

## รายงานผลงานเรื่องเต็มการทดลองที่สิ้นสุด ปีงบประมาณ 2562

1. แผนงานวิจัย : วิจัยและพัฒนาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศที่มีผลกระทบต่อการผลิตพืช
2. โครงการวิจัย : วิจัยและพัฒนาอวเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตพืชเศรษฐกิจ
- กิจกรรมที่ 4 : การวิเคราะห์อวเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการแปรรูปปาล์มน้ำมัน
3. ชื่อการทดลอง (ภาษาไทย)  
การทดลอง 4.2 : การวิเคราะห์อวเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการสกัดน้ำมันปาล์มดิบระดับชุมชน
- ชื่อการทดลอง (ภาษาอังกฤษ) : Analysis of the water footprint of palm oil mill process from oil palm farmers cooperatives plantations

### 4. คณะผู้ดำเนินงาน

หัวหน้าการทดลอง	นายธีระ ชูแก้ว	สังกัด ศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมันสุราษฎร์ธานี
ผู้ร่วมงาน	นางสาววิษณีย์ ออมทรัพย์สิน	สังกัด ศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมันสุราษฎร์ธานี
ผู้ร่วมงาน	นางสาวเดือนจิตร เพ็ชรธูณ	สังกัด ศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมันสุราษฎร์ธานี
ผู้ร่วมงาน	นางสาวมณีนรัตน์ ทองเรือง	สังกัด ศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมันสุราษฎร์ธานี

### 5. บทคัดย่อ

การวิเคราะห์อวเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตน้ำมันปาล์มดิบมีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินการใช้น้ำทางตรงและการใช้น้ำทางอ้อมของโรงงานสกัดน้ำมันปาล์ม ใช้ข้อมูลของโรงงานสกัดน้ำมันปาล์มดิบในจังหวัดกระบี่เพื่อประเมินค่าอวเตอร์ฟุตพริ้นท์ ประกอบด้วยสหกรณ์นิคมคลองท่อม จำกัด และชุมนุมสหกรณ์ชาวสวนปาล์มน้ำมันกระบี่ จำกัด ดำเนินการทดลองตั้งแต่เดือนตุลาคม 2561 ถึงกันยายน 2562 การสกัดน้ำมันปาล์มดิบ 1 ตัน พบว่า สหกรณ์นิคมคลองท่อม จำกัด และชุมนุมสหกรณ์ชาวสวนปาล์มน้ำมันกระบี่ จำกัด ใช้ทะเลายปาล์มสด 5.23 และ 5.09 ตัน มีอัตราการสกัดน้ำมันปาล์มดิบร้อยละ 19.12 และ 19.65 ปริมาณน้ำทางตรงและทางอ้อม 3.40 และ 6.21 ลูกบาศก์เมตรต่อตันน้ำมันปาล์มดิบ ตามลำดับ ค่าอวเตอร์ฟุตพริ้นท์ไม่คิดรวมการได้มาซึ่งทะเลายปาล์มสดของสหกรณ์นิคมคลองท่อม จำกัด และชุมนุมสหกรณ์ชาวสวนปาล์มน้ำมันกระบี่ จำกัด 3.16 และ 6.05 ลูกบาศก์เมตรต่อตันน้ำมันปาล์มดิบ ตามลำดับ ค่าอวเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการสกัดน้ำมันปาล์มดิบคิดรวมการได้มาซึ่งทะเลายปาล์มสดของสหกรณ์นิคมคลองท่อม จำกัด และชุมนุมสหกรณ์ชาวสวนปาล์มน้ำมันกระบี่ จำกัด มีค่า 5,563 และ 5,409 ลูกบาศก์เมตรต่อตันน้ำมันปาล์มดิบตามลำดับ

Analysis of the water footprint of palm oil mill process was investigated the direct and indirect water usage from oil palm plantations. The oil palm plantations as a source for collection date were located in Krabi province, including Khlongthom Estate Cooperative Limited and Krabi Oil Palm Farmers Cooperatives Federation Limited. The experiment was studied from October 2018 to September 2019. It exhibited that the extraction 1 ton of crude

palm oil of Khlongthom Estate Cooperative Limited and Krabi Oil Palm Farmers Cooperatives Federation Limited used fresh fruit bunches 5.23 and 5.09 ton, the oil extraction rate of mill was 19.12 and 19.65 %, the direct and indirect water usage was 3.40 and 6.21 m<sup>3</sup>/ton CPO, respectively. An investigated the water footprint values excluded the fresh fruit bunches of Khlongthom Estate Cooperative Limited and Krabi Oil Palm Farmers Cooperatives Federation Limited was 3.16 and 6.05 m<sup>3</sup>/ton CPO, respectively. Moreover, the water footprint values included the fresh fruit bunches of Khlongthom Estate Cooperative Limited and Krabi Oil Palm Farmers Cooperatives Federation Limited was 5,563 and 5,409 m<sup>3</sup>/ton CPO, respectively.

## 6. คำนำ

ปัจจุบันปัญหาการขาดแคลนน้ำเพื่อใช้สำหรับการอุปโภคและบริโภคกำลังเกิดขึ้นทั่วโลก ประเทศต่าง ๆ ให้ความสำคัญในการบริหารจัดการน้ำ และเพิ่มประสิทธิภาพการใช้น้ำ โดยเฉพาะน้ำที่ใช้สำหรับกระบวนการผลิตสินค้าอุตสาหกรรมและสินค้าเกษตรกรรม เพื่อสนับสนุน ส่งเสริม และสร้างความตระหนักในการใช้น้ำในกระบวนการผลิตสินค้าและบริการ รวมถึงมีส่วนรับผิดชอบให้เกิดการใช้น้ำที่เหมาะสมมากขึ้น ดังนั้นองค์การมาตรฐานสากล (Organization for Standardization) จึงได้ประกาศใช้มาตรฐาน ISO 14046 หรือวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ (Water footprint) เป็นตัวชี้วัดการใช้น้ำทั้งทางตรงและทางอ้อม ซึ่งช่วยให้เห็นภาพการใช้น้ำที่มีความเหมาะสมและก่อให้เกิดประโยชน์ ถึงแม้ว่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ไม่ได้เป็นมาตรฐานบังคับให้ผู้ผลิตสินค้าอุตสาหกรรมและสินค้าเกษตรกรรมเพื่อการส่งออกดำเนินการ แต่มีความเป็นไปได้ว่าปัญหาด้านสิ่งแวดล้อมที่เกิดขึ้นกับแหล่งน้ำต่าง ๆ ทั่วโลก จะกระตุ้นให้มีการประกาศให้วอเตอร์ฟุตพริ้นท์เป็นมาตรฐานบังคับ เนื่องจากการคำนวณวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ นอกจากทำให้ทราบปริมาณการใช้น้ำที่ซ่อนอยู่ในการผลิตสินค้าได้อย่างชัดเจนขึ้นแล้ว ยังสามารถใช้ประเมินผลกระทบที่เกิดจากการผลิตและการค้าต่อการใช้ทรัพยากรน้ำได้อีกด้วย สามารถเข้าใจปัญหาการขาดแคลนน้ำและมลภาวะทางน้ำได้ดีขึ้น รวมทั้งนำไปสู่วิธีแก้ปัญหาที่เชื่อมโยงกับกระบวนการผลิตสินค้าและ supply chain ทั้งระบบ (สำนักงานที่ปรึกษาการเกษตรต่างประเทศ ประจำสหภาพยุโรป, 2558)

ประเทศไทยจัดเป็น 1 ใน 10 ประเทศที่ใช้น้ำค่อนข้างมาก โดยเฉพาะการใช้น้ำในภาคการเกษตรและอุตสาหกรรมเกษตรเพื่อการส่งออก ในขณะที่แหล่งน้ำในประเทศไทยทั้งน้ำผิวดิน และน้ำใต้ดินมีจำกัด ดังนั้นการให้ความสำคัญในการใช้น้ำอย่างมีประสิทธิภาพจึงเป็นแนวทางหนึ่งในการดำเนินการ ซึ่งจะเป็นตัวชี้วัดและประเมินการใช้น้ำในแต่ละกิจกรรมการผลิต ทั้งน้ำผิวดิน น้ำใต้ดิน ความชื้นที่มีอยู่ในดิน รวมถึงปริมาณน้ำเสียที่เกิดขึ้นจากกระบวนการผลิต โดยวอเตอร์ฟุตพริ้นท์จะเป็นตัวชี้วัดถึงประสิทธิภาพในการใช้น้ำทั้งทางตรงและทางอ้อม ซึ่งสามารถนำมาประเมินผลกระทบที่เกิดจากการผลิตและการค้าต่อการใช้ทรัพยากรน้ำได้อย่างมีประสิทธิภาพ (สำนักข่าว M Report, 2562)

ประเทศไทยมีผลผลิตน้ำมันปาล์มเป็นอันดับ 3 ของโลก พื้นที่ปลูกน้ำมันปาล์มและโรงงานสกัดน้ำมันปาล์มดิบของไทยส่วนใหญ่อยู่ในภาคใต้ คิดเป็นร้อยละ 85 ของพื้นที่ปลูกปาล์มน้ำมันทั่วประเทศ จังหวัดที่มีพื้นที่ปลูกปาล์มน้ำมันมากที่สุด คือ กระบี่ สุราษฎร์ธานี และชุมพร พื้นที่ปลูกปาล์มน้ำมันที่เหลืออีกร้อยละ 15

กระจายอยู่ในภาคเหนือ ภาคกลาง และภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ซึ่งเป็นพื้นที่ปลูกปาล์มน้ำมันที่เพิ่มขึ้นในช่วง 10 ปีที่ผ่านมาตามยุทธศาสตร์ของแผนพลังงานทดแทนและพลังงานทางเลือกของประเทศ (เขลลูลูดา เชื้อสุวรรณ, 2561) ข้อมูลในปี 2561 ประเทศไทยมีพื้นที่ให้ผลผลิต 5.09 ล้านไร่ มีผลผลิตปาล์มน้ำมัน 15.39 ล้านตัน เพิ่มขึ้นจาก 14.10 ล้านตันในปี 2560 ร้อยละ 9.15 คิดเป็นปริมาณน้ำมันปาล์มดิบ 2.74 ล้านตัน (ส่วนประสาสัมพันธ์/ข้อมูล : สำนักวิจัยเศรษฐกิจการเกษตร, 2561) ข้อมูลในปี 2562 คาดว่าประเทศไทยมีเนื้อที่ให้ผลผลิต 5.47 ล้านไร่ มีผลผลิตปาล์มน้ำมัน 16.76 ล้านตัน เพิ่มขึ้นร้อยละ 8.90 จากปี 2561 (ข่าวสด, 2562) ซึ่งผลผลิตปาล์มน้ำมันดังกล่าวจะถูกนำเข้าสู่โรงงานสกัดน้ำมันปาล์ม ดังนั้นเพื่อเป็นการส่งเสริมการบริหารจัดการน้ำอย่างยั่งยืนของโรงงานสกัดน้ำมันปาล์มดิบ การวิเคราะห์ห่อเตอร์ฟุตพรีนธ์ของการแปรรูปปาล์มน้ำมัน จึงจำเป็นต้องดำเนินการวิเคราะห์เพื่อสนับสนุนให้โรงงานอุตสาหกรรมสามารถประเมินการใช้น้ำในอุตสาหกรรมแปรรูปปาล์มน้ำมันได้

โครงการวิเคราะห์ห่อเตอร์ฟุตพรีนธ์ของการแปรรูปปาล์มน้ำมัน จึงเป็นเครื่องมือช่วยให้ผู้ประกอบการสามารถทำธุรกิจและแข่งขันได้ในกรณีที่ถูกกีดกันทางการค้า นอกจากนี้ยังเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้น้ำช่วยลดปริมาณการใช้น้ำในภาคอุตสาหกรรม และเป็นการอนุรักษ์แหล่งน้ำบาดาลให้เกิดความยั่งยืน ส่งผลให้ผู้ประกอบการสามารถลดต้นทุน สามารถแข่งขันและอยู่ในตลาดโลกได้

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์

เพื่อวิเคราะห์ปริมาณการใช้น้ำต่อหน่วยผลผลิตน้ำมันปาล์มระดับชุมชน เพื่อนำไปใช้ในการจัดสรรและใช้ประโยชน์จากน้ำสำหรับการแปรรูปปาล์มน้ำมันอย่างมีประสิทธิภาพและยั่งยืน

## 7. วิธีดำเนินการ

### 1. การรวบรวมข้อมูล

ดำเนินการโดยจัดทำแบบสอบถามเพื่อรวบรวมข้อมูลจากแต่ละโรงงานสกัดน้ำมันปาล์มดิบ ข้อมูลที่ต้องการได้แก่ การผลิต การใช้สารเคมีในโรงงาน พลังงาน ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการผลิตผลิตภัณฑ์ที่ส่งขายออกโรงงาน ราคาผลิตภัณฑ์ที่ได้ ระบบบำบัดน้ำเสีย การขนส่งปาล์มทะเลลาย การขนส่งสารเคมีและน้ำมันดีเซล (ตารางที่ 1) (เพชรดา สัตยากุล, 2557)

**ตารางที่ 1** ข้อมูลที่ใช้ในการคำนวณห่อเตอร์ฟุตพรีนธ์

ข้อมูลที่ต้องการ	ปริมาณ	หน่วย	หมายเหตุ
<b>ข้อมูลการผลิต</b>			
1. ปริมาณทะเลลายปาล์มสดเข้าโรงงาน		ตันต่อปี	
2. ปริมาณผลปาล์มร่วงเข้าโรงงาน		ตันต่อปี	
3. ปริมาณการใช้น้ำของโรงงาน		m <sup>3</sup> ต่อปี	
4. จำนวนวันทำงานของโรงงาน		วัน/ปี	
5. จำนวนชั่วโมงทำงาน		ชั่วโมง/วัน	
<b>ข้อมูลการใช้สารเคมีทั้งหมดในโรงงาน</b>			

ข้อมูลที่ต้องการ	ปริมาณ	หน่วย	หมายเหตุ
1. ดินขาว		ก.ก.ต่อปี	
2. สารเคมี 1 คือ		ก.ก.ต่อปี	
3. สารเคมี 2 คือ		ก.ก.ต่อปี	
4. สารเคมี 3 คือ		ก.ก.ต่อปี	
5. สารเคมี 4 คือ		ก.ก.ต่อปี	
6. สารเคมี 5 คือ		ก.ก.ต่อปี	
ข้อมูลพลังงาน			
1. ปริมาณการซื้อไฟฟ้าจากการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค		หน่วยต่อปี	ข้อมูลจากบิลค่าไฟฟ้า
2. ปริมาณการใช้น้ำมันดีเซลภายในโรงงาน		ลิตรต่อปี	
ข้อมูลผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการผลิต			
1. ปริมาณ CPO		ตันต่อปี	
2. ปริมาณ PKO		ตันต่อปี	กรณีที่โรงงานมีการผลิต
3. ปริมาณทะลายปาล์มเปล่า		ตันต่อปี	
4. ปริมาณ PK		ตันต่อปี	
5. ปริมาณเส้นใย		ตันต่อปี	
6. ปริมาณกะลา		ตันต่อปี	
7. ปริมาณกากตะกอนดีแคเนเตอร์		ตันต่อปี	
8. ปริมาณกากเมล็ดใน		ตันต่อปี	
ข้อมูลผลิตภัณฑ์ที่ส่งขายออกโรงงาน			
1. ปริมาณ CPO		ตันต่อปี	
2. ปริมาณ PKO		ตันต่อปี	กรณีที่โรงงานมีการผลิต
3. ปริมาณ PK		ตันต่อปี	
4. ปริมาณทะลายปาล์มเปล่า		ตันต่อปี	
5. ปริมาณเส้นใย		ตันต่อปี	
6. ปริมาณกะลา		ตันต่อปี	
7. ปริมาณกากตะกอนดีแคเนเตอร์		ตันต่อปี	
8. ปริมาณกากเมล็ดใน		ตันต่อปี	
ข้อมูลราคาผลิตภัณฑ์ที่ได้			
1. ราคา CPO		บาทต่อตัน	
2. ราคา PKO		บาทต่อตัน	
3. ราคา PK		บาทต่อตัน	
4. ราคาทะลายปาล์มเปล่า		บาทต่อตัน	

ข้อมูลที่ต้องการ	ปริมาณ	หน่วย	หมายเหตุ
5. ราคาเส้นใย		บาทต่อตัน	
6. ราคากะลา		บาทต่อตัน	
7. ราคากากตะกอนดีแคนเตอร์		บาทต่อตัน	
8. ราคากากเมล็ดใน		บาทต่อตัน	
ข้อมูลระบบบำบัดน้ำเสีย			
1. ปริมาณน้ำเสียเข้าระบบบำบัดน้ำเสีย		ลบ.ม.ต่อปี	หรือ ลบ.ม.ต่อวัน
2. ปริมาณน้ำทิ้ง		ลบ.ม.ต่อปี	หรือ ลบ.ม.ต่อวัน
3. ปริมาณน้ำดิบ		ลบ.ม.ต่อปี	หรือ ลบ.ม.ต่อวัน

## 2. การจัดทำบัญชีรายการ

การจัดทำบัญชีรายการเป็นการทำบัญชีรายการของชนิด ปริมาณของสาร พลังงานที่เข้า - ออกของกระบวนการสกัดน้ำมันปาล์มดิบ 1 ตัน โดยบัญชีรายการของการสกัดน้ำมันปาล์มดิบสารขาเข้า ได้แก่

- ทะลายปาล์มสด
- สารเคมี
- น้ำมันดีเซล
- ไฟฟ้า
- น้ำที่ใช้ในกระบวนการผลิต

สำหรับบัญชีรายการของการสกัดน้ำมันปาล์มดิบสารขาออก ได้แก่

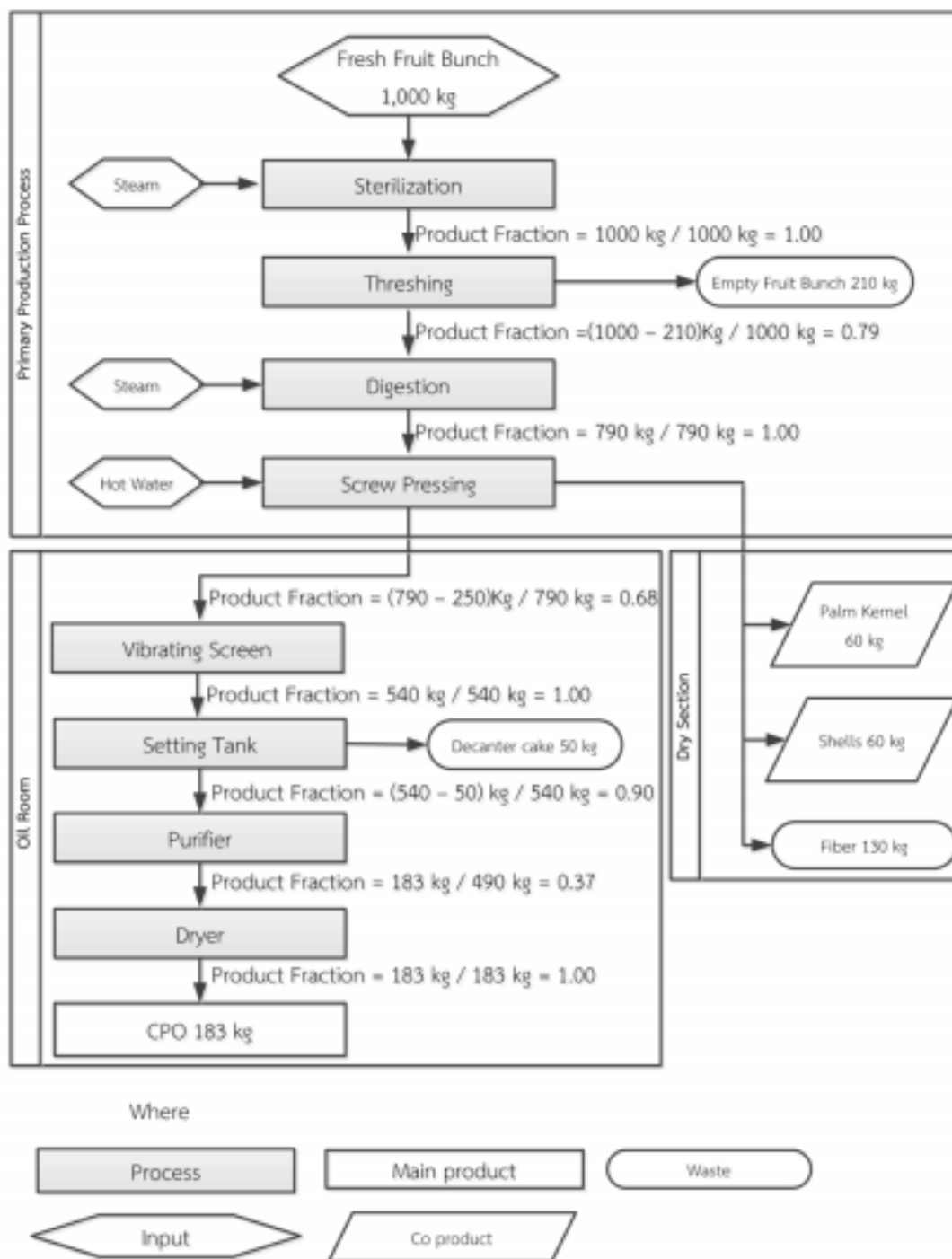
- น้ำมันปาล์มดิบ
- เมล็ดใน
- กะลา
- เส้นใย
- ทะลายปาล์มเปล่า
- กากตะกอนดีแคนเตอร์
- น้ำเสีย

## 3. การคำนวณสัดส่วนผลิตภัณฑ์

สัดส่วนผลิตภัณฑ์คำนวณได้ 2 ประเภท คือ 1) สัดส่วนผลิตภัณฑ์ทางทฤษฎี หาค่าโดยใช้ข้อมูลปริมาณผลิตภัณฑ์หลัก ผลิตภัณฑ์ร่วม และของเสียที่เกิดขึ้นทางทฤษฎี 2) สัดส่วนผลิตภัณฑ์ที่เกิดขึ้นจริง หาค่าโดยใช้ข้อมูลของโรงงานสกัดน้ำมันปาล์มดิบ คือข้อมูลปริมาณผลิตภัณฑ์หลัก ผลิตภัณฑ์ร่วม และของเสียที่เกิดขึ้น (Department of Alternative Energy Development and Efficiency, 2006) การคำนวณสัดส่วนผลิตภัณฑ์ใช้ข้อมูลทางทฤษฎีแสดงดังภาพที่ 1 คือ

- ทะลายปาล์มสด 1 ตัน เข้าสู่กระบวนการนึ่งปาล์ม มีสัดส่วนผลิตภัณฑ์ 1.00

- ทะลายปาล์มสดเข้าสู่กระบวนการแยกผลปาล์ม ค่าทางทฤษฎีได้ทะลายปาล์มเปล่า 210 กิโลกรัม ผลปาล์มสด 790 กิโลกรัม มีสัดส่วนผลิตภัณฑ์ 0.79
- ผลปาล์มเข้าสู่กระบวนการย่อยผลปาล์ม มีสัดส่วนผลิตภัณฑ์ 1.00
- ผลปาล์มเข้าสู่กระบวนการบีบผลปาล์ม ค่าทางทฤษฎีได้เส้นใย 130 กิโลกรัม กะลา 60 กิโลกรัม เมล็ดใน 60 กิโลกรัม และน้ำมันปาล์มดิบ 540 กิโลกรัม มีสัดส่วนผลิตภัณฑ์ 0.68
- น้ำมันปาล์มดิบผ่านตะแกรงสั้น มีสัดส่วนผลิตภัณฑ์ 1.00
- น้ำมันปาล์มดิบเข้าสู่ถังตกตะกอน ค่าทางทฤษฎีได้กากตะกอนดีแคนเตอร์ 50 กิโลกรัม และน้ำมันปาล์มดิบ 490 กิโลกรัม มีสัดส่วนผลิตภัณฑ์ 0.90
- น้ำมันปาล์มดิบเข้าสู่กระบวนการทำให้บริสุทธิ์ ค่าทางทฤษฎีได้น้ำมันปาล์มดิบ 183 กิโลกรัม มีสัดส่วนผลิตภัณฑ์ 0.37
- น้ำมันปาล์มดิบเข้าสู่กระบวนการกำจัดน้ำ มีสัดส่วนผลิตภัณฑ์ 1.00



ภาพที่ 1 การคำนวณสัดส่วนผลิตภัณฑ์ทางทฤษฎี

ที่มา: Department of Alternative Energy Development and Efficiency, (2006)

#### 4. การคำนวณปริมาณน้ำทางตรงและทางอ้อม

กระบวนการผลิตที่ใช้น้ำในโรงงานสกัดน้ำมันปาล์มดิบ สามารถแบ่งเป็นการใช้น้ำทางตรงและการใช้น้ำทางอ้อม กระบวนการผลิตที่ใช้น้ำทางตรงได้แก่ การนึ่งปาล์ม ย่อยปาล์ม และบีบผลปาล์ม แต่กระบวนการ

ที่กล่าวมานั้นไม่สามารถคำนวณค่าการใช้ในแต่ละกระบวนการได้ ดังนั้นจึงใช้ค่าการใช้ทั้งหมดของโรงงานสกัดน้ำมันปาล์มดิบ สำหรับการใช้น้ำทางอ้อมคำนวณจากปริมาณสารเคมี ไฟฟ้า และน้ำมันดีเซลที่ใช้ในการขนส่งและใช้ภายในโรงงานสกัดน้ำมันปาล์มดิบ แล้วนำมาคูณกับค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของน้ำมันดีเซล ไฟฟ้า และสารเคมี (เพชรดา สัตยากุล, 2557)

#### 5. การประเมินวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ไม่คิดรวมการได้มาซึ่งทะเลสาบปาล์มสด (รูปแบบที่ 1)

การประเมินวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ไม่คิดรวมการได้มาซึ่งทะเลสาบปาล์มสด เป็นการประเมินวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการสกัดน้ำมันปาล์มดิบและไม่คิดรวมการปลูกปาล์มน้ำมัน ซึ่งต้องการประเมินวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ที่เกิดจากการใช้น้ำทางตรงและทางอ้อมของโรงงานสกัดน้ำมันปาล์มดิบ (เพชรดา สัตยากุล, 2557)

#### 6. การประเมินวอเตอร์ฟุตพริ้นท์คิดรวมการได้มาซึ่งทะเลสาบปาล์มสด (รูปแบบที่ 2)

การประเมินวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการสกัดน้ำมันปาล์มดิบนอกจากคิดรวมการได้มาซึ่งทะเลสาบปาล์มสดแล้วยังคิดรวมการปลูกปาล์มน้ำมันด้วย สำหรับการคิดรวมการปลูกปาล์มน้ำมันนั้น ใช้ค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการได้มาซึ่งทะเลสาบปาล์มสดของประเทศไทยในการคำนวณ (Suttayakul *et al.*, 2016)

### เวลาและสถานที่

ระยะเวลา: เดือนตุลาคม 2561 สิ้นสุด เดือนกันยายน 2562

สถานที่ : ศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมันสุราษฎร์ธานี และโรงงานสกัดน้ำมันปาล์มดิบระดับชุมชน

## 8. ผลการทดลองและวิจารณ์

### 1. การรวบรวมข้อมูล

การประเมินวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการสกัดน้ำมันปาล์มดิบ เริ่มจากรวบรวมข้อมูลที่ได้จากแต่ละโรงงาน จากนั้นจัดทำบัญชีรายการชนิดและปริมาณของสาร รวมทั้งพลังงานที่เข้า - ออกของกระบวนการสกัดน้ำมันปาล์มดิบ 1 ตัน และคำนวณสัดส่วนผลิตภัณฑ์ต่อการประเมินวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ โดยรูปแบบการประเมินวอเตอร์ฟุตพริ้นท์แบ่งได้ 3 รูปแบบ ได้แก่

รูปแบบที่ 1 ประเมินวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ไม่คิดรวมการได้มาซึ่งทะเลสาบปาล์มสด เป็นการประเมินการใช้น้ำทางตรงและทางอ้อม เพื่อศึกษาปริมาณการใช้น้ำในการสกัดน้ำมันปาล์มดิบ ผลการประเมินวอเตอร์ฟุตพริ้นท์รูปแบบที่ 1 แสดงให้เห็นถึงการใช้ของโรงงานสกัดน้ำมันปาล์มดิบ

รูปแบบที่ 2 ประเมินวอเตอร์ฟุตพริ้นท์โดยการคิดรวมการได้มาซึ่งทะเลสาบปาล์มสดและไม่คิดเกรย์วอเตอร์จากน้ำทิ้ง ผลการประเมินวอเตอร์ฟุตพริ้นท์รูปแบบที่ 2 แสดงให้เห็นถึงค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของผลิตภัณฑ์จากการสกัดน้ำมันปาล์มดิบ

รูปแบบที่ 3 ประเมินวอเตอร์ฟุตพริ้นท์โดยคิดรวมการได้มาซึ่งทะเลสาบปาล์มสดและคิดรวมเกรย์วอเตอร์จากน้ำทิ้ง ผลการประเมินวอเตอร์ฟุตพริ้นท์รูปแบบที่ 3 แสดงให้เห็นถึงผลกระทบต่อปริมาณน้ำในธรรมชาติเมื่อมีการทิ้งน้ำที่ผ่านระบบการบำบัดน้ำเสียจากโรงงานสกัดน้ำมันปาล์มดิบ (เพชรดา สัตยากุล, 2557)

โดยโรงงานสกัดน้ำมันปาล์มดิบระดับชุมชนที่ติดต่อเพื่อขอข้อมูลดำเนินงานวิจัยประกอบด้วย

### 1. สหกรณ์นิคมอ่าวลึก จำกัด อำเภอปลายพระยา จังหวัดกระบี่



2. สหกรณ์นิคมคลองท่อม จำกัด อำเภอกลองท่อม จังหวัดกระบี่
3. สหกรณ์นิคมปลายพระยา จำกัด อำเภอปลายพระยา จังหวัดกระบี่
4. สหกรณ์นิคมปากน้ำ จำกัด อำเภอปลายพระยา จังหวัดกระบี่
5. สหกรณ์นิคมคลองท่อมสอง จำกัด อำเภอกลองท่อม จังหวัดกระบี่
6. ชุมนุมสหกรณ์ชาวสวนปาล์มน้ำมันกระบี่ จำกัด อำเภออ่าวลึก จังหวัดกระบี่
7. สหกรณ์นิคมวิภาวดี จำกัด อำเภอวิภาวดี จังหวัดสุราษฎร์ธานี
8. สหกรณ์นิคมท่าฉาง อำเภอวิภาวดี จังหวัดสุราษฎร์ธานี
9. สหกรณ์นิคมพนม จำกัด อำเภอพนม จังหวัดสุราษฎร์ธานี
10. สหกรณ์นิคมหลังสวน จำกัด อำเภอหลังสวน จังหวัดชุมพร
11. สหกรณ์นิคมท่าแซะ จำกัด อำเภอท่าแซะ จังหวัดชุมพร
12. สหกรณ์นิคมปะทิว จำกัด อำเภอปะทิว จังหวัดชุมพร
13. สหกรณ์นิคมทุ่งสง จำกัด อำเภอทุ่งสง จังหวัดนครศรีธรรมราช
14. ชุมนุมสหกรณ์ปาล์มน้ำมันนครศรีธรรมราช อำเภอพระพรหม จังหวัดนครศรีธรรมราช
15. โรงงานสกัดน้ำมันปาล์มขนาดเล็กของศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมันสุราษฎร์ธานี อำเภอกาญจนดิษฐ์ จังหวัดสุราษฎร์ธานี

อย่างไรก็ตามโรงงานสกัดน้ำมันปาล์มดิบระดับชุมชนส่วนใหญ่ได้หยุดการสกัดน้ำมันปาล์มดิบไปแล้วสำหรับบางโรงงานเช่น โรงงานสกัดน้ำมันปาล์มขนาดเล็กของศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมันสุราษฎร์ธานี ไม่มีมิเตอร์ไฟ และมีเตอร์น้ำแยกออกมาเพื่อใช้เฉพาะภายในโรงงานสกัดน้ำมันปาล์มดิบ ทำให้ไม่สามารถเก็บข้อมูลได้ โดยโรงงานสกัดน้ำมันปาล์มดิบระดับชุมชนที่ยังคงดำเนินการสกัดน้ำมันปาล์มดิบและให้ความอนุเคราะห์ข้อมูลในการดำเนินงานวิจัยประกอบด้วย

1. สหกรณ์นิคมคลองท่อม จำกัด อำเภอกลองท่อม จังหวัดกระบี่
  2. ชุมนุมสหกรณ์ชาวสวนปาล์มน้ำมันกระบี่ จำกัด อำเภออ่าวลึก จังหวัดกระบี่
2. การจัดทำบัญชีรายการ

ข้อมูลที่ได้จากโรงงานสกัดน้ำมันปาล์มดิบ นำมาจัดทำบัญชีรายการ ซึ่งเป็นการจัดทำบัญชีรายการของชนิด ปริมาณของสาร พลังงานที่เข้า - ออกของกระบวนการสกัดน้ำมันปาล์มดิบ 1 ตัน โดยสารขาเข้าและสารขาออกสำหรับการสกัดน้ำมันปาล์มดิบแสดงดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 บัญชีรายการสำหรับการผลิตน้ำมันปาล์มดิบ 1 ตัน

พารามิเตอร์	หน่วย	โรงงาน	
		สหกรณ์นิคมคลองท่อม จำกัด	ชุมนุมสหกรณ์ชาวสวน ปาล์มน้ำมันกระบี่ จำกัด
<b>สารขาเข้า</b>			
ทะลายปาล์มสด	ตัน	5.23	5.09
ปริมาณการใช้น้ำ	ลูกบาศก์เมตร	2.95	5.68
ปริมาณไฟฟ้าจากการ ไฟฟ้าส่วนภูมิภาค	กิโลวัตต์-ชั่วโมง	85.79	151.51
ปริมาณการใช้น้ำมันดีเซล	ลิตร	2.84	5.22
ปริมาณการใช้สารเคมี			
- ดินขาว	กิโลกรัม	0.58	0.89
- สารส้ม	กิโลกรัม	-	0.047
<b>สารขาออก</b>			
<b>ผลิตภัณฑ์หลัก</b>			
- น้ำมันปาล์มดิบ	ตัน	1.00	1.00
<b>ผลิตภัณฑ์ร่วม</b>			
- เมล็ดใน	ตัน	0.33	0.35
- เส้นใย	ตัน	0	0.69
- กะลา	ตัน	1.84	0.72
<b>วัสดุเศษเหลือ</b>			
- ทะลายปาล์มเปล่า	ตัน	1.32	1.16
- กากตะกอนดีแคนเตอร์	ตัน	0	0.17

จากข้อมูลในตารางที่ 2 พบว่า การสกัดน้ำมันปาล์มดิบ 1 ตันของโรงงานสกัดน้ำมันปาล์มดิบระดับชุมชนที่ศึกษา สหกรณ์นิคมคลองท่อม จำกัด ใช้ทะลายปาล์มสด 5.23 ตัน และชุมนุมสหกรณ์ชาวสวนปาล์มน้ำมันกระบี่ จำกัด ใช้ทะลายปาล์มสด 5.09 ตัน โดยมีอัตราการสกัดน้ำมันปาล์มดิบริ้อยละ 19.12 และ 19.65 ตามลำดับ เมื่อพิจารณาจากปริมาณน้ำที่ใช้ในกระบวนการสกัดน้ำมันปาล์มดิบ พบว่า การสกัดน้ำมันปาล์มดิบ 1 ตัน สหกรณ์นิคมคลองท่อม จำกัด ใช้น้ำ 2.95 ลูกบาศก์เมตร และชุมนุมสหกรณ์ชาวสวนปาล์มน้ำมันกระบี่ จำกัด ใช้น้ำ 5.68 ลูกบาศก์เมตร การใช้น้ำในปริมาณที่ต่างกันอาจเนื่องจากประสิทธิภาพของหม้อไอน้ำรวมถึงปริมาณทะลายปาล์มสดที่แตกต่างกันของแต่ละโรงงานสกัดน้ำมันปาล์มดิบ

### 3. สัดส่วนผลิตภัณฑ์

การหาสัดส่วนผลิตภัณฑ์คำนวณจากมวลของผลิตภัณฑ์ต่อมวลวัตถุดิบ จากนั้นใช้ค่าสัดส่วนผลิตภัณฑ์ที่ได้เปรียบเทียบกับค่าสัดส่วนผลิตภัณฑ์ทางทฤษฎี สำหรับสัดส่วนผลิตภัณฑ์ของโรงงานสกัดน้ำมันปาล์มดิบที่ศึกษาแสดงในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 สัดส่วนผลิตภัณฑ์ของโรงงานสกัดน้ำมันปาล์มดิบ

กระบวนการ	สัดส่วนผลิตภัณฑ์		
	สหกรณ์นิคมคลอง ท่อม จำกัด	ชุมนุมสหกรณ์ชาวสวน ปาล์มน้ำมันกระบี่ จำกัด	ค่าทางทฤษฎี
การนึ่งปาล์ม	1.00	1.00	1.00
การแยกผลปาล์ม	0.74	0.77	0.80
การย่อยผลปาล์ม	1.00	1.00	1.00
การบีบผลปาล์ม	0.62	0.55	0.68
กรองผ่านตะแกรงสั้น	1.00	1.00	1.00
ถังตกตะกอน	1.00	0.92	0.90
การทำให้บริสุทธิ์	0.41	0.50	0.37
การกำจัดน้ำ	1.00	1.00	1.00

#### 4. การคำนวณปริมาณน้ำทางตรงและทางอ้อม

การใช้น้ำทางตรงของการสกัดน้ำมันปาล์มดิบหมายถึงบลูวอเตอร์เพียงอย่างเดียว เนื่องจากโรงงานสกัดน้ำมันปาล์มดิบส่วนใหญ่มีระบบบำบัดน้ำเสีย ไม่มีการทิ้งน้ำจากกระบวนการสกัดน้ำมันปาล์มโดยตรง (เกรย์วอเตอร์) สำหรับน้ำทางตรงของการสกัดน้ำมันปาล์มดิบประกอบด้วย น้ำที่ใช้ในขั้นตอนต่างๆ เช่น การนึ่งปาล์ม การย่อยผลปาล์ม การบีบผลปาล์ม แต่อย่างไรก็ตาม ไม่สามารถคำนวณค่าการใช้น้ำทางตรงของแต่ละขั้นตอนที่กล่าวมาได้ จึงคำนวณค่าการใช้น้ำทางตรงจากข้อมูลปริมาณการน้ำใช้ทั้งหมดภายในโรงงานสกัดน้ำมันปาล์มดิบ จากข้อมูลในตารางที่ 4 พบว่า ปริมาณการใช้น้ำทางตรงของสหกรณ์นิคมคลองท่อม จำกัด เท่ากับ 2.95 ลูกบาศก์เมตรต่อตันน้ำมันปาล์มดิบ และปริมาณการใช้น้ำทางตรงของชุมนุมสหกรณ์ชาวสวนปาล์มน้ำมันกระบี่ จำกัด เท่ากับ 5.68 ลูกบาศก์เมตรต่อตันน้ำมันปาล์มดิบ

การใช้น้ำทางอ้อมของการสกัดน้ำมันปาล์มดิบ ใช้ข้อมูลปริมาณสารเคมี ไฟฟ้า และน้ำมันดีเซลที่ใช้ในโรงงานสกัดน้ำมันปาล์มดิบ จากนั้นคูณกับค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของน้ำมันดีเซล ไฟฟ้า และสารเคมี (ตารางที่ 5) สำหรับการใช้น้ำทางอ้อมนั้น ประกอบด้วยวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิต (วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตสารเคมี ไฟฟ้าจากการไฟฟ้า น้ำมันดีเซล) และวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการขนส่ง (วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการขนส่งสารเคมี น้ำมันดีเซล ทะลายปาล์มสดเข้าสู่โรงงาน) ซึ่งปริมาณการใช้น้ำทางอ้อมของโรงงานสกัดน้ำมันปาล์มดิบแสดงในตารางที่ 6 จากข้อมูลพบว่า ปริมาณการใช้น้ำทางอ้อมของสหกรณ์นิคมคลองท่อม จำกัด เท่ากับ 0.45 ลูกบาศก์เมตรต่อตันน้ำมันปาล์มดิบ และปริมาณการใช้น้ำทางอ้อมของชุมนุมสหกรณ์ชาวสวนปาล์มน้ำมันกระบี่ จำกัด เท่ากับ 0.53 ลูกบาศก์เมตรต่อตันน้ำมันปาล์มดิบ

ตารางที่ 4 ปริมาณน้ำทางตรงที่ใช้ในกระบวนการสกัดน้ำมันปาล์มดิบ

บริษัท	ปริมาณน้ำทางตรง (ลูกบาศก์เมตรต่อตันน้ำมันปาล์มดิบ)
สหกรณ์นิคมคลองท่อม จำกัด	2.95
ชุมนุมสหกรณ์ชาวสวนปาล์มน้ำมันกระบี่ จำกัด	5.68

ตารางที่ 5 ค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของน้ำมันดีเซล ไฟฟ้า และสารเคมี

ชนิด	ค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์	หน่วย
น้ำมันดีเซล	0.0042	ลูกบาศก์เมตร/กิโลกรัม
ไฟฟ้า	0.0023	ลูกบาศก์เมตร/กิโลวัตต์-ชั่วโมง
ดินขาว	0.0073	ลูกบาศก์เมตร/กิโลกรัม
คลอรีน	0.0143	ลูกบาศก์เมตร/กิโลกรัม
โซเดียมคลอไรด์	0.0057	ลูกบาศก์เมตร/กิโลกรัม
โซเดียมไฮดรอกไซด์	0.0142	ลูกบาศก์เมตร/กิโลกรัม
โซเดียมไฮโปคลอไรด์	0.0094	ลูกบาศก์เมตร/กิโลกรัม
กรดไฮโดรคลอริก	0.0161	ลูกบาศก์เมตร/กิโลกรัม
โพแทสเซียมอลูมิเนียมซัลเฟต	0.0665	ลูกบาศก์เมตร/กิโลกรัม
โพลูอลูมิเนียมคลอไรด์	0.0280	ลูกบาศก์เมตร/กิโลกรัม
ไดคลีน	0.0546	ลูกบาศก์เมตร/กิโลกรัม
โซเดียม SBS	0.0129	ลูกบาศก์เมตร/กิโลกรัม
โซเดียมคาร์บอเนต	0.0084	ลูกบาศก์เมตร/กิโลกรัม
เรซิน	0.0194	ลูกบาศก์เมตร/กิโลกรัม
สารละลายฟอสเฟต	0.1498	ลูกบาศก์เมตร/กิโลกรัม

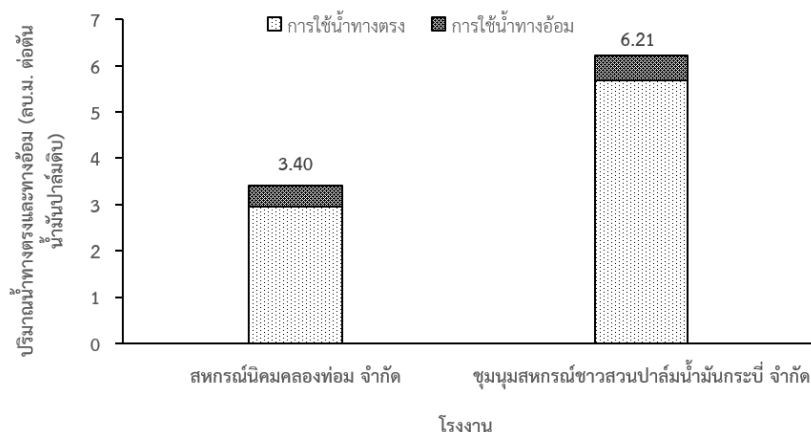
ที่มา: เพชรดา สัตยากุล (2557)

ตารางที่ 6 ปริมาณน้ำทางอ้อมที่ใช้ในกระบวนการสกัดน้ำมันปาล์มดิบ

โรงงาน	ผลิต				ขนส่ง		ปริมาณน้ำทางอ้อม (ลูกบาศก์เมตรต่อ ตันน้ำมันปาล์มดิบ)
	ไฟฟ้า	สารเคมี	น้ำมัน ดีเซล	สารเคมี	น้ำมัน ดีเซล	ทะเลสาบ ปาล์มสด	
สหกรณ์นิคมคลองท่อม จำกัด	0.1973 (44.20)	0.0043 (0.96)	0.0102 (2.28)	0	0	0.2344 (52.50)	0.45
ชุมนุมสหกรณ์ชาวสวน ปาล์มน้ำมันกระบี่ จำกัด	0.3485 (65.51)	0.0072 (1.36)	0.0187 (3.52)	0	0	0.1570 (29.52)	0.53

( ) สัดส่วนร้อยละ

เมื่อพิจารณาปริมาณน้ำทางตรงและทางอ้อมของแต่ละโรงงานสกัดน้ำมันปาล์มดิบพบว่า ค่าการใช้น้ำ (รวมปริมาณน้ำทางตรงและทางอ้อม) ของสหกรณ์นิคมคลองท่อม จำกัด เท่ากับ 3.40 ลูกบาศก์เมตรต่อตันน้ำมันปาล์มดิบ และค่าการใช้น้ำของชุมนุมสหกรณ์ชาวสวนปาล์มน้ำมันกระบี่ จำกัด เท่ากับ 6.21 ลูกบาศก์เมตรต่อตันน้ำมันปาล์มดิบ (ภาพที่ 2)



ภาพที่ 2 ปริมาณการใช้น้ำทางตรงและทางอ้อม

#### 5. การประเมินวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ที่ไม่คิดรวมการได้มาซึ่งทะเลสาบปาล์มสด (รูปแบบที่ 1)

การประเมินวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ที่ไม่คิดรวมการได้มาซึ่งทะเลสาบปาล์มสด เป็นการศึกษาวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ที่เกิดจากโรงงานสกัดน้ำมันปาล์มดิบเพียงอย่างเดียว จากการคำนวณพบว่า ค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ที่ไม่คิดรวมการได้มาซึ่งทะเลสาบปาล์มสดของสหกรณ์นิคมคลองท่อม จำกัด เท่ากับ 3.16 ลูกบาศก์เมตรต่อตันน้ำมันปาล์มดิบ และค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ที่ไม่คิดรวมการได้มาซึ่งทะเลสาบปาล์มสดของชุมนุมสหกรณ์ชาวสวนปาล์มน้ำมันกระบี่ จำกัด เท่ากับ 6.05 ลูกบาศก์เมตรต่อตันน้ำมันปาล์มดิบ (ตารางที่ 7)

ตารางที่ 7 วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการสกัดน้ำมันปาล์มดิบ (ไม่คิดรวมการได้มาซึ่งทะเลสาบปาล์มสด)

บริษัท	วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการสกัดน้ำมันปาล์มดิบ (ลูกบาศก์เมตรต่อตันน้ำมันปาล์มดิบ)
สหกรณ์นิคมคลองท่อม จำกัด	3.16
ชุมนุมสหกรณ์ชาวสวนปาล์มน้ำมันกระบี่ จำกัด	6.05

#### 6. การประเมินวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ที่คิดรวมการได้มาซึ่งทะเลสาบปาล์มสด (รูปแบบที่ 2)

การประเมินวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการสกัดน้ำมันปาล์มดิบนอกจากคิดรวมการได้มาซึ่งทะเลสาบปาล์มสดแล้วยังคิดรวมการปลูกปาล์มน้ำมันด้วย สำหรับการคิดรวมการปลูกปาล์มน้ำมันนั้น ใช้ค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการได้มาซึ่งทะเลสาบปาล์มสดของประเทศไทยในการคำนวณ ซึ่งมีค่าเท่ากับ 1,063 ลูกบาศก์เมตรต่อตันทะเลสาบปาล์มสด (ตารางที่ 8) (Suttayakul *et al.*, 2016) ภาพที่ 3 - 4 แสดงการคำนวณวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ที่คิดรวมการได้มาซึ่งทะเลสาบปาล์มสด โดยใช้ข้อมูลจากโรงงานสกัดน้ำมันปาล์มดิบและใช้ค่าสัดส่วนผลิตภัณฑ์ที่ได้เพื่อหาค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการสกัดน้ำมันปาล์มดิบ

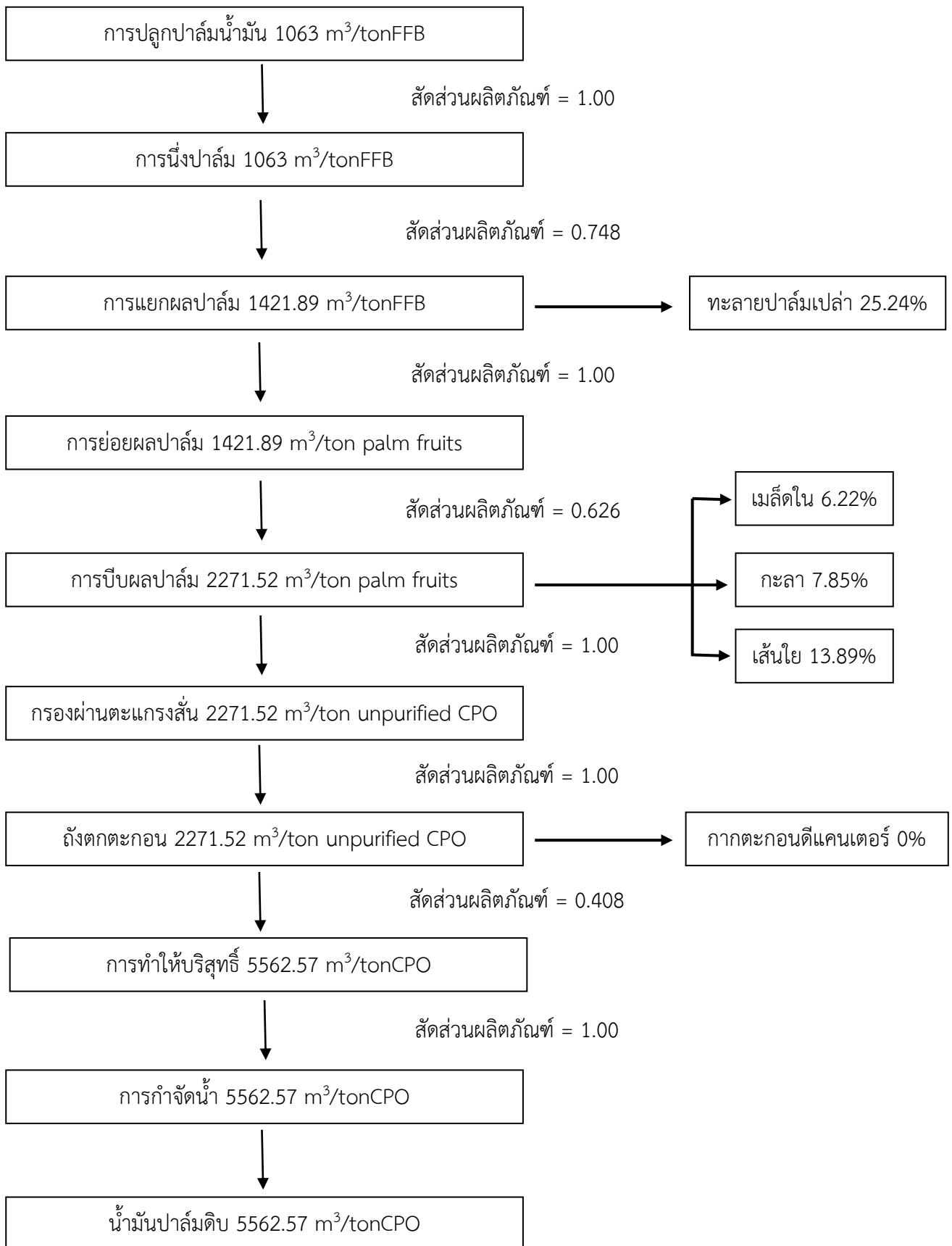
ตารางที่ 8 วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการได้มาซึ่งทะเลาะปาล์มสด

ประเทศไทย	วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ (ลูกบาศก์เมตรต่อตันทะเลาะปาล์มสด)			
	กรีนวอเตอร์	บลูวอเตอร์	เกรย์วอเตอร์	วอเตอร์ฟุตพริ้นท์
	723	191	149	1,063

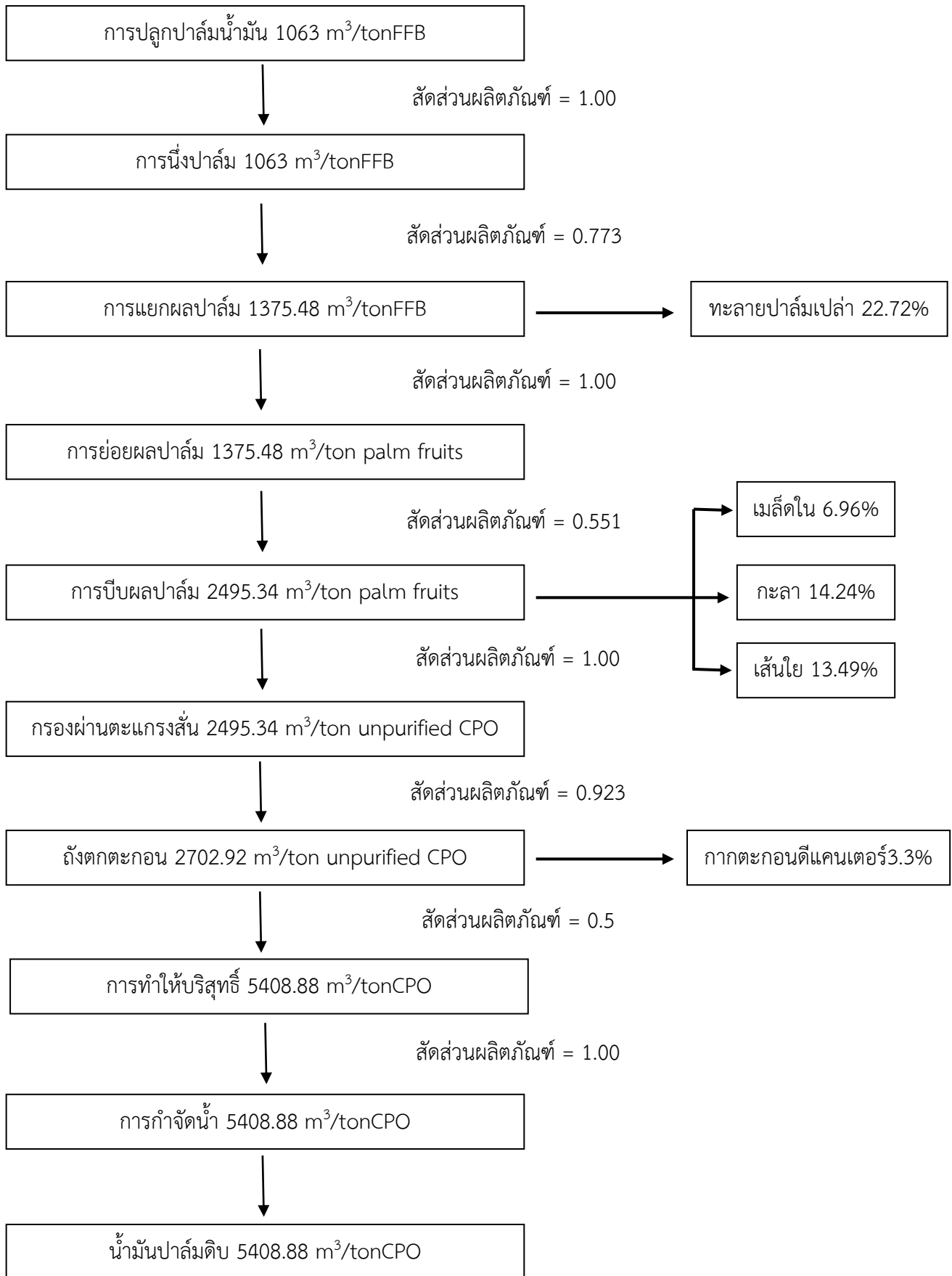
ที่มา: Suttayakul et al. (2016)

ค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการสกัดน้ำมันปาล์มดิบ (คิดรวมการได้มาซึ่งทะเลาะปาล์มสด) หลังจากการคำนวณพบว่า โรงงานสกัดน้ำมันปาล์มของสหกรณ์นิคมคลองท่อม จำกัด มีค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการสกัดน้ำมันปาล์มดิบ 5,563 ลูกบาศก์เมตรต่อตันน้ำมันปาล์มดิบ ประกอบด้วยกรีนวอเตอร์ร้อยละ 68.01 บลูวอเตอร์ร้อยละ 17.9 และเกรย์วอเตอร์ร้อยละ 14.0 (ภาพที่ 5)

โรงงานสกัดน้ำมันปาล์มของชุมชนสหกรณ์ชาวสวนปาล์มน้ำมันกระบี่ จำกัด มีค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการสกัดน้ำมันปาล์มดิบ 5,409 ลูกบาศก์เมตรต่อตันน้ำมันปาล์มดิบ ประกอบด้วยกรีนวอเตอร์ร้อยละ 68.01 บลูวอเตอร์ร้อยละ 17.9 และเกรย์วอเตอร์ร้อยละ 14.0 (ภาพที่ 5)

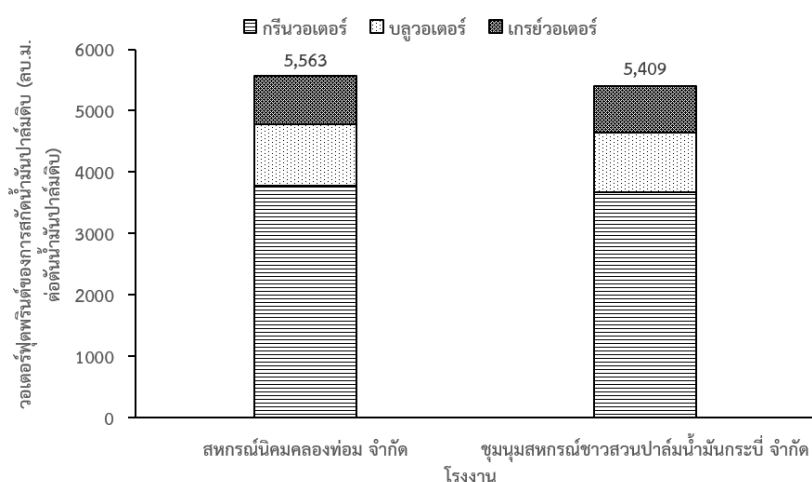


ภาพที่ 3 การคำนวณอัตรารีดน้ำมันที่คิดรวมการได้มาซึ่งทะลายปาล์มสดของโรงงานสกัดน้ำมันปาล์ม สหกรณ์นิคมคลองท่อม จำกัด



ภาพที่ 4 การคำนวณอัตราร่วงที่คิดรวมการได้มาซึ่งทะลายปาล์มสดของโรงงานสกัดน้ำมันปาล์มชุมชน  
สหกรณ์ชาวสวนปาล์มน้ำมันกระบี่ จำกัด





ภาพที่ 5 วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการสกัดน้ำมันปาล์มดิบคิดรวมการได้มาซึ่งทะเลลายปาล์มสด

## 9. สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

1. การสกัดน้ำมันปาล์มดิบ 1 ตันของสหกรณ์นิคมคลองท่อม จำกัด และชุมชุมสหกรณ์ชาวสวนปาล์ม น้ำมันกระบี่ จำกัด ใช้ทะเลลายปาล์มสด 5.23 และ 5.09 ตัน มีอัตราการสกัดน้ำมันปาล์มดิบร้อยละ 19.12 และ 19.65 และมีปริมาณน้ำทางตรงและทางอ้อม เท่ากับ 3.40 และ 6.21 ลูกบาศก์เมตรต่อตันน้ำมันปาล์มดิบ ตามลำดับ

2. โรงงานสกัดน้ำมันปาล์มของสหกรณ์นิคมคลองท่อม จำกัด มีค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการสกัด น้ำมันปาล์มดิบ 5,563 ลูกบาศก์เมตรต่อตันน้ำมันปาล์มดิบ

3. โรงงานสกัดน้ำมันปาล์มของชุมชุมสหกรณ์ชาวสวนปาล์มน้ำมันกระบี่ จำกัด มีค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ ของการสกัดน้ำมันปาล์มดิบ 5,409 ลูกบาศก์เมตรต่อตันน้ำมันปาล์มดิบ

## 10. การนำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์

ผู้ประกอบการได้ข้อมูลวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตน้ำมันปาล์ม สำหรับนำไปใช้เป็นข้อมูลในการ เพิ่มประสิทธิภาพกระบวนการผลิต

## 11. คำขอบคุณ (ถ้ามี) :-

## 12. เอกสารอ้างอิง

ข่าวสด. 2562. ชาวสวนอ่วมราคาปาล์มดิ่ง, สืบค้นเมื่อ 22 กรกฎาคม 2562. จาก.

[https://www.khaosod.co.th/economics/news\\_2120675](https://www.khaosod.co.th/economics/news_2120675)

เชษฐชุกดา เชื้อสุวรรณ. 2561. แนวโน้มธุรกิจ/อุตสาหกรรม ปี 2561-63 อุตสาหกรรมน้ำมันปาล์ม, สืบค้นเมื่อ

22 กรกฎาคม 2562. จาก. [https://www.krungsri.com/bank/getmedia/ac57ec39-c8ab-4546-8c48-5dfde9e45328/IO\\_Oil\\_Palm\\_2018\\_TH.aspx](https://www.krungsri.com/bank/getmedia/ac57ec39-c8ab-4546-8c48-5dfde9e45328/IO_Oil_Palm_2018_TH.aspx)

เพชรดา สัตยากุล. 2557. การประเมินวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของผลิตภัณฑ์จากโรงงานสกัดน้ำมันปาล์มดิบในประเทศไทย. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

ส่วนประชาสัมพันธ์/ข้อมูล : สำนักวิจัยเศรษฐกิจการเกษตร. 2561. กนป. รุกมาตรการการปรับสมดุลน้ำมันปาล์ม เกษตร-พลังงาน-พาณิชย์-อุตสาหกรรม จับมือพัฒนาปาล์มทั้งระบบ, สืบค้นเมื่อ 22 กรกฎาคม 2562. จาก. <https://www.moac.go.th/news-preview-402791791399>

สำนักข่าว M Report. 2562. "วอเตอร์ฟุตพริ้นท์" มาตรฐานการใช้น้ำภาคอุตสาหกรรม ลดข้อจำกัดทางการค้า, สืบค้นเมื่อ 9 สิงหาคม 2562. จาก.

<https://www.mreport.co.th/news/government-news/1801310007>

สำนักงานที่ปรึกษาการเกษตรต่างประเทศ ประจำสหภาพยุโรป. 2558. Water footprint คืออะไร?, สืบค้นเมื่อ 9 สิงหาคม 2562. จาก.

[http://www.oae.go.th/download/climate\\_change/water\\_footprint.pdf](http://www.oae.go.th/download/climate_change/water_footprint.pdf)

Department of Alternative Energy Development and Efficiency. 2006. Best practice guide eco-efficiency in palm oil industry. Thai – German Program for Enterprise Competitiveness. Energy and Eco-Efficiency in Agro-Industry.

Suttayakul, P., A. H-Kittikun, C. Suksaroj, J. Mungkalasiri, R. Wisansuwannakorn and C. Musikavong. 2016. Water footprints of products of oil palm plantations and palm oil mills in Thailand. Sci. Total Environ. 542: 521-529.

**13. ภาคผนวก : -**