.9	499.9	501.0	524.8	536.3	544.1	552.4	553.7	Chiang Mai
ลำพูน	133.5	138.8	146.8	114.5	113.6	137.4	142.7	143.1	143.2	143.2	Lamphun
ลำปาง	227.1	238.1	252.8	235.0	234.1	261.5	274.8	275.7	271.7	271.8	Lampang
อุตรดิตถ์	142.2	145.6	149.8	135.1	134.0	148.3	154.3	155.0	154.0	154.2	Uttaradit
แพร่	150.7	162.7	165.5	142.0	140.4	161.0	169.0	170.0	172.1	172.2	Phrae
น่าน	128.5	131.4	150.6	147.2	147.0	134.8	160.9	161.6	152.0	152.6	Nan
พะเยา	152.6	156.5	169.4	159.3	157.9	173.5	183.1	184.7	186.1	186.5	Phayao
เชียงราย	309.3	341.3	384.2	386.4	387.4	384.5	379.6	384.1	408.3	409.7	Chiang Rai
แม่ฮ่องสอน	47.5	51.1	62.6	70.3	71.4	64.6	70.6	71.5	72.4	73.0	Mae Hong Son
นครสวรรค์	331.7	342.0	374.0	299.4	297.2	355.6	366.8	367.9	366.3	367.1	Nakhon Sawan
อุทัยธานี	88.7	90.7	93.6	90.8	90.6	99.7	100.6	101.0	100.8	101.1	Uthai Thani
กำแพงเพชร	192.0	197.9	203.3	240.3	240.9	214.0	215.8	217.6	220.5	221.3	Kamphaeng Phet
ตาก	97.8	104.9	132.3	139.8	141.9	153.4	155.2	156.5	164.7	165.7	Tak
สุโขทัย	167.9	183.2	192.8	181.5	180.3	193.0	200.4	201.3	203.5	204.0	Sukhothai
พิษณุโลก	224.0	255.5	264.8	242.0	241.2	262.2	268.2	269.3	266.3	267.1	Phitsanulok
พิจิตร	169.1	175.7	182.9	155.4	153.7	178.7	185.9	186.7	187.0	187.3	Phichit
เพชรบูรณ์	248.4	260.8	285.6	293.4	293.4	295.9	300.1	301.5	310.0	311.1	Phetchabun
ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	**5,366.4**	**5,654.0**	**5,875.2**	**5,788.6**	**5,814.5**	**6,165.9**	**6,359.6**	**6,404.8**	**6,473.8**	**6,500.4**	**Northeastern Region**

ที่มา: การสำรวจภาวะเศรษฐกิจและสังคมของครัวเรือน สำนักงานสถิติแห่งชาติ กระทรวงเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร
Source: The Household Socio - Economic Survey, National Statistical Office, Ministry of Information and Communication Technology
รวบรวมโดย: สำนักสถิติพยากรณ์ สำนักงานสถิติแห่งชาติ
Compiled by: Statistical Forecasting Bureau, National Statistical Office

- ข้อมูลค่าใช้จ่ายถ่านไม้ต่อเดือนต่อครัวเรือนของภาคเหนือ

(ที่มา :การสำรวจภาวะเศรษฐกิจและสังคมของครัวเรือน สำนักงานสถิติแห่งชาติ)

ค่าใช้จ่ายด้านพลังงานเฉลี่ยต่อเดือนของครัวเรือน จำแนกตามประเภทของพลังงาน ภาคเหนือ พ.ศ. 2543 - 2555
AVERAGE MONTHLY ENERGY CONSUMPTION PER HOUSEHOLD BY TYPE OF ENERGY, NORTHERN REGION: 2000 - 2012

ประเภทของพลังงาน	2543 (2000)	2545 (2002)	2547 (2004)	2549 (2006)	2551 (2008)	2552 (2009)	2553 (2010)	2554 (2011)	2555 (2012)	Type of energy
ค่าใช้จ่ายด้านพลังงาน	605.2	655.6	807.5	1,072.0	1,341.0	1,217.0	1,466.0	1,422.0	1,637.0	Energy consumption
น้ำมันเบนซิน	246.1	267.1	329.9	436.0	463.0	384.0	451.0	447.0	519.0	Benzene
น้ำมันดีเซล	108.2	115.1	156.9	247.0	360.0	275.0	363.0	352.0	454.0	Diesel
ไฟฟ้า	166.2	191.8	224.3	258.0	304.0	309.0	360.0	328.0	371.0	Electricity
แก๊สโซฮอล์	-	-	-	14.0	87.0	120.0	152.0	167.0	149.0	Gasohol
ก๊าซ NGV , LPG	0.7	0.5	0.5	--	12.0	10.0	15.0	13.0	19.0	Gas NGP , LPG
แก๊สโซโซในครัวเรือน (หุงต้มและอื่นๆ)	43.9	49.5	52.7	60.0	58.0	57.0	58.0	61.0	67.0	For household use (Cooking and other)
ถ่านไม้และฟืน	40.1	31.8	43.2	57.0	57.0	56.0	52.0	48.0	57.0	Charcoal and wood
ไบโอดีเซลและพลังงานทดแทนประเภทอื่นๆ	-	-	-	-	-	6.0	15.0	6.0	--	Bio diesel and Althernative Energy

- ไม่มีข้อมูลหรือข้อมูลมีค่าเป็น 0 หรือไม่ได้ทำการสำรวจ
Nil or zero or non survey
-- ข้อมูลมีจำนวนเล็กน้อย
Negligible amount
ที่มา: การสำรวจการใช้พลังงานของครัวเรือน สำนักงานสถิติแห่งชาติ กระทรวงเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร
Source: The Household Energy Consumption Survey, National Statistical Office, Ministry of Information and Communication Tecnology
รวบรวมโดย: สำนักสถิติพยากรณ์ สำนักงานสถิติแห่งชาติ
Compiled by: Statistical Forecasting Bureau, National Statistical Office

ปริมาณการใช้ถ่านไม้ (ส2)

ค่าใช้จ่ายถ่านไม้ต่อเดือนต่อครัวเรือน = 57.0 บาท/เดือน

จำนวนครัวเรือน = 553.7 พันครัวเรือน

ราคาขายเฉลี่ยของถ่านไม้ (ค่าที่ได้จากการสำรวจ) = 7 บาท/กก.

(ที่มา:รายงานพลังงานทดแทนของประเทศไทย 2553)

ปริมาณการใช้ถ่านไม้ (ส2) =

$$\frac{(57.0 \text{ บาท/เดือน}) \times (553.7 \times 1{,}000 \text{ครัวเรือน}) \times 12}{7 \text{ บาท/กก.}}$$

ปริมาณการใช้ถ่านไม้ (ส2)(หน่วยกายภาพ) = 54,104,400 กก.

ปริมาณการใช้ถ่านไม้ (ส2)(หน่วยพันตันเทียบเท่าน้ำมันดิบ) =

- แปลงหน่วยถ่านไม้ จากหน่วยกิโลกรัม เป็นหน่วยพันตันเทียบเท่าน้ำมันดิบ

(ค่าความร้อนสุทธิของถ่านไม้ 28.88 MJ/กก. ข้อมูลจากจากพพ. และ1 ktoe= 42,200 GJ*)

$$= \frac{54{,}104{,}400 \text{ กก.} \times 28.88 \text{ MJ/กก.}}{1{,}000 \times 42{,}200 \text{ GJ}}$$

ปริมาณการใช้ถ่านไม้ (ส2) = **37.03 ktoe**

<u>การใช้ฟืนในสาขาที่อยู่อาศัย</u>

การคำนวณการใช้ฟืนใช้หลักการเช่นเดียวกับ การใช้ถ่านไม้ในสาขาที่อยู่อาศัย ดังสมการ 14

สมการที่14-ค่าปริมาณการใช้ฟืน

$$\text{ปริมาณการใช้ฟืน (ส3)} = \frac{\text{ค่าใช้จ่ายฟืนต่อเดือนต่อครัวเรือน(บาท/เดือน) X จำนวนครัวเรือนX12}}{\text{ราคาขายเฉลี่ยของฟืน (ค่าที่ได้จากการสำรวจ)}}$$

สมการ 14

เมื่อ ค่าใช้จ่ายฟืนและจำนวนครัวเรือน ดูข้อมูลจากสำนักงานสถิติแห่งชาติ

ราคาฟืน ควรเป็นราคาที่ได้จากการสำรวจจากพื้นที่

<u>ตัวอย่าง</u> จังหวัดเชียงใหม่ ปีพ.ศ. 2555

- ข้อมูลจำนวนครัวเรือน จังหวัดเชียงใหม่ปี 2555

(ที่มา :การสำรวจภาวะเศรษฐกิจและสังคมของครัวเรือน สำนักงานสถิติแห่งชาติ)

จำนวนครัวเรือน จำแนกตามภาคและจังหวัด พ.ศ. 2543 - 2555
NUMBER OF HOUSEHOLD BY REGION AND PROVINCE: 2000 - 2012

หน่วยเป็นพัน In thousand

ภาค และจังหวัด	2543 (2000)	2545 (2002)	2547 (2004)	2549 (2006)	2550 (2007)	2551 (2008)	2552 (2009)	2553 (2010)	2554 (2011)	2555 (2012)	Region and province
ภาคเหนือ	**3,283.7**	**3,476.4**	**3,702.9**	**3,532.2**	**3,525.9**	**3,742.9**	**3,864.4**	**3,891.5**	**3,931.5**	**3,941.6**	**Northern Region**
เชียงใหม่	472.7	500.2	491.9	499.9	501.0	524.8	536.3	544.1	552.4	553.7	Chiang Mai
ลำพูน	133.5	138.8	146.8	114.5	113.6	137.4	142.7	143.1	143.2	143.2	Lamphun
ลำปาง	227.1	238.1	252.8	235.0	234.1	261.5	274.8	275.7	271.7	271.8	Lampang
อุตรดิตถ์	142.2	145.6	149.8	135.1	134.0	148.3	154.3	155.0	154.0	154.2	Uttaradit
แพร่	150.7	162.7	165.5	142.0	140.4	161.0	169.0	170.0	172.1	172.2	Phrae
น่าน	128.5	131.4	150.6	147.2	147.0	134.8	160.9	161.6	152.0	152.6	Nan
พะเยา	152.6	156.5	169.4	159.3	157.9	173.5	183.1	184.7	186.1	186.5	Phayao
เชียงราย	309.3	341.3	384.2	386.4	387.4	384.5	379.6	384.1	408.3	409.7	Chiang Rai
แม่ฮ่องสอน	47.5	51.1	62.6	70.3	71.4	64.6	70.6	71.5	72.4	73.0	Mae Hong Son
นครสวรรค์	331.7	342.0	374.0	299.4	297.2	355.6	366.8	367.9	366.3	367.1	Nakhon Sawan
อุทัยธานี	88.7	90.7	93.6	90.8	90.6	99.7	100.6	101.0	100.8	101.1	Uthai Thani
กำแพงเพชร	192.0	197.9	203.3	240.3	240.9	214.0	215.8	217.6	220.5	221.3	Kamphaeng Phet
ตาก	97.8	104.9	132.3	139.8	141.9	153.4	155.2	156.5	164.7	165.7	Tak
สุโขทัย	167.9	183.2	192.8	181.5	180.3	193.0	200.4	201.3	203.5	204.0	Sukhothai
พิษณุโลก	224.0	255.5	264.8	242.0	241.2	262.2	268.2	269.3	266.3	267.1	Phitsanulok
พิจิตร	169.1	175.7	182.9	155.4	153.7	178.7	185.9	186.7	187.0	187.3	Phichit
เพชรบูรณ์	248.4	260.8	285.6	293.4	293.4	295.9	300.1	301.5	310.0	311.1	Phetchabun
ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	**5,366.4**	**5,654.0**	**5,875.2**	**5,788.6**	**5,814.5**	**6,165.9**	**6,359.6**	**6,404.8**	**6,473.8**	**6,500.4**	**Northeastern Region**

ที่มา: การสำรวจภาวะเศรษฐกิจและสังคมของครัวเรือน สำนักงานสถิติแห่งชาติ กระทรวงเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร
Source: The Household Socio - Economic Survey, National Statistical Office, Ministry of Information and Communication Technology
รวบรวมโดย: สำนักสถิติพยากรณ์ สำนักงานสถิติแห่งชาติ
Compiled by: Statistical Forecasting Bureau, National Statistical Office

- ข้อมูลค่าใช้จ่ายถ่านไม้ต่อเดือนต่อครัวเรือนของภาคเหนือ

(ที่มา :การสำรวจภาวะเศรษฐกิจและสังคมของครัวเรือน สำนักงานสถิติแห่งชาติ)

ค่าใช้จ่ายด้านพลังงานเฉลี่ยต่อเดือนของครัวเรือน จำแนกตามประเภทของพลังงาน ภาคเหนือ พ.ศ. 2543 - 2555
AVERAGE MONTHLY ENERGY CONSUMPTION PER HOUSEHOLD BY TYPE OF ENERGY, NORTHERN REGION: 2000 - 2012

ประเภทของพลังงาน	2543 (2000)	2545 (2002)	2547 (2004)	2549 (2006)	2551 (2008)	2552 (2009)	2553 (2010)	2554 (2011)	2555 (2012)	Type of energy
ค่าใช้จ่ายด้านพลังงาน	**605.2**	**655.6**	**807.5**	**1,072.0**	**1,341.0**	**1,217.0**	**1,466.0**	**1,422.0**	**1,637.0**	**Energy consumption**
น้ำมันเบนซิน	246.1	267.1	329.9	436.0	463.0	384.0	451.0	447.0	519.0	Benzene
น้ำมันดีเซล	108.2	115.1	156.9	247.0	360.0	275.0	363.0	352.0	454.0	Diesel
ไฟฟ้า	166.2	191.8	224.3	258.0	304.0	309.0	360.0	328.0	371.0	Electricity
แก๊สโซฮอล์	-	-	-	14.0	87.0	120.0	152.0	167.0	149.0	Gasohol
ก๊าซ NGV , LPG	0.7	0.5	0.5	--	12.0	10.0	15.0	13.0	19.0	Gas NGP , LPG
แก๊สใช้ในครัวเรือน (หุงต้มและอื่นๆ)	43.9	49.5	52.7	60.0	58.0	57.0	58.0	61.0	67.0	For household use (Cooking and other)
ถ่านไม้และฟืน	40.1	31.8	43.2	57.0	57.0	56.0	52.0	48.0	57.0	Charcoal and wood
ไบโอดีเซลและพลังงานทดแทนประเภทอื่นๆ	-	-	-	-	-	6.0	15.0	6.0	--	Bio diesel and Althernative Energy

- ไม่มีข้อมูลหรือข้อมูลมีค่าเป็น 0 หรือไม่ได้ทำการสำรวจ
Nil or zero or non survey
-- ข้อมูลมีจำนวนเล็กน้อย
Negligible amount
ที่มา: การสำรวจการใช้พลังงานของครัวเรือน สำนักงานสถิติแห่งชาติ กระทรวงเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร
Source: The Household Energy Consumption Survey, National Statistical Office, Ministry of Information and Communication Tecnology
รวบรวมโดย: สำนักสถิติพยากรณ์ สำนักงานสถิติแห่งชาติ
Compiled by: Statistical Forecasting Bureau, National Statistical Office

ปริมาณการใช้ฟืน (ส3)

ค่าใช้จ่ายฟืนต่อเดือนต่อครัวเรือน = 57.0 บาท/เดือน

จำนวนครัวเรือน = 553.7 พันครัวเรือน

ราคาขายเฉลี่ยของฟืน (ค่าที่ได้จากการสำรวจ) = 4 บาท/กก.

(ที่มา:รายงานพลังงานทดแทนของประเทศไทย 2553)

ปริมาณการใช้ฟืน (ส3)(กายภาพ) =

$$\frac{(57.0 \text{ บาท/เดือน}) \times (553.7 \times 1{,}000 \text{ครัวเรือน}) \times 12}{4 \text{ บาท/กก.}}$$

ปริมาณการใช้ฟืน (ส3)(หน่วยกายภาพ) = 94,682,700 กก.

ปริมาณการใช้ฟืน(ส3)(หน่วยพันตันเทียบเท่าน้ำมันดิบ)=

- แปลงหน่วยถ่านไม้ จากหน่วยกิโลกรัม เป็นหน่วยพันตันเทียบเท่าน้ำมันดิบ

(ค่าความร้อนสุทธิของฟืน 8.60 MJ/กก. ข้อมูลจากจากพพ. และ1 ktoe= 42,200 GJ*)

$$\frac{94{,}682{,}700 \text{ กก.} \times 8.60 \text{ MJ/กก.}}{1{,}000 \times 42{,}200 \text{ GJ}}$$

ปริมาณการใช้ฟืน (ส3) = **19.30 ktoe**

2.9 ก๊าซชีวภาพ

การประเมินการใช้ก๊าซชีวภาพในสาขาเกษตรกรรม อาศัยข้อมูลปริมาณการผลิตก๊าซชีวภาพเฉลี่ยต่อวันจากสถาบันวิจัยและพัฒนาพลังงานนครพิงค์ ดังสมการ 15

สมการที่ 15- ปริมาณการใช้ก๊าซชีวภาพ

ปริมาณการใช้ก๊าซชีวภาพ	=	ปริมาณการผลิตก๊าซชีวภาพเฉลี่ยต่อวัน X 360

สมการ 15

ตัวอย่าง จังหวัดแพร่ ปี พ.ศ. 2555

- ข้อมูลแสดงปริมาณการผลิตก๊าซชีวภาพในฟาร์มสุกรเฉลี่ยต่อวันของจังหวัดแพร่

farm_name	province_name	YEAR(mon_follow_da	mon_follow_gasuse
นฤมลฟาร์ม	แพร่	2012	90
จักรกฤชฟาร์ม	แพร่	2012	76

ปริมาณการผลิตก๊าซชีวภาพในฟาร์มสุกรเฉลี่ยต่อวัน = 166 ลบ.ม./วัน
ปริมาณการใช้ก๊าซชีวภาพ(หน่วยกายภาพ) = 166 X 360
ปริมาณการใช้ก๊าซชีวภาพ(หน่วยกายภาพ) = 59,760 ลบ.ม./วัน
ปริมาณการใช้ก๊าซชีวภาพ(หน่วยพันตันเทียบเท่าน้ำมันดิบ)

- แปลงหน่วยถ่านไม้ จากหน่วยกิโลกรัม เป็นหน่วยพันตันเทียบเท่าน้ำมันดิบ

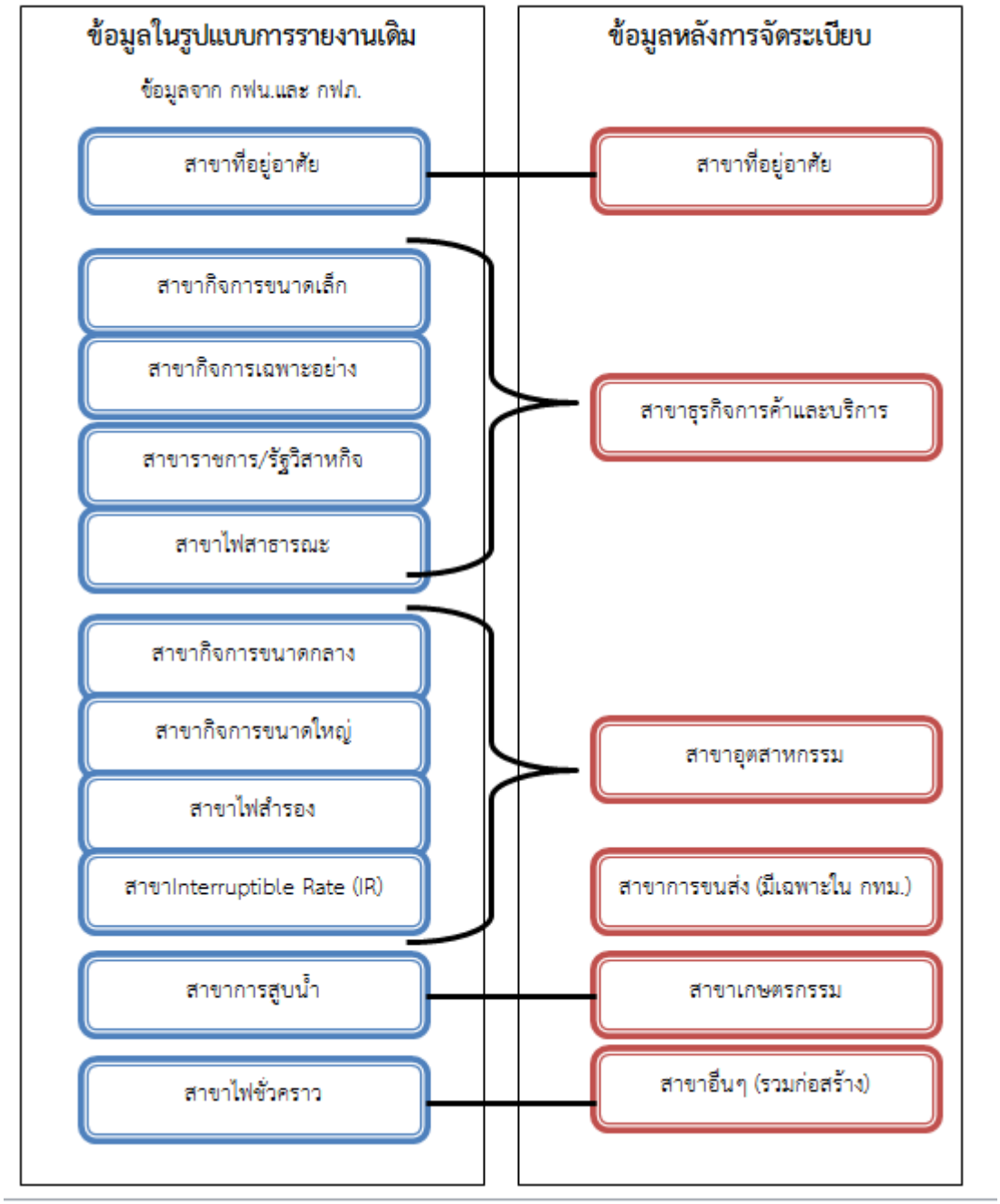
(ค่าความร้อนสุทธิของฟืน 21.0MJ/ลบ.ม. ข้อมูลจากจากพพ. และ1 ktoe= 42,200 GJ*)

$$= \frac{(59{,}760 \text{ ลบ.ม./วัน}) \text{X } 21.0 \text{ MJ/ลบ.ม. X365 วัน}}{1{,}000 \text{ X } 42{,}200 \text{ GJ}}$$

ปริมาณการใช้ก๊าซชีวภาพ(หน่วยพันตันเทียบเท่าน้ำมันดิบ) = **10.85 ktoe**

2.10 พลังงานไฟฟ้า

จากการศึกษารายงานสถานการณ์การจำหน่ายไฟฟ้า ที่จัดเก็บโดย การไฟฟ้านครหลวง (กฟน.) และการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค (กฟภ.) ซึ่งเป็นข้อมูลที่ได้จากส่วนกลาง สามารถจัดระเบียบได้ดังนี้



รูปที่ 24แสดงการจัดระเบียบข้อมูลไฟฟ้า

(ที่มา : ศูนย์ส่งเสริมพลังงานชีวมวล)

ตัวอย่าง จังหวัดเชียงใหม่ ปี 2556

- ข้อมูลแสดงการใช้ไฟฟ้าจาก กฟน.และ กฟภ. ของจังหวัดเชียงใหม่ปี 2556

NUMBER OF CUSTOMERS : 2013	ENERGY SALES : 2013										
PROVINCE	PROVINCE	Residential total	Small General	Medium General	Large General	Specific Business	Non - Profit Organization	Agriculture Pumping	Temporary	Stand by Rate	Interruptible Rate
CHIENGMAI	CHIENGMAI	968903999	454582849	493864665	428802334	219867522	10568125	14727255	39081782	0	0
PHETCHABURI	PHETCHABURI	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	0	0
PETCHABOON	PETCHABOON	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	0	0
LOEY	LOEY	180301101	71854116	57858588	94662538	5865961	24085	2547298	3787234	0	0
PRAE	PRAE	159733362	84398182	65469367	20868710	3790488	43836	2850716	2324514	0	0
MAEHONGSON	MAEHONGSON	47268050	31070083	16416876	0	3760447	42855	174746	987909	0	0

1. 2. 6. 7. 3. 4. 10. 11. 8. 9.

- แสดงการจัดข้อมูลการใช้ไฟฟ้าตามกลุ่มสาขา

ข้อมูลจาก กฟน. และ กฟภ.	กลุ่มข้อมูลหลังจากจัดระเบียบ (kwh)				
	ที่อยู่อาศัย	ธุรกิจการค้าและบริการ	อุตสาหกรรม	เกษตรกรรม	อื่นๆ
1.สาขาที่อยู่อาศัย	968,903,999	-	-	-	-
2.สาขากิจการขนาดเล็ก	-	454,582,849	-	-	-
3.สาขากิจการเฉพาะอย่าง	-	219,867,522	-	-	-
4.สาขาราชการ/รัฐวิสาหกิจ	-	10,568,125	-	-	-
5.สาขาไฟสาธารณะ	-	-	-	-	-
6.สาขากิจการขนาดกลาง	-	-	493,864,665	-	-
7.สาขากิจการขนาดใหญ่	-	-	428,802,334	-	-
8.สาขาไฟสำรอง	-	-	-	-	-
9.สาขา Interruptible Rate(IR)	-	-	-	-	-
10.สาขาการสูบน้ำ	-	-	-	14,727,255	-
11.สาขาไฟฟ้าชั่วคราว	-	-	-	-	39,081,782

คำนวณค่าปริมาณการใช้ไฟฟ้าแต่ละกลุ่มสาขา ให้อยู่ในรูปหน่วยพันตันเทียบเท่าน้ำมันดิบ (ktoe)

ค่าปริมาณการใช้ไฟฟ้าสาขาที่อยู่อาศัย= $\frac{\text{ปริมาณการใช้ไฟฟ้า} \times \text{ค่าความร้อนสุทธิ}}{\text{การแปลงหน่วย*}}$

สาขาที่อยู่อาศัยมีปริมาณการใช้ไฟฟ้า 968,903,999 kwh

- แปลงจากหน่วย kwh เป็นหน่วยพันตันเทียบเท่าน้ำมันดิบ

(ค่าความร้อนสุทธิของไฟฟ้า 3.6 MJ/kwh ข้อมูลจากจากพพ. และ1 ktoe= 42,200 GJ*)

$$= \frac{968{,}903{,}999 \text{ kwh} \times 3.6 \text{ MJ/kwh}}{(1{,}000 \times 42{,}200 \text{ GJ})}$$

ค่าปริมาณการใช้ไฟฟ้าสาขาที่อยู่อาศัย = 82.66 ktoe

ค่าปริมาณการใช้ไฟฟ้าสาขาธุรกิจการค้าและบริการ

สาขาธุรกิจการค้าและบริการมีปริมาณการใช้ไฟฟ้า

454,582,849+219,867,522+10,568,125= 685,018,496 kwh

แปลงจากหน่วย kwh เป็นหน่วยพันตันเทียบเท่าน้ำมันดิบ

(ค่าความร้อนสุทธิของไฟฟ้า 3.6 MJ/kwh ข้อมูลจากจากพพ. และ1 ktoe= 42,200 GJ*)

$$= \frac{685{,}018{,}496 \text{ kwh} \times 3.6 \text{ MJ/kwh}}{(1{,}000 \times 42{,}200 \text{ GJ})}$$

ค่าปริมาณก[illegible] = 58.44 ktoe

ค่าปริมาณการใช้ไฟฟ้าสาขาอุตสาหกรรม

สาขาอุตสาหกรรมการมีปริมาณการใช้ไฟฟ้า = 922,666,999 kwh

แปลงจากหน่วย kwh เป็นหน่วยพันตันเทียบเท่าน้ำมันดิบ

(ค่าความร้อนสุทธิของไฟฟ้า 3.6 MJ/kwh ข้อมูลจากจากพพ. และ1 ktoe= 42,200 GJ*)

$$= \frac{922{,}666{,}999 \text{ kwh} \times 3.6 \text{ MJ/kwh}}{(1{,}000 \times 42{,}200 \text{ GJ})}$$

ค่าปริมาณการใช้ไฟฟ้าสาขาอุตสาหกรรม= 78.71 ktoe

ค่าปริมาณการใช้ไฟฟ้าสาขาเกษตรกรรม

สาขาเกษตรกรรมมีการมีปริมาณการใช้ไฟฟ้า = 14,727,255kwh

แปลงจากหน่วย kwh เป็นหน่วยพันตันเทียบเท่าน้ำมันดิบ

(ค่าความร้อนสุทธิของไฟฟ้า 3.6 MJ/kwh ข้อมูลจากจากพพ. และ1 ktoe= 42,200 GJ*)

$$= \frac{14,727,255 \text{ kwh X } 3.6 \text{ MJ/kwh}}{(1,000 X 42,200 \text{ GJ})}$$

ค่าปริมาณการใช้ไฟฟ้าสาขา**เกษตรกรรม**= 1.26 ktoe

ค่าปริมาณการใช้ไฟฟ้าสาขาอื่นๆ

สาขาอื่นๆมีการมีปริมาณการใช้ไฟฟ้า = 39,081,782 kwh

แปลงจากหน่วย kwh เป็นหน่วยพันตันเทียบเท่าน้ำมันดิบ

(ค่าความร้อนสุทธิของไฟฟ้า 3.6 MJ/kwh ข้อมูลจากจากพพ. และ1 ktoe= 42,200 GJ*)

$$= \frac{39,081,782 \text{kwh X } 3.6 \text{ MJ/kwh}}{(1,000 X 42,200 \text{ GJ})}$$

ค่าปริมาณการไช้ไฟฟ้าสาขาอินๆ= 3.33 ktoe

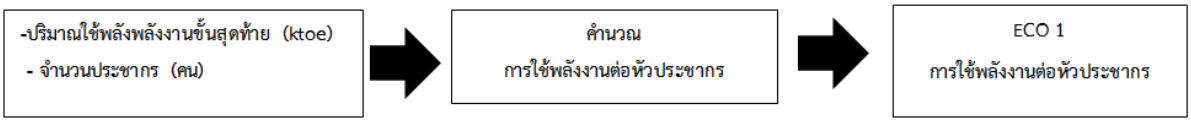
3. ดัชนีชี้วัดมิติต่างๆ

มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ โดยคณะวิศวกรรมศาสตร์ ได้นำความเชื่อมโยงระหว่างมิติด้านสิ่งแวดล้อม (Environmental Aspect) มิติด้านเศรษฐกิจและสังคม (Economy & Social Aspect) มาเป็นกรอบความคิดร่วมกับมิติด้านพลังงาน (Energy Aspect) ในการดำเนินงานเพื่อวิเคราะห์และวางแผนยุทธศาสตร์พลังงานของประเทศ (3Es Model) โดยที่ดัชนีชี้วัดในมิติต่างๆ ของระบบฐานข้อมูลพลังงาน (3Es Model) มีดังนี้

3.1 มิติด้านเศรษฐกิจและสังคม

3.1.1 ECO 1 การใช้พลังงานต่อหัวประชากร (Per Capita Energy Consumption)

เป็นการวัดการใช้พลังงานโดยเฉลี่ยของประชากรต่อพื้นที่ที่อาศัย อาทิเช่น ต่อพื้นที่จังหวัด พื้นที่ประเทศ ซึ่งค่าดัชนีที่ปรากฏจะบ่งบอกถึงปริมาณการใช้พลังงาน กล่าวคือ หากมีค่าดัชนีที่สูงย่อมหมายถึงคนในพื้นที่ดังกล่าวมีการเข้าถึงพลังงานที่สูงและมีการใช้พลังงานโดยเฉลี่ยที่สูงมาก หาได้จาก



รูปที่ 25แสดงวิธีการคำนวณการใช้พลังงานต่อหัวประชากร

$$\text{คำนวณการใช้พลังงานต่อหัวประชากร} = \frac{\text{ปริมาณใช้พลังงานขั้นสุดท้าย}}{\text{จำนวนประชากร}}$$

ตัวอย่าง จังหวัดเชียงใหม่ ปีพ.ศ. 2555

- ข้อมูลแสดงจำนวนประชากร

ประชากรจากการทะเบียน จำแนกตามเพศ ภาค และจังหวัด พ.ศ. 2546 - 2555
POPULATION FROM REGISTRATION RECORD BY SEX, REGION AND PROVINCE: 2003 - 2012

ภาค และจังหวัด	2550 (2007)	2551 (2008)	2552 (2009)	2553 (2010)	2554 (2011)	2555 (2012)	Region and province
ทั่วราชอาณาจักร	**63,038,247**	**63,389,730**	**63,525,062**	**63,878,267**	**64,076,033**	**64,456,695**	**Whole Kingdom**
ภาคเหนือ	**11,871,934**	**11,878,641**	**11,770,233**	**11,788,411**	**11,783,311**	**11,802,566**	**Northern Region**
ชาย	**5,869,022**	**5,870,420**	**5,806,550**	**5,812,340**	**5,807,672**	**5,812,444**	**Male**
หญิง	**6,002,912**	**6,008,221**	**5,963,683**	**5,976,071**	**5,975,639**	**5,990,122**	**Female**
จังหวัดเชียงใหม่	1,664,399	1,670,317	1,632,548	1,640,479	1,646,144	1,655,642	Chiang Mai Province
ชาย	817,524	819,750	797,521	800,883	802,823	806,720	Male
หญิง	846,875	850,567	835,027	839,596	843,321	848,922	Female
จังหวัดลำพูน	405,157	405,125	404,693	404,560	403,952	404,673	Lamphun Province
ชาย	197,719	197,537	197,278	196,868	196,509	196,622	Male
หญิง	207,438	207,588	207,415	207,692	207,443	208,051	Female
จังหวัดลำปาง	770,613	767,615	764,498	761,949	757,534	756,811	Lampang Province
ชาย	380,361	378,744	376,892	375,342	373,104	372,756	Male
หญิง	390,252	388,871	387,606	386,607	384,430	384,055	Female
จังหวัดอุตรดิตถ์	465,277	464,205	462,951	462,618	461,040	461,294	Uttaradit Province
ชาย	229,639	229,207	228,418	228,185	227,307	227,281	Male
หญิง	235,638	234,998	234,533	234,433	233,733	234,013	Female
จังหวัดแพร่	465,876	463,477	462,090	460,756	458,750	457,607	Phrae Province
ชาย	227,772	226,466	225,501	224,643	223,491	222,570	Male
หญิง	238,104	237,011	236,589	236,113	235,259	235,037	Female
จังหวัดน่าน	477,381	475,984	475,614	476,363	476,612	477,673	Nan Province
ชาย	240,800	240,113	239,911	240,280	240,465	240,868	Male
หญิง	236,581	235,871	235,703	236,083	236,147	236,805	Female
จังหวัดพะเยา	486,579	487,386	487,120	486,304	486,472	488,120	Phayao Province
ชาย	239,393	239,638	238,967	238,358	238,346	238,646	Male
หญิง	247,186	247,748	248,153	247,946	248,126	249,474	Female
จังหวัดเชียงราย	1,225,013	1,227,317	1,194,933	1,198,218	1,198,656	1,200,423	Chiang Rai Province
ชาย	605,963	606,775	588,850	589,890	589,759	590,446	Male
หญิง	619,050	620,542	606,083	608,328	608,897	609,977	Female

- ข้อมูลปริมาณการใช้พลังงานขั้นสุดท้าย (ข้อมูลจากบทที่4 ภาพรวมการใช้พลังงานขั้นสุดท้าย)

ชนิดเชื้อเพลิง/ชนิดพลังงาน	ปี พ.ศ.				
	2551	2552	2553	2554	2555
ถ่านหิน	-	-	-	-	-
น้ำมันสำเร็จรูป	455.83	518.68	461.72	528.39	568.65
ก๊าซธรรมชาติ	-	-	-	-	-
ไฟฟ้า	167.64	151.44	165.25	197.98	214.97
ผลรวมปริมาณเชื้อเพลิงต่อปี	**623.47**	**670.12**	**626.98**	**726.37**	**783.63**

- ข้อมูลแสดงผลิตภัณฑ์มวลรวมในประเทศของจังหวัดเชียงใหม่

ตาราง 9.23.1 ผลิตภัณฑ์มวลรวมในประเทศ แบบปริมาณลูกโซ่ (อ้างอิงปี พ.ศ. 2545) จำแนกตามสาขาการผลิต จังหวัดเชียงใหม่ พ.ศ. 2538 - 2554

TABLE 9.23.1 GROSS REGIONAL PRODUCT CHAIN VOLUME MEASURES (REFERENCE YEAR = 2002) BY INDUSTRIAL ORIGIN, CHIANG MAI : 19

หน่วย: ล้านบาท Unit : Million Baht

สาขาการผลิต	2550 (2007)	2551 (2008)	2552 (2009)	2553 (2010)	2554p (2011p)	Industrial Origin
ภาคเกษตร	**13,913**	**14,208**	**14,417**	**13,472**	**17,385**	**Agriculture**
เกษตรกรรม การล่าสัตว์ และการป่าไม้	13,627	13,902	14,112	13,264	17,127	Agriculture, Hunting and Forestry
การประมง	297	325	315	165	190	Fishing
ภาคนอกเกษตร	**83,139**	**84,829**	**84,127**	**90,197**	**92,135**	**Non-Agriculture**
การทำเหมืองแร่และเหมืองหิน	549	213	157	157	174	Mining and Quarrying
การผลิตอุตสาหกรรม	8,092	8,569	9,201	10,508	10,114	Manufacturing
การไฟฟ้า ก๊าซ และการประปา	2,273	2,446	2,750	2,964	3,015	Electricity, Gas and Water Supply
การก่อสร้าง	6,445	6,717	6,323	6,869	6,521	Construction
การขายส่ง การขายปลีก การซ่อมแซมยานยนต์ จักรยานยนต์ ของใช้ส่วนบุคคลและของใช้ในครัว	12,471	12,742	13,300	14,769	15,044	Wholesale and Retail Trade; Repair of Motor Vehicles, Motorcycles and Personal and Household
โรงแรมและภัตตาคาร	9,059	8,862	7,992	8,304	8,692	Hotels and Restaurants
การขนส่ง สถานที่เก็บสินค้า และการคมนาคม	7,708	7,758	7,455	7,867	7,190	Transport, Storage and Communications
ตัวกลางทางการเงิน	5,209	5,049	5,612	5,752	6,202	Financial Intermediation
บริการด้านอสังหาริมทรัพย์ การให้เช่า และบริการทางธุรกิจ	8,730	9,764	10,463	10,779	11,085	Real Estate, Renting and Business Activities
การบริหารราชการแผ่นดินและการป้องกันประเทศ รวมทั้งการประกันสังคมภาคบังคับ	7,586	7,416	7,587	7,874	8,959	Public Administration and Defence; Compulsory Social Security
การศึกษา	8,329	8,431	7,872	7,748	7,511	Education
การบริการด้านสุขภาพและงานสังคมสงเคราะห์	4,974	5,264	3,847	5,207	6,048	Health and Social Work
การให้บริการชุมชน สังคม และบริการส่วนบุคคลอื่น ๆ	1,478	1,506	1,555	1,416	1,566	Other Community, Social and Personal Services Activities
ลูกจ้างในครัวเรือนส่วนบุคคล	308	501	367	374	417	Private Households with Employed Persons
ผลิตภัณฑ์มวลรวม (ผลรวมส่วนย่อย)	**97,134**	**99,467**	**98,908**	**104,017**	**109,853**	**Gross domestic product (sum up)**
ผลต่าง (ผลรวมส่วนย่อย - ปริมาณลูกโซ่)	**64**	**408**	**163**	**772**	**-2,113**	**Residual (GDP sum up) - GDP CVM)**
ร้อยละของผลต่าง ต่อ ค่าปริมาณลูกโซ่	**0.1**	**0.4**	**0.2**	**0.7**	**-1.9**	**% Residual (GDP sum up) to GDP CVM**
ผลิตภัณฑ์มวลรวม (ปริมาณลูกโซ่)	**97,070**	**99,059**	**98,745**	**103,245**	**111,966**	**Gross domestic product, (CVM)**

จำนวนประชากร = 1,646,144 คน

ปริมาณการใช้พลังงานขั้นสุดท้าย = 726.37 ktoe

ผลิตภัณฑ์มวลรวมจังหวัดตามราคาปี 2554 = 111,966 ล้านบาท

ECO 1

$$\text{จากการใช้พลังงานต่อหัวประชากร} = \frac{\text{ปริมาณใช้พลังงานขั้นสุดท้าย}}{\text{จำนวนประชากร}}$$

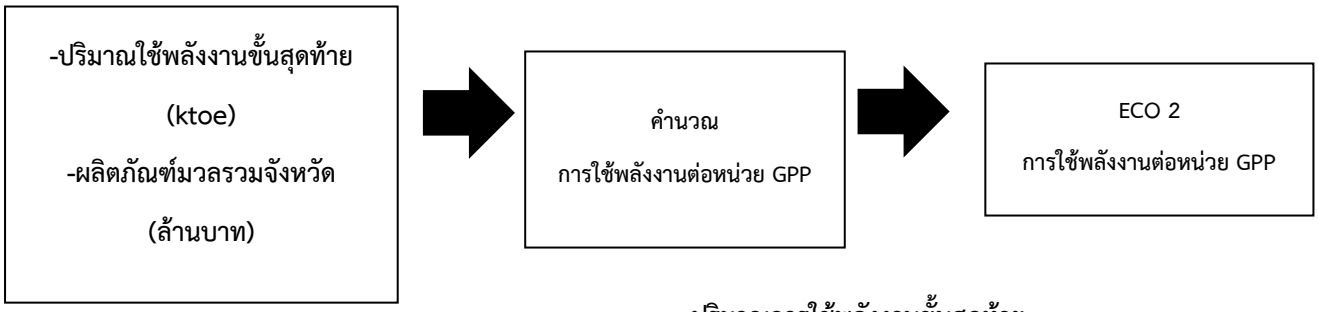
$$= \frac{(726.37\ \text{ktoe}) \times (1{,}000{,}000\ \text{คน})}{(1{,}646{,}144\ \text{คน})}$$

ECO 1 จากการใช้พลังงานต่อหัวประชากร = 441.25 ktoe/ล้านคน = 441.25 kgoe/คน

3.1.2 <u>ECO 2</u> การใช้พลังงานต่อหน่วย GPP (Energy Intensity)

คือ อัตราส่วนของปริมาณพลังงานที่ใช้ต่อผลของกิจกรรม (Output) ที่ใช้พลังงานนั้นๆ วัดโดยผลของกิจกรรมการใช้พลังงานนั้นเป็นมูลค่าทางเศรษฐศาสตร์

การใช้พลังงานต่อหน่วย GPP (Energy Intensity) หาได้จาก



คำนวณการใช้พลังงานต่อหน่วย GPP= $\frac{\textbf{ปริมาณการใช้พลังงานขั้นสุดท้าย}}{\textbf{ผลิตภัณฑ์มวลรวมจังหวัด}}$

ECO 2 จากการใช้พลังงานต่อหน่วยGPP = $\frac{726.37 \text{ ktoe}}{111{,}966 \text{ล้านบาท}}$

= 6.48 toe/ล้านบาท

ECO 2 จากการใช้พลังงานต่อหน่วย GPP = **6.48 toe/ล้านบาท**