



รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

ปัญหาทางเทคนิคและแนวทางการจัดการแผนในการนำแก๊ซฮอล E10 ทดแทนน้ำมันเบนซิน 91 และ
แก๊ซฮอล E20, E22 ทดแทนน้ำมันเบนซิน 95 และแก๊ซฮอล 95

Technical and Planning Development Aspects in Using Gasohol E10 to Replace Gasoline 91 and
Gasohol E20, E22 to Replace Gasoline 95 and Gasohol 95

ภายใต้โครงการ

การวิจัยเชิงนโยบายในการใช้แก๊ซฮอล E10 แทนเบนซิน 91 และแก๊ซฮอล E20, E22
แทนเบนซิน 95 และแก๊ซฮอล 95

โดย

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

หัวหน้าโครงการ :	ผศ.ดร.จิรวรรณ	เตียรต์สุวรรณ
ผู้ร่วมวิจัย :	ศ.ดร.ทงเกียรติ	เกียรติศิริโรจน์
	รศ.วารุณี	เตีย
	ดร.ปิยะ	เสียงสุคนธ์
	อ.ธิปคินทร์	แสงสว่าง
	น.ส.จิตรลดา	เจริญวุฒิเสถียร

ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจากสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ

พ.ศ. 2553



สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ

รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์
สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ

ส่วนที่ 1 รายละเอียดเกี่ยวกับโครงการวิจัย

ชื่อโครงการวิจัย	(ภาษาไทย)	ปัญหาทางเทคนิคและแนวทางการจัดการแผนในการนำแกโซฮอล์ E10 ทดแทนน้ำมันเบนซิน 91 และแกโซฮอล์ E20, E22 ทดแทนน้ำมันเบนซิน 95 และแกโซฮอล์ 95
	(ภาษาอังกฤษ)	Technical and Planning Development Aspects in Using Gasohol E10 to Replace Gasoline 91 and Gasohol E20, E22 to Replace Gasoline 95 and Gasohol 95
ชื่อแผนงานวิจัย	(ภาษาไทย)	การวิจัยเชิงนโยบายในการใช้แกโซฮอล์ E10 แทนเบนซิน 91 และแกโซฮอล์ E20, E22 แทนเบนซิน 95 และแกโซฮอล์ 95
	(ภาษาอังกฤษ)	Policy Research on Gasohol E10 to Replace Gasoline 91 and Gasohol E20, E22 to Replace Gasoline 95 and Gasohol 95
ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยประจำปี	2553	จำนวนเงิน 606,000.- บาท
ระยะเวลาทำการวิจัย	12 เดือน	ตั้งแต่ พฤษภาคม 2553 ถึง พฤษภาคม 2554

หน่วยงานและผู้ดำเนินการวิจัยพร้อมหน่วยงานที่สังกัดและเลขหมายโทรศัพท์
หัวหน้าโครงการ

ชื่อ-นามสกุล

หน่วยงานที่สังกัด

(หน่วยงานหลัก)

ผศ.ดร. จีรวรรณ เตียรธสุวรรณ

หน่วยงานวิจัยระบบความร้อนเชิงนิเวศ

สายวิชาเทคโนโลยีอุตสาหกรรม

คณะพลังงานสิ่งแวดล้อมและวัสดุ

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

โทรศัพท์/โทรสาร. 0-2470-8663

E-mail : jirawan.tia@kmutt.ac.th

ผู้ร่วมงานวิจัย

ชื่อ-นามสกุล

หน่วยงานที่สังกัด

(หน่วยงานสนับสนุน)

ศ.ดร. ทนงเกียรติ เกียรติศิริโรจน์

ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์

มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

โทรศัพท์. 053-944145 โทรสาร 053-944145

E-mail : tanong@dome.eng.cmu.ac.th

ผู้ร่วมวิจัย

ชื่อ-นามสกุล

หน่วยงานที่สังกัด

รศ. วารุณี เตีย

สายวิชาเทคโนโลยีการจักรกลพลังงาน คณะพลังงานสิ่งแวดล้อม
และวัสดุ

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

โทรศัพท์. 0-2470-8632

E-mail : warunee.tia@kmutt.ac.th

ผู้ร่วมวิจัย

ชื่อ-นามสกุล

หน่วยงานที่สังกัด

ดร. ปิยะ เสียงสุคนธ์

หน่วยงานวิจัยระบบความร้อนเชิงนิเวศ

สายวิชาเทคโนโลยีอุตสาหกรรม

คณะพลังงานสิ่งแวดล้อมและวัสดุ

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

โทรศัพท์ 0-2470-8695 ต่อ 512, โทรสาร. 0-2470-8663

E-mail : piya.sia@kmutt.ac.th

ผู้ร่วมวิจัย

ชื่อ-นามสกุล

หน่วยงานที่สังกัด
(หน่วยงานสนับสนุน)

อาจารย์ธิบดินทร์ แสงสว่าง

ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี
มหาวิทยาลัยศิลปากร วิทยาเขตพระราชวังสนามจันทร์

โทรศัพท์ / โทรสาร. 034-2193646

E-mail : thibodin@su.ac.th

ผู้ประสานโครงการ

ชื่อ-นามสกุล

หน่วยงานที่สังกัด

นางสาวจิตรลดา เจริญภูมิเสถียร

หน่วยงานวิจัยระบบความร้อนเชิงนิเวศ

สายวิชาเทคโนโลยีอุณหภาพ

คณะพลังงานสิ่งแวดล้อมและวัสดุ

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

โทรศัพท์ 0-2470-8695-99 ต่อ 515, โทรสาร 0-2470-8663

E-mail : chitlada.cha@su.ac.th

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยใคร่ขอขอบคุณสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.) ที่ให้ทุนอุดหนุนการวิจัย ประจำปีงบประมาณ 2553 สำหรับการดำเนินงานครั้งนี้ และขอขอบคุณ ศ.ดร.ปรีดา วิบูลย์สวัสดิ์, ศ.ดร.สมชาติ โสภณธณฤทธิ, รศ.ดร.กล้าณรงค์ ศรีรอด, คุณแสง บุญญาสุวัฒน์, คุณพิสมัย เจนวนิชปัญจกุล, ผอ.สุนันทา สมพงษ์ และคุณสุภาพร จินดา ที่ช่วยกรุณาสนับสนุนและให้ข้อเสนอแนะเพื่อให้งานวิจัยประสบความสำเร็จด้วยดี

คณะผู้วิจัย



สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ

แบบฟอร์มบทย่อ

สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ

ส่วนที่ 1 รายละเอียดเกี่ยวกับโครงการวิจัย

ชื่อโครงการวิจัย	(ภาษาไทย)	ปัญหาทางเทคนิคและแนวทางการจัดการแผนในการนำแกโซฮอล์ E10 ทดแทนน้ำมันเบนซิน 91 และแกโซฮอล์ E20, E22 ทดแทนน้ำมันเบนซิน 95 และแกโซฮอล์ 95
	(ภาษาอังกฤษ)	Technical and Planning Development Aspects in Using Gasohol E10 to Replace Gasoline 91 and Gasohol E20, E22 to Replace Gasoline 95 and Gasohol 95
ชื่อแผนงานวิจัย	(ภาษาไทย)	การวิจัยเชิงนโยบายในการใช้แกโซฮอล์ E10 แทนเบนซิน 91 และแกโซฮอล์ E20, E22 แทนเบนซิน 95 และแกโซฮอล์ 95
	(ภาษาอังกฤษ)	Policy Research on Gasohol E10 to Replace Gasoline 91 and Gasohol E20, E22 to Replace Gasoline 95 and Gasohol 95
ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยประจำปี	2553	จำนวนเงิน 606,000.- บาท
ระยะเวลาทำการวิจัย	12 เดือน	ตั้งแต่ พฤษภาคม 2553 ถึง พฤษภาคม 2554

หน่วยงานและผู้ดำเนินการวิจัยพร้อมหน่วยงานที่สังกัดและเลขหมายโทรศัพท์

หัวหน้าโครงการ

ชื่อ-นามสกุล	ผศ.ดร. จีรวรรณ เตียรธสุวรรณ
หน่วยงานที่สังกัด	หน่วยงานวิจัยระบบความร้อนเชิงนิเวศ
(หน่วยงานหลัก)	สาขาวิชาเทคโนโลยีอุณหภาพ
	คณะพลังงานสิ่งแวดล้อมและวัสดุ
	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
	โทรศัพท์/โทรสาร. 0-2470-8663
	E-mail : jirawan.tia@kmutt.ac.th

ผู้ร่วมงานวิจัย

ชื่อ-นามสกุล	ศ.ดร. ทนงเกียรติ เกียรติศิริโรจน์
หน่วยงานที่สังกัด	ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์
(หน่วยงานสนับสนุน)	มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
	โทรศัพท์. 053-944145 โทรสาร 053-944145
	E-mail : tanong@dome.eng.cmu.ac.th

ผู้ร่วมวิจัย

ชื่อ-นามสกุล	รศ. วารุณี เตีย
หน่วยงานที่สังกัด	สาขาวิชาเทคโนโลยีการจักรกลพลังงาน คณะพลังงาน
	สิ่งแวดล้อมและวัสดุ
	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
	โทรศัพท์. 0-2470-8632
	E-mail : warunee.tia@kmutt.ac.th

ผู้ร่วมวิจัย

ชื่อ-นามสกุล	ดร. ปิยะ เสียงสุคนธ์
หน่วยงานที่สังกัด	หน่วยงานวิจัยระบบความร้อนเชิงนิเวศ
	สาขาวิชาเทคโนโลยีอุณหภาพ
	คณะพลังงานสิ่งแวดล้อมและวัสดุ
	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
	โทรศัพท์ 0-2470-8695 ต่อ 512, โทรสาร. 0-2470-8663
	E-mail : piya.sia@kmutt.ac.th

ผู้ร่วมวิจัย

ชื่อ-นามสกุล

อาจารย์ธิบดินทร์ แสงสว่าง

หน่วยงานที่สังกัด

ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี

(หน่วยงานสนับสนุน)

มหาวิทยาลัยศิลปากร วิทยาเขตพระราชวังสนามจันทร์

โทรศัพท์ / โทรสาร. 034-2193646

E-mail : thibodin@su.ac.th

ผู้ประสานโครงการ

ชื่อ-นามสกุล

นางสาวจิตรลดา เจริญภูมิเสถียร

หน่วยงานที่สังกัด

หน่วยงานวิจัยระบบความร้อนเชิงนิเวศ

สายวิชาเทคโนโลยีอุตสาหกรรม

คณะพลังงานสิ่งแวดล้อมและวัสดุ

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

โทรศัพท์ 0-2470-8695-99 ต่อ 515, โทรสาร 0-2470-8663

E-mail : chitlada.cha@su.ac.th

บทคัดย่อ

เอทานอลเป็นเชื้อเพลิงชนิดหนึ่งที่ผลิตได้จากพืชผลทางการเกษตร และสามารถนำมาผสมกับน้ำมันเบนซินได้ซึ่งนอกจากจะสามารถใช้ทดแทนสาร MTBE ในการปรับค่าออกเทนของน้ำมันเบนซินแล้ว ยังสามารถผสมลงในเบนซินให้มากขึ้นเป็นการทดแทนตัวเนื่อของน้ำมันเบนซินได้อย่างดีอีกด้วย จึงทำให้หลายประเทศในโลกส่งเสริมการใช้เอทานอลผสมลงในน้ำมันเบนซินที่อัตราส่วนต่างๆกันตามความเหมาะสมและจำเป็นของประเทศนั้นๆ

สำหรับประเทศไทยนั้นรัฐได้มีนโยบายที่จะส่งเสริมให้มีการผสมเอทานอลลงในน้ำมันเบนซิน 95 และ 91 มาตั้งแต่ปี 2535 แล้วโดยในระยะต้นได้ผสมในสัดส่วน 10 % ซึ่งน้ำมันเบนซิน 95 ที่ผสมเอทานอลจำนวน 10% (ซึ่งเรียกว่า E10 95) ได้รับการยอมรับอย่างดีจนทำให้น้ำมันเบนซิน 95 แทบจะหายไปจากตลาดเมืองไทย แต่สำหรับ E10 91 นั้นกลับได้รับการยอมรับไม่ดีเท่าที่ควร ณ ปัจจุบันยังคงมีการใช้ เบนซิน 91 อยู่มากถึง 66% และใช้ E10 91 เพียง 34% เท่านั้น ซึ่งปัญหานี้ยังไม่ได้รับการแก้ไขอย่างเป็นระบบ นอกจากนี้ยังมีสัดส่วนผสมอื่นอีกที่มีการจำหน่ายในประเทศไทย ได้แก่ E20 และ E85 ซึ่งในส่วนผสมที่หลากหลายนี้ จำเป็นต้องมีการศึกษาถึงผลกระทบที่จะเกิดขึ้นเพื่อเป็นมาตรการรองรับแก๊ซซอลในสัดส่วนที่เหมาะสมสำหรับการใช้ในประเทศไทย ทั้งนี้รัฐได้มีการกำหนดยุทธศาสตร์ด้านพลังงาน การใช้เอทานอลผสมเป็นแก๊ซซอลเริ่มจาก 2.96 ลิตร/วัน ในปี พ.ศ.2554 ไปจนถึง 9.0 ลิตร/วัน ในปี พ.ศ.2565 ทั้งนี้ปัจจัยที่ต้องคำนึงถึงได้แก่ ปัจจัยวัตถุดิบ ปัจจัยทางเทคนิค ผลกระทบจากการใช้ ตลอดจนมาตรการรองรับต่างๆ

จากหลักทั่วไปที่ว่าประเทศไม่ควรใช้อัตราส่วนผสมที่หลากหลายเกินไป เพราะจะทำให้เกิดความสับสนกับผู้ใช้ และไม่เป็นผลดีต่อการพัฒนาของอุตสาหกรรมยานยนต์ของประเทศ ทำให้ต้องพิจารณาว่าควรเลือกอัตราส่วนผสมที่เหมาะสมที่สุดก่อน ซึ่งจากการประเมินปริมาณการใช้น้ำมันเบนซินซึ่งอยู่ที่ประมาณ 20 ลิตรในปัจจุบันและจะค่อยๆเพิ่มขึ้นเป็น ประมาณ 32 ลิตรในปี 2565 นั้นพบว่าอัตราส่วนผสมที่ใช้เอทานอล 85% (E85) นั้นไม่เหมาะสมเพราะจะต้องให้ปริมาณเอทานอลถึงวันละ 27 ลิตรต่อวัน ซึ่งจะส่งผลกระทบต่อการใช้วัตถุดิบในด้านอื่นๆอย่างรุนแรง ดังนั้นจึงไม่ควรส่งเสริมให้มีการใช้แก๊ซซอล E85 แต่เพียงสูตรเดียว และด้วยปริมาณ เอทานอลที่วางแผนไว้ที่ 9.0 ลิตรต่อวันนั้น ประเทศจะสามารถส่งเสริมการใช้แก๊ซซอล E85 ได้เพียงไม่เกิน 20% ของการใช้น้ำมันเบนซินทั้งหมดเท่านั้น นอกจากนั้นยังได้มีการศึกษาถึงปริมาณมลพิษ Acetaldehyde ที่เกิดขึ้นจากการผสมเอทานอลในน้ำมันเบนซิน ซึ่งพบว่าจะมีการปล่อยมลพิษสูงขึ้นเมื่อผสมเอทานอลมากขึ้นและที่อัตราส่วนผสม E85 นั้นมลพิษชนิดนี้อาจสูงกว่าการใช้เบนซินได้ถึง 10-20 เท่าตัว ดังนั้นคณะผู้วิจัยจึงมีความเห็นว่าด้วยปริมาณวัตถุดิบที่มีและมลพิษที่เกิดขึ้น รัฐจึงไม่ควรส่งเสริมการใช้แก๊ซซอล E85 ในประเทศ

ในทำนองเดียวกันพบว่าอัตราส่วนผสมที่ E10 E20 และ E22 นั้น ด้วยปริมาณเอทานอลที่ 9.0 ลิตรต่อวันสามารถรองรับการขยายตัวของการใช้เบนซินได้ถึง 90 45 และ 40.5 ลิตรต่อวันตามลำดับ ซึ่งเพียงพอต่อการขยายตัวในอนาคตได้อย่างดี ดังนั้นจึงได้พิจารณาถึงแนวทางที่จะส่งเสริมการใช้แกโซฮอล์ E10 E20 และ E22 ให้มากขึ้น

จากปัจจัยต่างๆ คณะผู้วิจัยได้วางกรอบเวลาของการปรับเปลี่ยนสำหรับน้ำมันสูตรต่างๆดังนี้

- เบนซิน 95 ควรเริ่มลดการใช้ในปี 2555 และไม่จำเป็นต้องจำหน่ายในปี 2557
- เบนซิน 91 เริ่มการรณรงค์ลดการใช้ปี 2555 และเริ่มลดการใช้ลงปี 2556 และไม่จำเป็นต้องจำหน่ายปี 2559
- แกโซฮอล์ E20, E22 เริ่มการรณรงค์ให้มีการใช้ตั้งแต่ปี 2555 เริ่มเพิ่มสถานีบริการปี 2556 และขยายครบทุกสถานีปี 2562
- แกโซฮอล์ E85 จำกัดการใช้ไม่เกิน 5% โดยการไม่ส่งเสริมเพิ่มเติม
- แกโซฮอล์ E10 (91) และ 95 เริ่มลดการใช้ปี 2561 และไม่จำเป็นต้องจำหน่ายปี 2565

ตัวแปรที่ใช้ในการกำหนดกรอบเวลาของน้ำมันชนิดต่างๆ ได้แก่ ปริมาณวัตถุดิบที่สามารถนำมาผลิตเป็นพลังงานได้อย่างเหมาะสม ความพร้อมทางด้านเทคนิค ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม ปริมาณรถยนต์เก่าที่อาจต้องปรับเปลี่ยนอุปกรณ์ และ ค่าใช้จ่ายในการปรับเปลี่ยน

เบนซิน 95 เป็นเบนซินที่มีผู้ใช้อยู่น้อยมาก เพราะในอดีตที่ผ่านมาการส่งเสริมการใช้แกโซฮอล์ E10 ได้รับการยอมรับดี ทำให้มีผู้ใช้ เบนซิน 95 เหลือเพียง 2.7% ของผู้ใช้น้ำมัน 95 ทั้งหมด ดังนั้นจึงมีโอกาสนี้จะไม่จำเป็นต้องจำหน่ายได้ง่าย ประกอบกับรถยนต์ที่คาดว่าจะต้องทำการปรับเปลี่ยนเพื่อให้ใช้แกโซฮอล์ E10 95 ได้นั้น จะมีอายุไม่น้อยกว่า 19 ปีแล้ว จึงสมควรที่จะทำการปรับปรุงได้ไม่ยาก

สำหรับกลุ่ม เบนซิน 91 นั้นจากการสัมภาษณ์พบสรุปได้ว่า ยังมีความไม่มั่นใจว่าจะมีผลต่อเครื่องยนต์อย่างไร และกลไกของราคาที่กำหนดให้ราคาของเบนซิน 91 และแกโซฮอล์ E10 91 มีความแตกต่างกันประมาณ 7 บาทต่อลิตรเทียบกับเบนซิน 95 ที่ราคาแตกต่างจากแกโซฮอล์ E10 95 ถึง 10 บาทต่อลิตร จึงได้รับการยอมรับน้อยกว่าแกโซฮอล์ E10 95 มาก ดังนั้นรัฐต้องทำให้ความรู้แก่ประชาชน และค่อยๆ ลดปริมาณจำหน่ายจนไม่จำเป็นต้องจำหน่าย เบนซิน 91 ตั้งแต่ปี 2556 เป็นต้นไป ในปีที่ไม่ควรมีการใช้ทั้งหมดนั้นรถยนต์ที่จำเป็นต้องปรับเปลี่ยนจะมีอายุการใช้งานมานานกว่า 20 ปี จึงสมควรที่จะต้องทำการปรับปรุง

แกโซฮอล์ E20 และ E22 นั้นจะเข้ามาทดแทนแกโซฮอล์ E10 91 และ E10 95 แต่จะต้องมีการปรับปรุงเครื่องยนต์ ดังนั้นจึงไม่อาจทำได้อย่างรวดเร็วเหมือนกรณีแกโซฮอล์ E10 โดยจะมีการรณรงค์ตั้งแต่ปี 2555 และเริ่มเพิ่มจำนวนสถานีให้บริการตั้งแต่ปี 2556 จนปรับเปลี่ยนได้ครบถ้วนในปี 2562

ในด้านการจัดการของสถานีบริการจะพบปัญหาในเรื่องการเพิ่มชนิดของน้ำมัน ซึ่งสำหรับสถานีบริการเก่าจะแก้ไขได้ยากมาก คณะผู้วิจัยจึงเสนอให้ค่อยๆทำการปรับเปลี่ยนไปพร้อมกับการไม่จำเป็นต้อง

จำหน่าย เบนซิน 91 ทำให้สามารถใช้หัวจ่ายของแกโซฮอล์ E10 91 ที่ไม่ได้มีการใช้งานมาเปลี่ยนเป็นแกโซฮอล์ E20, E22 แทนได้

แกโซฮอล์ E10 95 และ E10 91 จะค่อยๆ ลดลงและเพื่อเปิดทางให้น้ำมันที่มีเอทานอลมากขึ้นคือ แกโซฮอล์ E20 และ E22 เข้ามาทดแทน ซึ่งตามกรอบเวลากำหนดไว้ในปี 2560 และ 2561 ตามลำดับ เพราะจะทำให้มีเวลามากพอที่จะให้รถที่ต้องการปรับเปลี่ยนมีอายุมากขึ้น และมีจำนวนลดลง

กรอบเวลาที่กำหนดไว้นี้เป็นการประเมินจากสภาพปัจจุบัน ซึ่งในอนาคตถ้ามีการเปลี่ยนแปลงที่มีนัยสำคัญก็อาจทำให้กรอบเวลานี้ปรับเปลี่ยนไปได้ตามความเหมาะสม

ABSTRACT

Ethanol is the fuel produced by agricultural product and can be mixed with gasoline. Addition to being substituted for MTBE to adjust octane number of gasoline, it can be mixed and directly substituted for gasoline. Therefore, many countries promote and support use of ethanol-gasoline mixture at various ratios, depending on appropriateness of that country.

In case of Thailand, Thai government policy has promoted and supported the use of ethanol mixing in gasoline 95 and gasoline 91 since 1992. In the beginning, a mixture of 10 vol.% of ethanol in gasoline, called E10 95, was used and its use rapidly increased. As a result, gasoline was rarely found in service in Thailand. However, E10 91 has not been widely used. At present, 66% of used fuel with octane number of 91 is gasoline 91. This amount is almost two times of that of E10 91. The unpopularity of E10 91 is still not systematically investigated and solved. In addition, a mixture of ethanol-gasoline 91 at other ratios, e.g. E20 and E85, was also sales in Thailand. Therefore, impacts from the measure to promote use of gasohol at various ethanol ratios must be studied. From the announced Thailand's energy strategy, which targets to increase the use of ethanol in gasoline from 2.96 million liters per day in 2011 to 9.0 million liters per day in 2022, various factors, e.g. impact of raw material for ethanol production, technology, impact from ethanol usage on engine and other involved measures, must be considered.

In general, there should not be uses of various ethanol ratios in the market because the variety of fuel confuses car users and also cause negative impacts on automobile industry. Consequently, number of used ethanol ratios must be limited. In preliminary study, the estimated gasoline usage tends to increase from 20 million liters per day at present to approximately 32 million liters per day in 2022. This estimation indicates that if ethanol 85 (E85) is only type of ethanol-gasoline mixture being promoted; the amount of ethanol required will be as high as 27 million liters per day, which is too high and will severely impact the availability of raw materials. Therefore, a measure to promote only E85 is not appropriate. Since the planned ethanol production is set at 9.0 million liters per day, the maximum use of E85, in case that it is only formula promoted, will be only 20 percent of that of gasoline. Besides that, an impact from acetaldehyde, a polluted product from using gasohol, must be studied. The amount of disposed acetaldehyde was found to be increased with the amount of ethanol used in gasohol. For E85, the amount of disposed acetaldehyde can be as high as 10-20 times of that when gasoline was used. With the limited supply of ethanol and a pollution issue, E85 should not be promoted in Thailand.

The limited supply of ethanol at 9.0 million liters per day also indicated that if E10, E20 or E22 was promoted to be substituted for gasoline, the amount of these fuels will be 90, 45 and 40.5 million liters per day, respectively. These supplies are sufficient for future economic expansion. From considering various factors, the roadmap to promote the use of E10, E20 and E22 is set as following:

- Decreasing of use of gasoline 95 should be started in 2012 and the gasoline 95 should be out of the market in 2014.
- Decreasing of gasoline should be announced in 2012. The program should be started in 2013 and gasoline 91 should not be service in the market 10 2016.
- The promotion of E20 and E22 should be announced in 2012. The E20 and E22 service stations should be initiated in 2013 and their services should be found in all gas stations in 2019
- The use of E85 should be limited to be not over than 5 percent of that of gasoline.
- The reduction of the amount of used E10 95 in the market should start in 2017 and E10 95 should be out from the market in 2021.
- The amount of used E10 91 should be reduced in 2018 and completely gone in 2023

The variables affecting the timeline of each fuel type usage are availability of raw materials, technology consideration, environmental impacts, need for engine modification for used car and modification cost.

Presently, gasoline 95 is rarely used because the measure to support the use of E10 is widely accepted. The consumption of gasoline 95 is only 2.7 percent of the total consumption of 95-octane fuel. Consequently, reduction to the recommendation of gasoline 95 services should be cancellation is possible. In addition, modification of engine to use E10 95 is needed for only engine with more than 19 years old. The number of these old cars is very few.

Preliminary study by interviewing stakeholders indicated that they are still not confident on effect of E10 91 on their engines. In addition, fuel price structure indicated that differences between gasoline 91 and E10 91 price (7 baht per liter) is less than between gasoline 95 and E10 95 (10 baht per liter). This issue also affects the decision of the car users. Thus, the government should educate people before starting gasoline 91 decreasing program in 2013. In 2016, the expected year when the use of gasoline 91 is finally should have no service, the life of the car needed modification will be longer than 20 years old.

To substitute E20 and E22 for E10 91 and E10 95, most cars need modification. Hence, unlike E10, the use of these fuels will not rapidly grow. The promotion program to use E20 and E22 should be initiated in 2013 and the service station for these types of fuel should increase and finally all stations should have services of these fuels in 2019.

In the view of management, service stations will face the problem on increasing the number of types of fuel that they must supply. This problem is very serious and difficult to be solved for the old stations. So, this study proposes to modify the gas nozzle in the same time when gasoline 91 decreasing is started. By modifying the gas nozzle, the gasoline 91 nozzle will be able to be applied with E20 and E22.

The amount of E10 95 and E10 91 in the market will be reduced in order that E20 and E22 can be substituted in 2017 and 2018, respectively. At that time, the number of the old cars, which require modification, will be few and the owners will have time to plan for modification.

The timeline in the proposed roadmap is set by considering the present situation. If there are any significant changes in the future, the timeline may be adjusted to fit to that situation.

คำสำคัญ

การวิจัยเชิงนโยบาย, เชื้อเพลิงทางเลือก, แก๊สซอล E20, แก๊สซอล 95

สารบัญเรื่อง

	หน้า
หน้าปก	ก
กิตติกรรมประกาศ	ง
บทคัดย่อ	จ
คำสำคัญ	๗
สารบัญเรื่อง	ฅ
สารบัญตาราง	ค
สารบัญภาพ	ท
บทที่ 1 บทนำ	
1.1 ที่มาและความสำคัญ	1-1
1.2 วัตถุประสงค์	1-2
1.3 สถานการณ์และปริมาณการใช้น้ำมันเชื้อเพลิง	1-2
1.4 สถานการณ์และปริมาณยานพาหนะที่ใช้น้ำมันเชื้อเพลิง	1-5
1.5 สถานการณ์และจำนวนสถานีบริการน้ำมันเชื้อเพลิง	1-21
1.6 โครงสร้างราคาและภาษีน้ำมันเชื้อเพลิง	1-22
1.7 สถานภาพโรงงานเอทานอลและกำลังการผลิต	1-30
บทที่ 2 ผลกระทบการใช้แก๊โซฮอล์ E10, E20/E22 และ E85	
2.1 สมบัติของเอทานอล	2-1
2.2 สมบัติของแก๊โซฮอล์ที่ส่วนผสมต่างๆ	2-2
2.3 ผลกระทบต่อสมรรถนะและการปล่อยมลพิษของเครื่องยนต์	2-9
2.4 การปรับปรุงเครื่องยนต์	2-38
2.5 ผลการทดสอบการใช้แก๊โซฮอล์ในรถยนต์และรถจักรยานยนต์รุ่นเก่า	2-56
บทที่ 3 การวิเคราะห์ผลกระทบตลอดวัฏจักรชีวิตของการใช้แก๊โซฮอล์	
3.1 การศึกษาปริมาณการใช้น้ำตลอดวัฏจักร (Water Footprint, WF)	3-1
3.2 การทำนายปล่อยมลพิษจากปล่อยควันและตลอดวัฏจักร สำหรับประเทศไทย	3-6
3.3 การใช้พลังงานในการผลิต	3-11
บทที่ 4 การสำรวจความคิดเห็นของประชากร	
บทที่ 5 แนวทางการส่งเสริมการใช้แก๊โซฮอล์	
5.1 เป้าหมายของยุทธศาสตร์	5-1
5.2 ประเมินการปริมาณการใช้เอทานอล	5-2

สารบัญเรื่อง (ต่อ)

	หน้า
5.3 การส่งเสริมการใช้แก๊ซโซล	5-3
5.4 แผนการปรับการใช้น้ำมันและมาตรการรองรับจากแผนยุทธศาสตร์ 15 ปี	5-13
บทที่ 6 บทสรุป	
6.1 ศักยภาพวัตถุดิบ	6-1
6.2 ศักยภาพการผลิตและความต้องการ	6-1
6.3 ผลกระทบการใช้	6-2
6.4 แผนยุทธศาสตร์	6-3
6.5 มาตรการตามแผนยุทธศาสตร์	6-4
บรรณานุกรม	บ-1
ภาคผนวก	

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1.1 แสดงความต้องการใช้น้ำมันเชื้อเพลิงของประเทศ	1-4
1.2 สถิติรถยนต์ตั้งแต่ พ.ศ. 2549 ถึง เดือน เมษายน 2554	1-6
1.3 สถิติจำนวนรถจำแนกตามอายุรถรวมทั้งประเทศ ณ วันที่ 30 เมษายน 2554	1-7
1.4 สรุป 8 อันดับสูงสุดของจำนวนรถยนต์ประเภท รถ.1 ตามแต่ละผู้ผลิต ที่จดทะเบียน 5 ปีย้อนหลัง	1-8
1.5 สรุป 6 อันดับสูงสุดของจำนวนรถยนต์ประเภท รถ.2 ตามแต่ละผู้ผลิต ที่จดทะเบียน 5 ปีย้อนหลัง	1-9
1.6 สรุป 7 อันดับสูงสุดของจำนวนรถยนต์ประเภท รถ.3 ตามแต่ละผู้ผลิต ที่จดทะเบียน 5 ปีย้อนหลัง	1-10
1.7 สรุป 5 อันดับสูงสุดของจำนวนจักรยานยนต์ประเภท รถ.12 ตามแต่ละผู้ผลิต ที่จดทะเบียน 5 ปีย้อนหลัง	1-11
1.8 จักรยานยนต์ที่ออกแบบให้รองรับแกโซฮอล์ E20	1-16
1.9 อัตราการขยายตัวของบริการขนส่ง	1-18
1.10 ยอดการจำหน่ายรถยนต์นั่ง รถยนต์พาณิชย์และยอดจดทะเบียน จักรยานยนต์ใหม่	1-19
1.11 ข้อมูลจำนวนสถานีบริการแกโซฮอล์ ถึงเดือนมิถุนายน 2554	1-21
1.12 ข้อมูลจำนวนสถานีบริการแกโซฮอล์ E20 และ E85 ทั่วประเทศ	1-21
1.13 ตัวอย่างแสดงรายได้จากการรับส่งเข้ากองทุนน้ำมันเชื้อเพลิงโดยประมาณ	1-24
1.14 ตัวอย่างแสดงรายจ่ายกองทุนน้ำมันเชื้อเพลิงโดยประมาณ	1-26
1.15 ประมาณการฐานะกองทุนน้ำมันเชื้อเพลิงปีปัจจุบัน	1-29
1.16 รายละเอียดโรงงานเอทานอลที่ดำเนินกิจการแล้ว	1-31
1.17 รายละเอียดโรงงานเอทานอลที่อยู่ระหว่างดำเนินการ	1-32
2.1 สมบัติของเอทานอล	2-1
2.2 สมบัติของเอทานอลเปรียบเทียบกับน้ำมันเบนซินจากงานวิจัยของ Hakan Bayraktar	2-1
2.3 สมบัติของเอทานอลจากงานวิจัยของ Najafi	2-2
2.4 ค่าความร้อนของแกโซฮอล์	2-2
2.5 สมบัติของแกโซฮอล์ E22 และ E100 จากงานวิจัยของ Rodrigo C. Costa	2-3
2.6 สมบัติของแกโซฮอล์จากงานวิจัยของ Tolga Topgul	2-4

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
2.7 สมบัติของแก๊สโซลจากงานวิจัยของ Chan-Wei Wu	2-5
2.8 ผลการทดลองหาเลขออกเทน 88, 91 และ 95	2-6
2.9 ผลการประเมินหาเลขออกเทนสำหรับประเทศไทยอ้างอิงจากประกาศกรมธุรกิจพลังงานเรื่องการกำหนดลักษณะและคุณภาพของน้ำมันเบนซินพื้นฐานและเลขออกเทนของเอทานอล	2-8
2.10 สรุปผลงานวิจัยต่างประเทศ	2-9
2.11 สรุปผลงานวิจัยในประเทศไทย	2-14
2.12 สรุปการเปลี่ยนแปลงเชื้อเพลิงของการใช้แก๊สโซลจากปรัศน์งานวิจัย	2-17
2.13 การเปลี่ยนแปลงสารมลพิษเฉลี่ยจากการใช้แก๊สโซลของรถยนต์	2-18
2.14 การเปลี่ยนแปลงสารมลพิษเฉลี่ยจากการใช้แก๊สโซลของรถจักรยานยนต์	2-18
2.15 การเปลี่ยนแปลงสารมลพิษ Air Toxics เฉลี่ยจากการใช้แก๊สโซลของรถยนต์	2-18
2.16 การเปลี่ยนแปลงสารมลพิษ Air Toxics เฉลี่ยจากการใช้แก๊สโซลของจักรยานยนต์	2-19
2.17 ปริมาณมลพิษทางอากาศและเสียงจากรยนต์เบนซินปี พ.ศ.2552	2-20
2.18 ปริมาณมลพิษทางอากาศและเสียงจากรยนต์เบนซินปี พ.ศ. 2551	2-21
2.19 ปริมาณมลพิษทางอากาศและเสียงจากรยนต์เบนซินปี พ.ศ.2550	2-22
2.20 ปริมาณมลพิษทางอากาศและเสียงจากจักรยานยนต์เบนซินปี พ.ศ.2552	2-23
2.21 ปริมาณมลพิษทางอากาศและเสียงจากจักรยานยนต์เบนซินปี พ.ศ.2551	2-24
2.22 ปริมาณมลพิษทางอากาศและเสียงจากจักรยานยนต์เบนซินปี พ.ศ.2550	2-25
2.23 การปล่อยมลพิษของรถยนต์	2-29
2.24 การปล่อยมลพิษของจักรยานยนต์	2-33
2.25 ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม (LCA) ของผลิตภัณฑ์เอทานอล 99.5% ที่ผลิตจากมันสำปะหลัง กากน้ำตาล เปรียบเทียบกับ MTBE ที่ปริมาณ 1000 ลิตร	2-37
2.26 ผลการทดสอบความหยาบของผิวแหวนลูกสูบที่ใช้แก๊สโซล E85 หลังการขัดสี	2-45
2.27 ข้อมูลการปรับปรุงเครื่องยนต์ที่ใช้แก๊สโซลจากอ้อยในประเทศบราซิล	2-47
2.28 การประมาณต้นทุนการปรับปรุงรถยนต์ให้สามารถรองรับการใช้แก๊สโซล E10	2-51

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
2.29 การประมาณต้นทุนการปรับปรุงรถยนต์ให้สามารถรองรับการใช้แก๊ซโซล E20/E22	2-52
2.30 การประมาณต้นทุนการปรับปรุงรถยนต์ให้สามารถรองรับการใช้แก๊ซโซล E85	2-53
2.31 ข้อมูลจำเพาะของเครื่องยนต์ที่ใช้ในการทดสอบ	2-65
3.1 การเปรียบเทียบการวิเคราะห์ Water Footprint กับ Carbon Footprint	3-2
3.2 ปริมาณการใช้น้ำในการผลิตเอทานอล 1 ลิตร	3-4
3.3 การใช้พลังงานจำเพาะ ความหนาแน่น และการปล่อย CO ₂	3-7
3.4 เปรียบเทียบปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่เกิดขึ้นตลอดสายการผลิตเอทานอลในปริมาณ 1,000 ลิตร	3-8
3.5 เปรียบเทียบปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่เกิดขึ้นตลอดสายการผลิตแก๊ซโซล 95 เทียบกับเบนซิน 95 ในปริมาณ 1,000 ลิตร	3-9
3.6 ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมของผลิตภัณฑ์แก๊ซโซล 95 และเบนซิน 95	3-10
3.7 ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมของตลอดวัฏจักรชีวิตของการใช้งานผลิตภัณฑ์แก๊ซโซล 95 และผลิตภัณฑ์เบนซิน 95 ที่ระยะทาง 1,000 กิโลเมตร	3-11
3.8 ปรีทัศน์งานวิจัยของค่าอัตราส่วนพลังงานการผลิตเอทานอลจากงานวิจัยของ Gnaasounou, E. [66]	3-12
3.9 ปรีทัศน์งานวิจัยของค่าอัตราส่วนพลังงานของการผลิตเอทานอลจากข้าวโพดจากงานวิจัยของ David Andress [67]	3-13
3.10 ค่าอัตราส่วนพลังงาน (output energy/input energy) ของการผลิตเอทานอล 1,000 ลิตร	3-15
3.11 เปรียบเทียบระดับพลังงานตลอดสายการผลิตแก๊ซโซล 95 เทียบกับเบนซิน 95 ในปริมาณ 1,000 ลิตร	3-16
5.1 ปริมาณเอทานอลที่ใช้ในปัจจุบัน	5-3
5.2 ปริมาณเอทานอลที่ต้องการสำหรับปริมาณการใช้น้ำมันและสัดส่วนการผสมเอทานอลต่างๆ	5-3
5.3 ปริมาณแก๊ซโซลที่สัดส่วนการผสมเอทานอลต่างๆ ตามปริมาณการใช้เอทานอลต่อวัน	5-4
5.4 แผนการลดการใช้น้ำมันเบนซินและแก๊ซโซล	5-13
5.5 โครงสร้างราคาน้ำมัน	5-16
5.6 ปริมาณเอทานอลของแก๊ซโซล E85 ที่สัดส่วนต่างๆ	5-19

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้าที่
1.1 สถิติการใช้น้ำมันเชื้อเพลิงของประเทศไทย	1-2
1.2 ข้อมูลการใช้และราคาน้ำมันเบนซินเปรียบเทียบกับแก๊ซโซล ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2545 ถึง 2553	1-4
1.3 ค่าสัดส่วนการใช้น้ำมันเบนซินและแก๊ซโซลทุกประเภทในปี พ.ศ.2553	1-5
1.4 สัดส่วนปริมาณรถยนต์และจักรยานยนต์ที่จดทะเบียนสะสมถึงเดือนกันยายน ปี พ.ศ. 2553 แยกตามชนิดเชื้อเพลิง	1-12
1.5 จำนวนรถยนต์รวมทั้งที่จดทะเบียนเพิ่มขึ้นในแต่ละปี	1-12
1.6 จำนวนรถยนต์เบนซินและรถจักรยานยนต์ เดือนกันยายน 2553	1-13
1.7 ข้อมูลอายุรถยนต์และจักรยานยนต์ที่ใช้น้ำมันเบนซินประเมินมาจากสถิติ ของกรมการขนส่งทางบกดังภาคผนวก ก.	1-14
1.8 อัตราขยายตัวของสาขาค้าส่งค้าปลีก คมนาคมและขนส่ง โรงแรมและภัตตาคาร	1-18
1.9 อัตราการขยายตัวหมวดขนส่งและสื่อสาร	1-20
1.10 การบริหารจัดการกองทุนน้ำมันเชื้อเพลิง	1-23
1.11 รายรับและรายจ่ายของกองทุนน้ำมันเชื้อเพลิง	1-23
1.12 การช่วยเหลือลดราคาน้ำมันเชื้อเพลิง	1-27
1.13 ราคาน้ำมันสำเร็จรูปตลาดสิงคโปร์	1-28
1.14 ปริมาณการผลิตเอทานอลเป็นเชื้อเพลิง	1-32
1.15 การผสมน้ำมันจากบริษัทบางจาก	1-33
1.16 การผสมแก๊ซโซล E20	1-33
1.17 กระบวนการจัดหาเอทานอลและการจัดเก็บของบริษัทบางจาก	1-34
1.18 ระบบผสมแก๊ซโซลในถัง	1-34
1.19 ระบบผสมขณะจ่ายลงรถ	1-34
1.20 ระบบผสม-จ่าย ศูนย์จ่ายน้ำมันบางจาก	1-35

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้าที่
2.1	ผลของเลขออกเทนจากการผสมเอทานอลกับน้ำมันพื้นฐาน 2-7
2.2	ผลการปล่อยมลพิษจากปล่องควันของการทดสอบเครื่องยนต์ 2-26
	จากงานวิจัยของ G. Najafi et al.
2.3	ผลการทดสอบสมรรถนะเครื่องยนต์ที่อัตราส่วนการอัด 8:1 (ก) และ 10:1 (ข) 2-39
2.4	การปลดปล่อยมลพิษ CO และ HC ของเครื่องยนต์ที่จังหวะการจุดระเบิด 2-40
	ตำแหน่งต่างๆ
2.5	ผลการทดสอบเครื่องยนต์ที่ใช้แก๊ซโซลที่สัดส่วนต่างๆ กับการปรับค่า 2-41
	อัตราส่วนสมมูลของอากาศต่อเชื้อเพลิง
2.6	สเปรย์ของแก๊ซโซลเปรียบเทียบกับเบนซิน 2-43
2.7	ภาพถ่ายของแหวนลูกสูบหลังการทดสอบการขัดสีที่ใช้แก๊ซโซล E85 เปรียบเทียบ 2-45
	วิธีการเคลือบผิวแบบ CrN และ DLC แหวนลูกสูบทำจาก Nitrided Stainless Steel
2.8	ผลการทดสอบค่าสัมประสิทธิ์แรงเสียดทานของการใช้แก๊ซโซล E85 ผสมกับน้ำมัน 2-46
	หล่อลื่นเติมสาร MoDTC
2.9	ตัวอย่างชุด Conversion Kit 2-49
2.10	รูปตัวอย่างแสดงระบบตรวจวัดส่วนผสมเอทานอลในรถยนต์แบบเชื้อเพลิงยืดหยุ่น 2-54
2.11	ตัวอย่างระบบรถยนต์แบบเชื้อเพลิงยืดหยุ่นจากบริษัท Overseas Auto Co.,Ltd. 2-55
2.12	ขอจดจำหน้ารถยนต์ FFV 2-55
2.13	เครื่องยนต์เบนซิน TOYOTA รุ่น 5A FE ที่ใช้ทดสอบ 2-56
2.14	เครื่องทดสอบแบบเอดดีเคอร์เรนซ์ 2-57
2.15	ชุดควบคุมภาระของเครื่องยนต์ 2-57
2.16	เครื่องวัดไอเสีย 2-58
2.17	Timing Light for gasoline TECNOSTEST 138 2-58
2.18	การปรับตั้งจานจ่าย 2-59
2.19	การเปรียบเทียบค่าแรงบิดจากเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันเบนซิน 91 กับแก๊ซโซล E20 2-60
2.20	การเปรียบเทียบค่ากำลังจากเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันเบนซิน 91 กับแก๊ซโซล E20 2-61
2.21	ผลการเปรียบเทียบระหว่างอัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจำเพาะจากเครื่องยนต์ 2-62
	ที่ใช้น้ำมันเบนซิน 91 กับแก๊ซโซล E20

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้าที่
2.22 ผลการตรวจวัดมลพิษที่เกิดจากเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันเบนซินและแกโซฮอล์ E20	2-63
2.23 เครื่องจักรยานยนต์ยี่ห้อฮอนด้าทดสอบ	2-64
2.24 เครื่องยนต์เบนซิน 4 จังหวะ สูบเดียวยี่ห้อ HONDA	2-65
2.25 เครื่องวัดไอเสีย	2-65
2.26 ตำแหน่งของนมหงูใหญ่ (Main Jet)	2-66
2.27 กราฟเปรียบเทียบระหว่างค่าแรงบิดจากเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันเบนซิน 91 กับแกโซฮอล์ E20	2-67
2.28 กราฟเปรียบเทียบระหว่างค่ากำลังจากเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันเบนซิน 91 กับแกโซฮอล์ E20	2-68
2.29 กราฟเปรียบเทียบระหว่างอัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจำเพาะจากเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันเบนซิน 91 กับแกโซฮอล์ E20	2-68
3.1 ค่า WF ของกระบวนการผลิตเอทานอลจากอ้อย	3-3
3.2 ค่า WF ของการผลิตเอทานอลจากอ้อยและมันสำปะหลังในประเทศไทย	3-5
3.3 ปริมาณการใช้น้ำรวมตลอดวัฏจักรการผลิตเชื้อเพลิงชีวมวล	3-5
3.4 ระบบที่พิจารณาตลอดวัฏจักรชีวิตของการใช้แกโซฮอล์ E10 ที่ผลิตจากมันสำปะหลัง จากงานวิจัยของ Thu Lan T. Nguyen,	3-6
3.5 การปล่อย CO ₂ เทียบกับปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้า	3-7
3.6 ต้นทุนพลังงานในการผลิตเอทานอล	3-14
4.1 ข้อมูล เพศชายและหญิง ของประชากร	4-1
4.2 ข้อมูลระดับการศึกษาของประชากรที่กรอกแบบสำรวจ	4-1
4.3 ข้อมูลด้านการศึกษาของประชากรที่กรอกแบบสำรวจ	4-2
4.4 สัดส่วนประชากรที่ใช้รถยนต์และไม่ใช้รถยนต์ที่ทำการกรอกแบบสำรวจ	4-2
4.5 ข้อมูลชนิดเชื้อเพลิงเฉพาะผู้ที่ใช้รถยนต์	4-2
4.6 ข้อมูลผู้ที่ใช้รถยนต์ที่ทราบข้อมูลมาก่อนว่าแกโซฮอล์ E20 คือน้ำมันเบนซิน 80% ผสมเอทานอล 20%	4-3
4.7 ข้อมูลประชากรที่ใช้รถยนต์เบนซินแต่ไม่ทราบข้อมูลว่าสามารถใช้แกโซฮอล์ E20 ได้	4-3
4.8 ข้อมูลประชากรที่ทราบว่ารถยนต์ตัวเองสามารถใช้แกโซฮอล์ E20 ได้ กับความถี่การใช้	4-3

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้าที่
4.9 ความเห็นของประชากรเกี่ยวกับจำนวนสถานีบริการแก๊ซโซล E20 ในปัจจุบัน	4-4
4.10 ความเห็นของผู้ใช้รถยนต์กับการใช้แก๊ซโซล E20ว่าจะใช้หรือไม่ ถ้าบริษัทผู้ผลิตรถยนต์แจ้งว่าใช้ได้	4-4
4.11 ความเห็นของผู้ใช้รถยนต์เกี่ยวกับการปรับแต่งเครื่องยนต์ให้มีการรองรับการใช้ แก๊ซโซล E20 กรณีถ้ารถยนต์ที่ใช้อยู่ไม่สามารถรองรับการใช้แก๊ซโซล E20 ได้	4-4
4.12 ความคิดเห็นของประชากรถึงความสำคัญและผลกระทบในการใช้แก๊ซโซล E20	4-5
4.13 ความเห็นของประชากรกับความจำเป็นให้มีการรองรับการใช้แก๊ซโซล E20 กรณีถ้ามีโอกาสได้ซื้อรถยนต์ใหม่	4-5
4.14 ความเห็นของประชากรเกี่ยวกับการให้บริษัทผู้ผลิตรถยนต์จำเป็นต้องออกแบบ รถยนต์ให้มีการรองรับการใช้แก๊ซโซล E20 หรือให้มีการใช้แก๊ซโซลในอัตราส่วน ที่สูงขึ้น	4-6
4.15 ความเห็นของประชากรให้มีการรณรงค์การใช้แก๊ซโซล E20 ให้มากขึ้นต่อไป	4-6
4.16 ความเห็นของประชากรเกี่ยวกับการรณรงค์ให้มีการใช้แก๊ซโซลในอัตราส่วน ที่สูงขึ้นกว่านี้ เช่น อาจสูงถึง 85% (E85) หรือ 100% (เอทานอลบริสุทธิ์)	4-6
5.1 แผนพัฒนาเอทานอล ปี พ.ศ. 2551–2565	5-1
5.2 ประมาณการปริมาณการใช้เอทานอล	5-2
5.3 ราคาวัตถุดิบมันสำปะหลังและกากน้ำตาลที่ใช้ในการผลิตเอทานอลเปรียบเทียบกับ ราคาเอทานอล	5-7
5.4 ต้นทุนการผลิตและราคาวัตถุดิบเอทานอลจากวัตถุดิบต่างๆ	5-8
5.5 ต้นทุนวัตถุดิบสำหรับการผลิตเอทานอล	5-9
5.6 ราคาน้ำมันดิบที่ตลาดดูไบ (ดอลลาร์ต่อบาร์เรล)	5-10
5.7 กำลังการผลิตจากโรงงานผลิตเอทานอล	5-11