การศึกษาความเป็นไปได้ในการใช้รถยนต์ไฮบริด
เพื่อประหยัดพลังงานในประเทศไทย

โดย

นายชวลิต คงศักดิ์ไพบูลย์

งานวิจัยเฉพาะเรื่องนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
เศรษฐศาสตรมหาบัณฑิต (เศรษฐศาสตร์ธุรกิจ)
คณะเศรษฐศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
พ.ศ. 2551

การศึกษาความเป็นไปได้ในการใช้รถยนต์ไฮบริด
เพื่อประหยัดพลังงานในประเทศไทย

โดย

นายชวลิต คงศักดิ์ไพบูลย์

งานวิจัยเฉพาะเรื่องนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
เศรษฐศาสตรมหาบัณฑิต (เศรษฐศาสตร์ธุรกิจ)
คณะเศรษฐศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
พ.ศ. 2551

มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
คณะเศรษฐศาสตร์

งานวิจัยเฉพาะเรื่อง

ของ

นายชวลิต คงศักดิ์ไพบูลย์

เรื่อง

การศึกษาความเป็นไปได้ในการใช้รถยนต์ไฮบริดเพื่อประหยัดพลังงานในประเทศไทย

ได้รับการตรวจสอบและอนุมัติ ให้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
เศรษฐศาสตรมหาบัณฑิต (เศรษฐศาสตร์ธุรกิจ)

เมื่อ วันที่ 9 ธันวาคม พ.ศ.2551

อาจารย์ที่ปรึกษางานวิจัยเฉพาะเรื่อง ____________________

(รองศาสตราจารย์ ดร.ประยงค์ เนตยารักษ์)

กรรมการงานวิจัยเฉพาะเรื่อง ____________________

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศุภัช ศุภชลาศัย)

คณบดี ____________________

(รองศาสตราจารย์ ดร.ปัทมาวดี ซูซูกิ)

บทคัดย่อ

จากภาวะราคาน้ำมันที่สูงขึ้นอย่างต่อเนื่องโดยเฉพาะในช่วง 3-4 ปีที่ผ่านมา ทำให้ผู้คนทั่วโลกให้ความสำคัญกับการประหยัดพลังงานมากขึ้น ส่งผลกระทบโดยตรงต่ออุตสาหกรรมการผลิตรถยนต์ที่จะต้องพัฒนารถยนต์รุ่นใหม่ให้มีประสิทธิภาพการใช้น้ำมันเชื้อเพลิงดีขึ้น หนึ่งในเทคโนโลยียานยนต์ที่สำคัญได้แก่ รถยนต์ไฮบริด (Hybrid Electric Cars) ที่ใช้เทคโนโลยีเครื่องยนต์ลูกผสมระหว่างพลังงาน 2 ระบบ คือน้ำมันเชื้อเพลิงและไฟฟ้า ทำให้รถยนต์ไฮบริดช่วยประหยัดน้ำมันเชื้อเพลิงได้มากในเขตการจราจรคับคั่ง ทั้งยังเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมตอบสนองกระแสความตื่นตัวในเรื่องภาวะโลกร้อน นอกจากนี้สมรรถนะของเครื่องยนต์ยังไม่ด้อยกว่ารถยนต์เครื่องยนต์เบนซินปกติอีกด้วย

การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความเป็นไปได้ในการใช้รถยนต์ไฮบริดในประเทศไทยเพื่อประหยัดพลังงาน โดยพิจารณาทั้งในระดับมหภาคได้แก่ ประโยชน์ที่สังคมจะได้รับในด้านผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม รวมถึงการศึกษานโยบายส่งเสริมการผลิตและการใช้ในประเทศสหรัฐอเมริกาและอิตาลีเพื่อนำมาเป็นแนวทางในการพัฒนานโยบายของไทย และระดับจุลภาคได้แก่ การพิจารณาประโยชน์ต่อผู้บริโภคในด้านของความคุ้มค่าทางการเงิน เป็นการเปรียบเทียบต้นทุนแปรผันระหว่างรถยนต์โตโยต้าคัมรี่ไฮบริด 2.4L และรถยนต์โตโยต้าคัมรี่รุ่นธรรมดา 2.4L

ในการศึกษาผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมพบว่ารถยนต์ไฮบริดมีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมน้อยกว่ารถยนต์ธรรมดา โดยเมื่อประเมินผลกระทบทั้งวงจรผลิตภัณฑ์ตั้งแต่การผลิต การใช้ จนถึงการทำลายรถยนต์แล้ว พบว่ารถไฮบริดปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์น้อยกว่ารถยนต์ธรรมดาร้อยละ 27 และสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงขณะใช้งานน้อยกว่ารถธรรมดาร้อยละ 30 กรณีกรุงเทพมหานครมีการใช้รถยนต์ไฮบริดแทนที่รถยนต์ธรรมดาร้อยละ 10 จะช่วยลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ได้ 302 ล้านกิโลกรัมต่อปี

สำหรับการศึกษาความคุ้มค่าทางการเงินของรถยนต์ไฮบริดพบว่าความคุ้มค่าทางการเงินของรถไฮบริดแปรผันตรงกับระยะทางที่ใช้งาน ราคาน้ำมัน และสัดส่วนการใช้งานในเมือง คือ ยิ่งมีระยะทางใช้งานมาก ราคาน้ำมันสูงขึ้นเรื่อยๆ และสัดส่วนการใช้ในเมืองมาก รถไฮบริดจะ

ยิ่งคุ้มค่า ส่วนการศึกษาระยะเวลาคืนทุนพบว่าโอกาสที่ผู้ใช้รถยนต์ไฮบริดจะสามารถคืนทุนส่วนต่างราคารวมค่าใช้จ่ายในการเปลี่ยนแบตเตอรี่มีค่อนข้างน้อย คือจะมีโอกาสคืนทุนได้เฉพาะกรณีสำหรับผู้ใช้รถยนต์มากวันละ 80 กิโลเมตรเท่านั้น และต้องเป็นการใช้ในเมืองร้อยละ 80 ขึ้นไป

ด้านนโยบายส่งเสริมการผลิตและการใช้รถยนต์ไฮบริดในประเทศสหรัฐอเมริกาและอิตาลีพบว่ามีมาตรการหลายประเภท ได้แก่ การสนับสนุนการวิจัยเทคโนโลยียานยนต์ขั้นสูง การสนับสนุนการวิจัยและพัฒนาแบตเตอรี่ การขอคืนภาษีซื้อรถไฮบริด การบังคับให้หน่วยงานราชการใช้รถไฮบริดและการให้สิทธิพิเศษสำหรับผู้ขับขี่รถไฮบริดในการใช้เส้นทางที่ถูกควบคุมได้ มาตรการจูงใจมีทั้งที่เป็นตัวเงินและไม่ใช่ตัวเงิน ผลของมาตรการทำให้ปริมาณรถยนต์ไฮบริดเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ

ด้วยคุณสมบัติที่ดีในด้านการประหยัดน้ำมันและเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม รถยนต์ไฮบริดจึงน่าสนใจและควรให้การสนับสนุนเป็นอีกหนึ่งทางเลือกในการประหยัดพลังงานของประเทศไทย

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้เริ่มต้นจากความสนใจในเรื่องสิ่งแวดล้อม และหลังจากที่ข้าพเจ้าปรึกษา รองศาสตราจารย์ ดร.ประยงค์ เนตยารักษ์ ท่านแนะนำให้ข้าพเจ้าศึกษาเรื่องรถยนต์ไฮบริดเพราะรถยนต์ไฮบริดช่วยประหยัดน้ำมัน เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมและเป็นเทคโนโลยีใหม่ที่ได้รับความนิยมในต่างประเทศ แต่ยังเป็นเรื่องใหม่มากสำหรับประเทศไทย คำแนะนำอันมีค่าของท่านประกอบกับการที่ข้าพเจ้าเพิ่งร่วมงานกับบริษัทรถยนต์แห่งหนึ่ง (แม้ว่าจะไม่ได้ผลิตรถไฮบริด) ทำให้ข้าพเจ้าตัดสินใจเลือกทำงานวิจัยชิ้นนี้ และต่อมาท่านได้ให้เกียรติเป็นที่ปรึกษางานวิจัยของข้าพเจ้าด้วย จึงขอขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์.ดร.ประยงค์ เป็นกรณีพิเศษ ณ ที่นี้

จุดประสงค์ เค้าโครง รายละเอียดของงานวิจัยได้รับคำแนะนำเพิ่มเติมจาก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศุภัช ศุภชลาศัย ที่ให้เกียรติเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาร่วม คำแนะนำของท่านช่วยให้งานวิจัยมีเนื้อหาที่สมบูรณ์และเป็นประโยชน์มากขึ้น

ท้ายนี้ ขอขอบคุณ บิดา มารดา ที่สนับสนุนค่าใช้จ่ายในการศึกษาปริญญาโทของข้าพเจ้า และอำนวยความสะดวกในชีวิตประจำวันตลอดการเรียนทั้งหลักสูตร เพื่อให้ข้าพเจ้ามีเวลาทำงานวิจัยชิ้นนี้จนลุล่วง และขอขอบคุณเพื่อนร่วมชั้นปริญญาโทโครงการเศรษฐศาสตร์ธุรกิจ รุ่นที่ 10 ทุกคน ที่คอยเป็นกำลังใจจนกระทั่งงานวิจัยเสร็จสิ้นสมบูรณ์

ชวลิต คงศักดิ์ไพบูลย์
มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
พ.ศ. 2551

สารบาญ

หน้า

บทคัดย่อ.. (1)

กิตติกรรมประกาศ.. (3)

สารบาญตาราง... (6)

สารบาญภาพประกอบ.. (8)

บทที่

1. บทนำ.. 1

1.1 ความสำคัญของการศึกษา.. 1

1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา... 5

1.3 ขอบเขตของการศึกษา.. 6

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ... 6

1.5 กรอบแนวคิดทางทฤษฎี.. 6

1.6 วิธีการศึกษา... 8

2. ข้อมูลทางเทคนิคของรถยนต์ไฮบริด... 9

2.1 ลักษณะของรถยนต์ไฮบริด 9

2.2 ส่วนประกอบที่สำคัญของรถยนต์ไฮบริด.. 10

2.3 หลักการทำงานของรถยนต์ไฮบริด 14

2.4 อัตราการบริโภคน้ำมันของรถยนต์ไฮบริด.. 16

2.5 การพัฒนาเทคโนโลยีของรถยนต์ไฮบริดในอนาคต 18

2.6 สถานการณ์การผลิตและการตลาดของรถยนต์ไฮบริด..................................... 24

3. การวิเคราะห์ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมของรถยนต์ไฮบริด.................................... 27
3.1 กรณีศึกษาผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมของทั้งวงจรผลิตภัณฑ์รถยนต์.............. 31
3.2 ประมาณการผลการเปลี่ยนแปลงต่อสิ่งแวดล้อมของกรุงเทพมหานคร ถ้ามีการใช้รถยนต์ไฮบริดแทนที่รถยนต์ปกติร้อยละ 10...................................... 40

4. การเปรียบเทียบค่าใช้จ่ายตลอดอายุการใช้งานระหว่างรถยนต์เบนซินและรถยนต์ระบบเบนซินไฮบริด.. 45
4.1 ต้นทุนของการเป็นเจ้าของรถยนต์ไฮบริด.. 45
4.2 ลักษณะสำคัญของรถยนต์ที่นำมาศึกษา.. 47
4.3 ข้อสมมติในการคำนวณเปรียบเทียบ... 50
4.4 ผลการคำนวณ... 53

5. นโยบายและมาตรการส่งเสริมการผลิตและการใช้รถยนต์ไฮบริด......................... 61
5.1 นโยบายประเทศสหรัฐอเมริกา.. 62
5.2 นโยบายประเทศอิตาลี... 67
5.3 นโยบายประเทศไทย.. 68
5.4 ผลของนโยบายส่งเสริมการผลิตและการใช้รถยนต์ไฮบริด........................... 71

6. สรุปผลการศึกษา.. 73
6.1 สรุปผลการศึกษา... 73
6.2 ข้อเสนอแนะ.. 76
6.3 ข้อจำกัดการวิจัยและข้อเสนอแนะเพื่อศึกษาต่อ.. 77

บรรณานุกรม.. 78

สารบาญตาราง

ตารางที่		หน้า
2.1	การเปรียบเทียบอัตราการบริโภคน้ำมันของรถยนต์ฮอนด้า รุ่น Civic กับ Civic Hybrid ทั้งในเขตเมืองและนอกเมือง..	16
2.2	อัตราการบริโภคน้ำมันของรถยนต์ไฮบริดรุ่นต่างๆ แบ่งเป็นการใช้งานในเมืองและบนเส้นทางไฮเวย์..	17
2.3	คุณสมบัติของแบตเตอรี่ชาร์จไฟได้ชนิดต่างๆ...	21
3.1	การประมาณค่ามลภาวะที่เกิดขึ้นจากการผลิต การทำลายและการใช้งานของรถยนต์ไฮบริดและรถยนต์ปกติ ภายใต้สมมติฐานการใช้งานแบบ*เฉลี่ย*....	32
3.2	การประมาณค่ามลภาวะที่เกิดขึ้นจากการผลิต การทำลายและการใช้งานของรถยนต์ไฮบริดและรถยนต์ปกติ ภายใต้สมมติฐานการใช้งานแบบ*ใช้งานน้อย* ..	33
3.3	การประมาณค่ามลภาวะที่เกิดขึ้นจากการผลิต การทำลายและการใช้งานของรถยนต์ไฮบริดและรถยนต์ปกติ ภายใต้สมมติฐานการใช้งานแบบ*ใช้งานมาก*..	34
3.4	ยี่ห้อและรุ่นของรถยนต์ที่จำหน่ายในสหรัฐฯ และได้รับการจัดลำดับเป็นรถยนต์เป็นรถยนต์ที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมสูงสุด ปี 2551.....................................	39
3.5	จำนวนรถยนต์นั่งส่วนบุคคลไม่เกิน 7 คน จดทะเบียนในกรุงเทพมหานครสะสมถึงวันที่ 31 ธันวาคม 2550 จำแนกตามชนิดเชื้อเพลิง..........................	41
4.1	คุณลักษณะสำคัญของรถยนต์โตโยต้าคัมรี่ ไฮบริด และโตโยต้าคัมรี่.............	49
4.2	ผลการคำนวณเปรียบเทียบความสามารถในการประหยัดน้ำมันเชื้อเพลิงของกรณีผู้ใช้รถยนต์น้อย แบ่งตามสัดส่วนการใช้งานในเมืองและนอกเมือง ราคาน้ำมัน และอายุการใช้งาน...	53
4.3	ผลการคำนวณระยะเวลาคุ้มทุนในการใช้รถยนต์ไฮบริดแทนรถยนต์ธรรมดา แบ่งตามสัดส่วนการใช้งานในเมือง ราคาน้ำมันเฉลี่ย ส่วนต่างราคารถไฮบริดกับรถธรรมดาและจำนวนครั้งที่เปลี่ยนแบตเตอรี่ กรณีใช้รถยนต์ 30 กิโลเมตรต่อวัน.	54
4.4	ผลการคำนวณเปรียบเทียบความสามารถในการประหยัดน้ำมันเชื้อเพลิงของกรณีผู้ใช้รถยนต์ปานกลาง แบ่งตามสัดส่วนการใช้งานในเมืองและนอกเมือง ราคาน้ำมัน และอายุการใช้งาน..	55

4.5	ผลการคำนวณระยะเวลาคุ้มทุนในการใช้รถยนต์ไฮบริดแทนรถยนต์ธรรมดา แบ่งตามสัดส่วนการใช้งานในเมือง ราคาน้ำมันเฉลี่ย ส่วนต่างราคารถไฮบริดกับรถธรรมดาและจำนวนครั้งที่เปลี่ยนแบตเตอรี่ กรณีใช้รถยนต์ 50 กิโลเมตรต่อวัน.	56
4.6	ผลการคำนวณเปรียบเทียบความสามารถในการประหยัดน้ำมันเชื้อเพลิงของกรณีผู้ใช้รถยนต์มาก แบ่งตามสัดส่วนการใช้งานในเมืองและนอกเมือง ราคาน้ำมัน และอายุการใช้งาน..	57
4.7	ผลการคำนวณระยะเวลาคุ้มทุนในการใช้รถยนต์ไฮบริดแทนรถยนต์ธรรมดา แบ่งตามสัดส่วนการใช้งานในเมือง ราคาน้ำมันเฉลี่ย ส่วนต่างราคารถไฮบริดกับรถธรรมดาและจำนวนครั้งที่เปลี่ยนแบตเตอรี่ กรณีใช้รถยนต์ 80 กิโลเมตรต่อวัน.	58
5.1	วัตถุประสงค์ด้านสิ่งแวดล้อมของรัฐบาลประเทศสมาชิก IA-HEV ในการพัฒนาเทคโนโลยียานยนต์เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม..	61
5.2	ประเภทของมาตรการส่งเสริมการวิจัยพัฒนาและการใช้รถไฮบริดและรถที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมประเภทอื่นของรัฐบาลสหรัฐอเมริกาและอิตาลี................	62
5.3	ยี่ห้อและรุ่นรถไฮบริดและจำนวนเครดิตภาษีที่สามารถขอคืนได้จากรัฐบาลกลาง..	66
5.4	อัตราภาษีสรรพสามิตใหม่ของรถยนต์ที่มีนวัตกรรมประหยัดพลังงานเปรียบเทียบกับอัตราเดิม แบ่งตามประเภทของยานยนต์.......................................	69

สารบาญภาพประกอบ

ภาพที่		หน้า
1.1	ยอดขายรถยนต์ไฮบริดในสหรัฐอเมริกา ปี 2543 - 2551 แบ่งตามยี่ห้อและรุ่นรถ......................	3
2.1	ความแตกต่างของวิธีการเชื่อมต่อระบบไฮบริด ระหว่าง Parallel Hybrid และ	9
	Series Hybrid......................	9
2.2	ส่วนประกอบสำคัญในรถยนต์ไฮบริด......................	11
2.3	ลักษณะภายนอกของรถยนต์ไฮบริด โตโยต้า พรีอุส......................	14
3.1	วงจรชีวิตของผลิตภัณฑ์ตั้งแต่การผลิตส่วนประกอบจนถึงการจัดการผลิตภัณฑ์ที่ไม่ใช้แล้ว......................	28
3.2	ค่าการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ของรถยนต์ไฮบริดเทียบกับรถยนต์ธรรมดา แบ่งเป็นการใช้งานน้อย ใช้งานเฉลี่ยและใช้งานมาก ตามลำดับ.......	35
3.3	ผลการปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ของการผลิตและการใช้รถยนต์ 5 ประเภท...	36
3.4	การปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของรถยนต์นั่งแบ่งตามประเภทพลังงานและขนาดรถยนต์ ตลอดวงจรผลิตภัณฑ์ชีวิตรถยนต์......................	43
4.1	ลักษณะภายนอกของรถยนต์โตโยต้า รุ่นคัมรี่ โมเดล 2009......................	48
5.1	จำนวนรถยนต์ไฮบริดสะสมในสหรัฐอเมริกา ตั้งแต่ปี 2547 ถึงปี 2550.........	71
5.2	จำนวนรถยนต์ไฮบริดสะสมในอิตาลี ตั้งแต่ปี 2547 ถึงปี 2550......................	71

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความสำคัญของการศึกษา

จากภาวะราคาน้ำมันที่มีการปรับตัวสูงขึ้นอย่างต่อเนื่องได้สร้างกระแสตื่นตัวในการอนุรักษ์พลังงานและแสวงหาหนทางในการประหยัดเชื้อเพลิงไปทั่วโลก รวมทั้งส่งผลกระทบต่อแนวโน้มอุตสาหกรรมและตลาดรถยนต์ของโลก โดยรถยนต์นั่งขนาดเล็กและรถยนต์ที่มีประสิทธิภาพในการประหยัดเชื้อเพลิงมีแนวโน้มในตลาดดีขึ้น สวนทางกับรถยนต์นั่งขนาดใหญ่ที่กินน้ำมันมาก

หนึ่งในเทคโนโลยียานยนต์ประหยัดพลังงานที่กำลังได้รับความสนใจจากทั้งผู้ผลิตและผู้บริโภคในปัจจุบัน ได้แก่ รถยนต์ไฮบริด (Hybrid Car) ซึ่งรถยนต์ไฮบริดมีหลายประเภท คือ รถชนิดใดก็ตามที่มีการใช้เครื่องยนต์ 2 ระบบทำงานร่วมกัน ก็จัดเป็นรถยนต์ไฮบริดทั้งสิ้น รถยนต์ไฮบริด (Hybrid Electric Cars) เป็นรถที่ใช้เทคโนโลยีเครื่องยนต์ลูกผสมระหว่างพลังงาน 2 ระบบที่ทำงานร่วมกัน คือน้ำมันเชื้อเพลิงและไฟฟ้า ทำให้รถยนต์ไฮบริดมีประสิทธิภาพทั้งในด้านการประหยัดน้ำมันเชื้อเพลิง ลดมลพิษในอากาศและเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม เมื่อเทียบกับเครื่องยนต์สันดาปภายในแบบที่ใช้กันอยู่ในปัจจุบัน ซึ่งใช้น้ำมันเชื้อเพลิงเป็นแรงขับเคลื่อนเพียงอย่างเดียว

ตั้งแต่มีการนำรถยนต์ไฮบริดรุ่นแรกออกสู่ตลาดโลกในราวปี 2540 โดยค่ายรถยนต์ญี่ปุ่นโตโยต้าเป็นผู้นำ ปัจจุบันเทคโนโลยีไฮบริดได้มีการพัฒนาให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้นเป็นลำดับ จนขณะนี้ค่ายรถยนต์ขนาดใหญ่หลายแห่งมีการพัฒนาผลิตรถยนต์ไฮบริดออกสู่ตลาดมากขึ้น ได้แก่ ฮอนด้า นิสสัน ฟอร์ด และเจเนอรัล มอเตอร์ เป็นต้น ส่วนเครื่องยนต์ไฮบริดที่ได้รับการพัฒนาจนได้รับความนิยม เป็นระบบ Serial/Parallel Hybrid ซึ่งเป็นการผสมผสานการทำงานของเครื่องยนต์สันดาปภายในกับมอเตอร์ไฟฟ้าได้อย่างมีประสิทธิภาพ

โดยการทำงานของมอเตอร์ไฟฟ้าจะทำงานเป็นอิสระกับเครื่องยนต์ รถยนต์อาจถูกขับเคลื่อนด้วยเครื่องยนต์อย่างเดียว ไฟฟ้าอย่างเดียว หรือทั้งสองอย่างพร้อมกันไปก็ได้ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความเหมาะสม เช่น เมื่อขึ้นรถบิดกุญแจเพื่อสตาร์ทรถ รถจะเช็คตัวเองก่อนว่ามีแบตเตอรี่พอ

หรือไม่ ถ้ามีเพียงพอ การบิดกุญแจก็เป็นเหมือนการเปิดสวิทซ์เท่านั้น และเหยียบคันเร่งหมุนล้อด้วยมอเตอร์ไฟฟ้าได้เลย แต่ถ้าแบตเตอรี่ไม่พอก็จะไปติดเครื่องยนต์ตามปกติแล้วก็อาศัยกำลังเครื่องยนต์ในการขับเคลื่อนล้อ

ในขณะที่ใช้เครื่องยนต์วิ่ง แบตเตอรี่ก็จะถูกชาร์จไปด้วย เมื่อแบตเตอรี่เต็ม รถก็สามารถนำพลังงานไฟฟ้ามาใช้เสริมพลังปกติได้ด้วย เช่น ตอนเร่งแซงหรือออกตัว พลังงานไฟฟ้าเสริมจะเข้ามาเพิ่มกำลังขับเคลื่อนให้รถพุ่งทะยาน และขณะที่ผู้ขับเริ่มแตะเบรก มอเตอร์ขับจะเปลี่ยนหน้าที่จากตัวขับเป็นตัวปั่นกระแสไฟฟ้ากลับไปเก็บไว้ในแบตเตอรี่ทุกครั้ง นอกจากนี้ เวลาที่รถจอดนิ่งไม่เคลื่อนที่ เช่น ขณะที่การจราจรติดขัด เครื่องยนต์สันดาปจะหยุดทำงานโดยอัตโนมัติและเปลี่ยนมาใช้พลังงานไฟฟ้าเพียงอย่างเดียว เป็นการช่วยประหยัดเชื้อเพลิงและลดมลพิษในอากาศ

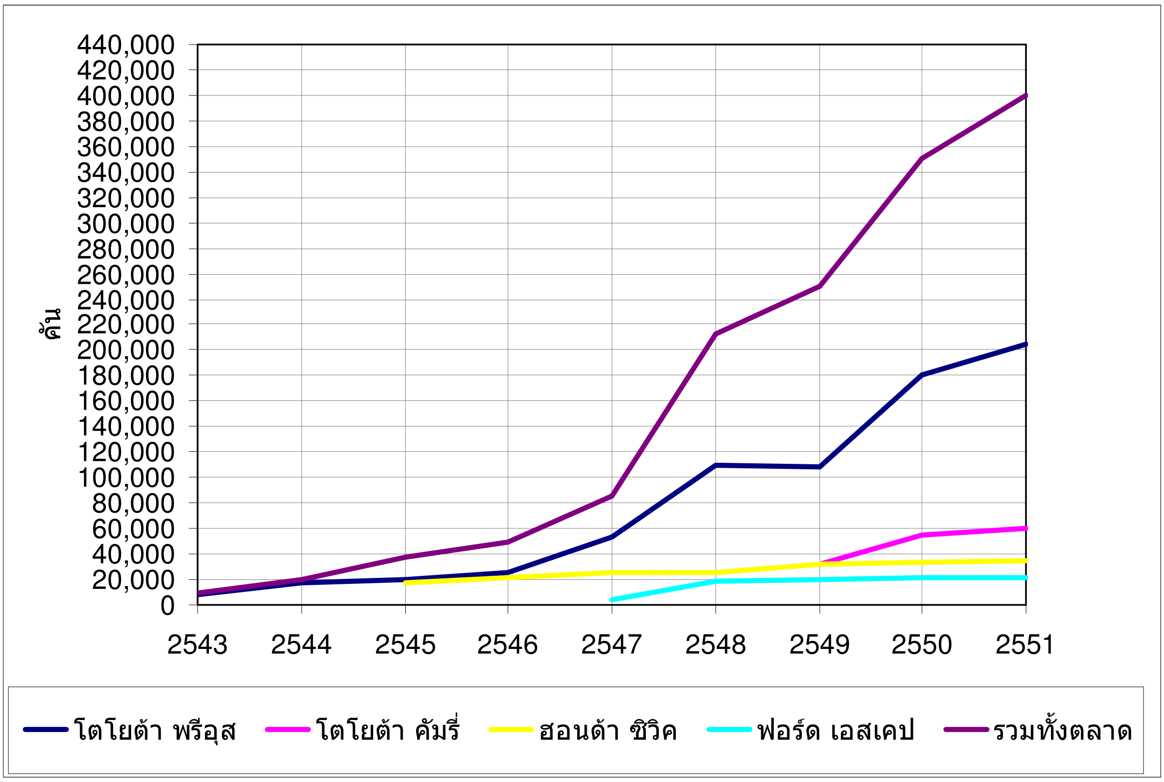
รถยนต์ไฮบริดสามารถประหยัดน้ำมันได้กว่าร้อยละ 25 ขึ้นไปเทียบกับรถยนต์แบบปกติ ตัวอย่างการเปรียบเทียบอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันของรถยนต์รุ่นเดียวกัน ได้แก่ Honda Civic Hybrid ซึ่งมีอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันน้อยกว่า Honda Civic 1.7 VTEC ถึงร้อยละ 47 โดยเฉพาะการใช้งานในเมืองจะประหยัดเพิ่มขึ้นเป็นร้อยละ 57 เนื่องจากระบบเครื่องยนต์ดับอัตโนมัติ (Auto Idle Stop) ใน Civic Hybrid ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการประหยัดน้ำมันเชื้อเพลิงสำหรับการใช้งานในเมืองได้เป็นอย่างดี (ศูนย์ฝึกอบรม บริษัท ฮอนด้า ออโต้โมบิล (ประเทศไทย) จำกัด, สไลด์, 2550)

ด้วยการที่รถยนต์ไฮบริดเป็นรถยนต์ที่ประหยัดเชื้อเพลิงและเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม ทำให้กระแสความนิยมรถยนต์ไฮบริดเพิ่มสูงขึ้นอย่างรวดเร็ว โดยเฉพาะในประเทศสหรัฐอเมริกา ซึ่งเป็นตลาดใหญ่ที่สุดของรถยนต์ไฮบริด

จากภาพที่ 1.1 จะเห็นได้ว่ายอดจำหน่ายรถยนต์ไฮบริดในสหรัฐฯ เพิ่มสูงขึ้นจากเพียงไม่กี่หมื่นคันในปี 2546 เป็น 212,000 คันในปี 2548 เพิ่มขึ้นเป็น 251,000 คันในปี 2549 ในปี 2550 ยอดจำหน่ายเพิ่มขึ้นถึงร้อยละ 38 เป็นจำนวนทั้งสิ้น 350,000 คัน และคาดว่าจะเพิ่มเป็น 400,000 คันในปี 2551

ภาพที่ 1.1

ยอดขายรถยนต์ไฮบริดในสหรัฐอเมริกา ปี 2543 - 2551 แบ่งตามยี่ห้อและรุ่นรถ



ที่มา: Bradley Berman, Editor, HybridCars.com <http://www.Hybridcars.com/market-dashboard>

ขณะที่ยอดจดทะเบียนรถยนต์ไฮบริดของทั้งโลกตั้งแต่เดือนมกราคม 2550 ถึงเดือนพฤศจิกายน 2550 เป็นจำนวน 459,788 คัน โดยสหรัฐฯ มียอดจดทะเบียนสูงสุด 320,380 คัน คิดเป็นร้อยละ 70 รองลงมาคือญี่ปุ่นมียอดจดทะเบียน 64,440 คัน คิดเป็นร้อยละ 14 รองลงมาคืออังกฤษ แคนาดาและเยอรมนี (Berman, Online, 2008)

ทั้งนี้ แนวโน้มของยอดขายรถยนต์ไฮบริดจะยังคงเพิ่มสูงขึ้นต่อไปอีกหลายปี โดยเคพีเอ็มจี บริษัทที่ปรึกษาด้านธุรกิจสำรวจความเห็นของผู้จัดการ 100 คน ในบริษัทชั้นนำของอุตสาหกรรมรถยนต์ เมื่อต้นปี 2551 พบว่า 1 ใน 4 ของผู้ตอบแบบสอบถาม ต่างคาดว่าในปี 2551 ยอดขายรถยนต์ไฮบริดจะเพิ่มขึ้นราวร้อยละ 25 นอกจากนี้ ร้อยละ 81 ของผู้ตอบแบบสอบถาม ยังแสดงความเชื่อมั่นว่า ยอดขายรถยนต์ไฮบริดจะขยายตัวอย่างต่อเนื่องในช่วงระยะเวลา 5 ปีข้างหน้านี้ (กรุงเทพธุรกิจ, 16 มกราคม 2551)

สาเหตุประการหนึ่งที่อาจมีส่วนทำให้ยอดขายรถยนต์ไฮบริดเติบโตในสหรัฐฯได้ดีก็คือมาตรการจูงใจทางภาษีเพื่อส่งเสริมให้ผู้ขับขี่หันมาใช้รถยนต์ไฮบริดมากขึ้น โดยรัฐบาลสหรัฐอนุญาตให้ผู้ซื้อรถยนต์ไฮบริดใหม่ สามารถนำค่าใช้จ่ายในการซื้อรถมาใช้ลดหย่อนภาษีในจำนวนที่กำหนด เพื่อลดภาระภาษีเงินได้ (Tax Credit) มีผลตั้งแต่ 1 มกราคม 2549 เป็นต้นมา (ศูนย์วิจัยกสิกรไทย, 2549)

จำนวนเครดิตภาษีจะแตกต่างกันไปตามรุ่นและยี่ห้อของรถยนต์ไฮบริดที่มีจำหน่ายในตลาด โดยกรมสรรพากรของสหรัฐฯ จะเป็นผู้กำหนดจำนวนเครดิตภาษีสำหรับรถยนต์ไฮบริดแต่ละรุ่นแต่ละยี่ห้อ รถรุ่นใดยี่ห้อใดสามารถประหยัดน้ำมันได้มาก ก็จะได้รับเครดิตภาษีมากตามไปด้วย จำนวนเครดิตภาษีสำหรับรถยนต์ไฮบริดที่มีจำหน่ายอยู่ในสหรัฐฯ ขณะนี้โดยเฉลี่ยจะอยู่ที่ประมาณ 2,150 เหรียญสหรัฐฯ ต่อคัน ซึ่งผู้ที่ซื้อรถยนต์ไฮบริดสามารถนำเครดิตภาษีนี้ไปใช้คำนวณลดภาษีเงินได้ประจำปีได้โดยตรง (ศูนย์วิจัยกสิกรไทย, 2549)

ก่อนหน้าปี 2549 สหรัฐฯ ได้มีมาตรการจูงใจทางภาษีแบบกว้างๆ โดยกำหนดให้ผู้ซื้อรถที่ใช้พลังงานทางเลือกประเภทต่างๆ ที่เข้าข่ายเป็นยานยนต์พลังงานสะอาด (Clean-Fuel Vehicles) ทั้งรถยนต์ไฮบริด รถยนต์พลังงานไฟฟ้า รถยนต์ที่ใช้เซลล์เชื้อเพลิง (Fuel Cells) จากไฮโดรเจน รถยนต์ที่ใช้น้ำมันเอทานอล รถยนต์ที่ใช้ไบโอดีเซล รถยนต์ที่ใช้ก๊าซธรรมชาติ จะได้รับค่าลดหย่อนภาษีเป็นจำนวนเงินไม่เกิน 2,000 เหรียญสหรัฐ เพื่อนำไปใช้หักลดจากเงินได้พึงประเมินก่อนการคำนวณอัตราภาษีเงินได้ประจำปี ซึ่งเมื่อคำนวณเป็นเงินภาษีแล้วจะลดภาระภาษีลงเฉลี่ยประมาณ 400-500 เหรียญสหรัฐฯ ต่อรายเท่านั้น ต่างกับมาตรการเครดิตภาษีปี 2549 ที่ผู้ซื้อรถยนต์สามารถหักเครดิตภาษีออกจากภาระภาษีได้เต็มจำนวน และจะเน้นที่รถยนต์ไฮบริดโดยเฉพาะ เนื่องจากเป็นยานยนต์พลังงานทางเลือกที่ส่งเสริมการประหยัดน้ำมันเชื้อเพลิงทุกชนิดอีกทั้งยังมีศักยภาพหรือความเป็นไปได้ในเชิงพาณิชย์ค่อนข้างสูงในขณะนี้ (ศูนย์วิจัยกสิกรไทย, 2549)

สำหรับประเทศไทยได้มีการปรับโครงสร้างภาษีสรรพสามิตรถยนต์ครั้งใหญ่เมื่อวันที่ 27 กรกฎาคม 2547 โดยมีวัตถุประสงค์สำคัญเพื่อส่งเสริมนโยบายการประหยัดพลังงานของประเทศ โดยรถยนต์นั่งประหยัดพลังงานแบบที่ใช้พลังงานเชื้อเพลิงร่วมกับไฟฟ้า (Hybrid Electric Car) เสียภาษีสรรพสามิตในอัตราร้อยละ 10 เท่านั้น (กรมสรรพสามิต, 2548) อย่างไรก็ตาม

ปัจจุบันความนิยมรถยนต์ไฮบริดในเมืองไทยยังมีน้อย เนื่องจากราคาจำหน่ายที่สูงกว่ารถยนต์ทั่วไปขนาดเดียวกันกว่าเท่าตัว เพราะยังต้องนำเข้าจากต่างประเทศในลักษณะรถยนต์สำเร็จรูป (Completed Build Up) ซึ่งมีอัตราภาษีศุลกากรนำเข้าสูงถึงกว่าร้อยละ 80 เท่ากับรถยนต์ที่ใช้เครื่องยนต์ปกติ และเมื่อรวมกับค่าธรรมเนียมการนำเข้าด้วยแล้ว ภาระภาษีอากรจากการนำเข้าทั้งหมดจะสูงกว่าร้อยละ 100 (กรมศุลกากร, 2548)

ข้อมูล ณ วันที่ 31 ธันวาคม 2550 ประเทศไทยมีจำนวนรถยนต์นั่งส่วนบุคคลไม่เกิน 7 คน ที่ใช้ระบบไฮบริดเพียง 738 คัน เป็นสัดส่วนที่น้อยมากเมื่อเทียบกับรถยนต์นั่งส่วนบุคคลไม่เกิน 7 คนที่ใช้เครื่องยนต์เบนซินจำนวน 2,742,108 คัน (กรมการขนส่งทางบก สำนักจัดระบบการขนส่งทางบก กลุ่มวิชาการและวางแผน ฝ่ายสถิติ, 2551) โดยประเทศไทยมีการใช้น้ำมันเบนซินภายในประเทศเฉลี่ยของปี 2550 อยู่ที่ 15.26 ล้านลิตรต่อวัน และเบนซินแก๊สโซฮอล์อยู่ที่ 4.7 ล้านลิตรต่อวัน (กระทรวงพลังงาน, 2551)

จากข้อดีของรถยนต์ไฮบริดดังที่กล่าวมาแล้วข้างต้น จึงน่าสนใจที่จะศึกษาความเป็นไปได้ในการใช้รถยนต์ไฮบริดในประเทศไทย เพื่อเป็นทางเลือกหนึ่งในการประหยัดพลังงาน และศึกษานโยบายส่งเสริมการใช้รถยนต์ไฮบริดในต่างประเทศเพื่อเป็นแนวทางในการกำหนดนโยบายของรัฐบาลไทย

1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา

(1) ศึกษาผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมของรถยนต์ไฮบริด

(2) เปรียบเทียบต้นทุนและค่าใช้จ่ายของผู้บริโภค ระหว่างการใช้รถยนต์เครื่องยนต์เบนซินปกติกับรถยนต์ที่ใช้เครื่องยนต์ไฮบริด

(3) ศึกษาปริมาณการใช้และมาตรการส่งเสริมการใช้รถยนต์ไฮบริดทั้งในและต่างประเทศ

1.3 ขอบเขตของการศึกษา

(1) **ระดับมหภาค** ในส่วนของการศึกษานโยบายและมาตรการส่งเสริมการใช้รถยนต์ไฮบริด ในต่างประเทศ จะเลือกศึกษามาตรการของรัฐบาลสหรัฐอเมริกา และประเทศในกลุ่มสหภาพยุโรป เนื่องจากประเทศเหล่านี้มีการใช้รถยนต์ไฮบริดอย่างกว้างขวาง

(2) **ระดับจุลภาค** ในการศึกษาเปรียบเทียบต้นทุนแปรผันที่เกิดขึ้นของรถยนต์สองชนิด อยู่บนข้อสมมติที่ว่า รถยนต์ทั้งสองชนิดมีอายุการใช้งานเท่ากันและมีพฤติกรรมการใช้รถยนต์เหมือนกัน โดยแบ่งการศึกษาออกเป็น 3 ส่วนสำหรับผู้ที่ใช้รถยนต์น้อย ผู้ที่ใช้รถยนต์ปานกลาง และผู้ที่ใช้รถยนต์มาก

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

(1) เพื่อให้ทราบความเป็นไปได้สำหรับผู้บริโภคในการเลือกใช้รถยนต์ไฮบริดแทนการใช้รถยนต์เครื่องยนต์เบนซิน
(2) ผลการศึกษาที่ได้สามารถนำมาเป็นแนวทางในการกำหนดนโยบายส่งเสริมการใช้รถยนต์ไฮบริดและนโยบายที่เกี่ยวข้องกับอุตสาหกรรมผลิตรถยนต์ประหยัดพลังงาน

1.5 กรอบแนวคิดทางทฤษฎี

<u>แนวคิดเกี่ยวกับการบริโภคสินค้าถาวร อุปสงค์และตัวกำหนด</u>

การศึกษาความเป็นไปได้ในการใช้รถยนต์ไฮบริดเพื่อประหยัดพลังงานในประเทศไทยเกี่ยวข้องกับการศึกษาปัจจัยที่มีผลต่ออุปสงค์รถยนต์ไฮบริด โดยมีตัวกำหนดอุปสงค์รถยนต์ไฮบริด ดังนี้

(1) ราคาจำหน่ายรถยนต์ไฮบริด

รถยนต์จัดเป็นสินค้าถาวรชนิดหนึ่งและเป็นสินค้าที่มีราคาสูง โดยทั่วไปร้อยละของการเปลี่ยนแปลงจำนวนซื้อสินค้าถาวรจะมากกว่าร้อยละของการเปลี่ยนแปลงราคา

รถยนต์ไฮบริดมีต้นทุนการผลิตและราคาจำหน่ายสูงกว่ารถยนต์ธรรมดาที่มีคุณสมบัติอื่นใกล้เคียงกัน รวมทั้งอาจต้องมีค่าใช้จ่ายเพิ่มเติมกรณีเปลี่ยนแบตเตอรี่ชุดใหม่เมื่อแบตเตอรี่ชุดเดิมเสื่อมสภาพ ราคารถไฮบริดที่สูงกว่ารถยนต์ธรรมดาส่งผลกระทบโดยตรงต่อการตัดสินใจเลือกซื้อรถยนต์ชนิดนี้

(2) ค่าบำรุงรักษาระหว่างการใช้งาน

ปัจจัยหนึ่งที่มีผลต่อการตัดสินใจเลือกซื้อรถยนต์คือค่าบำรุงรักษาตามระยะทางและค่าอะไหล่หรือชิ้นส่วนต่างๆ ซึ่งก็คือส่วนหนึ่งของต้นทุนทางการเงินที่ผู้ซื้อจะต้องจ่ายนอกเหนือจากราคาซื้อรถยนต์ ดังนั้นถ้าค่าบำรุงรักษาและค่าอะไหล่สูง ก็จะทำให้อุปสงค์ของรถยนต์นั้นลดลง กรณีรถไฮบริดมีค่าบำรุงรักษาไม่แตกต่างจากรถธรรมดา แม้ว่าจะมีส่วนประกอบสำคัญที่เพิ่มขึ้นคือมอเตอร์ไฟฟ้าและแบตเตอรี่ทำให้ต้องดูแลรักษามากขึ้น แต่รถไฮบริดก็มีระบบ regenerative braking ช่วยให้การเบรกมีประสิทธิภาพมากขึ้น ทำให้ผ้าเบรกมีอายุการใช้งานยาวนานกว่าเดิม รถไฮบริดจึงมีค่าบำรุงรักษาโดยรวมไม่ต่างจากรถธรรมดา

(3) ราคาน้ำมัน

น้ำมันเป็นสินค้าที่ใช้ประกอบกับรถยนต์ ยิ่งใช้งานรถยนต์มากก็ยิ่งสิ้นเปลืองน้ำมันมาก ราคาน้ำมันจึงมีผลต่อการตัดสินใจเลือกซื้อรถยนต์ ถ้าราคาน้ำมันสูงผู้บริโภคจะมีแนวโน้มเลือกซื้อรถยนต์ที่กินน้ำมันน้อยเพื่อประหยัดค่าใช้จ่ายด้านพลังงาน กรณีรถไฮบริดเป็นรถที่กินน้ำมันน้อยกว่ารถธรรมดาที่มีคุณสมบัติอื่นเท่าเทียมกัน ดังนั้นอุปสงค์ต่อรถไฮบริดจะเพิ่มสูงขึ้นเมื่อราคาน้ำมันสูงขึ้น

(4) ค่านิยม

ปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่ออุปสงค์รถยนต์อีกตัวหนึ่งคือ ค่านิยม ปัจจัยตัวนี้เองทำให้รถยนต์ที่มีราคาสูงสามารถจำหน่ายได้ ถ้ารถยนต์คันนั้นสามารถตอบสนองความต้องการส่วนบุคคลได้ เช่น ความหรูหรา มีระดับ ขับแล้วภาคภูมิใจ หรือรถยนต์ที่ทำให้ผู้ขับขี่รู้สึกว่าตนมีส่วนร่วมในการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม เป็นต้น กรณีรถไฮบริดเป็นรถที่ปล่อยมลภาวะน้อยกว่ารถธรรมดาที่มีคุณสมบัติอื่นเท่าเทียมกันอย่างเห็นได้ชัด ค่านิยมด้านการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมจึงทำให้อุปสงค์ต่อรถไฮบริดสูงขึ้น

1.6 วิธีการศึกษา

(1) รูปแบบการวิจัย

การศึกษาครั้งนี้เป็นการศึกษาทั้งเชิงพรรณนาความและเชิงปริมาณ การศึกษาเชิงพรรณนาความเป็นการศึกษาระบบการทำงานของรถยนต์ไฮบริด ข้อดีข้อเสียและอัตราการบริโภคน้ำมันของรถยนต์ไฮบริดเทียบกับรถยนต์ที่ใช้เครื่องยนต์ปกติ ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม รวมถึงมาตรการจูงใจของรัฐบาลต่างประเทศที่ส่งเสริมการผลิตและการใช้รถยนต์ไฮบริด

สำหรับการศึกษาเชิงปริมาณ เป็นการศึกษาความคุ้มค่าทางการเงินของรถยนต์ไฮบริดเทียบกับรถยนต์ปกติ โดยกำหนดให้รถยนต์ทั้ง 2 ประเภทมีอายุการใช้งานเท่ากัน และแบ่งกรณีการศึกษาเป็น 3 กรณี สำหรับผู้ที่ใช้รถยนต์น้อย ประมาณ 30 กิโลเมตรต่อวัน ผู้ที่ใช้รถยนต์ปานกลาง ประมาณ 50 กิโลเมตรต่อวัน และผู้ที่ใช้รถยนต์มากประมาณ 80 กิโลเมตรต่อวัน

โดยเลือกศึกษาเปรียบเทียบระหว่าง โตโยต้า คัมรี่ ไฮบริด (2009 Toyota Camry Hybrid 2.4L 4-cyl ECVT) กับโตโยต้า คัมรี่ รุ่นปกติ (2009 Toyota Camry LE 2.4L 4-cyl 5AT) สาเหตุที่เลือกรถรุ่นนี้มาศึกษา เนื่องจากโตโยต้าเป็นผู้ผลิตรถยนต์รายแรกที่ลงทุนเพิ่มสายการผลิตรถยนต์ไฮบริดในประเทศไทย โดยเริ่มต้นจากรุ่นคัมรี่ที่มีสายการผลิตอยู่แล้วที่โรงงานเกตเวย์ จังหวัดฉะเชิงเทรา และคาดว่าเริ่มผลิตได้ในปี 2552 (ผู้จัดการออนไลน์, 11 มิถุนายน 2551)

ทั้งนี้ กำหนดให้ต้นทุนค่าน้ำมันเชื้อเพลิงเป็นมูลค่าปัจจุบันและมีราคาคงที่ตลอดอายุการใช้งาน สำหรับค่าใช้จ่ายในการเปลี่ยนแบตเตอรี่อยู่ภายใต้ข้อสมมติที่ว่าราคาแบตเตอรี่ที่สูงขึ้นต่อปีเท่ากับอัตราดอกเบี้ยต่อปีพอดี ดังนั้นราคาแบตเตอรี่จึงคงที่ตลอดอายุการใช้งานของรถยนต์ กำหนดให้เท่ากับ 200,000 บาทต่อครั้ง

(2) ข้อมูลและแหล่งข้อมูล

สำหรับงานวิจัยฉบับนี้ได้ใช้ข้อมูลทุติยภูมิทั้งหมด ได้แก่ ข้อมูลทางด้านเทคนิคของรถยนต์ไฮบริด ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม สถิติยอดขายของรถยนต์ไฮบริดทั้งในและต่างประเทศ ข้อมูลทางด้านภาษีและมาตรการจูงใจต่างๆ ซึ่งหาได้จากฐานข้อมูลของหน่วยงานรัฐบาล ผู้ประกอบการและภาคเอกชนที่เกี่ยวข้อง รวมถึงผลการศึกษาวิจัยในต่างประเทศ

บทที่ 2
ข้อมูลทางเทคนิคของรถยนต์ไฮบริด

ในบทนี้จะเป็นการศึกษาเชิงพรรณนาที่เกี่ยวข้องกับข้อมูลทางเทคนิคของรถยนต์ไฮบริด ได้แก่ ประเภทของรถยนต์ไฮบริด ส่วนประกอบที่สำคัญของรถยนต์ไฮบริด หลักการทำงานของรถยนต์ไฮบริด อัตราการบริโภคน้ำมัน การพัฒนาเทคโนโลยีในอนาคตของรถยนต์ไฮบริด และสถานการณ์การผลิตและการตลาดรถยนต์ไฮบริด

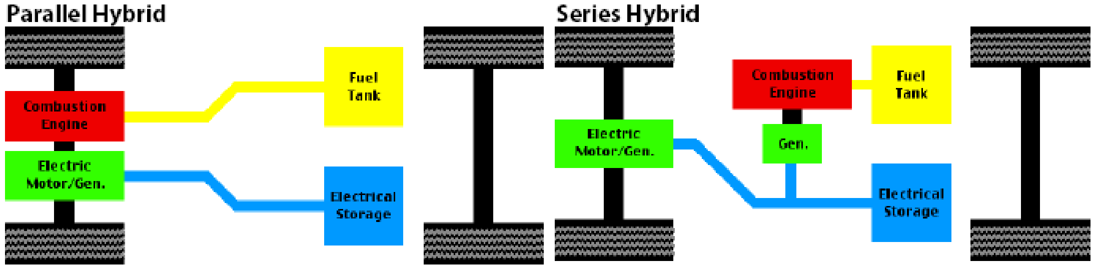
2.1 ลักษณะของรถยนต์ไฮบริด

รถยนต์ไฮบริด (Hybrid Electric Cars) เป็นรถที่ใช้เทคโนโลยีลูกผสมระหว่างพลังงาน 2 ระบบที่ทำงานร่วมกัน โดยปกติเมื่อกล่าวถึงรถยนต์ไฮบริดจะหมายถึง รถยนต์ที่ใช้น้ำมันเชื้อเพลิงเบนซินร่วมกับไฟฟ้า ทำให้รถยนต์ไฮบริดมีประสิทธิภาพทั้งในด้านการประหยัดน้ำมัน ลดมลพิษในอากาศและเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม เมื่อเทียบกับเครื่องยนต์สันดาปภายในแบบที่ใช้กันอยู่ในปัจจุบัน ซึ่งใช้น้ำมันเชื้อเพลิงเป็นแรงขับเคลื่อนเพียงอย่างเดียว

รถยนต์ไฮบริดสามารถแบ่งประเภทตามลักษณะการทำงานของเครื่องยนต์เบนซินร่วมกับมอเตอร์ไฟฟ้าได้ 3 ประเภท ได้แก่ Parallel Hybrid Series Hybrid และ Series/Parallel Hybrid (ภาพประกอบที่ 2.1)

ภาพที่ 2.1

ความแตกต่างของวิธีการเชื่อมต่อระบบไฮบริด ระหว่าง Parallel Hybrid และ Series Hybrid



ที่มา: Sustainable Energy Ireland. “A study on the costs and benefits of hybrid electric and battery electric vehicles in Ireland.” 2007 Edition

(1) Parallel Hybrid

ระบบไฮบริดแบบขนาน ทั้งเครื่องยนต์สันดาปภายในและมอเตอร์ไฟฟ้าสามารถส่งกำลังไปขับเคลื่อนรถยนต์ได้โดยตรง เมื่อกำลังที่ได้รับจากเครื่องยนต์มีเกินกว่าความต้องการ มอเตอร์ไฟฟ้าจะเปลี่ยนหน้าที่เป็นเครื่องชาร์จกระแสไฟฟ้าเข้าไปสะสมไว้ในแบตเตอรี่ มอเตอร์ไฟฟ้ายังสามารถเสริมกำลังให้กับรถได้เมื่อรถต้องการกำลังมากขึ้น

(2) Series Hybrid

ระบบไฮบริดแบบอนุกรม กำลังขับเคลื่อนรถมาจากมอเตอร์ไฟฟ้า เครื่องยนต์เพียงทำหน้าที่ชาร์จกระแสไฟฟ้าส่งไปเก็บในแบตเตอรี่ และมอเตอร์ไฟฟ้าจะใช้กระแสไฟฟ้าจากแบตเตอรี่ขับเคลื่อนตัวรถ

(3) Series/Parallel Hybrid

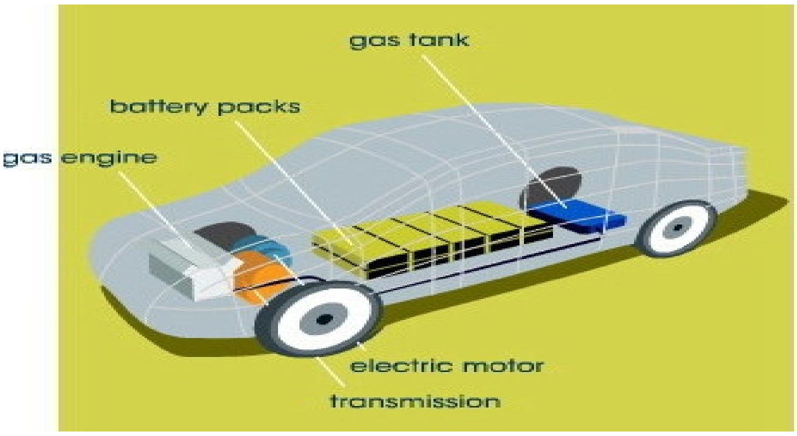
ระบบนี้พัฒนามาจากระบบไฮบริดแบบขนาน เป็นรูปแบบที่ผสมจุดเด่นของทั้ง 2 แบบเข้าด้วยกัน และเป็นรูปแบบที่นิยมใช้ในรถยนต์ไฮบริดรุ่นปัจจุบัน มอเตอร์ไฟฟ้าและเครื่องยนต์สามารถขับเคลื่อนได้เพียงลำพังหรือร่วมกันขับเคลื่อน เพื่อประโยชน์สูงสุดในด้านการประหยัดน้ำมันและสมรรถนะในการขับขี่

2.2 ส่วนประกอบที่สำคัญของรถยนต์ไฮบริด

รถยนต์ไฮบริดมีอุปกรณ์หลักที่เพิ่มขึ้นมานอกเหนือจากรถยนต์ปกติคือ มอเตอร์ไฟฟ้าขนาดใหญ่และแบตเตอรี่ขนาดใหญ่ องค์ประกอบของรถยนต์ไฮบริดแสดงในภาพที่ 2.2 มอเตอร์ไฟฟ้าจะช่วยหมุนล้อด้วยนอกเหนือจากการทำงานของเครื่องยนต์โดยปกติ ด้วยเหตุนี้เครื่องยนต์ที่ติดตั้งในรถยนต์ไฮบริดจึงมักจะมีขนาดเล็กกว่าปกติเล็กน้อยหรือถูกปรับให้ปล่อยกำลังออกมาน้อยลง เพราะมีระบบมอเตอร์ไฟฟ้ามาช่วยเมื่อต้องการกำลังมากๆ

ภาพที่ 2.2

ส่วนประกอบสำคัญในรถยนต์ไฮบริด



ส่วนประกอบ ระบบและลักษณะที่สำคัญของรถยนต์ไฮบริด ได้แก่

(1) เครื่องยนต์

ใช้น้ำมันเป็นเชื้อเพลิงเหมือนรถยนต์ทั่วไป วิศวกรมักออกแบบให้มีขนาดเล็กกว่ารถยนต์เครื่องยนต์ปกติที่มีขนาดใกล้เคียงกัน เพราะการขับเคลื่อนที่ต้องใช้พลังงานมาก จะมีมอเตอร์ไฟฟ้าคอยช่วยเหลือ

(2) แบตเตอรี่ (Berman, Online, 2006)

แบตเตอรี่ที่ใช้ในรถยนต์ทั่วไปเป็นแบบตะกั่ว-กรด (Lead-acid) มีหน้าที่หลักคือ ส่งกระแสไฟฟ้าให้มากพอเพื่อไปสตาร์ทเครื่องยนต์ นอกจากนี้แบตเตอรี่ยังส่งกระแสไฟฟ้าไปยังอุปกรณ์ต่างๆ ในขณะที่เครื่องยนต์ไม่ได้ทำงาน อาทิ วิทยุ ไฟส่องสว่าง ระบบรักษาความปลอดภัย กระจกไฟฟ้า ระบบล็อกอัตโนมัติ ระบบเพื่อความบันเทิงต่างๆ

เมื่อเครื่องยนต์ทำงานแล้ว อุปกรณ์ที่ชื่อว่า Alternator จะเป็นตัวรองรับการทำงานของอุปกรณ์ไฟฟ้าทั้งหมด รวมถึงการชาร์จไฟฟ้ากลับเข้าไปในแบตเตอรี่ เพื่อให้พร้อมสำหรับการสตาร์ทเครื่องยนต์ครั้งต่อไป แบตเตอรี่ของรถยนต์ทั่วไปถูกออกแบบให้ต้องมีการชาร์จไฟอย่างสม่ำเสมอ การใช้ไฟฟ้าในแบตเตอรี่จนหมดก่อนที่จะชาร์จใหม่ จะทำให้แบตเตอรี่เสื่อมคุณภาพเร็ว ไม่สามารถกักเก็บพลังงานในปริมาณมากได้อีก

รถยนต์ไฮบริดก็มีแบตเตอรี่แบบเดียวกับที่รถยนต์ทั่วไปมีเพื่อจุดประสงค์เดียวกัน แต่รถยนต์ไฮบริดมีแบตเตอรี่อีกแผง (battery packs) เพิ่มขึ้นมา คล้ายกับการนำแบตเตอรี่ขนาดเล็กจำนวนมากมาเชื่อมวงจรกันเพื่อเพิ่มกระแสไฟฟ้าให้มากขึ้น แบตเตอรี่นี้ถูกสร้างมาเป็นพิเศษเพื่อให้สามารถใช้ไฟฟ้าจนหมดและชาร์จไฟเข้าไปใหม่อีกครั้งและอีกครั้ง โดยไม่ทำให้คุณภาพของแบตเตอรี่เสื่อมเร็ว

แบตเตอรี่ในรถยนต์ไฮบริดปัจจุบันพัฒนาขึ้นมาจากแบตเตอรี่ที่เคยใช้ในรถยนต์ไฟฟ้า (Electric Vehicles) ช่วงปลายทศวรรษที่ 90 โดยปัจจุบันเป็นแบตเตอรี่ชนิด Nickel-Metal-Hydride (NiMH) ซึ่งก็ยังมีน้ำหนักมากและราคาแพงอยู่ หน่วยวัดของแบตเตอรี่รถยนต์ไฮบริดคือ กิโลวัตต์ – แอมป์ – ชั่วโมง (kilowatt-amp-hours)

(3) มอเตอร์ไฟฟ้าและระบบเบรกสร้างกระแสไฟฟ้ากลับ (Regenerative Braking) (Berman, Online, 2006)

มอเตอร์ไฟฟ้าเป็นอุปกรณ์ที่สำคัญ เพราะใช้เป็นทั้งมอเตอร์ในการขับเคลื่อนและเป็นทั้งเครื่องกำเนิดไฟฟ้า ซึ่งในการขับเคลื่อนจะใช้พลังงานจากแบตเตอรี่ ส่วนเวลาที่รถเบรกก็จะใช้การลดความเร็วมาแปรเปลี่ยนเป็นพลังงานในการชาร์จแบตเตอรี่ มอเตอร์ไฟฟ้าในรถยนต์ไฮบริดจะมีสองตัวคือ มอเตอร์ขับล้อหน้าและมอเตอร์ขับล้อหลัง

สำหรับรถยนต์ไฮบริด มอเตอร์ไฟฟ้าจะถูกเชื่อมต่อเข้ากับระบบเบรก โดยสามารถเปลี่ยนพลังงานจลน์บางส่วนจากการเบรกและแรงเฉื่อยของรถมาเป็นประจุไฟฟ้าเข้าไปสะสมไว้ในแบตเตอรี่ได้ โดยเพลาขับ โซ่ และเกียร์จะเปลี่ยนแรงจากล้อให้เป็นแรงบิดที่เพลาของมอเตอร์ไฟฟ้า (Rotor) จากนั้น แม่เหล็กบนเพลามอเตอร์ไฟฟ้าจะถ่ายพลังงานแม่เหล็กไฟฟ้าไปยังคอยล์ (Coils) เพื่อสร้างกระแสไฟฟ้า และส่งกลับไปเก็บไว้ในแบตเตอรี่ กล่าวคือมอเตอร์ไฟฟ้าจะเปลี่ยนหน้าที่จากการขับเคลื่อนเป็นการชาร์จประจุไฟฟ้าแทน

การส่งกระแสไฟฟ้ากลับเข้าไปในแบตเตอรี่ จะทำได้ก็ต่อเมื่อล้อมีการเชื่อมต่อเข้ากับมอเตอร์ไฟฟ้าเท่านั้น ดังนั้นรถยนต์ไฮบริดประเภทซีดานที่มักจะเป็นรถขับเคลื่อนล้อหน้า ล้อหลังก็จะยังคงสูญเสียพลังงานเช่นเดียวกับรถยนต์ทั่วไป

(4) เกียร์

สำหรับเกียร์ที่มักจะใช้ในระบบรถยนต์ไฮบริดคือเกียร์อัตโนมัติแบบสายพานหรือที่เรียกว่า CVT (Continuously Variable Transmission) เนื่องจากระบบเกียร์แบบนี้สามารถถ่ายทอดกำลังสูงสุดได้ต่อเนื่อง และสามารถปรับการทำงานให้ประหยัดได้มากที่สุด ใช้พลังงานได้อย่างคุ้มค่า

ลักษณะของ CVT คือไม่ใช้เฟือง (gear) แผ่นคลัช (friction plates) น้ำยาไฮดรอลิก (hydraulic fluids) หรือตัวแปลงแรงบิด (torque converter) แต่ใช้สายพานเพราะง่ายต่อการปรับอัตราทดของเกียร์ให้สอดคล้องกับช่วงระดับความเร็วรอบของเครื่องยนต์เพื่อให้มีการส่งกำลังได้ดีขึ้นและมีประสิทธิภาพมากขึ้น (Editors at Edmuns.com, Online, 2006)

(5) ระบบคอมพิวเตอร์ควบคุม (Computer Control Systems)

การทำงานของรถยนต์ไฮบริดซับซ้อนมาก เพราะมีระบบขับเคลื่อน 2 แบบในคันเดียวกัน ต้องอาศัยคอมพิวเตอร์ความเร็วสูงควบคุมและสื่อสารกับอุปกรณ์หลายส่วน เช่น ระบบควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า (electric motor controller) ระบบควบคุมเครื่องยนต์ ระบบจัดการแบตเตอรี่ ระบบควบคุมการเบรก และระบบควบคุมเกียร์ เป็นต้น โดยที่แต่ละระบบย่อยจะรู้ว่าระบบย่อยอื่นกำลังทำอะไรอยู่และปรับสถานะของตัวเองให้เข้ากับข้อมูลที่ได้รับมาจากระบบย่อยอื่น (Berman, Online, 2006)

นอกเหนือจากนี้ รถยนต์ไฮบริด ยังมีลักษณะพิเศษอื่น ๆ อีกที่เป็นการช่วยให้ประสิทธิภาพในการประหยัดน้ำมันเพิ่มขึ้น หนึ่งในนั้นก็คือการลดน้ำหนักรถยนต์ ทำให้ไม่ต้องใช้กำลังมากในการขับเคลื่อน เช่น การใช้ก้านสูบชนิดคาร์บอน (Carbonized Connecting Rods) ที่แข็งแรงขึ้นและมีน้ำหนักน้อยกว่าก้านสูบทั่วไปร้อยละ 25 (Editors at Edmuns.com, Online, 2006)

รถยนต์ไฮบริดมักใช้ยางรถยนต์ชนิดพิเศษ ที่มีค่าแรงต้านการหมุนต่ำ (Low Rolling Resistance tire) หรือที่เรียกกันว่า “low mu” (Mu เป็นอักษรกรีก เป็นสัญลักษณ์ในวงการวิศวกรรม หมายถึงแรงเสียดทานของยางรถยนต์ต่อพื้นผิวถนน) ถ้าเราเปลี่ยนมาใช้ยางที่มีค่าความต้านทานลดลงร้อยละ 20 จะได้ระยะทางเพิ่มขึ้น ร้อยละ 3 ถึง 5 (Berman, Online, 2006)

ตามปกติรถยนต์ Hybrid จะได้รับการออกแบบให้ถูกหลักกลศาสตร์มากกว่ารถยนต์ทั่วไป โดยที่ฮอนด้า อินไซท์ มีสัมประสิทธิ์แรงต้านทานอากาศ (drag coefficient) ต่ำมากเพียง 0.25 ขณะที่โตโยต้า พริอุสมีค่าสัมประสิทธิ์เท่ากับ 0.29 (Editors at Edmuns.com, Online, 2006) จากภาพที่ 2.3 พบว่าการออกแบบตัวถังของโตโยต้า พรีอุส ซึ่งเป็นรถยนต์รุ่นที่ผลิตมาเพื่อระบบไฮบริดโดยเฉพาะและเป็นรถไฮบริดรุ่นที่ขายดีที่สุดในโลก จะมีลักษณะลู่ลม ถูกหลักอากาศพลศาสตร์

ภาพที่ 2.3

ลักษณะภายนอกของรถยนต์ไฮบริด โตโยต้า พรีอุส

ที่มา: http://www.toyota.com/prius-hybrid/

2.3 หลักการทำงานของรถยนต์ไฮบริด

การทำงานของรถยนต์ไฮบริดระบบ Series/Parallel ซึ่งเป็นระบบที่ใช้กับรถยนต์ไฮบริดในปัจจุบัน โดยการทำงานของมอเตอร์ไฟฟ้าจะทำงานเป็นอิสระกับเครื่องยนต์ รถยนต์อาจถูกขับเคลื่อนด้วยเครื่องยนต์อย่างเดียว ไฟฟ้าอย่างเดียว หรือทั้งสองอย่างพร้อมกันไปก็ได้ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความเหมาะสม

ระบบไฮบริดในปัจจุบันแบ่งได้ 2 แบบใหญ่ๆ ตามแนวทางของผู้ผลิต คือ ระบบไฮบริดของโตโยต้าและฟอร์ด กับระบบไฮบริดของฮอนด้า

หลักการทำงานของรถยนต์ไฮบริดจากค่ายโตโยต้าและฟอร์ด เริ่มตั้งแต่เมื่อขึ้นรถบิดกุญแจเพื่อสตาร์ทรถ ระบบคอมพิวเตอร์ของรถจะเช็คตัวเองก่อนว่ามีแบตเตอรี่พอหรือไม่ ถ้ามีเพียงพอ การบิดกุญแจก็เป็นเหมือนการเปิดสวิทซ์เท่านั้น และเหยียบคันเร่งหมุนล้อด้วยมอเตอร์ไฟฟ้าได้เลย ซึ่งมอเตอร์ไฟฟ้าจะทำหน้าที่ในช่วงความเร็วต่ำ เพราะมีจุดเด่นคือให้แรงบิดดีที่รอบต่ำ จากนั้นเมื่อมีการกดคันเร่งหนักขึ้นจนลิ้นปีกผีเสื้อของเครื่องยนต์เบนซินเปิดสุด เครื่องยนต์เบนซินจะเข้ามาช่วยเสริมแรงขับเคลื่อนให้กับมอเตอร์ไฟฟ้าเพื่อเรียกอัตราเร่งซึ่งดีกว่ารถยนต์ทั่วไปในระดับเดียวกัน

ในการขับขี่ทั่วไป เครื่องยนต์และมอเตอร์ไฟฟ้าจะทำงานประสานกันอย่างต่อเนื่องเพื่อใช้เชื้อเพลิงให้คุ้มค่าที่สุด เมื่อมีการเร่งความเร็วแบบกะทันหัน มอเตอร์ไฟฟ้าจะดึงพลังงานเพิ่มจากแบตเตอรี่มาเสริมกำลัง ช่วยให้เครื่องยนต์มีกำลังสูงสุดและสามารถเร่งความเร็วได้เร็วขึ้น กรณีที่ถนนลื่นหรือทางลาดชัน ระบบขับจะปรับเปลี่ยนเป็นระบบขับเคลื่อน 4 ล้อ โดยขับเคลื่อนด้วยเครื่องยนต์ที่ล้อหน้าและขับเคลื่อนด้วยมอเตอร์ไฟฟ้าที่ล้อหลัง ทำให้รถยนต์ยึดเกาะถนนได้ดียิ่งขึ้นและมีกำลังขับเคลื่อนมากขึ้น

ที่สำคัญคือ ในขณะที่ใช้รถยนต์วิ่ง แบตเตอรี่ก็จะถูกชาร์จไปด้วย และขณะที่ผู้ขับเริ่มแตะเบรกหรือถอนคันเร่งเพื่อลดความเร็ว ระบบจะเปลี่ยนการทำงานของมอเตอร์ไฟฟ้าให้เป็นตัวชาร์จกระแสไฟฟ้าไปเก็บไว้ในแบตเตอรี่ โดยนำแรงเฉื่อยที่เกิดจากการเคลื่อนตัวรถยนต์มาใช้ในการปั่นมอเตอร์ไฟฟ้า เป็นการนำพลังงานที่สูญเสียไปโดยเปล่าประโยชน์จากการขับเคลื่อนมาใช้ให้เกิดประโยชน์สูงสุด และยังเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพในการเบรกอีกด้วย

นอกจากนี้ เวลาที่รถจอดนิ่งไม่เคลื่อนที่ เช่น ขณะที่การจราจรติดขัด เครื่องยนต์จะหยุดทำงานโดยอัตโนมัติและเปลี่ยนมาใช้พลังงานไฟฟ้าเพียงอย่างเดียว เพื่อลดความสิ้นเปลืองน้ำมันและลดมลพิษในอากาศ ซึ่งมักจะมีสูงมากที่รอบการทำงานของเครื่องยนต์ต่ำ

สำหรับระบบไฮบริดของฮอนด้ามีความคล้ายคลึงกับของโตโยต้าและฟอร์ด ต่างกันตรงที่มอเตอร์ไฟฟ้าของฮอนด้าจะทำงานเฉพาะกรณีที่รถยนต์ต้องการกำลังเพิ่มขึ้นกว่าปกติ เช่น ในขณะเร่งแซง หรือการขึ้นทางลาดชัน เป็นต้น ในช่วงออกตัวหลังจากการสตาร์ทรถ ระบบไฮบริดของฮอนด้าจะใช้เครื่องยนต์เบนซินเป็นตัวขับเคลื่อนจนกระทั่งมีการเหยียบเบรกครั้งแรก

เครื่องยนต์เบนซินจะหยุดทำงาน ระบบจะเปลี่ยนหน้าที่ไปให้มอเตอร์ไฟฟ้าทำงานแทนในช่วงรถหยุดนิ่งหรือวิ่งด้วยความเร็วต่ำคงที่

จากข้อมูลข้างต้น จะเห็นได้ว่ามอเตอร์ไฟฟ้าของรถไฮบริดจากค่ายโตโยต้าและฟอร์ดจะมีโอกาสใช้มากในช่วงความเร็วต่ำ ดังนั้น โตโยต้า พริอุส และฟอร์ด เอสเคป ไฮบริด จึงมีอัตราการบริโภคน้ำมันในเมืองต่ำกว่านอกเมือง ขณะที่ฮอนด้าซิวิคไฮบริด จะมีอัตราการบริโภคน้ำมันในเมืองสูงกว่านอกเมืองเหมือนรถยนต์ทั่วไป (Editors at Edmunds.com, Online, 2006)

ประโยชน์ส่วนเพิ่มที่ได้รับจากการที่มอเตอร์ไฟฟ้าทำงานแทนเครื่องยนต์เบนซิน คือความเงียบในการทำงานของมอเตอร์ไฟฟ้า ช่วยลดมลภาวะทางเสียงและเพิ่มสุนทรียภาพในการขับขี่

2.4 อัตราการบริโภคน้ำมันของรถยนต์ไฮบริด

จุดเด่นของรถยนต์ไฮบริดคือความสามารถในการประหยัดน้ำมัน โดยรถยนต์ไฮบริดสามารถประหยัดน้ำมันได้กว่าร้อยละ 25 ขึ้นไปเทียบกับรถยนต์แบบปกติ ตารางที่ 2.1 แสดงตัวอย่างการเปรียบเทียบอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันของรถยนต์รุ่นเดียวกัน ได้แก่ Honda Civic Hybrid (โมเดล 2002) ซึ่งมีอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันน้อยกว่า Honda Civic 1.7 VTEC AT ถึงร้อยละ 47 โดยเฉพาะการใช้งานในเมืองจะประหยัดเพิ่มขึ้นเป็นร้อยละ 57 เนื่องจากระบบเครื่องยนต์ดับอัตโนมัติ (Auto Idle Stop) ใน Civic Hybrid ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการประหยัดน้ำมันเชื้อเพลิงสำหรับการใช้งานในเมืองได้เป็นอย่างดี (ศูนย์ฝึกอบรม บริษัท ฮอนด้า ออโต้โมบิล (ประเทศไทย) จำกัด, 2550)

ตารางที่ 2.1

การเปรียบเทียบอัตราการบริโภคน้ำมันของรถยนต์ฮอนด้า รุ่น Civic กับ Civic Hybrid ทั้งในเขตเมืองและนอกเมือง

	ในเมือง (กม. / ลิตร)	**นอกเมือง (กม. / ลิตร)**	**เฉลี่ย (กม. / ลิตร)**
Honda Civic Hybrid (1.3 L)	14.6	25.5	19.5
Honda Civic 1.7 VTEC AT	9.3	17.7	13.3
ประหยัดเพิ่มขึ้น	57%	44%	47%

ที่มา: ศูนย์ฝึกอบรม บริษัท ฮอนด้า ออโต้โมบิล (ประเทศไทย) จำกัด

อีกหนึ่งตัวอย่างการเปรียบเทียบระหว่างรถยี่ห้อเดียวกัน รุ่นเดียวกัน โดยนายพีระพงษ์ กลั่นกรอง นักทดสอบรถมืออาชีพของไทย รถที่นำมาทดสอบได้แก่ รถโตโยต้า ALPHARD 2.4 มีอัตราสิ้นเปลืองน้ำมันอยู่ที่ 9-10 กิโลเมตรต่อลิตร ส่วนรถโตโยต้า ALPHARD HYBRID 2.4 สิ้นเปลืองน้ำมันเพียง 17.2 กิโลเมตรต่อลิตรเท่านั้น (ฐานเศรษฐกิจ, 2548)

ในประเทศสหรัฐอเมริกา องค์กร US EPA (United States Environmental Protection Agency) ทำการทดสอบอัตราการบริโภคน้ำมันของรถยนต์ไฮบริดรุ่นต่างๆ ที่มีจำหน่ายในสหรัฐฯ ข้อมูลบางส่วนจากผลการทดสอบเมื่อต้นปี 2551 แสดงไว้ในตารางที่ 2.2

ตารางที่ 2.2

อัตราการบริโภคน้ำมันของรถยนต์ไฮบริดรุ่นต่างๆ แบ่งเป็นการใช้งานในเมือง และบนเส้นทางไฮเวย์

	ประเภทรถ	**ในเมือง (กม./ลิตร)**	**ไฮเวย์ (กม./ลิตร)**
โตโยต้า พรีอุส (โมเดล 2008)	ซีดาน	20.4	19.1
ฮอนด้า ซิวิค ไฮบริด (โมเดล 2008)	ซีดาน	17.0	19.1
นิสสัน อัลติมา ไฮบริด (โมเดล 2008)	ซีดาน	14.9	14.0
โตโยต้า คัมรี่ ไฮบริด	ซีดาน	14.0	14.5
เล็กซัส GS 450 ไฮบริด	ซีดาน	9.4	10.6
ฟอร์ด เอสเคป ไฮบริด (ขับเคลื่อน 2 ล้อ)	อเนกประสงค์	13.2	12.3
ฟอร์ด เอสเคป ไฮบริด (ขับเคลื่อน 4 ล้อ)	อเนกประสงค์	11.9	11.5
โตโยต้า ไฮแลนเดอร์ ไฮบริด (ขับเคลื่อน 2 ล้อ)	อเนกประสงค์	11.9	10.9
โตโยต้า ไฮแลนเดอร์ ไฮบริด (ขับเคลื่อน 4 ล้อ)	อเนกประสงค์	11.5	10.9
เล็กซัส RX 400 ไฮบริด	อเนกประสงค์	11.9	10.9

ที่มา : United States Environmental Protection Agency และ http://www.hybridcars.com

สรุปปัจจัยสำคัญที่ทำให้รถยนต์ไฮบริดใช้น้ำมันเชื้อเพลิงอย่างมีประสิทธิภาพมากกว่ารถยนต์ทั่วไปคือ

(1) รถไฮบริดสามารถใช้ประโยชน์จากพลังงานที่สูญเสียไปในระหว่างการเบรกในรูปของความร้อน ระบบไฮบริดจะไปลดความเร็วของการเคลื่อนที่ด้วยการดึงพลังงานจลน์บางส่วนออกมา และนำพลังงานที่ได้ไปใช้ประโยชน์ โดยเฉพาะในช่วงการจราจรติดขัดซึ่งมอเตอร์ไฟฟ้าต้องทำงานมาก

(2) รถไฮบริดสามารถสะสมพลังงานจำนวนมากไว้ในแบตเตอรี่ และนำกลับมาใช้ใหม่ได้เมื่อต้องการ

(3) ระบบไฮบริดจะตัดการทำงานของเครื่องยนต์สันดาปภายในขณะที่รถหยุดนิ่งในช่วงการจราจรติดขัด และช่วงปล่อยรถไหลโดยไม่เหยียบคันเร่ง (coasting and idling period)

(4) การพัฒนาตัวถังรถให้ถูกหลักอากาศพลศาสตร์ ลดแรงต้านทานอากาศขณะเคลื่อนที่

(5) รถไฮบริดมักใช้ยางรถยนต์ชนิดพิเศษที่มีค่าต้านทานการหมุนต่ำและมีลมยางแข็งกว่าปกติ

ด้วยลักษณะพิเศษของรถไฮบริด ทำให้รถไฮบริดมีประโยชน์อย่างมากกับการใช้งานในเมือง ที่มีจังหวะหยุดนิ่งสลับกับการเคลื่อนที่ช้าบ่อยครั้ง ในทางตรงกันข้าม หากนำรถไฮบริดไปใช้นอกเมือง อาจไม่ประหยัดเท่าไหร่นัก

2.5 การพัฒนาเทคโนโลยีรถยนต์ไฮบริดในอนาคต

แม้รถยนต์ไฮบริดในปัจจุบันจะมีคุณสมบัติที่ดีหลายอย่าง แต่ก็ยังมีข้อบกพร่องบางประการ ปัญหาหลักของรถยนต์ไฮบริดอยู่ที่แบตเตอรี่ชนิด Nickel Metal Hydride (NiMH) ที่มีน้ำหนักมากและมีราคาสูง ทำให้การพัฒนารถยนต์ไฮบริดในระยะสั้นและระยะกลางจะเน้นการพัฒนาเทคโนโลยีของแบตเตอรี่ โดยแบตเตอรี่ชนิดที่จะนำมาใช้แทนที่แบตเตอรี่แบบNiMH เรียกว่า Lithium-ion Batteries

ในวันที่ 16 ธันวาคม 2548 โตโยต้าประกาศว่าบริษัทจะเร่งการพัฒนาแบตเตอรี่ชนิด Lithium เพื่อนำมาใช้ในรถยนต์ไฮบริดของตนเอง เป็นสัญญาณที่ชัดเจนถึงทิศทางการพัฒนารถยนต์ชนิดนี้ โดยนาย Dave Hermance วิศวกรสิ่งแวดล้อมของโตโยต้ากล่าวย้ำว่า “เพื่อที่จะให้

รถยนต์ไฮบริดก้าวไปข้างหน้าอย่างรวดเร็ว เราต้องมีเทคโนโลยีแบตเตอรี่แบบใหม่" (Berman, Online, 2006)

แบตเตอรี่ชนิด Lithium-ion มีขนาดเล็ก น้ำหนักเบา ทนทาน และเก็บกักไฟฟ้าได้ดี ช่วยสร้างตลาดอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์หลายชนิด อาทิ คอมพิวเตอร์แบบพกพา โทรศัพท์มือถือและเครื่องเล่นเพลงไอพ็อด เป็นต้น เป็นการเข้ามาทดแทนแบตเตอรี่ชนิด NiMH ซึ่งเคยครองตลาดอิเล็กทรอนิกส์ทั้งหมดในยุคทศวรรษที่ 90 ปัจจุบันผู้ประกอบการหลายรายกำลังพัฒนาแบตเตอรี่ Lithium-ion ให้สามารถนำมาใช้กับยานพาหนะได้ (Berman, Online, 2008)

อย่างไรก็ตาม คงยังไม่ได้เห็นรถยนต์ไฮบริดที่ใช้แบตเตอรี่ Lithium-ion ในเร็ววัน เนื่องจากเทคโนโลยีนี้กำลังอยู่ในช่วงการพัฒนา ปัญหาของแบตเตอรี่ Lithium-ion คือเรื่องความร้อน เนื่องจากแบตเตอรี่ Lithium-ion ที่ใช้ในปัจจุบันส่วนใหญ่ใช้ cobalt เป็นส่วนประกอบ ซึ่งมีความเสี่ยงสูงที่แบตเตอรี่จะร้อนจนเกิดการลุกไหม้ เหมือนที่เคยเกิดขึ้นกับคอมพิวเตอร์แบบพกพาและโทรศัพท์มือถือ ซึ่งไม่เหมาะสมถ้านำมาใช้กับรถยนต์ (Berman, Online, 2006)

อย่างไรก็ดี ในสหรัฐอเมริกา มีความพยายามของผู้ผลิตแบตเตอรี่ 2 ราย คือ Valence Technologies และ A123 Systems กำลังหาทางออกให้กับปัญหานี้ ด้วยการใช้โลหะชนิดอื่นเช่น phosphate มาเป็นส่วนประกอบแทน cobalt แบตเตอรี่ที่ใช้ phosphate สามารถลดปัญหาเรื่องความร้อนลงได้ แต่ก็ทำให้พลังงานของแบตเตอรี่ลดลง ผู้ผลิต 2 รายนี้ กำลังพยายามพัฒนาประสิทธิภาพของแบตเตอรี่ชนิดใหม่ให้เทียบเท่ากับแบตเตอรี่ที่ใช้ cobalt เป็นส่วนประกอบ (Berman, Online, 2006)

สำหรับการพัฒนารถยนต์ในระยะยาว คาดว่าจะมีการเปลี่ยนแปลงครั้งสำคัญของอุตสาหกรรมรถยนต์ทั่วโลก นักวิเคราะห์อุตสาหกรรมรถยนต์หลายคนเชื่อว่ารถยนต์ไฮบริดที่ใช้พลังงานน้ำมันกับพลังงานไฟฟ้าร่วมกันนั้น เป็นเพียงก้าวแรกสู่การปฏิวัติอุตสาหกรรมรถยนต์ครั้งใหญ่จากการผลิตเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันเชื้อเพลิง (gas-powered vehicles) ไปสู่เครื่องยนต์ที่ใช้พลังงานไฟฟ้าเพียงอย่างเดียว (electric-powered vehicles) (Berman, Online, 2008)

เทคโนโลยีแบตเตอรี่

ในส่วนของเทคโนโลยีแบตเตอรี่ นอกจากแบตเตอรี่ชนิด NiMH และ Li-ion ยังมีแบตเตอรี่ชาร์จไฟได้ (rechargeable batteries) ชนิดอื่นอีก สามารถสรุปลักษณะสำคัญของแบตเตอรี่ชนิดต่างๆ ได้ดังนี้ (Sustainable Energy Ireland, 2007)

Lead acid (Pb-acid)

แบตเตอรี่ตะกั่วกรดคือแบตเตอรี่ชาร์จไฟได้ชนิดดั้งเดิม ให้ค่าพลังงานต่อน้ำหนักและพลังงานต่อปริมาตรต่ำมาก ทำให้แบตเตอรี่ตะกั่วกรดต้องใช้พื้นที่ในรถยนต์มากและมีน้ำหนักมาก อย่างไรก็ตาม แบตเตอรี่ชนิดนี้ให้ค่ากำลังต่อน้ำหนักค่อนข้างสูงและมีราคาถูกจึงทำให้เหมาะสมกับการใช้ในยานพาหนะ

Nickel Cadmium (NiCd)

แบตเตอรี่นิกเกิล แคดเมี่ยม มีอายุรอบการใช้งาน (cycle life) ยาวนานที่สุดสำหรับแบตเตอรี่ที่มีอยู่ในปัจจุบัน แต่ให้ค่าความหนาแน่นพลังงานต่ำเมื่อเทียบกับแบตเตอรี่ชนิดอื่น แคดเมียมยังเป็นพิษร้ายแรง อันตรายต่อมนุษย์และสัตว์ ดังนั้นมันจึงกำลังถูกแทนที่ด้วยแบตเตอรี่ชนิด ลิเธียมไอออน และ นิกเกิลเมทัลไฮไดรท์ ซึ่งสหภาพยุโรปได้ออกข้อบังคับไว้

Nickel-Metal Hydride (NiMH)

เทคโนโลยีการออกแบบแบตเตอรี่ชนิดนิกเกิลเมทัลไฮไดรท์ คล้ายกับชนิดนิกเกิลแคดเมียม ยกเว้นแคดเมียมถูกแทนที่ด้วยสารอื่นที่เป็นอันตรายต่อสิ่งแวดล้อมน้อยกว่า แบตเตอรี่ NiMH มีความจุกระแสไฟฟ้าสูงกว่า NiCd ที่มีขนาดเท่ากัน 2-3 เท่า แต่น้อยกว่าชนิด Li-ion และมีการสูญเสียประจุไฟฟ้ามากกว่า Li-ion อีกด้วย รถไฮบริดในปัจจุบัน เช่น พริอุส และโตโยต้า RAV4 ก็ใช้แบตเตอรี่ชนิดนี้

Lithium-ion (Li-ion)

แบตเตอรี่ลิเธียม ไอออน เป็นแบตเตอรี่ชนิดใหม่มีความหนาแน่นพลังงานสูง ข้อจำกัดในปัจจุบันคือ ความทนทานต่อความร้อนต่ำ ราคาสูง และมีอายุรอบการใช้งานน้อย เทคโนโลยีนี้มีใช้อย่างกว้างขวางในสินค้าอิเล็กทรอนิกส์ แต่พึ่งจะมีการนำมาใช้ในยานพาหนะไม่

นานมานี้ เช่น Tesla Roadster electric car และ แบตเตอรี่ในรถพริอุสที่ถูกแปลงให้เป็นแบบเสียบปลั๊ก ทั้งนี้ ทางเจเนอรัล มอเตอร์และโตโยต้ากำลังมุ่งหน้าสู่การใช้แบตเตอรี่ชนิดนี้

Li-ion polymer

แบตเตอรี่ประเภทนี้ใกล้เคียงกับ Li-ion แต่มีอายุรอบการใช้งานยาวนานขึ้นและมีความบางอย่างมาก ข้อด้อยคือแบตเตอรี่ที่ถูกชาร์จเกินอัตรา (overcharged batteries) จะมีความไม่แน่นอนสูง และถ้าปล่อยให้แบตเตอรี่ถูกใช้งานจนเหลือพลังงานต่ำกว่าค่าระดับหนึ่ง แบตเตอรี่อาจจะไม่สามารถชาร์จไฟใหม่ได้อีกครั้ง

Sodium Nickel Chloride (NaNiCl)

แบตเตอรี่โซเดียม นิกเกิล คลอไรด์ รู้จักกันในชื่อ แบตเตอรี่ Zebra จัดอยู่ในหมวดของแบตเตอรี่ชนิดเกลือหลอมละลาย (Molten salt batteries) แบตเตอรี่ชนิดนี้ใช้ molten salts เป็นตัวอิเล็กทรอไลต์ ทำให้ค่าความหนาแน่นพลังงานและความหนาแน่นกำลัง (power density) สูงขึ้น เพื่อให้สามารถใช้กับรถยนต์พลังงานไฟฟ้าได้ อย่างไรก็ตามอุณหภูมิการทำงานปกติของแบตเตอรี่ชนิดนี้อยู่ที่ 270 - 350 องศาเซลเซียส ซึ่งจะส่งผลให้ส่วนประกอบอื่นๆของแบตเตอรี่เสียหายไปด้วย และไม่ปลอดภัยในการใช้งาน คุณสมบัติของแบตเตอรี่ที่ได้กล่าวมาข้างต้น แสดงไว้ในตารางที่ 2.3

ตารางที่ 2.3

คุณสมบัติของแบตเตอรี่ชาร์จไฟได้ชนิดต่างๆ

ประเภทแบตเตอรี่	พลังงานเฉพาะ (วัตต์ชม./ กก.) (Wh/kg)	พลังงาน/ ปริมาตร (วัตต์ชม./ ลิตร) (Wh/litre)	กำลัง/ น้ำหนัก (วัตต์/ กก.) (W/kg)	จำนวนรอบการใช้งานแบตเตอรี่	ประสิทธิภาพพลังงาน (ร้อยละ)	ความหนาแน่นของพลังงาน ร้อยละเทียบกับตะกั่วกรด	การคายประจุไฟฟ้าต่อ 24 ชม. (ร้อยละ)
Pb=acid	40	60 - 75	180	500	82.5	100	1
NiCd	60	50 - 150	150	1,350	72.5	150	5
NiMH	70	140 - 300	250 - 1,000	1,350	70.0	175	2
Li-ion	125	270	1,800	1,000	90.0	313	1
Li-ion polymer	200	300	> 3,000			500	
NaNiCl	125	300		1,000	92.5	313	0

ที่มา : Sustainable Energy Ireland, 2007

จากตารางที่ 2.3 ให้ข้อมูลที่สำคัญของแบตเตอรี่ชนิดต่างๆ สำหรับแบตเตอรี่ที่เหมาะสมกับการใช้ในรถยนต์ ต้องมีค่าความหนาแน่นของพลังงานมากๆ เพราะยิ่งมีความหนาแน่นพลังงานสูง หมายถึงระยะทางที่รถคันนั้นจะเดินทางได้มากขึ้น

แบตเตอรี่ที่ใช้ในรถยนต์ไฮบริดปัจจุบันเป็นแบบ NiMH ซึ่งมีความหนาแน่นพลังงานสูงแต่ก็ยังน้อยกว่าแบบ Li-ion ซึ่งค่ายรถยนต์ยักษ์ใหญ่กำลังพัฒนาเพื่อมาใช้ในรถยนต์ไฮบริดรุ่นต่อไป สำหรับ Li-ion polymer และ NaNiCl ยังมีปัญหาเรื่องความไม่มีเสถียรภาพและความปลอดภัย จึงยังไม่มีการพัฒนามากนัก

Plug-in Hybrid: **รถยนต์ไฮบริดแบบเสียบปลั๊ก**

นาย Ulrik Grape กรรมการบริหารบริษัท EnerDel ผู้ผลิตแบตเตอรี่รายหนึ่งในสหรัฐอเมริกา ให้สัมภาษณ์กับเว็บไซต์ www.hybridcars.com ว่าแบตเตอรี่ Lithium ion จะเป็นกุญแจสำคัญสู่การเปลี่ยนแปลง เขาเชื่อว่าน่าจะเห็นรถยนต์ไฮบริดแบบเสียบปลั๊ก **(Plug-in Hybrid Electric Vehicle/ PHEV)** จำหน่ายภายในปี 2556 ตามมาด้วยรถยนต์พลังงานไฟฟ้า และภายใน 25 ปี รถยนต์เกือบทุกคันในท้องถนนน่าจะมีพลังงานไฟฟ้าเป็นส่วนหนึ่งของพลังงานขับเคลื่อนรถยนต์ (Berman, Online, 2008)

ความเห็นของนาย Ulrik สอดคล้องกับวิสัยทัศน์ของโตโยต้าที่มีแผนจะส่งรถยนต์ไฮบริดแบบ Plug-in (ซึ่งก็คือรถไฮบริดที่ได้รับการพัฒนาขึ้นมาอีกขั้นก่อนจะเป็นรถที่ใช้พลังงานไฟฟ้าเพียงอย่างเดียว) ออกสู่ตลาดพร้อมกับการใช้แบตเตอรี่ lithium-ion ที่มาจากโครงการความร่วมมือกับบริษัท มัตซึชิตะ อิเล็กทริกส์ โดยคาดว่ารถยนต์รุ่นใหม่นี้จะเปิดตัวในปี 2553 ทั้งในสหรัฐอเมริกาและยุโรป แต่จะไม่ได้มาในรูปแบบของการขายขาดเหมือนกับรถยนต์ไฮบริดที่เป็นอยู่ปัจจุบัน ทว่าเป็นลักษณะเช่าใช้เหมือนกับรถยนต์เซลล์เชื้อเพลิง (ผู้จัดการ, ออนไลน์, 2551)

โตโยต้ากล่าวถึงรถยนต์ไฮบริดแบบเสียบปลั๊กว่าเป็น “รถยนต์เพื่อสิ่งแวดล้อมที่ขับเคลื่อนภายใต้รูปแบบไฮบริดซึ่งผสมผสานระหว่างเครื่องยนต์กับมอเตอร์ไฟฟ้า แต่มีจุดเด่นที่สามารถชาร์จไฟฟ้าจากระบบไฟฟ้าในบ้านได้ ถือเป็นเป้าหมายใหม่ของเรา และเชื่อว่าเราจะสามารถให้บริการรถยนต์ประเภทนี้ได้ภายในปี 2553” (ผู้จัดการ, ออนไลน์, 2551)

นอกจากโตโยต้าแล้ว ในปี 2553 เจเนอรัล มอเตอร์ ก็เตรียมเปิดตัวรถยนต์ไฮบริดแบบ Plug-in เช่นกัน ภายใต้ชื่อ เชฟโรเลต โวลต์ โดย บ็อบ ลุตซ์ รองประธานของจีเอ็ม มั่นใจว่ายอดขายในตลาดสหรัฐฯ จะสูงถึง 70,000 คันใน 2 ปีแรก แต่ปัญหาที่เกิดขึ้นกับจีเอ็มในตอนนี้คือต้นทุนการผลิตที่สูงและมีความจำเป็นที่รัฐบาลต้องเข้ามาอุ้มด้วยการให้สิทธิพิเศษด้านภาษี ไม่เช่นนั้นรถยนต์ประเภทนี้จะมีราคาขายเกิน 40,000 เหรียญสหรัฐฯ แทนที่จะต่ำกว่า 30,000 เหรียญสหรัฐฯ ตามที่คาดหมายไว้ในช่วงแรก (ผู้จัดการ, ออนไลน์, 2551)

โวลต์มีคุณสมบัติพิเศษคือ ไม่ใช้เครื่องยนต์เป็นตัวขับเคลื่อนหลัก แต่จะเปลี่ยนหน้าที่ให้เป็นตัวปั่นกระแสไฟฟ้าเข้ามาเก็บในแบตเตอรี่ลิเธียม-ไอออน และให้มอเตอร์ไฟฟ้าทำหน้าที่หลักในการขับเคลื่อนแทน จุดเด่นของรถรุ่นนี้คือถ้าชาร์จไฟจนเต็มจะสามารถแล่นได้ 64 กิโลเมตร โดยที่ไม่ต้องให้เครื่องยนต์ทำงานแม้แต่น้อย แต่ถ้าขับเกิน 64 กิโลเมตร เครื่องยนต์ก็จะเริ่มทำงานเพื่อชาร์จกระแสไฟฟ้าที่สูญเสียเข้าไปเก็บในแบตเตอรี่ (ผู้จัดการ, ออนไลน์, 2551)

ปัญหาของรถยนต์ไฮบริดแบบเสียบปลั๊ก คือ ถ้ามีคนจำนวนมากเสียบปลั๊กไฟฟ้าแทนการเติมน้ำมัน ปัญหาจะไปตกอยู่กับการผลิตไฟฟ้าอย่างไรให้เพียงพอต่อการใช้งาน แต่ถ้ารถยนต์ถูกชาร์จไฟตอนกลางคืนก็จะทำให้การใช้ไฟฟ้าเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น รวมถึงการพิจารณาผลิตไฟฟ้าจากพลังงานสะอาดอื่นๆ เช่น พลังงานลมหรือพลังงานจากน้ำขึ้นน้ำลง เป็นต้น (Wikipedia, Online)

ทั้งนี้ แม้ว่ายังไม่มีผู้ผลิตรถยนต์ยักษ์ใหญ่รายใดผลิตรถไฮบริดแบบเสียบปลั๊กออกมาจำหน่ายในปัจจุบัน แต่ในสหรัฐอเมริกามีบริษัทขนาดเล็กรับจ้างดัดแปลงระบบไฮบริดให้กลายเป็นไฮบริดแบบเสียบปลั๊กแล้ว เช่น บริษัท Hybrids Plus โดยรถที่ถูกนำมาดัดแปลงมากที่สุดคือ โตโยต้า พริอุส ด้วยต้นทุนค่าดัดแปลงประมาณ 5,000 – 40,000 ดอลลาร์สหรัฐ (Wikipedia, Online)

2.6 สถานการณ์การผลิตและการตลาดของรถยนต์ไฮบริดในอนาคต

ขณะนี้รถยนต์ไฮบริดได้รับความนิยมอย่างมากจากผู้บริโภคในสหรัฐอเมริกาและยุโรป โดยเฉพาะตลาดสหรัฐอเมริกาช่วงกลางปี 2551 ถ้าใครต้องการโตโยต้า พริอุส อาจต้องสั่งจองล่วงหน้าถึง 6 เดือน เพราะผลิตสินค้าไม่ทันกับความต้องการ ทางด้านของ J.D.Power สำรวจความเห็นของผู้บริโภคสหรัฐฯ พบว่าร้อยละ 72 สนใจที่จะซื้อรถยนต์ไฮบริด (Gupta, Online, 2008) ด้วยเหตุนี้ค่ายรถยนต์ยักษ์ใหญ่หลายรายจึงเร่งพัฒนาเทคโนโลยีไฮบริดให้ทันกับกระแสนิยมของผู้บริโภค ดังข้อมูลต่อไปนี้

เริ่มด้วยข่าวจากผู้ผลิตรถยนต์รายใหญ่อันดับ 2 ของญี่ปุ่น นายทาเคโอะ ฟูกูอิ ประธานบริษัทฮอนด้า มอเตอร์ส ให้สัมภาษณ์ระหว่างร่วมงาน โตเกียว มอเตอร์โชว์ ปี 2550 ว่า ฮอนด้ามีแผนที่จะผลิตรถยนต์ไฮบริด ในราคาถูกกว่ารถฮอนด้า ซีวิค ไฮบริด ปัจจุบัน ออกวางจำหน่ายในตลาดทั่วโลกในปี 2552

นายฟูกูอิ ระบุว่า รถยนต์ไฮบริดดังกล่าว จะพัฒนาขึ้นโดยอาศัยพื้นฐานการใช้เครื่องยนต์เบนซินและไฟฟ้าของรถยนต์ซีวิค ไฮบริด ที่ปัจจุบันยังมีราคาแพงจนผู้บริโภคบางส่วนไม่สามารถซื้อได้ โดยรถยนต์ไฮบริดราคาถูกดังกล่าว ฮอนด้าจะนำออกจำหน่ายในตลาดทั่วโลกทั้งในญี่ปุ่น สหรัฐฯ ยุโรป และจีน

ทั้งนี้ การให้สัมภาษณ์ของนายฟูกูอิ สอดคล้องกับรายงานของหนังสือพิมพ์นิกเคอิ ที่รายงานว่า ฮอนด้ามีแผนการนำรถยนต์ไฮบริดราคาถูกวางจำหน่ายทั่วโลก และตั้งเป้าจะทำยอดขายให้มากกว่ายอดขายปี 2549 สิบเท่าตัว โดยตั้งเป้ามียอดขาย 500,000 คันต่อปี ภายในปี 2553 (สยามธุรกิจ, ออนไลน์, 2550)

นอกจากนี้ฮอนด้ายังมีแผนที่จะเปิดตัวรถสปอร์ตไฮบริดรุ่นแรกของโลก ที่พัฒนามาจากคอนเซ็ปต์คาร์ รุ่น CR-Z ที่ออกสู่สายตาประชาชนในงานโตเกียว มอเตอร์โชว์ปี 2550 นายฟูกูอิบอกกับนักข่าวที่ไปสัมภาษณ์ว่า “การแข่งขันไฮบริดอย่างแท้จริง เริ่มต้นขึ้น ณ บัดนี้” เขายังเสริมอีกว่า “ภายในปี 2553 ประมาณร้อยละ 10 ของยอดขายฮอนด้าจะมาจากรถยนต์ไฮบริด” (Rowley, Online, 2007)

ทางด้านค่ายคู่แข่งเบอร์หนึ่งอย่างโตโยต้าได้กำหนดแผนยกเลิกการผลิตรถเครื่องยนต์เบนซินทั่วโลกภายในปี 2563 เพื่อพัฒนารถยนต์ไฮบริดขึ้นแทนที่รถเครื่องยนต์เบนซินทั้งหมด และเมื่อถึงเวลานั้นโตโยต้าเชื่อมั่นว่า รถยนต์ไฮบริดจะมีราคาที่ต่ำลง เพราะมีการผลิตในจำนวนที่มากขึ้น

โดยเป้าหมายหลักจะเน้นการทำตลาดรถไฮบริดในกลุ่มรถระดับล่างมากกว่าระดับพรีเมี่ยม เพื่อให้ราคาสามารถแข่งขันได้ และผู้ซื้อมีโอกาสที่จะใช้รถไฮบริดมากขึ้น เพราะปัจจุบันโตโยต้า รุ่นพรีอุส ที่จำหน่ายอยู่ในตลาดต่างประเทศ และได้มีการนำเข้ามาทดสอบในประเทศไทยไปแล้วนั้น ยังมีราคาสูงถึงระดับคันละ 2 ล้านบาท เพราะเป็นรุ่นที่อยู่ในระดับพรีเมี่ยม แต่เมื่อโตโยต้านำไปพัฒนาในรุ่น อัลติส ก็จะมีราคาที่ต่ำลงในระดับรถตลาดทั่วไป (สยามธุรกิจ, ออนไลน์, 2550)

ทั้งนี้ โตโยต้าได้ตัดสินใจเลือกไทย เป็นแหล่งประกอบรถยนต์ไฮบริดรุ่นคัมรี่ โดยจะดำเนินการผลิตในปี 2552 ซึ่งถือเป็นประเทศที่ 3 ที่ผลิตรถรุ่นนี้ต่อจากญี่ปุ่นและสหรัฐอเมริกา โดยจะประกอบที่โรงงานเกตเวย์ จังหวัดฉะเชิงเทรา ใช้เงินลงทุนในการปรับไลน์ผลิตคัมรี่รุ่นปกติให้เป็นไฮบริดประมาณ 90 ล้านบาท ตั้งเป้าหมายการผลิตช่วงแรกปีละประมาณ 9,000 คัน เพื่อรองรับตลาดในประเทศไทยเท่านั้น (ผู้จัดการ, ออนไลน์, 2551) นอกจากประเทศไทยแล้วโตโยต้ายังมีโครงการประกอบ คัมรี่ ไฮบริด ที่ Altona Plant ในรัฐวิคตอเรียทางตะวันออกเฉียงใต้ของออสเตรเลียอีกด้วย (Toyota, Online, 2008)

ขณะที่ค่ายรถยนต์จากอินเดียก็ไม่ยอมหลุดกระแส มีรายงานข่าวจากนิว เดลี โดยหนังสือพิมพ์อินเตอร์เนชั่นแนล เฮรัลด์ ทรีบูน รายงานว่า บริษัท มหินทรา & มหินทรา ผู้ผลิตรถยนต์สปอร์ตอเนกประสงค์รายใหญ่ที่สุดของอินเดีย ทุ่มทุน 6,000 ล้านรูปี เพื่อพัฒนาเทคโนโลยีไฮบริด ที่จะช่วยให้ก้าวขึ้นมาเป็นค่ายรถยนต์แห่งแรกของแดนภารตะที่ผลิตรถยนต์ลูกผสมออกสู่ตลาด

นายปาวัน โคเอนก้า ประธานมหินทรา & มหินทรา เปิดเผยว่า บริษัทมีแผนที่จะลงทุนในจำนวนเงินดังกล่าว ซึ่งเท่ากับ 135 ล้านดอลลาร์ ในช่วงระยะเวลา 4 ปี เพื่อพัฒนาด้านการผลิตและอาจจะเริ่มต้นผลิตเครื่องยนต์ไฮบริดในช่วง 3 ปี

นายอรุณ จาอุระ รองประธานฝ่ายพัฒนา ผลิตภัณฑ์รถยนต์ของมหินทรา & มหินทรา และเป็นหัวหน้าฝ่ายวิศวกรรมหน่วยงานด้านไฮบริดของรถยนต์รุ่นเอสเคปของฟอร์ดด้วย กล่าวว่า ขณะนี้บริษัทกำลังอยู่ระหว่างกระบวนการก่อตั้งหน่วยงานด้านการวิจัยและพัฒนามูลค่า 100 ล้านดอลลาร์ที่เมืองมัทรา ทางตอนใต้ของประเทศ (สยามธุรกิจ, ออนไลน์, 2550)

บริษัทจากอินเดียรายนี้ประกาศเมื่อต้นปีว่าจะจำหน่ายรถปิกอัพและรถอเนกประสงค์ (SUV) ที่ขับเคลื่อนด้วยระบบดีเซลไฮบริดในอเมริกาภายใน 2-3 ปีข้างหน้านี้ (Berman, Online, 2008)

ด้านนายไมเคิล บลูมเบิร์ก นายกเทศมนตรีมหานครนิวยอร์กระบุว่า เทศบาลนครนิวยอร์กจะปรับเปลี่ยนรถแท็กซี่สีเหลืองที่ให้บริการตามจุดต่างๆ ทั่วมหานครให้เป็นรถยนต์ที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมทั้งหมด เบื้องต้นตั้งเป้าปรับเปลี่ยนรถแท็กซี่เหลืองให้เป็นรถไฮบริดเดือนละ 300 คัน ปัจจุบันมีแท็กซี่ไฮบริดวิ่งให้บริการนิวยอร์กแล้ว 1,300 คัน แท็กซี่แต่ละคันช่วยประหยัดพลังงานได้ประมาณปีละ 6,500 ดอลลาร์ จากแผนการครั้งนี้ ทางผู้ผลิตก็ได้ออกมาตอบรับเป็นอย่างดี โดยนิสสัน มอเตอร์ โค รับปากว่าจะจัดหารถรุ่นอัลติมา ไฮบริด มาให้เดือนละ 200 คัน ขณะที่จีเอ็มจะจัดหาเชฟโรเลต มาลิบู ไฮบริด เดือนละ 50 คัน และฟอร์ด มอเตอร์ โค จะจัดหาเอสเคป ไฮบริดอีกเดือนละ 50 คัน ฟอร์ด มอเตอร์ ประกาศว่าจะพัฒนารถไฮบริดเพิ่มอีกหลายรุ่นภายในปี 2010 จากปัจจุบันที่จำหน่าย ไฮบริดในรุ่น เอสเคป และเมอร์คิวรี่ในตลาดสหรัฐอเมริกา (สยามธุรกิจ, ออนไลน์, 2550; กรุงเทพธุรกิจ, ออนไลน์, 2550)

บทที่ 3
การวิเคราะห์ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมของรถยนต์ไฮบริด

เนื้อหาทั้งหมดของการศึกษานี้ แบ่งออกเป็น 3 ส่วน **ส่วนแรก** อธิบายเกี่ยวกับต้นทุนและผลประโยชน์ที่สังคมได้รับ (Social cost &benefit) จากการใช้รถยนต์ไฮบริด โดยศึกษาผลกระทบของรถยนต์ไฮบริดต่อสิ่งแวดล้อม **ส่วนที่สอง** วิเคราะห์ต้นทุนและผลประโยชน์ของเอกชน (private cost &benefit) ได้แก่ผลการศึกษาเปรียบเทียบความคุ้มค่าทางการเงินของผู้บริโภคในการเลือกใช้รถยนต์ไฮบริด แทนการใช้รถยนต์เครื่องยนต์เบนซินที่มีขนาดเครื่องยนต์และลักษณะอื่นๆ ร่วมกัน ซึ่งรายละเอียดอยู่ในบทที่ 4 และ**ส่วนที่สาม** เป็นการศึกษานโยบายและมาตรการส่งเสริมการใช้รถยนต์ไฮบริดของรัฐแคลิฟอร์เนีย ประเทศสหรัฐอเมริกา กลุ่มสหภาพยุโรป และรัฐบาลไทย รายละเอียดอยู่ในบทที่ 5

ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมของรถยนต์ไฮบริด

รถยนต์คันเดียวอาจปล่อยมลพิษไม่มาก แต่ในมหานครหลายแห่ง รถยนต์ส่วนบุคคลคือตัวสร้างมลพิษที่ใหญ่ที่สุด เมื่อนับรวมไอเสียจากรถยนต์นับล้านคันที่แล่นบนท้องถนน การขับรถยนต์ส่วนตัวอาจจะเป็นกิจกรรมประจำวันที่สร้างมลพิษมากที่สุดของมนุษย์

รถยนต์ไฮบริดมีจุดแข็งในเรื่องของความเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม นอกเหนือไปจากประสิทธิภาพในการประหยัดน้ำมันเชื้อเพลิง ทำให้รถประเภทนี้ได้รับความสนใจเพิ่มขึ้นในกลุ่มประเทศพัฒนาแล้ว โดยเฉพาะในยุคแห่งการรณรงค์ลดภาวะโลกร้อนในปัจจุบัน

ในส่วนของการศึกษาผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม จะเริ่มจากการอธิบายวงจรชีวิตของรถยนต์คันหนึ่งว่ามีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมอยู่ในขั้นตอนไหนได้บ้าง จากนั้นจึงเป็นการอธิบายก๊าซและมลภาวะต่างๆ ที่เกิดขึ้นจากรถยนต์ ต่อเนื่องด้วยการนำเสนอผลการศึกษาจากงานวิจัยในต่างประเทศเกี่ยวกับผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมของรถยนต์ไฮบริดเทียบกับรถยนต์ประเภทต่างๆ หลังจากนั้นจะเป็นการนำเสนอผลการจัดลำดับรถยนต์ที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมสูงสุดของปี 2551 และผลการประมาณการว่าถ้ามีการใช้รถยนต์ไฮบริดอย่างกว้างขวางในกรุงเทพฯ จะช่วยลดมลพิษได้มากน้อยเพียงใด

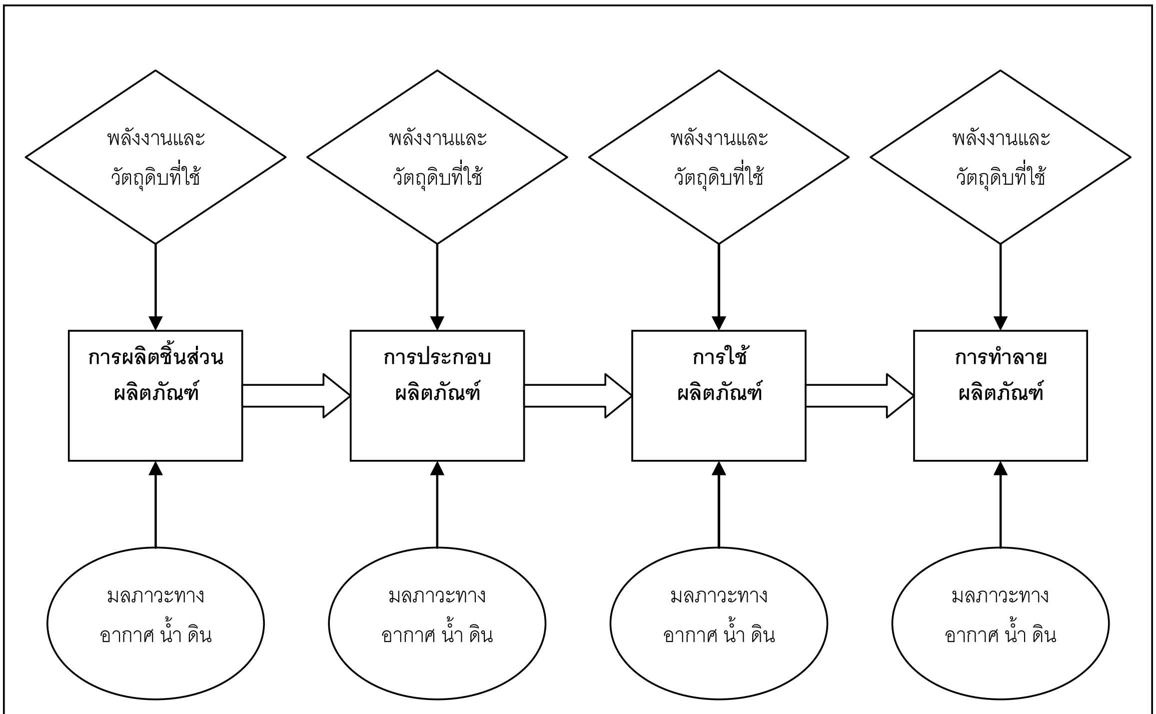
วงจรชีวิตผลิตภัณฑ์รถยนต์

ทางคณะสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล ประมาณการไว้ว่า หากใช้รถยนต์ในการเดินทางเฉลี่ย 25,000 กิโลเมตรต่อปี และสิ้นเปลืองน้ำมัน 8.3 กิโลเมตรต่อลิตร รถยนต์จะใช้น้ำมันเชื้อเพลิงรวมทั้งสิ้น 3,000 ลิตรต่อปี โดยแต่ละลิตรของน้ำมันเชื้อเพลิงจะปล่อยก๊าซ**คาร์บอนไดออกไซด์** 2.5 กิโลกรัม ดังนั้น รถยนต์คันหนึ่งจะปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ 7,500 กิโลกรัมต่อปี (ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เป็นก๊าซเรือนกระจกชนิดหนึ่ง มีอยู่แล้วในธรรมชาติ แต่ถ้ามีมากเกินไปจะทำให้อุณหภูมิของโลกสูงขึ้น เป็นที่มาของภาวะโลกร้อน)

อย่างไรก็ตาม การวิเคราะห์ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมของผลิตภัณฑ์ชนิดหนึ่ง ควรจะศึกษาผลกระทบตั้งแต่ขั้นตอนการจัดหาวัตถุดิบ การผลิต การใช้งาน จนกระทั่งผลิตภัณฑ์นั้นหมดอายุคือเป็นการวิเคราะห์ทั้งวงจรชีวิตของผลิตภัณฑ์นั้น (Life Cycle Analysis) ดังแสดงไว้ในภาพที่ 3.1 ทุกขั้นในวงจรชีวิตผลิตภัณฑ์จะต้องใช้พลังงานในรูปต่างๆ และมีการปล่อยของเสียสู่สิ่งแวดล้อม

ภาพที่ 3.1

วงจรชีวิตของผลิตภัณฑ์ตั้งแต่การผลิตส่วนประกอบ จนถึงการจัดการผลิตภัณฑ์ที่ไม่ใช้แล้ว



ที่มา : House of Lord Selected Committee on Science & Technology, 1999 – 2000.

สำหรับรถยนต์คันหนึ่ง ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมทั้งวงจรชีวิตสามารถแบ่งได้เป็น 2 ส่วนหลัก ส่วนแรกเกี่ยวข้องกับน้ำมันเชื้อเพลิงซึ่งเป็นต้นทุนแปรผันที่ใหญ่ที่สุดของการใช้งานรถยนต์ เรียกว่า **วงจรชีวิตน้ำมัน** (fuel life cycle) ส่วนที่สองเกี่ยวข้องกับตัวรถยนต์ตั้งแต่ผลิต การบำรุงรักษา จนนำไปทำลายหรือรีไซเคิล เรียกว่า **วงจรชีวิตรถยนต์** (vehicle life cycle) (SEI, 2007)

กรณีที่น้ำมันเชื้อเพลิงได้มาจากซากพืชซากสัตว์ที่ทับถมกัน (fossil fuels) ***วงจรชีวิตน้ำมัน*** จะประกอบด้วย 3 ประการ คือ

(1) การผลิตน้ำมัน : ครอบคลุมกระบวนการกลั่นน้ำมันและการแปลงน้ำมันดิบให้เป็นน้ำมันสำเร็จรูป กระบวนการสูบน้ำมันจากพื้นพิภพนี้ สร้างสิ่งปฏิกูลแก่ระบบนิเวศวิทยาอันเปราะบาง จากป่าฝนเขตร้อนในอเมริกาใต้ ทะเลทรายในตะวันออกกลาง จนถึงทะเลอาร์คติคที่ขั้วโลก

(2) การขนส่งน้ำมัน : จากแหล่งผลิตจนถึงสถานีบริการน้ำมัน

(3) การใช้น้ำมัน : การเผาผลาญน้ำมันเชื้อเพลิงระหว่างการใช้รถยนต์ (อาจพิจารณารวมเป็นส่วนหนึ่งของวงจรชีวิตรถยนต์)

สำหรับ***วงจรชีวิตรถยนต์*** ครอบคลุมขั้นตอนดังต่อไปนี้

(1) การสกัดแร่ธาตุวัตถุดิบและการผลิตชิ้นส่วนอุปกรณ์ : วัตถุดิบที่ใช้รวมถึงเหล็ก พลาสติก อลูมิเนียม แก้ว ยาง ไฟเบอร์ ตะกั่วในแบตเตอรี่ ทองแดงในสายไฟ เป็นต้น

(2) การประกอบรถยนต์ : ขั้นตอนนี้ต้องใช้พลังงานจำนวนหนึ่งเพื่อมาใช้ในการประกอบและการปฏิบัติงานภายในโรงงาน

(3) การส่งมอบรถยนต์ : การเคลื่อนย้ายรถยนต์ที่ผลิตสมบูรณ์แล้วจากโรงงานไปยังผู้จัดจำหน่าย

(4) การใช้รถยนต์ : ได้แก่ พลังงาน(น้ำมัน) ที่สูญเสียไปในระหว่างการใช้รถยนต์ (อาจพิจารณาว่าเป็นส่วนหนึ่งของวงจรชีวิตน้ำมัน)

(5) การบำรุงรักษารถยนต์ : การดูแลรักษาและซ่อมบำรุงรถยนต์ตลอดอายุการใช้งาน

(6) การจัดการซากรถยนต์ : รถยนต์ที่หมดอายุการใช้งานแล้วจะถูกนำไปทำลายทิ้ง วัสดุบางส่วนสามารถนำกลับมาผลิตใช้ใหม่ได้ในอนาคต

กรณีรถยนต์ไฮบริดจะส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมตลอดทั้งวงจรชีวิตผลิตภัณฑ์ เช่นเดียวกับวงจรชีวิตผลิตภัณฑ์ของรถยนต์ธรรมดา แตกต่างกันเฉพาะในสัดส่วนของผลกระทบ คือรถยนต์ไฮบริดจะส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมมากกว่ารถยนต์ธรรมดาในขั้นตอนการผลิตและการทำลาย เพราะรถไฮบริดมีแบตเตอรี่ขนาดใหญ่เพิ่มเข้ามาเป็นส่วนประกอบสำคัญ การผลิตและการทำลายแบตเตอรี่ก่อให้เกิดมลภาวะต่อสิ่งแวดล้อมโดยเฉพาะฝุ่นละอองขนาดเล็กและซัลเฟอร์ไดออกไซด์

อย่างไรก็ตามในระหว่างการใช้งานตลอดอายุของรถยนต์ รถไฮบริดจะส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมน้อยกว่ารถธรรมดา เนื่องจากรถไฮบริดมีประสิทธิภาพการใช้น้ำมันเชื้อเพลิงดีกว่า กินน้ำมันน้อยกว่า มลภาวะที่ปล่อยออกมาจากท่อไอเสียจึงน้อยกว่า

ก๊าซและมลภาวะ

ก๊าซและมลภาวะที่เกิดจากรถยนต์มีหลายชนิดตลอดอายุการใช้งาน ส่วนใหญ่จะเป็นผลมาจากการเผาไหม้น้ำมันเชื้อเพลิงในเครื่องยนต์ โดยในกระบวนการทำงานของเครื่องยนต์สันดาปภายใน จะมีการดึงอากาศเข้าไปผสมกับน้ำมันในห้องเผาไหม้ ถ้าการเผาไหม้เป็นไปอย่างสมบูรณ์ สิ่งที่ได้ออกมาจากกระบวนการนี้คือคาร์บอนไดออกไซด์และน้ำ (เนื่องจากน้ำมันเบนซินและน้ำมันดีเซลเป็นสารประกอบไฮโดรคาร์บอน ประกอบด้วยอะตอมไฮโดรเจนและอะตอมคาร์บอน เมื่อมีการเผาไหม้น้ำมัน ออกซิเจนในอากาศจะรวมกับไฮโดรเจนในน้ำมันและแปลงสภาพเป็นน้ำ ส่วนคาร์บอนในน้ำมันทั้งหมดจะแปลงสภาพเป็นคาร์บอนไดออกไซด์ สำหรับไนโตรเจนในอากาศจะไม่ได้รับผลกระทบจากขั้นตอนนี้)

อย่างไรก็ตาม เนื่องจากไม่มีการเผาไหม้โดยสมบูรณ์ การสันดาปของเครื่องยนต์จะปล่อยก๊าซมลพิษหลายชนิด ที่สำคัญได้แก่สารประกอบ **ไฮโดรคาร์บอน** (HYDROCARBONS : HC) ที่ไม่ได้รับการเผาไหม้ ซึ่งไฮโดรคาร์บอนจะไปทำปฏิกิริยากับไนโตรเจนออกไซด์และแสงแดด ทำให้เกิดโอโซนในระดับพื้นดิน โอโซนนี้จะทำให้ตาระคายเคือง ทำลายปอดและระบบทางเดินหายใจและอาจก่อให้เกิดโรคมะเร็ง

ไนโตรเจนออกไซด์ (NITROGEN OXIDES : NOx) เกิดจากการรวมตัวกันของไนโตรเจนและออกซิเจนภายใต้อุณหภูมิและความดันสูงในเครื่องยนต์ นอกจากจะเป็นตัวการให้เกิดโอโซนแล้ว NOx ยังก่อให้เกิดฝนกรดอีกด้วย

คาร์บอนมอนนอกไซด์ (CARBON MONOXIDE : CO) เกิดจากการที่คาร์บอนในน้ำมันถูกออกซิไดซ์ไม่สมบูรณ์ (ถ้าสมบูรณ์จะเป็นคาร์บอนไดออกไซด์) ก๊าซพิษนี้จะไปลดการไหลเวียนของออกซิเจนในเส้นเลือดและเป็นอันตรายต่อผู้ที่เป็นโรคหัวใจ

ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SULPHUR DIOXIDE : SO_2) เกิดขึ้นเมื่อน้ำมันที่มีส่วนประกอบของซัลเฟอร์ถูกเผาไหม้ ก๊าซชนิดนี้เพียงเล็กน้อยอาจทำให้ปอดทำงานไม่ปกติ ถ้ามีปริมาณมากจะทำให้แน่นหน้าอกและไอ

ฝุ่นละอองขนาดเล็ก (PARTICULATE MATTER : PM) คืออนุภาคของเหลวและของแข็งขนาดเล็กที่ล่องลอยอยู่ในอากาศ ฝุ่นละอองที่เป็นอันตรายต่อสุขภาพคือฝุ่นละอองขนาดเล็กมากที่สามารถเข้าไปในปอดขณะหายใจเข้า ทำให้เกิดโรคหอบหืด ปอดอักเสบ และลดภูมิต้านทานเชื้อโรค ฝุ่นละอองเป็นอันตรายมากสำหรับผู้ที่เป็นโรคภูมิแพ้

3.1 กรณีศึกษาผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมของทั้งวงจรผลิตภัณฑ์รถยนต์

ในต่างประเทศมี**การศึกษาผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมของทั้งวงจรผลิตภัณฑ์รถยนต์** โดยเปรียบเทียบระหว่างรถยนต์ที่ใช้เชื้อเพลิงและเทคโนโลยีต่างกัน ดังนี้

กรณีศึกษา “การศึกษาต้นทุนและประโยชน์ของรถไฮบริดและรถพลังงานไฟฟ้าในประเทศไอร์แลนด์” (Sustainable Energy Ireland, 2007)

SEI องค์กรอิสระด้านสิ่งแวดล้อมของไอร์แลนด์ศึกษาผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมของรถไฮบริด (Hybrid Electric Vehicle) และรถพลังงานไฟฟ้า (Battery Electric Vehicle) ในประเทศไอร์แลนด์ โดยเปรียบเทียบกับรถยนต์ปกติทั้งเครื่องยนต์เบนซินและดีเซล ผลการศึกษาแสดงในตารางที่ 3.1, 3.2 และ 3.3 โดยผลการศึกษาในแต่ละตารางมีสมมติฐานการใช้งานรถยนต์ต่างกัน คือการใช้งานปกติ การใช้งานน้อย และการใช้งานมาก ดังนี้

สมมติฐาน :	เฉลี่ย	ใช้งานน้อย	ใช้งานมาก
อายุการใช้งานรถยนต์ (ปี)	10	15	5
ระยะทางที่ใช้งานต่อปี (ไมล์)	10,500	8,000	15,000
สัดส่วนการใช้งานในเมือง (ร้อยละ)	25	25	25

ตารางที่ 3.1

การประมาณค่ามลภาวะที่เกิดขึ้นจากการผลิต การทำลายและการใช้งานของ

รถยนต์ไฮบริดและรถยนต์ปกติ ภายใต้สมมติฐานการใช้งานแบบ*เฉลี่ย*

มลภาวะ (หน่วย : กิโลกรัม)	**เบนซินไฮบริด**	**เบนซิน**	**ดีเซลไฮบริด**	**ดีเซล**
มลภาวะจากท่อไอเสีย: CO_2	22,059	27,828	20,989	26,622
มลภาวะจากวงจรชีวิตน้ำมัน: CO_2	3,019	3,896	2,158	2,738
มลภาวะจากการผลิต รีไซเคิล และการทำลายรถยนต์: CO_2	2,735	1,491	2,792	1,548
รวมการปล่อยมลภาวะ: คาร์บอนไดออกไซด์ : CO_2	**27,812**	**33,215**	**25,940**	**30,907**
มลภาวะจากท่อไอเสีย: CO	57.0	65.0	7.0	12.0
มลภาวะจากวงจรชีวิตน้ำมัน: CO	1.7	2.1	1.4	1.7
มลภาวะจากการผลิต รีไซเคิล และการทำลายรถยนต์: CO	5.4	14.1	5.5	14.1
รวมการปล่อยมลภาวะ: คาร์บอนมอนนอกไซด์ : CO	**64.1**	**81.2**	**13.8**	**27.9**
มลภาวะจากท่อไอเสีย: hydrocarbons	2.5	2.8	2.3	3.6
มลภาวะจากวงจรชีวิตน้ำมัน: hydrocarbons	67.2	86.7	26.0	33.0
มลภาวะจากการผลิต รีไซเคิล และการทำลายรถยนต์: hydrocarbons	2.8	3.3	2.8	3.3
รวมการปล่อยมลภาวะ: สารประกอบ hydrocarbons	**72.5**	**92.8**	**31.1**	**39.8**
มลภาวะจากท่อไอเสีย: NOx	11.3	12.3	40.9	50.1
มลภาวะจากวงจรชีวิตน้ำมัน: NOx	14.1	18.2	11.3	14.3
มลภาวะจากการผลิต รีไซเคิล และการทำลายรถยนต์: NOx	3.8	4.1	3.8	4.1
รวมการปล่อยมลภาวะ:ไนโตรเจนออไซด์ : NOx	**29.2**	**34.5**	**56.0**	**68.5**
มลภาวะจากท่อไอเสีย: SO_2	0.1	0.1	0.1	0.1
มลภาวะจากวงจรชีวิตน้ำมัน: SO_2	0.6	0.8	0.4	0.5
มลภาวะจากการผลิต รีไซเคิล และการทำลายรถยนต์: SO_2	1.2	0.4	1.2	0.4
รวมการปล่อยมลภาวะ: ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ : SO_2	**1.8**	**1.2**	**1.6**	**1.0**
มลภาวะจากท่อไอเสีย: PM	0.4	0.4	1.9	2.5
มลภาวะจากวงจรชีวิตน้ำมัน: PM	30.7	39.7	23.3	29.6
มลภาวะจากการผลิต รีไซเคิล และการทำลายรถยนต์: PM	32.4	7.6	33.1	8.3
รวมการปล่อยมลภาวะ: ฝุ่นละอองขนาดเล็ก : PM	**63.6**	**47.7**	**58.4**	**40.4**

ที่มา : A Study on the costs and benefits of hybrid electric and battery electric vehicles in Ireland 2007 edition, version 1, Appendix 2: Emission Performance

ตารางที่ 3.2

การประมาณค่ามลภาวะที่เกิดขึ้นจากการผลิต การทำลายและการใช้งานของรถยนต์ไฮบริดและรถยนต์ปกติ ภายใต้สมมติฐานการใช้งานแบบ*ใช้งานน้อย*

มลภาวะ (หน่วย : กิโลกรัม)	**เบนซินไฮบริด**	**เบนซิน**	**ดีเซลไฮบริด**	**ดีเซล**
มลภาวะจากท่อไอเสีย: CO_2	25,210	31,803	23,988	30,425
มลภาวะจากวงจรชีวิตน้ำมัน: CO_2	3,450	4,453	2,467	3,129
มลภาวะจากการผลิต รีไซเคิล และการทำลายรถยนต์: CO_2	4,102	2,237	4,188	2,322
รวมการปล่อยมลภาวะ: คาร์บอนไดออกไซด์ : CO_2	**32,762**	**38,492**	**30,642**	**35,876**
มลภาวะจากท่อไอเสีย: CO	65.1	74.3	8.0	13.8
มลภาวะจากวงจรชีวิตน้ำมัน: CO	1.9	2.4	1.6	2.0
มลภาวะจากการผลิต รีไซเคิล และการทำลายรถยนต์: CO	8.2	21.1	8.2	21.2
รวมการปล่อยมลภาวะ: คาร์บอนมอนนอกไซด์ : CO	**75.2**	**97.9**	**17.8**	**36.9**
มลภาวะจากท่อไอเสีย: hydrocarbons	2.9	3.2	2.6	4.1
มลภาวะจากวงจรชีวิตน้ำมัน: hydrocarbons	76.8	99.1	29.7	37.7
มลภาวะจากการผลิต รีไซเคิล และการทำลายรถยนต์: hydrocarbons	4.2	5.0	4.2	4.9
รวมการปล่อยมลภาวะ: สารประกอบ hydrocarbons	**83.9**	**107.2**	**36.5**	**46.7**
มลภาวะจากท่อไอเสีย: NOx	12.9	14.0	46.7	57.3
มลภาวะจากวงจรชีวิตน้ำมัน: NOx	16.1	20.8	12.9	16.3
มลภาวะจากการผลิต รีไซเคิล และการทำลายรถยนต์: NOx	5.7	6.1	5.8	6.2
รวมการปล่อยมลภาวะ:ไนโตรเจนออไซด์ : NOx	**34.7**	**40.9**	**65.3**	**79.8**
มลภาวะจากท่อไอเสีย: SO_2	0.1	0.1	0.1	0.1
มลภาวะจากวงจรชีวิตน้ำมัน: SO_2	0.7	0.9	0.5	0.6
มลภาวะจากการผลิต รีไซเคิล และการทำลายรถยนต์: SO_2	1.7	0.5	1.8	0.6
รวมการปล่อยมลภาวะ: ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ : SO_2	**2.5**	**1.5**	**2.3**	**1.2**
มลภาวะจากท่อไอเสีย: PM	0.4	0.4	2.1	2.9
มลภาวะจากวงจรชีวิตน้ำมัน: PM	35.1	45.4	26.7	33.8
มลภาวะจากการผลิต รีไซเคิล และการทำลายรถยนต์: PM	48.7	11.4	49.7	12.5
รวมการปล่อยมลภาวะ: ฝุ่นละอองขนาดเล็ก : PM	**84.2**	**57.2**	**78.5**	**49.2**

ที่มา : A Study on the costs and benefits of hybrid electric and battery electric vehicles in Ireland 2007 edition, version 1, Appendix 2: Emission Performance

ตารางที่ 3.3

การประมาณค่ามลภาวะที่เกิดขึ้นจากการผลิต การทำลายและการใช้งานของรถยนต์ไฮบริดและรถยนต์ปกติ ภายใต้สมมติฐานการใช้งานแบบ*ใช้งานมาก*

มลภาวะ (หน่วย : กิโลกรัม)	**เบนซินไฮบริด**	**เบนซิน**	**ดีเซลไฮบริด**	**ดีเซล**
มลภาวะจากท่อไอเสีย: CO_2	15,756	19,877	14,992	19,015
มลภาวะจากวงจรชีวิตน้ำมัน: CO_2	2,156	2,783	1,542	1,955
มลภาวะจากการผลิต รีไซเคิล และการทำลายรถยนต์: CO_2	1,367	746	1,396	774
รวมการปล่อยมลภาวะ: คาร์บอนไดออกไซด์ : CO_2	**19,280**	**23,405**	**17,930**	**21,745**
มลภาวะจากท่อไอเสีย: CO	40.7	46.4	5.0	8.6
มลภาวะจากวงจรชีวิตน้ำมัน: CO	1.2	1.5	1.0	1.2
มลภาวะจากการผลิต รีไซเคิล และการทำลายรถยนต์: CO	2.7	7.0	2.7	7.1
รวมการปล่อยมลภาวะ: คาร์บอนมอนนอกไซด์ : CO	**44.6**	**55.0**	**8.7**	**16.9**
มลภาวะจากท่อไอเสีย: hydrocarbons	1.8	2.0	1.6	2.6
มลภาวะจากวงจรชีวิตน้ำมัน: hydrocarbons	48.0	61.9	18.6	23.6
มลภาวะจากการผลิต รีไซเคิล และการทำลายรถยนต์: hydrocarbons	1.4	1.7	1.4	1.6
รวมการปล่อยมลภาวะ: สารประกอบ hydrocarbons	**51.2**	**65.6**	**21.6**	**27.8**
มลภาวะจากท่อไอเสีย: NOx	8.1	8.8	29.2	35.8
มลภาวะจากวงจรชีวิตน้ำมัน: NOx	10.1	13.0	8.1	10.2
มลภาวะจากการผลิต รีไซเคิล และการทำลายรถยนต์: NOx	1.9	2.0	1.9	2.1
รวมการปล่อยมลภาวะ:ไนโตรเจนออไซด์ : NOx	**20.0**	**23.8**	**39.2**	**48.1**
มลภาวะจากท่อไอเสีย: SO_2	0.1	0.1	0.0	0.1
มลภาวะจากวงจรชีวิตน้ำมัน: SO_2	0.4	0.5	0.3	0.4
มลภาวะจากการผลิต รีไซเคิล และการทำลายรถยนต์: SO_2	0.6	0.2	0.6	0.2
รวมการปล่อยมลภาวะ: ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ : SO_2	**1.1**	**0.8**	**0.9**	**0.6**
มลภาวะจากท่อไอเสีย: PM	0.3	0.3	1.3	1.8
มลภาวะจากวงจรชีวิตน้ำมัน: PM	22.0	28.3	16.7	21.2
มลภาวะจากการผลิต รีไซเคิล และการทำลายรถยนต์: PM	16.2	3.8	16.6	4.2
รวมการปล่อยมลภาวะ: ฝุ่นละอองขนาดเล็ก : PM	**38.5**	**32.4**	**34.6**	**27.1**

ที่มา : A Study on the costs and benefits of hybrid electric and battery electric vehicles in Ireland 2007 edition, version 1, Appendix 2: Emission Performance

จากข้อมูลในตารางทั้ง 3 ข้างต้น แสดงให้เห็นว่าคาร์บอนไดออกไซด์คือมลภาวะที่เกิดขึ้นมากที่สุดตลอดวงจรผลิตภัณฑ์ของรถยนต์ทุกประเภท และส่วนใหญ่จะเกิดขึ้นในช่วงการใช้งาน ซึ่งก็คือการเผาผลาญน้ำมันเชื้อเพลิงในเครื่องยนต์จำนวนมากนั่นเอง ยกตัวอย่างข้อมูลในตารางที่ 3.1 กรณีการใช้งานแบบเฉลี่ย พบว่ารถเบนซินไฮบริดและรถดีเซลไฮบริดสามารถลดการ

ปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่เกิดจากการเผาไหม้น้ำมันเชื้อเพลิงได้มากกว่ารถเบนซินปกติและรถดีเซลปกติตามลำดับถึง 5,000 กิโลกรัมตลอดอายุการใช้งาน

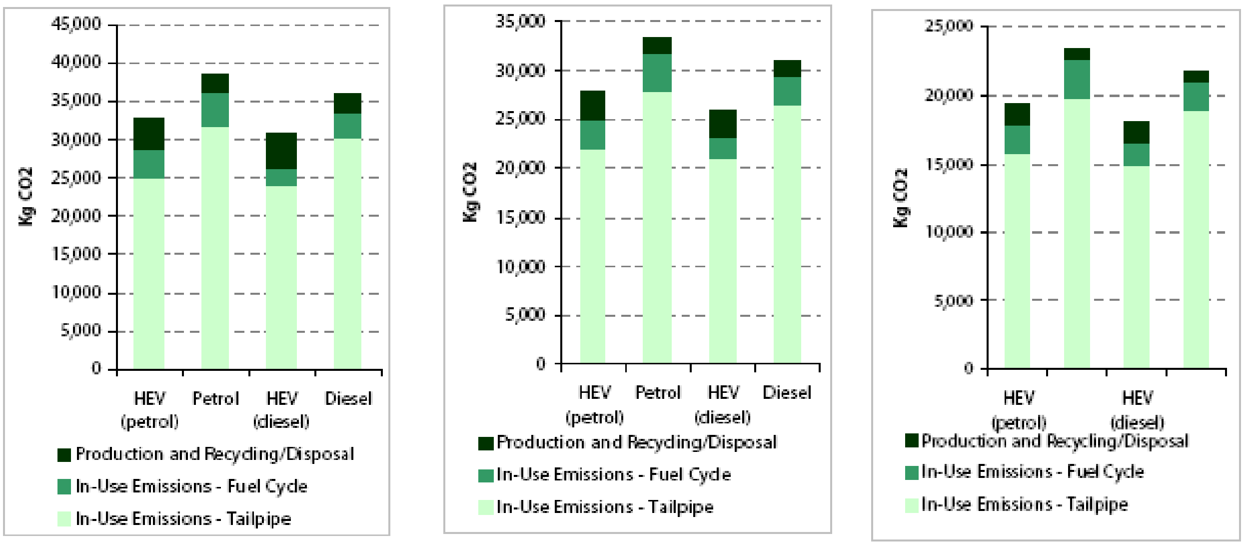
เพื่อให้มองภาพสัดส่วนของการปล่อยมลภาวะในแต่ละขั้นตอนได้ง่ายขึ้น ทาง SEI จึงได้แปลงข้อมูลเฉพาะในส่วนของคาร์บอนไดออกไซด์เป็นกราฟแท่งดังภาพที่ 3.2

ภาพที่ 3.2

ค่าการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ของรถยนต์ไฮบริดเทียบกับรถยนต์ธรรมดา

แบ่งเป็นการใช้งานน้อย ใช้งานเฉลี่ยและใช้งานมาก ตามลำดับ

ใช้งานน้อย **ใช้งานเฉลี่ย** **ใช้งานมาก**



ที่มา : A Study on the costs and benefits of hybrid electric and battery electric vehicles in Ireland 2007 edition

จากภาพที่ 3.2 และตารางที่ 3.1, 3.2 และ 3.3 สามารถอธิบายได้ดังนี้

- ในขั้นตอนการผลิต การรีไซเคิล และการทำลายรถยนต์นั้น (Production and Recycling/Disposal) รถยนต์ไฮบริดทั้งเบนซินไฮบริด (HEV petrol) และดีเซลไฮบริด (HEV diesel) จะปล่อยมลภาวะมากกว่ารถยนต์เครื่องยนต์ธรรมดา
- รถยนต์ไฮบริดทั้งแบบเบนซินไฮบริดและดีเซลไฮบริด ปล่อยมลภาวะจากท่อไอเสียในช่วงการใช้งาน (In-Use Emissions – Tailpipe) น้อยกว่ารถยนต์เครื่องยนต์ธรรมดาอย่างเห็นได้ชัด
- **เมื่อรวมมลภาวะทั้งวงจรผลิตภัณฑ์รถยนต์ รถยนต์ไฮบริดทั้งแบบเบนซินไฮบริดและดีเซลไฮบริด จะปล่อยมลภาวะน้อยกว่ารถยนต์ธรรมดา**

กรณีศึกษา "การวิเคราะห์วงจรผลิตภัณฑ์ของ ฮอนด้า แอคคอร์ด ไฮบริด" (Viswanathan and Stella, 2006)

การวิเคราะห์ครอบคลุมถึงประสิทธิภาพการใช้น้ำมันเชื้อเพลิงระหว่างการใช้งาน การปล่อยก๊าซพิษระหว่างขั้นตอนการผลิตรถยนต์ (production emissions) และผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมของซากรถยนต์ เปรียบเทียบระหว่างรถยนต์ไฮบริดกับรถยนต์ปกติ ผลการศึกษาสรุปได้ดังนี้

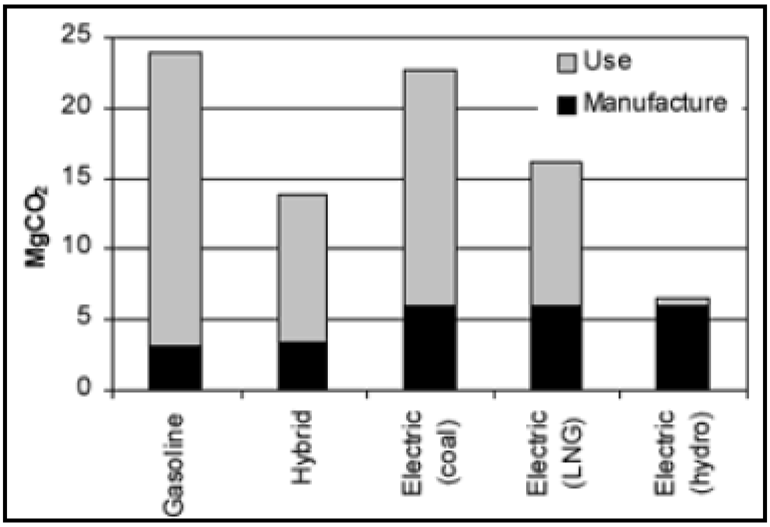
- รถยนต์ไฮบริดมีผลเสียต่อสิ่งแวดล้อมในขั้นตอนการผลิตรถยนต์และการทำลายซากรถยนต์สูงกว่ารถยนต์ปกติ แต่ประสิทธิภาพในการใช้น้ำมันเชื้อเพลิงสูงกว่า ทำ**ให้ผลกระทบรวมทั้งวงจรผลิตภัณฑ์ของรถยนต์ไฮบริดต่ำกว่ารถยนต์เครื่องยนต์ปกติ**
- การใช้เครื่องยนต์ไฮบริดสามารถลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ระหว่างการใช้งานได้ประมาณร้อยละ 25

กรณีศึกษา "ไฟฟ้า และ น้ำมัน" (Tahara et al, 2001)

การศึกษานี้วัดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่เกิดขึ้นในช่วงการใช้งานและการผลิต เปรียบเทียบระหว่างรถยนต์เครื่องยนต์เบนซิน (Gasoline) รถไฮบริด (Hybrid) และรถพลังงานไฟฟ้า (แบ่งเป็นการผลิตไฟฟ้าจากถ่านหิน (Coal), ก๊าซปิโตรเลียมเหลว (LNG) และน้ำ (Hydro)) ผลการศึกษาแสดงในภาพที่ 3.3

ภาพที่ 3.3

ผลการปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ของการผลิตและการใช้รถยนต์ 5 ประเภท



ที่มา : Tahara et al, Seikei University Tokyo, 2001.

จากภาพที่ 3.3 แสดงให้เห็นว่า

- รถยนต์ที่ใช้เครื่องยนต์เบนซินปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ต่ำที่สุด ในช่วงการผลิตรถยนต์
- รถยนต์เครื่องยนต์เบนซินปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์สูงที่สุด ในช่วงการใช้งานทำให้ผลรวมการปล่อยก๊าซตลอดอายุผลิตภัณฑ์สูงที่สุด
- รถไฮบริดและรถพลังงานไฟฟ้ามีค่าการปล่อยก๊าซในขั้นตอนการผลิตมากกว่ารถเครื่องยนต์เบนซินทั่วไป
- ค่าการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ทั้งวงจรผลิตภัณฑ์ของรถพลังงานไฟฟ้าขึ้นอยู่กับแหล่งกำเนิดพลังงานในการผลิตไฟฟ้าเพื่อป้อนให้กับแบตเตอรี่ขณะชาร์จไฟ ในที่นี่ถ่านหินเป็นพลังงานที่สร้างมลภาวะสูงสุด ต่างจากไฟฟ้าพลังน้ำอย่างมาก

ภัยจากแบตเตอรี่

จากผลการศึกษาที่แสดงข้างต้น พบว่ารถยนต์ไฮบริดจะมีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมมากกว่ารถยนต์ธรรมดาเฉพาะในช่วงของการผลิตและการทำลายตัวถังและชิ้นส่วนรถยนต์ เนื่องมาจากรถยนต์ไฮบริดมีชิ้นส่วนสำคัญเพิ่มขึ้นมา คือ แบตเตอรี่ขนาดใหญ่

แบตเตอรี่นี้เองที่ทำให้หลายคนกังวลว่าจะเป็นปัญหาใหญ่ต่อสิ่งแวดล้อมเมื่อมันหมดอายุและถูกฝังลงดิน อย่างไรก็ตาม นักวิจัยสิ่งแวดล้อมท่านหนึ่งกลับไม่กังวลนัก นาย Jim Kliesch ผู้แต่งหนังสือ “Green Book: The Environmental Guide to Cars and Trucks” ให้สัมภาษณ์กับ HybridCars.com ว่า “แบตเตอรี่มีหลายชนิด บางชนิดก็อันตรายกว่าชนิดอื่น ขณะที่แบตเตอรี่ชนิดตะกั่วกรด (lead acid) หรือ นิกเกิล แคดเมียม (nickel cadmium) เป็นภัยต่อสิ่งแวดล้อมอย่างยิ่ง ขณะที่ระดับของพิษและผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมของแบตเตอรี่ชนิด Nickel Metal Hydride ที่ใช้ในรถไฮบริดปัจจุบันต่ำกว่ามาก” (Berman, Online, 2006)

ในปี 2548 Environmental Defense ซึ่งเป็นหน่วยงานด้านสิ่งแวดล้อมของสหรัฐฯ ศึกษาผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมของแบตเตอรี่ชนิด NiMH และ Li-ion ตั้งแต่การสกัดแร่ การผลิต การใช้และการทำลายแบตเตอรี่ โดยเปรียบเทียบกับแบตเตอรี่ตะกั่วกรด ผลสรุปคือ ตะกั่วกรดเป็น

ภัยต่อสิ่งแวดล้อมมากที่สุด ตามมาด้วย NiMH และ Li-ion เป็นอันตรายน้อยที่สุด (Berman, Online, 2006)

อายุของแบตเตอรี่ก็มีส่วนสำคัญ ถ้าแบตเตอรี่ใช้ได้นานหลายปี จำนวนขยะมีพิษก็จะน้อย แต่ถ้าอายุแบตเตอรี่สั้น ต้องเปลี่ยนบ่อย จะทำให้ต้องมีการผลิตและการทำลายแบตเตอรี่จำนวนมาก ผู้ผลิตรถยนต์ไฮบริดอย่างฮอนด้า โตโยต้า และฟอร์ด รับประกันแบตเตอรี่และชิ้นส่วนไฮบริดถึง 8 ปี หรือ 100,000 ไมล์ (ประมาณ 160,000 กิโลเมตร) ขณะที่ในบางรัฐในอเมริกาที่มีมาตรฐานด้านสิ่งแวดล้อมเข้มงวดอย่างแคลิฟอร์เนีย ผู้ผลิตก็เพิ่มการรับประกันเป็น 10 ปี หรือ 150,000 ไมล์ (ประมาณ 240,000 กิโลเมตร)

อย่างไรก็ตาม แม้ว่าจะเลยระยะรับประกันไปแล้ว แต่แบตเตอรี่เกือบทั้งหมดก็ยังสามารถใช้งานต่อได้ ในสหรัฐฯ รถยนต์ฮอนด้าที่เป็นระบบไฮบริดมีวิ่งบนท้องถนนกว่าแสนคัน ปรากฏว่าน้อยกว่า 200 คัน ที่แบตเตอรี่ใช้การไม่ได้หลังจากเลยระยะเวลาประกันไปแล้ว ขณะที่โตโยต้าเผยว่าอัตราการเปลี่ยนแบตเตอรี่หลังสิ้นสุดระยะเวลาประกันของโตโยต้าพรีอุส รุ่นที่ 2 โมเดล 2004 มีเพียงร้อยละ 0.003 หรือประมาณ 1 ใน 40,000 คันที่จำหน่ายออกไป โดยมีการพัฒนาขึ้นมากจากรุ่นแรกที่มีอัตราของแบตเตอรี่เสียหลังสิ้นสุดระยะเวลารับประกันที่ร้อยละ 1

นอกจากนี้ นาย John Hanson โฆษกของโตโยต้ากล่าวว่า แบตเตอรี่ของพรีอุส ในปัจจุบัน ถูกออกแบบเพื่อให้ใช้งานได้ตลอดอายุของมัน ซึ่งโตโยต้าประมาณไว้ที่ 180,000 ไมล์ (290,000 กิโลเมตร) (Naughton, 2008)

รถยนต์สีเขียว

ความเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมของรถยนต์ไฮบริดประจักษ์ชัด เมื่อมีรถยนต์ไฮบริดถึง 4 รุ่นที่ติดลำดับรถยนต์ที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมสูงสุดในปี 2551 (Greenest Vehicles of 2008) ผลการจัดลำดับรถสีเขียวโดย ACEEE (American Council for an Energy-Efficient Economy) แสดงไว้ในตารางที่ 3.4

ตารางที่ 3.4
ยี่ห้อและรุ่นของรถยนต์ที่จำหน่ายในสหรัฐฯ และได้รับการจัดลำดับ
เป็นรถยนต์ที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมสูงสุด ปี 2551

ยี่ห้อและรุ่นของรถ	เครื่องยนต์และเกียร์	มาตรฐานการปล่อยไอเสีย	คะแนน
ฮอนด้า ซีวิค GX	1.8L 4, auto (CNG)	Tier 2 bin 2 / PZEV	57
โตโยต้า พรีอุส	1.5L 4, auto CVT	Tier 2 bin 3 / PZEV	53
ฮอนด้า ซีวิค ไฮบริด	1.3L 4, auto CVT	Tier 2 bin 2 / PZEV	51
SMART FOR TWO CONVERTIBLE/ COUPE	1.0L 3, auto stk (P)	Tier 2 bin 5/ ULEV II	49
โตโยต้า ยาริส	1.5L 4, manual	Tier 2 bin 5/ ULEV II	46
นิสสัน อัลติมา ไฮบริด	2.5L 4, auto CVT	PZEV	46
โตโยต้า โคโรลล่า	1.8L 4, manual	Tier 2 bin 5/ ULEV II	45
มินิคูเปอร์ / CLUBMAN	1.6L 4, manual (P)	Tier 2 bin 5/ LEV II	45
ฟอร์ด โฟกัส	2.0L 4, manual	Tier 2 bin 3 / PZEV	44
โตโยต้า คัมรี่ ไฮบริด	2.4L 4, auto CVT	Tier 2 bin 3 / PZEV	44
ฮอนด้า ซีวิค	1.8L 4, manual	Tier 2 bin 5/ ULEV II	44
ฮอนด้า ฟิท	1.5L 4, manual	Tier 2 bin 5/ LEV II	44

ที่มา : เรียบเรียงจาก http://www.greenercars.org/highlights_greenest.htm

การจัดอันดับรถเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมของ ACEEE ครั้งนี้ ไม่ได้รวมรถยนต์พลังงานไฟฟ้า (Electric Vehicles) ไว้ด้วย เนื่องจากรถยนต์ประเภทนี้ยังไม่มีวางจำหน่ายในเชิงพาณิชย์ เพราะราคาสูงมาก รวมถึงข้อจำกัดเรื่องระยะทางที่รถสามารถแล่นได้

จากผลการศึกษาและข้อมูลที่แสดงไว้ทั้งหมดข้างต้น สรุปได้ว่า รถยนต์ไฮบริดเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมมากกว่ารถยนต์เครื่องยนต์ธรรมดา ด้วยเหตุผลสำคัญคือ รถยนต์ไฮบริดมีประสิทธิภาพในการใช้น้ำมันเชื้อเพลิงสูงกว่ารถยนต์เครื่องยนต์ธรรมดา แม้ว่าในขั้นตอนการผลิตและการทำลายซากรถยนต์จะก่อมลพิษมากกว่ารถยนต์ธรรมดาก็ตาม

3.2 ประมาณการผลการเปลี่ยนแปลงต่อสิ่งแวดล้อมของกรุงเทพมหานคร ถ้ามีการใช้รถยนต์ไฮบริดแทนที่รถยนต์ปกติร้อยละ 10

จากการศึกษาของศูนย์เครือข่ายงานวิเคราะห์ วิจัยและฝึกอบรมการเปลี่ยนแปลงของโลกแห่งภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย พบว่ากรุงเทพฯ มีส่วนสำคัญที่ทำให้เกิดภาวะโลกร้อน โดยกรุงเทพฯ มีการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ประมาณ 42.65 ล้านตันต่อปี จากจำนวนประชากรอย่างเป็นทางการประมาณ 6 ล้านคน หรือคิดเป็นอัตราการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ต่อประชากร 7.1 ตันต่อคนต่อปี ใกล้เคียงกับมหานครนิวยอร์กที่มีการปล่อยก๊าซชนิดนี้ประมาณ 58 ล้านตันต่อปี จากประชากร 8 ล้านคน หรือ 7.1 ตันต่อคนต่อปี (ฐานเศรษฐกิจ, 2551)

ทั้งนี้ เนื่องจากคนกรุงเทพฯ ในปัจจุบันยังใช้ระบบการจราจรทางบกเป็นหลัก โดยเฉพาะระบบขนส่งทางถนนที่มีถนนสายสำคัญรวมกันเป็นระยะทางประมาณ 4,700 กิโลเมตร การใช้ยานพาหนะส่วนบุคคลมากถึงร้อยละ 53 ทั้งเครื่องยนต์ดีเซลและเบนซิน ส่วนที่เหลือร้อยละ 47เป็นรถประจำทางขนส่งมวลชนแบบอื่นๆ เช่น รถไฟชานเมือง เรือโดยสาร รถไฟฟ้าและรถไฟฟ้าใต้ดิน โดยในปี 2549 กรุงเทพฯ มีการใช้เชื้อเพลิงปิโตรเลียมทุกชนิดประมาณวันละ 28 ล้านลิตร หรือคิดเป็นก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากการเผาไหม้น้ำมันต่างๆ ประมาณ 21.18 ล้านตันต่อปี (ฐานเศรษฐกิจ, 2551)

ภาคการขนส่งจึงเป็นตัวการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในรูปก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์มากที่สุดเมื่อเทียบกับภาคส่วนอื่นๆ และจากการคาดการณ์ในอนาคตกรณีที่ไม่มีการดำเนินการใดๆ เพื่อลดการปล่อยก๊าซชนิดนี้ พบว่าในปี 2555 ภาคการจราจรและการขนส่งจะปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ประมาณ 25 – 26 ล้านตันต่อปี (ฐานเศรษฐกิจ, 2551)

ในปี 2550 ประเทศไทยมีจำนวนรถยนต์สะสมทุกประเภทที่ขึ้นทะเบียนรวม 25,618,447 คัน นับเฉพาะรถยนต์นั่งส่วนบุคคลไม่เกิน 7 คน (รย. 1) มีจำนวน 3,560,222 คัน ในจำนวนนี้เกือบ 2 ล้านคัน หรือมากกว่าครึ่งอยู่ในกรุงเทพฯ ที่เหลือกระจายอยู่ตามเมืองใหญ่อย่างเชียงใหม่และนครราชสีมา โดยเฉลี่ยคนไทย 5 คน มีรถ 2 คัน (กรมการขนส่งทางบก, 2551; สุเจน, 2551)

เนื่องจากรถยนต์ไฮบริดที่มีจำหน่ายในปัจจุบันส่วนใหญ่จะเป็นรถยนต์นั่งส่วนบุคคลไม่เกิน 7 คน ที่ใช้น้ำมันเบนซินควบคู่กับมอเตอร์ไฟฟ้า เช่น โตโยต้าพริอุส โตโยต้าคัมรี่ไฮบริด ฮอนด้าซิวิคไฮบริด เป็นต้น ดังนั้น ในส่วนของการประมาณการผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมกรณีใช้รถไฮบริดแทนที่รถยนต์ปกติ จะพิจารณาเฉพาะจำนวนรถยนต์นั่งส่วนบุคคลไม่เกิน 7 คน (รย.1) ชนิดที่มีเชื้อเพลิงเบนซินเป็นส่วนประกอบ ได้แก่ รถยนต์เชื้อเพลิงเบนซิน รถยนต์ที่ใช้ก๊าซหุงต้มและเบนซิน และรถยนต์ที่ใช้ก๊าซธรรมชาติอัดและเบนซิน จำนวนรถยนต์นั่งส่วนบุคคลไม่เกิน 7 คน จดทะเบียนในกรุงเทพมหานครจำแนกตามชนิดเชื้อเพลิง แสดงไว้ในตารางที่ 3.5 ด้านล่างนี้

ตารางที่ 3.5

จำนวนรถยนต์นั่งส่วนบุคคลไม่เกิน 7 คน จดทะเบียนในกรุงเทพมหานคร

สะสมถึงวันที่ 31 ธันวาคม 2550 จำแนกตามชนิดเชื้อเพลิง

ประเภทเชื้อเพลิง	จำนวน (คัน)
เบนซิน	1,610,342
ก๊าซหุงต้มและเบนซิน	53,042
ก๊าซธรรมชาติอัดและเบนซิน	9,838
ดีเซล	298,922
ก๊าซหุงต้มและดีเซล	80
ก๊าซธรรมชาติอัดและดีเซล	64
ก๊าซหุงต้ม	516
ก๊าซธรรมชาติอัด	85
ไฟฟ้า	2
ไฮบริด	709
อื่นๆ	1,151
รวม	**1,974,751**

ที่มา : “สถิติจำนวนรถจำแนกตามชนิดเชื้อเพลิง ส่วนกลาง สะสมถึงวันที่ 31 ธันวาคม 2550” กรมการขนส่งทางบก สำนักจัดระบบการขนส่งทางบก กลุ่มวิชาการและวางแผน ฝ่ายสถิติ

ในการประมาณค่าผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมในกรุงเทพฯจะใช้ข้อมูลดังนี้

(1) จำนวนรถยนต์นั่งส่วนบุคคลไม่เกิน 7 คน ที่ใช้เชื้อเพลิงเบนซินเป็นส่วนประกอบในการขับเคลื่อนมีทั้งสิ้น **1,673,222 คัน** คิดเป็นร้อยละ 85 ของจำนวนรถยนต์นั่งส่วนบุคคลไม่เกิน 7 คน ทั้งหมด (ตารางที่ 3.5)

(2) สำหรับมลภาวะจากรถยนต์ที่มีอยู่หลายชนิด เลือกเฉพาะก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ซึ่งเป็นก๊าซที่ถูกปล่อยออกมามากที่สุดตลอดทั้งวงจรผลิตภัณฑ์รถยนต์ และเป็นก๊าซเรือนกระจก ตัวการสำคัญของภาวะโลกร้อน

(3) ค่าความสามารถในการลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของรถยนต์ไฮบริดเทียบกับรถยนต์ปกติ ผู้วิจัยจะใช้ตัวเลขจากงานวิจัยชิ้นหนึ่งในประเทศอังกฤษ มีรายละเอียดดังนี้

The London Borough of Camden มอบหมายให้บริษัท Ecolane จำกัด ทำงานวิจัยประเมินผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมของรถยนต์ชนิดต่างๆ ที่มีจำหน่ายในประเทศอังกฤษ งานวิจัยนี้เกิดจากความต้องการทราบข้อมูลที่ชัดเจนของอัตราการปล่อยมลภาวะของรถยนต์ชนิดต่างๆ เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนานโยบายการขนส่งในอนาคตของ the London Borough of Camden

งานวิจัยนี้ประเมินรถยนต์ที่ใช้พลังงานรูปแบบต่างๆ กัน ได้แก่ น้ำมันเบนซิน (PET: petrol) ดีเซล (DSL : diesel) ไบโอเอทานอล (BioE : bioethanol) ก๊าซธรรมชาติอัด (CNG : compressed natural gas) ก๊าซปิโตรเลียมเหลว (LPG : liquid petroleum gas) พลังงานไฟฟ้าจากแบตเตอรี่ที่ได้จากพลังงานผสม (AvBEV : average mix battery electric) พลังงานไฟฟ้าจากแบตเตอรี่ที่ได้จากพลังงานหมุนเวียน (ReBEV : renewable energy battery electric) และเทคโนโลยีไฮบริด (HEV : hybrid electric vehicle)

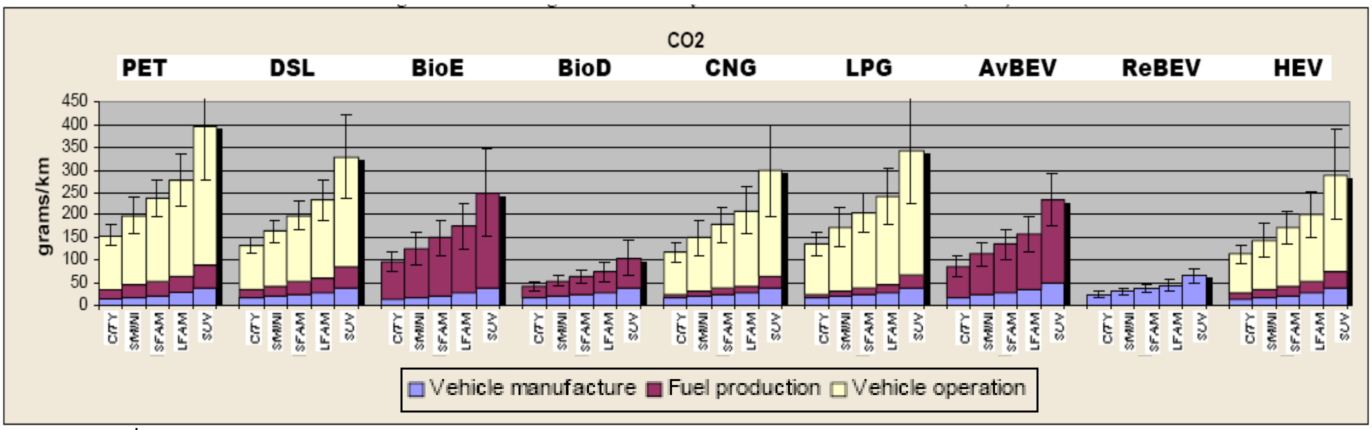
ในแต่ละประเภทพลังงานมีการประเมินรถยนต์นั่ง 5 ขนาด ตั้งแต่ขนาดเล็กที่สุดคือรถยนต์ในเมืองขนาดเล็ก (CITY) รถยนต์ขนาดเล็ก (SMINI: Super mini) รถครอบครัวขนาดเล็ก (SFAM: Small family car) รถครอบครัวขนาดใหญ่ (LFAM:Large family car)และรถยนต์สปอร์ต

อเนกประสงค์ (SUV: Sport utility vehicle) ผลการศึกษาเฉพาะในส่วนของการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ แสดงไว้ในภาพที่ 3.4 โดยรถยนต์ขนาดเล็กที่สุดคือขนาด CITY จะปรากฏในแท่งกราฟซ้ายสุดของแต่ละประเภทพลังงาน แท่งกราฟที่ติดกับ CITY คือ SMINI SFAM LFAM และ SUV ตามลำดับขนาดของรถยนต์

ภาพที่ 3.4

การปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของรถยนต์นั่งแบ่งตามประเภทพลังงาน

และขนาดรถยนต์ ตลอดวงจรผลิตภัณฑ์ชีวิตรถยนต์



ที่มา : Lifecycle assessment of vehicle fuels and technologies. Final report, London Borough of Camden, Ecolane

ผลการศึกษาเกี่ยวกับรถยนต์ไฮบริดและรถยนต์ปกติสรุปได้คือ

(1) รถยนต์เครื่องยนต์เบนซินปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์มากที่สุดตลอดวงจรผลิตภัณฑ์รถยนต์

(2) รถยนต์ไฮบริดลดการปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ถึงร้อยละ 27 เทียบกับรถยนต์เบนซินปกติ เมื่อมองทั้งวงจรชีวิตผลิตภัณฑ์รถยนต์

(3) **รถยนต์ไฮบริดสิ้นเปลืองน้ำมันน้อยกว่ารถยนต์ปกติและปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์น้อยกว่ารถยนต์ปกติร้อยละ 30 ในช่วงการใช้งานรถยนต์**

ผลสรุปงานวิจัยข้างต้น สามารถนำมาเป็นตัวเลขอ้างอิงในการคำนวณการลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในกรุงเทพฯ ได้ เนื่องจากมีการประเมินรถยนต์นั่ง (passenger car) ถึง 5 ขนาดในแต่ละเทคโนโลยี และเป็นงานวิจัยที่ศึกษาเพื่อกำหนดแนวทางการวางนโยบายสอดคล้องกับประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากงานวิจัยชิ้นนี้

สำหรับค่าการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของน้ำมันแต่ละลิตรจะใช้ข้อมูลจากคณะสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล ที่ประมาณการไว้ดังนี้ **แต่ละลิตรของน้ำมันเชื้อเพลิงจะปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ 2.5 กิโลกรัม** โดยให้**ค่าเฉลี่ยอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันของรถยนต์นั่งส่วนบุคคลอยู่ที่ 8.3 กิโลเมตรต่อลิตร**

สมมติฐานสำหรับการประมาณค่า

(1) จำนวนรถยนต์นั่งส่วนบุคคล 1,673,222 คัน ถูกแทนที่ด้วยรถยนต์ไฮบริดร้อยละ 10

(2) ระยะทางที่วิ่งต่อปีต่อคันเท่ากับ 20,000 กิโลเมตร

(3) อัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเฉลี่ย 8.3 กิโลเมตรต่อลิตร

(4) น้ำมัน 1 ลิตร ปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ 2.5 กิโลกรัม

(5) รถยนต์ไฮบริดลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ได้ ร้อยละ 30

วิธีการคำนวณ

(1) จำนวนรถยนต์ไฮบริดที่มาแทนที่รถยนต์ปกติ	=	1,673,222 x 0.1
	=	167,322 คัน
(2) ระยะทางที่รถทุกคันวิ่งรวมกัน	=	167,322 x 20,000
	=	3,346,440,000 กม. ต่อปี
(3) ใช้น้ำมันเชื้อเพลิง	=	3,346,440,000 / 8.3
	=	403,185,542 ลิตร
(4) ปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์	=	403,185,542 x 2.5
	=	1,007,963,855 กิโลกรัม
(5) รถยนต์ไฮบริดลดการปล่อยก๊าซได้	=	1,007,963,855 x 0.3
	=	302,389,157 กิโลกรัม

หรือ **ประมาณ 302 ล้านกิโลกรัม**

จากการคำนวณข้างต้น สรุปได้ว่าถ้าในกรุงเทพฯ มีการใช้รถยนต์ไฮบริดแทนที่รถยนต์ปกติร้อยละ 10 จะช่วยลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ระหว่างการใช้งานได้ถึง 302 ล้านกิโลกรัมต่อปี แต่ค่าที่ได้จะลดลงเล็กน้อยถ้าคำนึงถึงการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในช่วงการผลิตรถยนต์

บทที่ 4
การเปรียบเทียบค่าใช้จ่ายตลอดอายุการใช้งานระหว่างรถยนต์เบนซิน และรถยนต์ระบบเบนซินไฮบริด

การศึกษาในส่วนนี้จะวิเคราะห์ความคุ้มค่าทางการเงินของผู้บริโภคถ้าเลือกใช้รถยนต์ไฮบริดแทนรถยนต์ปกติ ทั้งนี้ ถ้ารถยนต์ไฮบริดมีราคาใกล้เคียงกับรถยนต์ปกติ รถยนต์ไฮบริดย่อมเข้ามาแทนที่ในตลาดรถยนต์ปกติอย่างชัดเจน เพราะมีประสิทธิภาพในการใช้น้ำมันเชื้อเพลิงสูงกว่าและมีพลังขับเคลื่อนไม่แตกต่างจากเดิมหรือดีกว่ารถยนต์ปกติด้วย เนื่องจากมีมอเตอร์ไฟฟ้าเข้ามาช่วยในระหว่างการเร่งแซงหรือขึ้นทางชัน รวมทั้งความเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม

อย่างไรก็ตาม รถยนต์ไฮบริดจะมีราคาจำหน่ายสูงกว่ารถยนต์ปกติที่มีคุณสมบัติอื่นใกล้เคียงกัน เพราะรถยนต์ไฮบริดมีมอเตอร์ไฟฟ้า แบตเตอรี่ และอุปกรณ์สำหรับระบบไฮบริดอื่นๆ เพิ่มเติมเข้ามา ทำให้ผู้บริโภคต้องคำนึงถึงต้นทุนทางการเงินโดยรวมตลอดอายุการใช้งานของรถยนต์ นั่นคือการประเมินว่าต้นทุนค่าน้ำมันเชื้อเพลิงที่ลดลงตลอดช่วงการใช้งานหลายปีนั้นสามารถชดเชยกับส่วนต่างของราคาจำหน่ายระหว่างรถยนต์สองชนิดได้หรือไม่

การศึกษาส่วนนี้จะเริ่มจากการอธิบายต้นทุนต่างๆ ที่เกิดขึ้นในการเป็นเจ้าของรถยนต์คันหนึ่ง จากนั้นจะสรุปลักษณะสำคัญของรถยนต์ที่จะนำมาเปรียบเทียบในงานวิจัยนี้ ต่อด้วยสมมติฐานในการคำนวณเปรียบเทียบ และแสดงผลการคำนวณแยกเป็น 3 กรณี คือ กรณีใช้รถยนต์น้อย ประมาณ 30 กิโลเมตรต่อวัน ใช้รถยนต์ปานกลาง 50 กิโลเมตรต่อวัน และใช้รถยนต์มาก 80 กิโลเมตรต่อวัน

4.1 **ต้นทุนของการเป็นเจ้าของรถยนต์ไฮบริด** (Mello, 2007)

ในสหรัฐฯ มีเว็บไซต์ที่ชื่อว่า Edmunds.com ให้ข้อมูลอย่างละเอียดเกี่ยวกับการเลือกซื้อรถยนต์ชนิดต่างๆ รวมถึงสูตรคำนวณค่าใช้จ่ายตลอดอายุการใช้งานของรถยนต์แต่ละรุ่น ดังนี้

ราคาซื้อรถยนต์ไฮบริด สูงกว่า รถยนต์ปกติ

รถยนต์เบนซินไฮบริดที่จำหน่ายในสหรัฐฯ มีราคาเฉลี่ยสูงกว่ารถยนต์เบนซินทั่วไป 2,500 – 3,000 เหรียญสหรัฐฯ หรือประมาณ 80,000 – 100,000 บาท อย่างไรก็ตาม ผู้บริโภคสามารถลดส่วนต่างตรงนี้ได้จากเครดิตภาษีที่รัฐบาลกลาง ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของ Energy Policy Act of 2005 จำนวนเครดิตที่ได้ขึ้นอยู่กับความสามารถในการประหยัดน้ำมันของรถแต่ละรุ่น เริ่มตั้งแต่ 250 เหรียญสำหรับ เชฟโรเลต ซิลเวอราโด ถึง 3,150 เหรียญสำหรับ พรีอุส นอกจากรัฐบาลกลางแล้วในแต่ละรัฐเองก็มีส่วนลดภาษีให้ด้วย

มาตรการเครดิตภาษีเป็นเพียงมาตรการกระตุ้นชั่วคราวเพื่อให้ผู้บริโภคสนใจรถยนต์ประเภทนี้ เมื่อผู้ผลิตรถยนต์ผลิตรถออกมาถึงจำนวนที่กำหนดไว้ จำนวนเครดิตภาษีที่รัฐสนับสนุนก็จะลดลงจนกระทั่งหมดสิทธิพิเศษไป (รายละเอียดเพิ่มเติมของมาตรการและนโยบายส่งเสริมการใช้รถยนต์ไฮบริดอยู่ในบทที่ 5)

ทั้งนี้ การประเมินมูลค่ารถยนต์ควรคำนึงถึงราคาขายต่อด้วย ถ้าราคาขายต่อสูงความคุ้มค่าของรถยนต์รุ่นนั้นก็มีสูง อย่างไรก็ตาม เนื่องจากรถไฮบริดยังใหม่สำหรับตลาดและเทคโนโลยีกำลังเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว ดังนั้น จึงค่อนข้างยากในการประมาณการราคาขายต่อของรถยนต์ไฮบริด

เบี้ยประกันรถยนต์ไฮบริด ต่ำกว่า รถยนต์ปกติ

มีงานวิจัยในสหรัฐฯ โดยบริษัทรับประกันภัยชี้ว่า ผู้ขับรถยนต์ไฮบริดมีความเสี่ยงจากการเกิดอุบัติเหตุน้อยกว่าผู้ขับรถยนต์ที่ไม่มีระบบไฮบริด ส่งผลให้บริษัทรับประกันภัยบางแห่งคิดเบี้ยประกันรถยนต์ไฮบริดต่ำกว่ารถยนต์ทั่วไปประมาณร้อยละ 5 – 10

ค่าซ่อมแซมอุปกรณ์ ไม่ต่างกัน

ผู้บริโภคหลายคนเป็นห่วงค่าใช้จ่ายส่วนเพิ่มในการซ่อมแซมอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องกับระบบไฮบริด เช่น แบตเตอรี่ อย่างไรก็ดี บริษัทผู้ผลิตรถยนต์มีการรับประกันค่าใช้จ่ายในส่วนนี้เป็นระยะเวลาถึง 8 ปี หรือ 100,000 ไมล์ ในบางรัฐรับประกันถึง 10 ปี หรือ 150,000 ไมล์ ซึ่งผลการทดสอบและจากการใช้งานจริงพบว่าอายุของแบตเตอรี่นานกว่าระยะเวลารับประกัน เช่น โตโยต้าเผยผลการทดสอบแบตเตอรี่ว่าสามารถใช้งานได้ถึง 180,000 ไมล์

การบำรุงรักษาตามระยะทาง ไม่ต่างกัน

รถยนต์ไฮบริดเกือบทุกรุ่นไม่ต้องการการดูแลรักษาเพิ่มเติมจากรถยนต์ปกติ ตัวเครื่องยนต์เบนซินที่อยู่ในรถยนต์ไฮบริดก็ต้องการการบำรุงรักษาตามระยะทางเช่นเดียวกับเครื่องยนต์เบนซินในรถยนต์ปกติ คือเปลี่ยนถ่ายน้ำมันเครื่องทุก 5,000 – 10,000 ไมล์

นอกจากนี้บางอุปกรณ์ เช่น ผ้าเบรก รถยนต์ไฮบริดไม่ต้องเปลี่ยนบ่อยเท่ากับรถยนต์ทั่วไป เนื่องจากรถไฮบริดมีระบบ regenerative braking ที่ช่วยลดความร้อนในระหว่างการเบรกได้ ทำให้ผ้าเบรกมีอายุการใช้งานนานขึ้น

การประหยัดน้ำมันเชื้อเพลิงของรถยนต์ไฮบริด ดีกว่า รถยนต์ปกติ

ประสิทธิภาพในการประหยัดน้ำมันเชื้อเพลิงของรถยนต์ไฮบริดสูงกว่ารถยนต์ปกติอย่างเห็นได้ชัด จำนวนเงินที่ประหยัดจากค่าน้ำมันเชื้อเพลิงนี้เอง ที่จะต้องนำมาเทียบกับส่วนเพิ่มของราคารถไฮบริด

ข้อมูลเกี่ยวกับต้นทุนการเป็นเจ้าของรถยนต์ไฮบริดที่แสดงไว้ข้างต้นเป็นข้อมูลในตลาดรถยนต์สหรัฐฯ ซึ่งไม่สามารถนำมาประเมินกับตลาดรถยนต์ไฮบริดในประเทศไทยได้โดยตรง จะต้องปรับเปลี่ยนให้เหมาะสมกับกรณีประเทศไทย

4.2 ลักษณะสำคัญของรถยนต์ที่นำมาศึกษา

รถยนต์ไฮบริดมีนำเข้ามาจำหน่ายในประเทศไทยหลายรุ่น ที่ได้รับความนิยมได้แก่ โตโยต้าอัลพาร์ดไฮบริดและโตโยต้าพรีอุส แต่สำหรับงานวิจัยครั้งนี้จะเลือกศึกษาเปรียบเทียบต้นทุนของรถยนต์**โตโยต้า คัมรี่ ไฮบริด** (2009 Toyota Camry Hybrid 2.4L 4-cyl ECVT) ที่เป็นรถไฮบริดขายดีอันดับสองของสหรัฐฯ ต่อจากพรีอุส กับ**โตโยต้า คัมรี่ รุ่นธรรมดา** (2009 Toyota Camry LE 2.4L 4-cyl 5AT)

สาเหตุที่เลือกรถรุ่นนี้มาศึกษา เนื่องจากโตโยต้าเป็นผู้ผลิตรถยนต์รายแรกที่ลงทุนเพิ่มสายการผลิตรถยนต์ไฮบริดในประเทศไทย โดยเริ่มต้นจากรุ่นคัมรี่ที่มีสายการผลิตอยู่แล้วที่โรงงานเกตเวย์ จังหวัดฉะเชิงเทรา และคาดว่าเริ่มผลิตและวางจำหน่ายได้ในปี 2552 ประมาณ 9,000 คันต่อปี (ผู้จัดการออนไลน์, 11 มิถุนายน 2551) ทำให้คัมรี่ ไฮบริด จะเป็นรถยนต์ระบบ

ไฮบริดที่มีจำนวนมากที่สุดในประเทศไทยทันทีภายในปีแรกที่ผลิต ลักษณะภายนอกของโตโยต้าคัมรี่แสดงไว้ในภาพที่ 4.1

ภาพที่ 4.1

ลักษณะภายนอกของรถยนต์โตโยต้า รุ่นคัมรี่ โมเดล 2009

ที่มา : http://www.toyota.com/camry/photo-gallery.html

คัมรี่ไฮบริดมีลักษณะภายนอกเหมือนกับคัมรี่รุ่นทั่วไปทุกประการ แต่อุปกรณ์ภายในแตกต่างกัน โดยเฉพาะระบบขับเคลื่อนซึ่งคัมรี่ไฮบริดจะมีมอเตอร์ไฟฟ้าเข้ามาช่วยเสริมแรง ทำให้แรงม้าโดยรวมของคัมรี่ไฮบริดสูงกว่าคัมรี่รุ่นธรรมดา นอกจากนี้คัมรี่ไฮบริดถูกออกแบบมาให้มีแรงต้านทานอากาศต่ำกว่ารุ่นธรรมดาด้วย รวมถึงมีอุปกรณ์พิเศษบางชิ้นที่คัมรี่ธรรมดาไม่มี ได้แก่

(1) ไฟหลังแบบ LED (Light-emitting diode) หลอดไฟชนิดนี้จะให้แสงสว่างต่อวัตต์สูงกว่าหลอดไฟทั่วไป ช่วยให้ประหยัดพลังงาน และมีอายุการใช้งานยาวนานกว่า

(2) มีระบบรวมศูนย์การสั่งการควบคุม หรือ Vehicle Dynamics Integrated Management (VDIM) คือระบบที่รวมศูนย์การควบคุมการทำงานของระบบต่างๆที่เกี่ยวข้องกับระบบการทรงตัวและความปลอดภัย เช่น ระบบเบรกป้องกันการล็อค (ABS) ระบบกระจายแรงเบรกแบบอิเล็กทรอนิกส์ (EBD) ระบบควบคุมการลื่นไถล (TRC) ระบบควบคุมการทรงตัว (VSC) และระบบพวงมาลัยพาวเวอร์ไฟฟ้า (EPS) เป็นต้น

(3) มีระบบจัดการการปรับอากาศ (Heating, Ventilating, Air Conditioning: HVAC) ที่สามารถทำงานได้เมื่อเครื่องยนต์ถูกตัดการทำงาน

(4) มีปุ่ม ECO ที่สามารถควบคุมระบบจัดการการปรับอากาศ HVAC ให้สามารถใช้พลังงานตามที่กำหนดได้

ด้านมาตรฐานไอเสีย (Emission Standard) คัมรี่ไฮบริดก็ได้รับมาตรฐานระดับที่สูงกว่าคัมรี่รุ่นธรรมดา และมีประสิทธิภาพการใช้น้ำมันเชื้อเพลิงสูงกว่าอย่างเห็นได้ชัด คุณสมบัติสำคัญที่แตกต่างกันของรถยนต์ทั้งสองรุ่น แสดงไว้ในตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1

คุณลักษณะสำคัญของรถยนต์โตโยต้าคัมรี่ ไฮบริด และโตโยต้าคัมรี่

	โตโยต้า คัมรี่ ไฮบริด	**โตโยต้า คัมรี่** (LE)
อุปกรณ์ขับเคลื่อน	เครื่องยนต์เบนซินไฮบริดและมอเตอร์ไฟฟ้า แรงม้าสูงสุด 187 hp	เครื่องยนต์เบนซิน แรงม้าสูงสุด 158 hp
เครื่องยนต์	เครื่องยนต์เบนซินไฮบริดขนาด 2.4 ลิตร DOHC 16-valve VVT-i 4 สูบ แรงม้าสูงสุด 147 hp ที่ 6,000 รอบต่อนาที แรงบิดสูงสุด 138 lb.-ft. ที่ 4,400 รอบต่อนาที	เครื่องยนต์เบนซินขนาด 2.4 ลิตร DOHC 16-valve VVT-i 4 สูบ แรงม้าสูงสุด 158 hp ที่ 6,000 รอบต่อนาที แรงบิดสูงสุด 161 lb.-ft. ที่ 4,000 รอบต่อนาที
มอเตอร์ไฟฟ้า และแบตเตอรี่	มอเตอร์ไฟฟ้าขนาด 650 V แรงบิด 199 lb.-ft ที่ 0-1,500 รอบต่อนาที แบตเตอรี่แบบ Nickel-Metal Hydride 224.8 V ให้แรงม้าสูงสุด 40 hp	
เกียร์	เกียร์อัตโนมัติแบบสายพาน ECVT (Electronically controlled continuously variable transmission and sequential shift)	เกียร์อัตโนมัติ 5 - speed ECT-i (electronically controlled automatic overdrive with intelligence)
ระบบเบรค	Power-assisted ventilated front/solid rear disc มี ABS และ regenerative braking	Power-assisted ventilated front/solid rear disc 4-channel 3-sensor มี ABS และระบบกระจายแรงเบรก (EBD)
ความสูงจากพื้น (Ground clearance)	5.9 นิ้ว	5.5 นิ้ว
สัมประสิทธิ์ แรงต้านทานอากาศ	0.27	0.28
น้ำหนักรถ (curb weight)	3680 ปอนด์	3307 ปอนด์
พื้นที่ใส่สัมภาระ (พับเบาะหลังขึ้น)	10.6 ลูกบาศก์ฟุต	15 ลูกบาศก์ฟุต
ความจุถังน้ำมัน	17.2 แกลอน	18.5 แกลอน
ประสิทธิภาพ การใช้น้ำมันเชื้อเพลิง	ในเมือง 33 ไมล์ต่อแกลอน (14 กม.ต่อลิตร) นอกเมือง 34 ไมล์ต่อแกลอน (14.5 กม.ต่อลิตร)	ในเมือง 21 ไมล์ต่อแกลอน (8.9 กม.ต่อลิตร) นอกเมือง 31 ไมล์ต่อแกลอน (13.2 กม. ต่อลิตร)
มาตรฐานไอเสีย	Advanced Technology Partial Zero Emission Vehicle (AT-PZEV)	Ultra Low Emission Vehicle (ULEV-II)

ที่มา : เรียบเรียงจาก http://www.toyota.com/camry/specs.html

ข้อมูลคุณสมบัติของรถยนต์คัมรี่ไฮบริดเทียบกับคัมรี่ธรรมดา นำมาจากเว็บไซต์ของโตโยต้า ซึ่งเป็นคุณสมบัติของรถที่จำหน่ายในสหรัฐฯ เมื่อนำมาผลิตในประเทศไทยอาจมีความแตกต่างกันบ้างในรายละเอียด

4.3 ข้อสมมติในการคำนวณเปรียบเทียบ

การคำนวณเปรียบเทียบความคุ้มค่าทางการเงินของรถยนต์ไฮบริดในงานวิจัยนี้ เป็นการพิจารณาค่าใช้จ่ายสำหรับน้ำมันเชื้อเพลิงที่ลดลงได้ตลอดอายุการใช้งาน สามารถชดเชยกับราคารถยนต์ไฮบริดที่สูงกว่ารถยนต์ทั่วไป รวมกับค่าใช้จ่ายส่วนเพิ่มในการบำรุงรักษารถยนต์หรือไม่ และถ้าคุ้มค่าจะคุ้มค่าภายในระยะเวลากี่ปี คือการหาจุดคุ้มทุนนั่นเอง

โดยมีการกำหนดข้อสมมติต่างๆ ดังนี้

(1) ระยะทางที่รถวิ่งตลอดอายุการใช้งาน
(2) อัตราการบริโภคน้ำมันของรถที่นำมาเปรียบเทียบกัน
(3) ค่าน้ำมันเชื้อเพลิงเฉลี่ยตั้งแต่วันที่ซื้อจนสิ้นสุดอายุการใช้งาน
(4) ค่าใช้จ่ายส่วนเพิ่มในการบำรุงรักษารถยนต์ไฮบริด
(5) ส่วนต่างราคาของรถไฮบริดกับรถทั่วไป ในที่นี้คือราคาคัมรี่ไฮบริดที่สูงกว่าคัมรี่ธรรมดา

สำหรับตัวแปรตัวแรกคือระยะทางที่รถวิ่งตลอดอายุการใช้งาน เนื่องจากแต่ละคนมีปริมาณการใช้รถไม่เท่ากัน ดังนั้น จึงแบ่งการเปรียบเทียบออกเป็น 3 กรณี คือ กรณีสำหรับผู้ใช้รถยนต์น้อย ประมาณ 30 กิโลเมตรต่อวัน กรณีสำหรับผู้ใช้รถยนต์ปานกลาง 50 กิโลเมตรต่อวัน และกรณีสำหรับผู้ใช้รถยนต์มาก 80 กิโลเมตรต่อวัน โดยกำหนดอายุการใช้งานรถยนต์แยกเป็น 2 กรณี คือ 8 ปี และ 12 ปี

ตัวแปรที่สองคืออัตราการบริโภคน้ำมันของคัมรี่ไฮบริดและคัมรี่ธรรมดา จะใช้ค่าที่แสดงในเว็บไซท์ของโตโยต้า ซึ่งเป็นค่าที่ได้จากการวัดโดยองค์กร Environmental Protection Agency ของสหรัฐฯ ปี 2551 โดยแยกเป็นประสิทธิภาพการใช้น้ำมันในเมืองและนอกเมือง(“นอกเมือง” หมายถึงถนนที่การจราจรไม่ติดขัด ภาษาอังกฤษใช้คำว่า “Highway”) จะทำการเปรียบเทียบอัตราการใช้น้ำมันเมื่อสัดส่วนการใช้รถยนต์ในเมืองและนอกเมืองเปลี่ยนแปลงไป 3 กรณี ได้แก่ ในเมือง 55: นอกเมือง 45 เป็นสัดส่วนที่เหมาะสมกับสภาพการจราจรในสหรัฐอเมริกา

ซึ่งการจราจรติดขัดน้อยกว่ากรุงเทพ ดังนั้นจึงทำการคำนวณเพิ่มเติมเพื่อให้สอดคล้องกับสภาพการจราจรของกรุงเทพอีก 2 กรณี ได้แก่ ในเมือง 80 : นอกเมือง 20 และในเมือง 100 : นอกเมือง 0

ตัวแปรต่อมาคือค่าน้ำมันเชื้อเพลิงเฉลี่ยตั้งแต่วันที่ซื้อจนสิ้นสุดอายุการใช้งาน โดยสมมติค่าน้ำมันเชื้อเพลิงเป็น 4 กรณี คือ ราคาเฉลี่ยลิตรละ 40 บาท ซึ่งใกล้เคียงกับราคาน้ำมันในปัจจุบัน ที่รัฐบาลประกาศลดภาษีสรรพสามิตน้ำมันเป็นการชั่วคราว ราคาเฉลี่ยลิตรละ 45 บาท ราคาเฉลี่ยลิตรละ 55 บาท และกรณีคาดว่าราคาน้ำมันจะพุ่งขึ้นอย่างต่อเนื่องที่ราคาเฉลี่ยลิตรละ 65 บาท ทั้งนี้ ให้ถือว่าราคาน้ำมันเฉลี่ยที่สมมติขึ้นนี้เป็นมูลค่าของเงิน ณ เวลาปัจจุบัน

ตัวแปรที่สี่ คือค่าใช้จ่ายส่วนเพิ่มในการบำรุงรักษารถยนต์ไฮบริดที่มากกว่ารถยนต์ทั่วไป จากข้อมูลที่กล่าวมาแล้ว พบว่ารถยนต์ไฮบริดไม่ต้องการการบำรุงรักษาเป็นพิเศษ ยกเว้นเพียงแบตเตอรี่ซึ่งในการคำนวณนี้ กำหนดให้มีการเปลี่ยนแบตเตอรี่ทุก 4 ปี และเสียค่าใช้จ่ายในการเปลี่ยนครั้งละ 200,000 บาท ทั้งนี้ ให้ถือว่าค่าใช้จ่ายในการเปลี่ยนแบตเตอรี่เป็นมูลค่าของเงิน ณ เวลาปัจจุบัน โดยนำไปบวกเพิ่มกับราคาจำหน่ายรถยนต์ไฮบริด

ตัวแปรสุดท้ายคือส่วนต่างราคาของคัมรี่ไฮบริดและคัมรี่ธรรมดา ในประเทศสหรัฐฯ ซึ่งมีรถยนต์ไฮบริดจำหน่ายหลายปีแล้วซึ่งมีข้อมูลส่วนนี้ชัดเจน แต่ในประเทศไทยรถยนต์คัมรี่ไฮบริดจะเริ่มผลิตในปีหน้า (พ.ศ. 2552) และราคาก็ยังไม่เปิดเผยออกมา อย่างไรก็ตาม คาดว่าส่วนต่างราคาจำหน่ายรถยนต์คัมรี่ไฮบริดกับคัมรี่ธรรมดาจะอยู่ที่ประมาณ 200,000 ถึง 400,000 บาท จึงทำการคำนวณโดยแยกเป็น 3 กรณี คือ ส่วนต่าง 200,000 บาท ส่วนต่าง 300,000 บาท และส่วนต่าง 400,000 บาท

สรุปข้อสมมติในการคำนวณ แยกตามกรณีได้ดังนี้

กรณีที่ ผู้ใช้รถยนต์น้อย ประมาณ 30 กิโลเมตรต่อวัน

กรณีที่ ผู้ใช้รถยนต์ปานกลาง ประมาณ 50 กิโลเมตรต่อวัน

กรณีที่ ผู้ใช้รถยนต์มาก ประมาณ 80 กิโลเมตรต่อวัน

ในทุกกรณีข้างต้น กำหนดให้รถยนต์ทั้งสองชนิดมีอายุการใช้งานเท่ากันคือ 8 และ 12 ปี และมีประสิทธิภาพการใช้น้ำมันเชื้อเพลิงดังนี้

คัมรี่ไฮบริด (ในเมือง) : 14 กิโลเมตรต่อลิตร

คัมรี่ไฮบริด (นอกเมือง) : 14.5 กิโลเมตรต่อลิตร

คัมรี่ธรรมดา (ในเมือง) : 8.9 กิโลเมตรต่อลิตร

คัมรี่ธรรมดา (นอกเมือง) : 13.2 กิโลเมตรต่อลิตร

โดยในแต่ละกรณีจะแบ่งเป็นกรณีย่อยเพื่อเปรียบเทียบผลกระทบของปัจจัยด้านราคาน้ำมัน ดังนี้

- ราคาน้ำมันเบนซินเฉลี่ยตลอดอายุการใช้งาน 40 บาท
- ราคาน้ำมันเบนซินเฉลี่ยตลอดอายุการใช้งาน 45 บาท
- ราคาน้ำมันเบนซินเฉลี่ยตลอดอายุการใช้งาน 55 บาท
- ราคาน้ำมันเบนซินเฉลี่ยตลอดอายุการใช้งาน 65 บาท

การคำนวณเปรียบเทียบจะคำนึงถึงสัดส่วนการใช้งานในเมืองและนอกเมืองด้วย แบ่งเป็น 3 กรณีย่อย ดังนี้

- ใช้งานในเมืองร้อยละ 55 นอกเมืองร้อยละ 45
- ใช้งานในเมืองร้อยละ 80 นอกเมืองร้อยละ 20
- ใช้งานในเมืองร้อยละ 100

เมื่อได้ความสามารถในการประหยัดน้ำมันเชื้อเพลิงของรถยนต์ไฮบริดในกรณีต่างๆ ข้างต้น จากนั้นจึงเป็นการหาจุดคุ้มทุนของการซื้อรถยนต์ไฮบริดเทียบกับรถยนต์ธรรมดา โดยแบ่งเป็น 2 กรณีใหญ่ ได้แก่

กรณีเปลี่ยนแบตเตอรี่ครั้งเดียว อายุการใช้งานรวม 8 ปี แบ่งได้เป็น 3 กรณี ดังนี้

- ส่วนต่างราคา 200,000 บาท และค่าเปลี่ยนแบตเตอรี่ 200,000 บาท
- ส่วนต่างราคา 300,000 บาท และค่าเปลี่ยนแบตเตอรี่ 200,000 บาท
- ส่วนต่างราคา 400,000 บาท และค่าเปลี่ยนแบตเตอรี่ 200,000 บาท

กรณีเปลี่ยนแบตเตอรี่ 2 ครั้ง อายุการใช้งานรวม 12 ปี สามารถแจกแจงเป็นกรณีย่อยได้ดังนี้

- ส่วนต่างราคา 200,000 บาท และค่าเปลี่ยนแบตเตอรี่ 400,000 บาท
- ส่วนต่างราคา 300,000 บาท และค่าเปลี่ยนแบตเตอรี่ 400,000 บาท
- ส่วนต่างราคา 400,000 บาท และค่าเปลี่ยนแบตเตอรี่ 400,000 บาท

4.4 ผลการคำนวณ

กรณีที่ ผู้ใช้รถยนต์น้อยประมาณ 30 กิโลเมตรต่อวัน

ตารางที่ 4.2

ผลการคำนวณเปรียบเทียบความสามารถในการประหยัดน้ำมันเชื้อเพลิงของกรณีผู้ใช้รถยนต์น้อย แบ่งตามสัดส่วนการใช้งานในเมืองและนอกเมือง ราคาน้ำมัน และอายุการใช้งาน

รายการ	ในเมือง/นอกเมือง : 55/45		ในเมือง/นอกเมือง : 80/20		ในเมืองเท่านั้น	
	คัมรี่ ไฮบริด	คัมรี่	คัมรี่ ไฮบริด	คัมรี่	คัมรี่ ไฮบริด	คัมรี่
อัตราการบริโภคน้ำมัน ในเมือง (กม./ลิตร)	14	8.9	14	8.9	14	8.9
อัตราการบริโภคน้ำมัน นอกเมือง (กม./ลิตร)	14.5	13.2	14.5	13.2	14.5	13.2
อัตราส่วนการใช้งานในเมือง/นอกเมือง	0.55	0.45	0.80	0.20	1.00	0.00
อัตราการบริโภคน้ำมันเฉลี่ย (กม./ลิตร)	14.2	10.8	14.1	9.8	14.0	8.9
ระยะทางที่ใช้รถต่อวัน (กม.)	30	30	30	30	30	30
ระยะทางที่ใช้รถต่อปี (กม.)	10950	10950	10950	10950	10950	10950
จำนวนน้ำมันที่ใช้ต่อปี (ลิตร)	770	1011	777	1122	782	1230
ไฮบริดลดการใช้น้ำมันได้ ต่อปี (ลิตร)	241		345		448	
อายุการใช้งาน (ปี)	8		8		8	
ไฮบริดลดการใช้น้ำมันได้ ตลอดอายุ (ลิตร)	1927		2763		3586	
อายุการใช้งาน (ปี)	12		12		12	
ไฮบริดลดการใช้น้ำมันได้ ตลอดอายุ (ลิตร)	2890		4144		5378	
***ประมาณราคาน้ำมันต่อลิตร (บาท)**	**40**		**40**		**40**	
ไฮบริดประหยัดค่าน้ำมันตลอดอายุ 8 ปี (บาท)	77070		110506		143422	
ไฮบริดประหยัดค่าน้ำมันตลอดอายุ 12 ปี (บาท)	115604		165759		215133	
***ประมาณราคาน้ำมันต่อลิตร (บาท)**	**45**		**45**		**45**	
ไฮบริดประหยัดค่าน้ำมันตลอดอายุ 8 ปี (บาท)	86703		124319		161350	
ไฮบริดประหยัดค่าน้ำมันตลอดอายุ 12 ปี (บาท)	130055		186478		242025	
***ประมาณราคาน้ำมันต่อลิตร (บาท)**	**55**		**55**		**55**	
ไฮบริดประหยัดค่าน้ำมันตลอดอายุ 8 ปี (บาท)	105971		151945		197205	
ไฮบริดประหยัดค่าน้ำมันตลอดอายุ 12 ปี (บาท)	158956		227918		295808	
***ประมาณราคาน้ำมันต่อลิตร (บาท)**	**65**		**65**		**65**	
ไฮบริดประหยัดค่าน้ำมันตลอดอายุ 8 ปี (บาท)	125238		179572		233061	
ไฮบริดประหยัดค่าน้ำมันตลอดอายุ 12 ปี (บาท)	187857		269358		349591	

ที่มา: จากผู้วิจัย

จากตารางที่ 4.2 แสดงค่าความสามารถในการประหยัดค่าน้ำมันเชื้อเพลิงตลอดอายุการใช้งานของผู้ที่เดินทางด้วยรถยนต์ไฮบริดแทนรถยนต์ธรรมดา ประมาณ 30 กิโลเมตรต่อวัน ในตารางต่อไปเป็นการนำข้อมูลจากตารางที่ 4.2 เพื่อไปประมวลผลหาระยะเวลาคุ้มทุนของส่วนต่างราคารถยนต์ไฮบริดรวมค่าเปลี่ยนแบตเตอรี่ เทียบกับราคารถยนต์รุ่นธรรมดา ผลการคำนวณแสดงไว้ในตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3

ผลการคำนวณระยะเวลาคุ้มทุนในการใช้รถยนต์ไฮบริดแทนรถยนต์ธรรมดา แบ่งตามสัดส่วนการใช้งานในเมือง ราคาน้ำมันเฉลี่ย ส่วนต่างราคารถไฮบริดกับรถธรรมดา และจำนวนครั้งที่เปลี่ยนแบตเตอรี่ กรณีใช้รถยนต์ 30 กิโลเมตรต่อวัน

อายุการใช้งาน/จำนวนครั้งการเปลี่ยนแบตเตอรี่	ส่วนต่างราคา (บาท)	ค่าเปลี่ยนแบตเตอรี่ (บาท)	จุดคุ้มทุน (ปี) ของการใช้รถไฮบริดแทนรถยนต์ธรรมดา											
			ในเมือง/นอกเมือง : 55/45				ในเมือง/นอกเมือง : 80/20				ในเมืองเท่านั้น			
			ราคาน้ำมันเฉลี่ยตลอดอายุการใช้งาน (บาทต่อลิตร)											
			40	45	55	65	40	45	55	65	40	45	55	65
8 ปี / 1 ครั้ง)	200,000	200,000	41.5	36.9	30.2	25.6	29.0	25.7	21.1	17.8	22.3	19.8	16.2	13.7
	300,000	200,000	51.9	46.1	37.7	31.9	36.2	32.2	26.3	22.3	27.9	24.8	20.3	17.2
	400,000	200,000	62.3	55.4	45.3	38.3	43.4	38.6	31.6	26.7	33.5	29.7	24.3	20.6
12 ปี / 2 ครั้ง)	200,000	400,000	62.3	55.4	45.3	38.3	43.4	38.6	31.6	26.7	33.5	29.7	24.3	20.6
	300,000	400,000	72.7	64.6	52.8	44.7	50.7	45.0	36.9	31.2	39.0	34.7	28.4	24.0
	400,000	400,000	83.0	73.8	60.4	51.1	57.9	51.5	42.1	35.6	44.6	39.7	32.5	27.5

ที่มา: จากผู้วิจัย

จากตารางที่ 4.3 พบว่า สำหรับผู้ใช้รถยนต์เพียงวันละ 30 กิโลเมตรต่อวัน ค่าใช้จ่ายน้ำมันเชื้อเพลิงที่รถไฮบริดช่วยประหยัดลงได้ จะไม่สามารถชดเชยส่วนต่างราคารวมค่าเปลี่ยนแบตเตอรี่ได้ ทั้งกรณีใช้งาน 8 ปี เปลี่ยนแบตเตอรี่ 1 ครั้ง และกรณีใช้งาน 12 ปี เปลี่ยนแบตเตอรี่ 2 ครั้ง

โดยเงื่อนไขที่ใกล้เคียงจุดคุ้มทุนมากที่สุดสำหรับกรณีนี้คือใช้งานในเมืองเท่านั้น ราคาน้ำมันเฉลี่ยลิตรละ 65 บาท อายุการใช้งาน 8 ปี เปลี่ยนแบตเตอรี่ 1 ครั้ง มีส่วนต่างราคารถทั้งสองชนิดอยู่ที่ 200,000 บาท ซึ่งเงื่อนไขดังกล่าวนี้ยังต้องใช้เวลาเกือบ 14 ปี จึงจะคุ้มทุน แต่รถยนต์มีอายุการใช้งานเพียง 8 ปีเท่านั้น

กรณีที่ ผู้ใช้รถยนต์ปานกลางประมาณ 50 กิโลเมตรต่อวัน

ตารางที่ 4.4

ผลการคำนวณเปรียบเทียบความสามารถในการประหยัดน้ำมันเชื้อเพลิงของกรณีผู้ใช้รถยนต์ปานกลาง แบ่งตามสัดส่วนการใช้งานในเมืองและนอกเมือง ราคาน้ำมัน และอายุการใช้งาน

รายการ	ในเมือง/นอกเมือง : 55/45		ในเมือง/นอกเมือง : 80/20		ในเมืองเท่านั้น	
	คัมรี่ ไฮบริด	คัมรี่	คัมรี่ ไฮบริด	คัมรี่	คัมรี่ ไฮบริด	คัมรี่
อัตราการบริโภคน้ำมัน ในเมือง (กม./ลิตร)	14	8.9	14	8.9	14	8.9
อัตราการบริโภคน้ำมัน นอกเมือง (กม./ลิตร)	14.5	13.2	14.5	13.2	14.5	13.2
อัตราส่วนการใช้งานในเมือง/นอกเมือง	0.55	0.45	0.80	0.20	1.00	0.00
อัตราการบริโภคน้ำมันเฉลี่ย (กม./ลิตร)	14.2	10.8	14.1	9.8	14.0	8.9
ระยะทางที่ใช้รถต่อวัน (กม.)	50	50	50	50	50	50
ระยะทางที่ใช้รถต่อปี (กม.)	18250	18250	18250	18250	18250	18250
จำนวนน้ำมันที่ใช้ต่อปี (ลิตร)	1283	1684	1294	1870	1304	2051
ไฮบริดลดการใช้น้ำมันได้ ต่อปี (ลิตร)	401		576		747	
อายุการใช้งาน (ปี)	8		8		8	
ไฮบริดลดการใช้น้ำมันได้ ตลอดอายุ (ลิตร)	3211		4604		5976	
อายุการใช้งาน (ปี)	12		12		12	
ไฮบริดลดการใช้น้ำมันได้ ตลอดอายุ (ลิตร)	4817		6907		8964	
***ประมาณราคาน้ำมันต่อลิตร (บาท)**	40		40		40	
ไฮบริดประหยัดค่าน้ำมันตลอดอายุ 8 ปี (บาท)	128449		184176		239037	
ไฮบริดประหยัดค่าน้ำมันตลอดอายุ 12 ปี (บาท)	192674		276264		358555	
***ประมาณราคาน้ำมันต่อลิตร (บาท)**	45		45		45	
ไฮบริดประหยัดค่าน้ำมันตลอดอายุ 8 ปี (บาท)	144505		207198		268917	
ไฮบริดประหยัดค่าน้ำมันตลอดอายุ 12 ปี (บาท)	216758		310797		403375	
***ประมาณราคาน้ำมันต่อลิตร (บาท)**	55		55		55	
ไฮบริดประหยัดค่าน้ำมันตลอดอายุ 8 ปี (บาท)	176618		253242		328676	
ไฮบริดประหยัดค่าน้ำมันตลอดอายุ 12 ปี (บาท)	264926		379864		493014	
***ประมาณราคาน้ำมันต่อลิตร (บาท)**	65		65		65	
ไฮบริดประหยัดค่าน้ำมันตลอดอายุ 8 ปี (บาท)	208730		299286		388435	
ไฮบริดประหยัดค่าน้ำมันตลอดอายุ 12 ปี (บาท)	313095		448930		582652	

ที่มา: จากผู้วิจัย

จากตารางที่ 4.4 แสดงค่าความสามารถในการประหยัดค่าน้ำมันเชื้อเพลิงตลอดอายุการใช้งานของผู้ที่เดินทางด้วยรถยนต์ไฮบริดแทนรถยนต์ธรรมดา ประมาณ 50 กิโลเมตรต่อวัน ในตารางต่อไปเป็นการนำข้อมูลจากตารางที่ 4.4 เพื่อไปประมวลผลหาระยะเวลาคุ้มทุนของส่วนต่างราคารถยนต์ไฮบริดรวมค่าเปลี่ยนแบตเตอรี่ เทียบกับราคารถยนต์รุ่นธรรมดา ผลการคำนวณแสดงไว้ในตารางที่ 4.5

ตารางที่ 4.5

ผลการคำนวณระยะเวลาคุ้มทุนในการใช้รถยนต์ไฮบริดแทนรถยนต์ธรรมดา แบ่งตามสัดส่วนการใช้งานในเมือง ราคาน้ำมันเฉลี่ย ส่วนต่างราคารถไฮบริดกับรถธรรมดา และจำนวนครั้งที่เปลี่ยนแบตเตอรี่ กรณีใช้รถยนต์ 50 กิโลเมตรต่อวัน

อายุการใช้งาน/จำนวนครั้งการเปลี่ยนแบตเตอรี่	**ส่วนต่างราคา (บาท)**	**ค่าเปลี่ยนแบตเตอรี่ (บาท)**	**จุดคุ้มทุน (ปี) ของการใช้รถไฮบริดแทนรถยนต์ธรรมดา**											
			ในเมือง/นอกเมือง : 55/45				**ในเมือง/นอกเมือง : 80/20**				**ในเมืองเท่านั้น**			
			ราคาน้ำมันเฉลี่ยตลอดอายุการใช้งาน (บาทต่อลิตร)											
			40	45	55	65	40	45	55	65	40	45	55	65
8 ปี / 1 ครั้ง)	200,000	200,000	24.9	22.1	18.1	15.3	17.4	15.4	12.6	10.7	13.4	11.9	9.7	8.2
	300,000	200,000	31.1	27.7	22.6	19.2	21.7	19.3	15.8	13.4	16.7	14.9	12.2	10.3
	400,000	200,000	37.4	33.2	27.2	23.0	26.1	23.2	19.0	16.0	20.1	17.8	14.6	12.4
12 ปี / 2 ครั้ง)	200,000	400,000	37.4	33.2	27.2	23.0	26.1	23.2	19.0	16.0	20.1	17.8	14.6	12.4
	300,000	400,000	43.6	38.8	31.7	26.8	30.4	27.0	22.1	18.7	23.4	20.8	17.0	14.4
	400,000	400,000	49.8	44.3	36.2	30.7	34.7	30.9	25.3	21.4	26.8	23.8	19.5	16.5

ที่มา: จากผู้วิจัย

จากตารางที่ 4.5 พบว่า สำหรับผู้ใช้รถยนต์วันละ 50 กิโลเมตรต่อวัน ค่าใช้จ่ายน้ำมันเชื้อเพลิงที่รถไฮบริดช่วยประหยัดลงได้ จะไม่สามารถชดเชยส่วนต่างราคารวมค่าเปลี่ยนแบตเตอรี่ได้ ทั้งกรณีใช้งาน 8 ปี เปลี่ยนแบตเตอรี่ 1 ครั้ง และกรณีใช้งาน 12 ปี เปลี่ยนแบตเตอรี่ 2 ครั้ง

โดยเงื่อนไขที่ใกล้เคียงจุดคุ้มทุนมากที่สุดสำหรับกรณีนี้คือใช้งานในเมืองเท่านั้น ราคาน้ำมันเฉลี่ยลิตรละ 65 บาท อายุการใช้งาน 8 ปี เปลี่ยนแบตเตอรี่ 1 ครั้ง มีส่วนต่างราคารถทั้งสองชนิดอยู่ที่ 200,000 บาท ซึ่งเงื่อนไขดังกล่าวนี้ใช้เวลาประมาณ 8 ปี 2 เดือน ใกล้เคียงกับอายุการใช้งานของรถยนต์ที่สมมติไว้

อีกกรณีที่ระยะเวลาคืนทุนใกล้เคียงกับอายุการใช้งานรถยนต์คือกรณีใช้งาน 12 ปี เปลี่ยนแบตเตอรี่ 2 ครั้ง ราคาน้ำมันเฉลี่ยลิตรละ 65 บาท มีส่วนต่างราคารถยนต์ทั้งสองชนิดที่ 200,000 บาท ซึ่งเงื่อนไขนี้ใช้เวลาประมาณ 12 ปี 4 เดือน เพื่อคืนส่วนต่างราคารถยนต์ไฮบริด

กรณีที่ ผู้ใช้รถยนต์มากประมาณ 80 กิโลเมตรต่อวัน

ตารางที่ 4.6

ผลการคำนวณเปรียบเทียบความสามารถในการประหยัดน้ำมันเชื้อเพลิงของกรณีผู้ใช้รถยนต์มาก แบ่งตามสัดส่วนการใช้งานในเมืองและนอกเมือง ราคาน้ำมัน และอายุการใช้งาน

รายการ	ในเมือง/นอกเมือง : 55/45		ในเมือง/นอกเมือง : 80/20		ในเมืองเท่านั้น	
	คัมรี่ ไฮบริด	คัมรี่	คัมรี่ ไฮบริด	คัมรี่	คัมรี่ ไฮบริด	คัมรี่
อัตราการบริโภคน้ำมัน ในเมือง (กม./ลิตร)	14	8.9	14	8.9	14	8.9
อัตราการบริโภคน้ำมัน นอกเมือง (กม./ลิตร)	14.5	13.2	14.5	13.2	14.5	13.2
อัตราส่วนการใช้งานในเมือง/นอกเมือง	0.55	0.45	0.80	0.20	1.00	0.00
อัตราการบริโภคน้ำมันเฉลี่ย (กม./ลิตร)	14.2	10.8	14.1	9.8	14.0	8.9
ระยะทางที่ใช้รถต่อวัน (กม.)	80	80	80	80	80	80
ระยะทางที่ใช้รถต่อปี (กม.)	29200	29200	29200	29200	29200	29200
จำนวนน้ำมันที่ใช้ต่อปี (ลิตร)	2053	2695	2071	2992	2086	3281
ไฮบริดลดการใช้น้ำมันได้ ต่อปี (ลิตร)	642		921		1195	
อายุการใช้งาน (ปี)	8		8		8	
ไฮบริดลดการใช้น้ำมันได้ ตลอดอายุ (ลิตร)	5138		7367		9561	
อายุการใช้งาน (ปี)	12		12		12	
ไฮบริดลดการใช้น้ำมันได้ ตลอดอายุ (ลิตร)	7707		11051		14342	
***ประมาณราคาน้ำมันต่อลิตร (บาท)**	40		40		40	
ไฮบริดประหยัดค่าน้ำมันตลอดอายุ 8 ปี (บาท)	205519		294682		382459	
ไฮบริดประหยัดค่าน้ำมันตลอดอายุ 12 ปี (บาท)	308278		442023		573689	
***ประมาณราคาน้ำมันต่อลิตร (บาท)**	45		45		45	
ไฮบริดประหยัดค่าน้ำมันตลอดอายุ 8 ปี (บาท)	231209		331517		430266	
ไฮบริดประหยัดค่าน้ำมันตลอดอายุ 12 ปี (บาท)	346813		497276		645400	
***ประมาณราคาน้ำมันต่อลิตร (บาท)**	55		55		55	
ไฮบริดประหยัดค่าน้ำมันตลอดอายุ 8 ปี (บาท)	282588		405188		525881	
ไฮบริดประหยัดค่าน้ำมันตลอดอายุ 12 ปี (บาท)	423882		607782		788822	
***ประมาณราคาน้ำมันต่อลิตร (บาท)**	65		65		65	
ไฮบริดประหยัดค่าน้ำมันตลอดอายุ 8 ปี (บาท)	333968		478858		621496	
ไฮบริดประหยัดค่าน้ำมันตลอดอายุ 12 ปี (บาท)	500952		718287		932244	

ที่มา: จากผู้วิจัย

จากตารางที่ 4.6 แสดงค่าความสามารถในการประหยัดค่าน้ำมันเชื้อเพลิงตลอดอายุการใช้งานของผู้ที่เดินทางด้วยรถยนต์ไฮบริดแทนรถยนต์ธรรมดา ประมาณ 80 กิโลเมตรต่อวัน ในตารางต่อไปเป็นการนำข้อมูลจากตารางที่ 4.6 เพื่อไปประมวลผลหาระยะเวลาคุ้มทุนของส่วนต่างราคารถยนต์ไฮบริดรวมค่าเปลี่ยนแบตเตอรี่ เทียบกับราคารถยนต์รุ่นธรรมดา ผลการคำนวณแสดงไว้ในตารางที่ 4.7

ตารางที่ 4.7
ผลการคำนวณระยะเวลาคุ้มทุนในการใช้รถยนต์ไฮบริดแทนรถยนต์ธรรมดา แบ่งตามสัดส่วนการใช้งานในเมือง ราคาน้ำมันเฉลี่ย ส่วนต่างราคารถไฮบริดกับรถธรรมดา และจำนวนครั้งที่เปลี่ยนแบตเตอรี่ กรณีใช้รถยนต์ 80 กิโลเมตรต่อวัน

อายุการใช้งาน/จำนวนครั้งการเปลี่ยนแบตเตอรี่	ส่วนต่างราคา (บาท)	ค่าเปลี่ยนแบตเตอรี่ (บาท)	จุดคุ้มทุน (ปี) ของการใช้รถไฮบริดแทนรถยนต์ธรรมดา											
			ในเมือง/นอกเมือง : 55/45				ในเมือง/นอกเมือง : 80/20				ในเมืองเท่านั้น			
			ราคาน้ำมันเฉลี่ยตลอดอายุการใช้งาน (บาทต่อลิตร)											
			40	45	55	65	40	45	55	65	40	45	55	65
8 ปี / 1 ครั้ง)	200,000	200,000	15.6	13.8	11.3	9.6	10.9	9.7	7.9	6.7	8.4	7.4	6.1	5.1
	300,000	200,000	19.5	17.3	14.2	12.0	13.6	12.1	9.9	8.4	10.5	9.3	7.6	6.4
	400,000	200,000	23.4	20.8	17.0	14.4	16.3	14.5	11.8	10.0	12.6	11.2	9.1	7.7
12 ปี / 2 ครั้ง)	200,000	400,000	23.4	20.8	17.0	14.4	16.3	14.5	11.8	10.0	12.6	11.2	9.1	7.7
	300,000	400,000	27.2	24.2	19.8	16.8	19.0	16.9	13.8	11.7	14.6	13.0	10.6	9.0
	400,000	400,000	31.1	27.7	22.6	19.2	21.7	19.3	15.8	13.4	16.7	14.9	12.2	10.3

ที่มา: จากผู้วิจัย

จากตารางที่ 4.7 พบว่า สำหรับผู้ใช้รถยนต์ไฮบริดแทนรถยนต์ธรรมดาวันละ 80 กิโลเมตรต่อวัน จะมีโอกาสคืนทุนส่วนต่างราคารวมค่าเปลี่ยนแบตเตอรี่ได้ 17 กรณี (แสดงไว้ในช่องแรเงา) โดย 8 กรณีเป็นการใช้งานรถยนต์ 8 ปี เปลี่ยนแบตเตอรี่ 1 ครั้ง และอีก 9 กรณีเป็นการใช้งาน 12 ปี เปลี่ยนแบตเตอรี่ 2 ครั้ง

โดยเงื่อนไขที่สามารถคืนทุนส่วนต่างราคาได้เร็วที่สุดคือกรณีที่ราคาน้ำมันเฉลี่ยลิตรละ 65 บาท อายุการใช้งาน 8 ปี เปลี่ยนแบตเตอรี่ 1 ครั้ง มีส่วนต่างราคารถทั้งสองชนิดอยู่ที่ 200,000 บาท ซึ่งเงื่อนไขดังกล่าวนี้ใช้เวลาประมาณ 5 ปี 1 เดือน

จากผลการคำนวณที่แสดงไว้ในบทที่ 4 นี้ พบว่าค่าน้ำมันเชื้อเพลิงที่รถไฮบริดสามารถประหยัดได้จะแปรผันตรงกับระยะทางที่ใช้งาน กล่าวคือ **ยิ่งใช้มาก รถไฮบริดยิ่งคุ้มค่า** ผู้ที่ใช้รถ 80 กิโลเมตรต่อวัน จะลดต้นทุนได้มากกว่าผู้ที่ใช้รถ 30 กิโลเมตรต่อวัน ถึง 2.67 เท่า

ดังนั้น ผู้ที่ใช้รถยนต์น้อยจึงมีโอกาสคุ้มค่าทางการเงินน้อย หากเลือกซื้อรถไฮบริดแทนรถธรรมดา เช่น ถ้าคัมรี่ไฮบริดราคาสูงกว่าคัมรี่ธรรมดา 200,000 บาท และเปลี่ยนแบตเตอรี่ 1 ครั้ง คนที่ใช้รถวันละ 30 กิโลเมตรจะต้องใช้เวลาอย่างน้อย 14 ปี ถึงจะคุ้มทุน ซึ่งระยะเวลาดังกล่าวนี้มากกว่าอายุการใช้งานของรถยนต์

ราคาน้ำมันก็เป็นปัจจัยสำคัญที่ช่วยให้รถไฮบริดมีความคุ้มค่าในการใช้แทนรถธรรมดา โดย**ถ้าราคาน้ำมันยังคงเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ รถไฮบริดก็จะคุ้มค่าทางการเงินมากขึ้นตามไปด้วย**

นอกจากนี้เส้นทางการใช้รถก็ส่งผลต่อความคุ้มค่าของรถไฮบริด กล่าวคือ ผู้ที่อยู่ใจกลางเมืองที่มีสภาพการจราจรหนาแน่นหรือติดขัดมากทุกวัน รถไฮบริดจะช่วยประหยัดได้มาก เพราะรถไฮบริดถูกออกแบบมาสำหรับการใช้งานในเมือง ซึ่งอัตราการกินน้ำมันเฉลี่ยของคัมรี่ไฮบริด ในเมืองและนอกเมืองแทบจะไม่แตกต่างกัน แต่คัมรี่ธรรมดาวิ่งในเมืองจะกินน้ำมันมากกว่าวิ่งนอกเมืองมาก ดังนั้น **ยิ่งใช้งานในเมืองมาก ไฮบริดยิ่งคุ้มค่ามาก**

จากข้อมูลทั้งหมดสรุปได้ว่า **ความคุ้มค่าทางการเงินของรถไฮบริดแปรผันตรงกับระยะทางที่ใช้งาน ราคาน้ำมัน และสัดส่วนการใช้งานในเมือง คือ ยิ่งมีระยะทางใช้งานมาก ราคาน้ำมันสูงขึ้นเรื่อย ๆ และสัดส่วนการใช้ในเมืองมาก รถไฮบริดจะยิ่งคุ้มค่า ในทางกลับกัน ถ้าใช้งานน้อย ราคาน้ำมันทรงตัวหรือลดลง และใช้งานนอกเมืองมากกว่าในเมือง ความคุ้มค่าของรถไฮบริดก็จะลดลง**

ขณะที่ส่วนต่างราคารถยนต์ไฮบริดกับรถยนต์ธรรมดาจะแปรผกผันกับความคุ้มค่าทางการเงิน กล่าวคือ ถ้ารถไฮบริดราคาสูงกว่ารถยนต์ธรรมดามาก จะทำให้ความคุ้มค่าทางการเงินของรถไฮบริดลดลง ในทางกลับกันถ้าราคารถไฮบริดสูงกว่ารถยนต์ธรรมดาไม่มาก โอกาสที่ผู้ซื้อรถยนต์ไฮบริดจะคืนทุนก็มีสูง

อย่างไรก็ตาม ประโยชน์ของรถไฮบริดมิได้มีเพียงความสามารถในการประหยัดน้ำมันเชื้อเพลิงเท่านั้น แต่ยังช่วยรักษาสิ่งแวดล้อมอีกด้วย ซึ่งถ้าสามารถประเมินค่าผลประโยชน์ต่อสิ่งแวดล้อมเป็นมูลค่าทางการเงินได้ ก็จะสามารถนำไปรวมกับค่าน้ำมันที่ประหยัดได้ข้างต้น จะทำให้มูลค่าประโยชน์ทั้งหมดในการใช้รถไฮบริดแทนรถธรรมดาเพิ่มขึ้น

บทที่ 5
นโยบายและมาตรการส่งเสริมการผลิตและการใช้รถยนต์ไฮบริด

รถยนต์ไฮบริดได้รับความนิยมในต่างประเทศมาหลายปีแล้ว และได้รับความนิยมเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วในช่วงสามปีล่าสุด เพราะผู้บริโภคได้รับผลกระทบจากราคาน้ำมันที่เพิ่มสูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง ขณะที่หน่วยงานรัฐบาลในหลายประเทศก็ต้องการลดการพึ่งพาน้ำมันที่ต้องนำเข้ามาจากภูมิภาคอื่น และต้องการพิทักษ์สิ่งแวดล้อม จึงได้ออกมาตรการต่างๆ เพื่อส่งเสริมการประหยัดพลังงานในภาคการขนส่ง รวมถึงการส่งเสริมการใช้รถยนต์ไฮบริด

งานวิจัยส่วนนี้จะเริ่มจากการศึกษามาตรการส่งเสริมการผลิตและการใช้รถยนต์ไฮบริดของประเทศสหรัฐฯ และประเทศในยุโรป จากนั้นจะนำเสนอสถานการณ์ด้านนโยบายที่ส่งเสริมการใช้รถยนต์ประหยัดพลังงานในประเทศไทย และผลของนโยบายส่งเสริมรถไฮบริดในต่างประเทศ ทั้งนี้ ข้อมูลในส่วนนโยบายรัฐบาลต่างประเทศ ผู้วิจัยนำข้อมูลมาจาก รายงานประจำปี 2549 ของ International Energy Agency ซึ่งเป็นองค์กรความร่วมมือระหว่างประเทศในการพัฒนาเทคโนโลยีและนโยบายพลังงาน และสมาชิกบางส่วนในองค์กรนี้มีการทำข้อตกลงร่วมกัน ข้อตกลงหนึ่งที่สำคัญมีชื่อว่า Implementing Agreement on Hybrid and Electric Vehicles (IA-HEV) มีวัตถุประสงค์เพื่อผลักดันรถพลังงานไฟฟ้า รถไฮบริด และรถเซลล์เชื้อเพลิงให้เป็นที่ยอมรับและมีศักยภาพในการทำตลาด

กิจกรรม มาตรการจูงใจ โครงการรถยนต์สีเขียว และการพัฒนาเทคโนโลยียานยนต์ให้เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมที่รัฐบาลในหลายประเทศปฏิบัติกันมา โดยมากจะเกิดขึ้นเพราะวัตถุประสงค์ด้านสิ่งแวดล้อมเป็นสำคัญ ข้อมูลในตารางที่ 5.1 แสดงวัตถุประสงค์ของโครงการที่แต่ละประเทศสมาชิก IA-HEV กำลังปฏิบัติอยู่

ตารางที่ 5.1

วัตถุประสงค์ด้านสิ่งแวดล้อมของรัฐบาลประเทศสมาชิก IA-HEV

ในการพัฒนาเทคโนโลยียานยนต์เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม

วัตถุประสงค์	ประเทศ
ลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์	เบลเยียม อิตาลี เนเธอแลนด์ สวิตเซอร์แลนด์
ลดการใช้พลังงาน	สวิตเซอร์แลนด์ สหรัฐอเมริกา
ปรับปรุงคุณภาพอากาศ	อิตาลี เนเธอร์แลนด์

ที่มา: IA-HEV Annual report 2006, session 12

งานวิจัยนี้จะเลือกศึกษาเฉพาะมาตรการของประเทศสหรัฐอเมริกาซึ่งเป็นประเทศที่มีการใช้รถยนต์ไฮบริดมากที่สุดในโลก และประเทศอิตาลี ที่มีมาตรการส่งเสริมการวิจัยและการใช้รถไฮบริดและรถพลังงานไฟฟ้ามากที่สุดประเทศหนึ่งในยุโรป สรุปประเภทของมาตรการของทั้ง 2 ประเทศแสดงในตารางที่ 5.2

ตารางที่ 5.2

ประเภทของมาตรการส่งเสริมการวิจัยพัฒนาและการใช้รถไฮบริดและรถที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมประเภทอื่นของรัฐบาลสหรัฐอเมริกาและอิตาลี

ประเภทของมาตรการ	สหรัฐอเมริกา	อิตาลี
สนับสนุนการวิจัยเทคโนโลยียานยนต์ขั้นสูง	@	@
สนับสนุนการวิจัยและพัฒนาแบตเตอรี่	@	
ข้อตกลง (Agreements)	@	
อนุญาตให้วิ่งในเขตควบคุมได้		@
ลดภาษีราคาซื้อ (purchase tax)	@	
ลดภาษีจดทะเบียน/ทรัพย์สิน (registration/ property tax)	@	@
การให้เงินอุดหนุนและแรงจูงใจ (subsidies/support/incentives)	@	@

ที่มา: เรียบเรียงจาก Box 12.2 “Governmental incentives for clean vehicle technologies in IA-HEV member countries”, IA-HEV Annual report 2006

จากตารางที่ 5.2 พบว่าสหรัฐอเมริกาและอิตาลีมีมาตรการส่งเสริมการวิจัยและพัฒนารถยนต์ไฮบริดและรถยนต์ประหยัดพลังงานประเภทอื่น รวมถึงมาตรการกระตุ้นตลาดหลายโครงการ สามารถอธิบายรายละเอียดของมาตรการทั้ง 2 ประเทศ ได้ดังนี้

5.1 สหรัฐอเมริกา

(1) การวิจัยและพัฒนารถไฮบริด

รัฐบาลสหรัฐฯ สนับสนุนการวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยียานยนต์ที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมผ่านทางโครงการของกระทรวงพลังงาน (Department of Energy) และโครงการความร่วมมือระหว่างรัฐบาลกับผู้ผลิตรถยนต์ การวิจัยและพัฒนาครอบคลุมเทคโนโลยีการกักเก็บ

พลังงานขั้นสูง การวิจัยระบบยานพาหนะ การวิจัยและพัฒนาเครื่องยนต์ขั้นสูงและการพัฒนาวัสดุและชิ้นส่วนรถยนต์ที่มีน้ำหนักเบา

- **เทคโนโลยีการกักเก็บพลังงาน** คือเทคโนโลยีสำคัญที่จะทำให้รถไฮบริด รถไฮบริดแบบเสียบปลั๊ก และรถพลังงานไฟฟ้า สามารถนำมาใช้งานได้จริง โดยต้องทำให้แบตเตอรี่สามารถชาร์จไฟใหม่ได้หลายครั้ง มีอายุการใช้งานยาวนาน มีความปลอดภัย ในราคาที่เหมาะสม งานวิจัย 3 ชิ้น ที่กระทรวงพลังงานให้เงินทุนสนับสนุนได้แก่ 1) United States Advanced Battery Consortium คือโครงการความร่วมมืออย่างใกล้ชิดกับทางอุตสาหกรรมผู้ผลิตรถยนต์ เพื่อประเมิน เปรียบเทียบ และพัฒนาแบตเตอรี่สำหรับรถไฮบริดและรถพลังงานไฟฟ้า 2) โครงการช่วยเหลือผู้พัฒนาแบตเตอรี่ให้สามารถผ่านอุปสรรคต่างๆ เช่น ความคงทน อายุการใช้งาน ประสิทธิภาพ และต้นทุนที่เกี่ยวข้องกับแบตเตอรี่ชนิดลิเธียม-อิออน สำหรับรถยนต์ 3) โครงการพัฒนาเทคโนโลยีแบตเตอรี่สำหรับอนาคต (next generation of battery technologies) เพื่อใช้กับรถไฮบริดและรถพลังงานไฟฟ้า

- **การวิจัยระบบยานพาหนะ** (Vehicle system research) การวิจัยเน้นไปที่การพัฒนาส่วนประกอบและระบบการทำงานของยานยนต์ในอนาคตให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น และเมื่อส่วนประกอบและระบบเหล่านี้มาทำงานร่วมกัน จะทำให้ประสิทธิภาพในการใช้น้ำมันเชื้อเพลิงสูงขึ้น มีความพยายามในการลดการสูญเสียพลังงานจากจุดเล็กๆ เช่น ค่าความต้านทานอากาศ (aerodynamic drag) การจัดการอุณหภูมิ(thermal management) และค่าต้านการหมุน (rolling resistance) เป็นต้น

- **การวิจัยและพัฒนาเครื่องยนต์ขั้นสูง** (Advanced combustion engine R&D) เน้นที่การกำจัดอุปสรรคทางเทคนิคในการผลิตรถยนต์เชิงพาณิชย์ เพื่อให้รถยนต์มีประสิทธิภาพสูงขึ้น มีเทคโนโลยีเครื่องยนต์สันดาปภายในดีขึ้น และผ่านมาตรฐานสิ่งแวดล้อมของรัฐบาลกลางและแต่ละรัฐในอนาคต มี

การทำงานร่วมกันระหว่างอุตสาหกรรมผลิตรถยนต์ ห้องทดลองของรัฐบาลและมหาวิทยาลัย

- **การพัฒนาวัสดุน้ำหนักเบา** (Lightweight materials) การลดน้ำหนักของยานพาหนะด้วยการพัฒนาการออกแบบ การใช้วัสดุน้ำหนักเบา และเทคนิคการผลิตสมัยใหม่ คือกุญแจสำคัญที่ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการใช้น้ำมันเชื้อเพลิงของรถยนต์ประเภทไฮบริด รถพลังงานไฟฟ้า และรถยนต์พลังงานเซลล์เชื้อเพลิง ทั้งนี้ทางกระทรวงพลังงานสหรัฐฯ กำลังมุ่งเป้าหมายไปที่การพัฒนาเทคโนโลยีวัสดุศาสตร์เพื่อลดน้ำหนักของตัวถังรถยนต์และแชสซี โดยไม่ต้องเสียสละความปลอดภัย ประสิทธิภาพ ความเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม และต้นทุน กระทรวงพลังงานสหรัฐฯ กำลังทำวิจัย 5 สาขา ได้แก่ การลดต้นทุน ความสามารถในการผลิต การออกแบบและวิธีการทดสอบ การเชื่อม การนำกลับมาใช้ใหม่และการซ่อมแซม

(2) มาตรการกระตุ้นตลาด

รัฐบาลสหรัฐอเมริการวมถึงรัฐบาลของรัฐต่างๆ ใช้มาตรการจูงใจหลายแบบเพื่อกระตุ้นให้ผู้บริโภคสนใจรถยนต์เพื่อสิ่งแวดล้อมมากขึ้น รวมถึงการทำให้รถยนต์เหล่านี้มีใช้กันอย่างแพร่หลาย ได้แก่

- **บังคับให้หน่วยงานภาครัฐใช้รถยนต์ไฮบริด** ในวันที่ 24 มกราคม 2550 ประธานาธิบดี บุช ลงนามใน Executive Order กำหนดให้หน่วยงานรัฐบาลกลางที่มีจำนวนรถยนต์มากกว่า 20 คัน จะต้องลดการใช้เชื้อเพลิงให้ได้ร้อยละ 2 ต่อปี ต่อเนื่องถึงปี 2558 หนังสือนี้ยังเรียกร้องให้ใช้รถยนต์ไฮบริดแบบเสียบปลั๊กด้วย เมื่อรถยนต์ประเภทนี้มีวางจำหน่ายเชิงพาณิชย์ ณ ระดับราคาที่เหมาะสม

- **ให้สิทธิพิเศษเยี่ยงรถยนต์ที่มีผู้โดยสารหลายคน** (High Occupancy Vehicle privilege) ในบางรัฐของสหรัฐฯ เช่น อริโซนาและฟลอริดา จะมีการกำหนดว่าถนนเส้นนี้อนุญาตให้ใช้ได้เฉพาะรถยนต์ที่มีผู้โดยสารหลายคนเท่านั้น แต่ถ้าเป็นรถยนต์ไฮบริดแม้ว่าจะขับมาคนเดียวก็สามารถใช้ถนนเส้นนี้ได้

- **การยกเว้นการตรวจสอบการปล่อยมลพิษ** (waiving of emission inspection) รถไฮบริดเป็นรถที่ออกแบบมาเพื่อให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมน้อยที่สุด ดังนั้นรัฐบาลท้องถิ่นในสหรัฐฯ เช่น นิวเจอร์ซี่ย์และเวอร์จิเนีย จึงจูงใจให้คนในรัฐใช้รถไฮบริดด้วยการยกเว้นการตรวจสอบการปล่อยมลพิษรถไฮบริด

- **เครดิตภาษี** คือแรงจูงใจสำคัญที่ทำให้ผู้บริโภคในสหรัฐฯ สนใจรถยนต์ไฮบริดมากขึ้น เพราะเครดิตภาษีที่ได้รับจากรัฐบาลกลางและรวมถึงรัฐบาลท้องถิ่นในบางรัฐ เช่น นิวยอร์กและยูทาห์ ทำให้ราคารถยนต์ไฮบริดถูกลงและแข่งขันกับรถยนต์ปกติได้

  โดยหน่วยงาน Internal Revenue Service อนุญาตให้รถไฮบริดที่ผ่านคุณสมบัติที่กำหนดโดย Energy Policy Act of 2005 ได้รับสิทธิในการขอคืนเงินภาษี รถไฮบริดที่ซื้อในวันหรือหลังวันที่ 1 มกราคม 2549 มีสิทธิได้รับเงินภาษีคืนสูงสุดถึง 3,400 ดอลลาร์สหรัฐ ขึ้นอยู่กับความสามารถในการประหยัดน้ำมันเชื้อเพลิงของรถไฮบริดแต่ละรุ่น

  อย่างไรก็ตาม มาตรการนี้เป็นเพียงมาตรการชั่วคราวเพื่อกระตุ้นให้เกิดตลาดรถไฮบริด ผู้บริโภคจะได้รับเงินคืนเต็มจำนวนเฉพาะการซื้อรถไฮบริดภายในไตรมาสแรกนับจากไตรมาสที่ผู้ผลิตรถยนต์รายนั้นจำหน่ายรถไฮบริดได้ถึง 60,000 คัน ในไตรมาสที่ 2 และ 3 หลังไตรมาสที่ขายได้ครบ 60,000 คัน ผู้ซื้อรถไฮบริดยี่ห้อนั้นอาจขอคืนภาษีได้เพียงร้อยละ 50 ในไตรมาสที่ 4 และ 5 อาจขอคืนภาษีได้เพียงร้อยละ 25 และไม่สามารถขอคืนภาษีได้หลังจากไตรมาสที่ 5 เป็นต้นไป ซึ่งรถยนต์ยี่ห้อแรกที่จำหน่ายครบ 60,000 คัน ได้แก่ โตโยต้า ซึ่งผู้ซื้อรถไฮบริดของโตโยต้าไม่สามารถขอคืนภาษีได้ตั้งแต่วันที่ 1 ตุลาคม 2550

  ปัจจุบันมีรถไฮบริดจำนวนมากที่จำหน่ายในสหรัฐและสามารถขอคืนภาษีได้ ข้อมูลแสดงไว้ในตารางที่ 5.3

ตารางที่ 5.3

ยี่ห้อและรุ่นรถไฮบริดและจำนวนเครดิตภาษีที่สามารถขอคืนได้จากรัฐบาลกลาง

ยี่ห้อและรุ่นของรถไฮบริด โมเดล ปี 2551	**จำนวนเครดิตภาษี (ดอลลาร์สหรัฐฯ)**
Chevrolet Malibu Hybrid	1,300
Chevrolet Tahoe Hybrid (2WD and 4WD)	2,200
GMC Yukon Hybrid (2WD and 4WD)	2,200
Honda Civic Hybrid CVT	525 (1 ก.ค. ถึง 31 ธ.ค. 2551)
Nissan Altima Hybrid	2,350
Saturn Aura Hybrid	1,300
Saturn Vue Green Line	1,550
Ford Escape Hybrid 2WD/4WD	3,000/2,200
Mazda Tribute Hybrid 2WD/4WD	3,000/2,200
Mercury Mariner Hybrid 2WD/4WD	3,000/2,200
ยี่ห้อและรุ่นของรถไฮบริด โมเดล ปี 2550	**จำนวนเครดิตภาษี (ดอลลาร์สหรัฐฯ)**
Chevrolet Silverado 2WD Hybrid Pickup Truck	250
Chevrolet Silverado 4WD Hybrid Pickup Truck	650
Ford Escape Hybrid 2WD	2,600
Ford Escape Hybrid 4WD	1,950
GMC Sierra 2WD Hybrid Pickup Truck	250
GMC Sierra 4WD Hybrid Pickup Truck	650
Honda Civic Hybrid CVT	525 (1 ก.ค. ถึง 31 ธ.ค. 2551)
Honda Accord Hybrid AT	325 (1 ก.ค. ถึง 31 ธ.ค. 2551)
Honda Accord Hybrid Navi AT	325 (1 ก.ค. ถึง 31 ธ.ค. 2551)
Lexus GS 450h	ไม่มีเครดิต หลังจากวันที่ 1 ต.ค. 2550
Lexus RX 400h (2WD and 4WD)	ไม่มีเครดิต หลังจากวันที่ 1 ต.ค. 2550
Mazda Tribute Hybrid 2WD	3,000
Mazda Tribute Hybrid 4WD	2,200
Mercury Mariner Hybrid 4WD	1,950
Nissan Altima Hybrid	2,350
Saturn Aura Hybrid	1,300
Saturn Vue Green Line	650
Toyota Camry Hybrid	ไม่มีเครดิต หลังจากวันที่ 1 ต.ค. 2550
Toyota Prius	ไม่มีเครดิต หลังจากวันที่ 1 ต.ค. 2550
Toyota Highlander Hybrid	ไม่มีเครดิต หลังจากวันที่ 1 ต.ค. 2550

ที่มา : “Federal Hybrid Tax Credits” <http://www.electricdrive.org/index.php?>

5.2 อิตาลี

นโยบายการขนส่งของอิตาลีเกิดจากแรงผลักดันในสองทิศทางหลัก สอดคล้องกับนโยบายของกลุ่มสหภาพยุโรป (EU) ในการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม ได้แก่

(1) ลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ให้ได้ร้อยละ 6.5 ภายในปี 2553 เทียบกับปี 2533 ตามเป้าหมายของ Kyoto Protocol

(2) พัฒนาคุณภาพอากาศในเขตเมืองโดยการลดปัญหาจราจรติดขัดและจำกัดสิทธิการใช้รถยนต์ที่ก่อมลพิษมาก

จากทิศทางของนโยบายข้างต้น รัฐบาลอิตาลีจึงมีมาตรการและกฎระเบียบต่างๆ เพื่อให้บรรลุเป้าหมายที่ตั้งไว้ วิธีการหนึ่งก็คือส่งเสริมการใช้รถยนต์ประหยัดพลังงาน ได้แก่ รถไฮบริด รถพลังงานไฟฟ้า และรถเซลล์เชื้อเพลิง มาตรการที่นำมาใช้ได้แก่

- **การเก็บภาษีทรัพย์สิน** (Property taxes) รัฐบาลอิตาลีกำหนดให้มีการเก็บภาษีทรัพย์สินของรถยนต์ตามมาตรฐานการปล่อยมลพิษและขนาดเครื่องยนต์ ทำให้เจ้าของรถยนต์ประเภทที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม เช่น รถไฮบริด รถพลังงานไฟฟ้า และรถที่ใช้ก๊าซธรรมชาติ เป็นต้น จะเสียภาษีทรัพย์สินน้อยกว่าเจ้าของรถยนต์ธรรมดา

- **แรงจูงใจให้เปลี่ยนรถยนต์** ในทศวรรษนี้ มีการใช้งบประมาณมากกว่า 4,000 ล้านยูโร ในการส่งเสริมการขนส่งแบบยั่งยืน โดยร้อยละ 35-40 ใช้สำหรับการส่งเสริมการใช้รถไฮบริดและรถพลังงานไฟฟ้า ในปี 2549 รัฐบาลกลางและรัฐบาลท้องถิ่นของอิตาลีส่งเสริมให้มีการเปลี่ยนรถยนต์ของหน่วยงานด้วยการทำลายรถยนต์รุ่นเก่าที่ปล่อยมลภาวะสูง และใช้รถยนต์รุ่นใหม่ที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมมากกว่า เช่น รถไฮบริดและรถพลังงานไฟฟ้า

- **การอนุญาตให้ใช้รถยนต์ในเขตพื้นที่ควบคุม** ในหลายเมืองของอิตาลี เช่น ลาซิโอและมิลาน มีการจำกัดการใช้รถยนต์ในบางพื้นที่ เพื่อลดปัญหามลภาวะในเขตเมือง แต่ถ้าเป็นรถยนต์ไฮบริดและรถยนต์พลังงานไฟฟ้าก็สามารถนำไปใช้งานในเขตควบคุมได้

5.3 ไทย

สำหรับประเทศไทย ไม่พบมาตรการส่งเสริมการใช้รถยนต์ไฮบริดโดยตรง มีเพียงการปรับโครงสร้างภาษีสรรพสามิตครั้งใหญ่ในปี 2547 โดยคำนึงถึงการพัฒนาอุตสาหกรรมยานยนต์ของไทยให้เป็นศูนย์กลางการผลิตและการส่งออกของเอเชียและส่งเสริมให้ผู้บริโภคเลือกใช้รถยนต์ขนาดกลางและเล็กมากกว่ารถยนต์ขนาดใหญ่ ตลอดจนสนับสนุนให้ผลิตและใช้รถยนต์ที่มีนวัตกรรมเพื่อการประหยัดเชื้อเพลิงหรือใช้พลังงานทดแทน

สาระสำคัญส่วนหนึ่งของการปรับโครงสร้างภาษีครั้งนี้ได้แก่ การเพิ่มประเภทรถยนต์ขึ้นมาใหม่ 2 ประเภท คือ

(1) รถยนต์ที่มีนวัตกรรมในการประหยัดเชื้อเพลิง ได้แก่ รถยนต์แบบผสมที่ใช้พลังงานเชื้อเพลิงและไฟฟ้า (Hybrid Electric Vehicle) รถยนต์แบบพลังงานไฟฟ้า (Electric Powered Vehicle) และรถยนต์แบบเซลล์เชื้อเพลิง (Fuel Cell Powered Vehicle)
(2) รถยนต์ที่ใช้เชื้อเพลิงทดแทน ได้แก่ รถยนต์ที่ใช้เชื้อเพลิงประเภทเอทานอล ไม่น้อยกว่าร้อยละ 20 เป็นส่วนผสมกับน้ำมันเชื้อเพลิงได้ และรถยนต์ที่ใช้เชื้อเพลิงประเภทก๊าซธรรมชาติได้

อัตราภาษีของรถยนต์ทั้ง 2 ประเภทข้างต้นจะต่ำกว่ารถยนต์ปกติ รายละเอียดเฉพาะในส่วนของรถยนต์ที่มีนวัตกรรมในการประหยัดเชื้อเพลิง แสดงไว้ในตารางที่ 5.4 โดยอัตราภาษีสรรพสามิตใหม่นี้ เริ่มมีผลบังคับใช้ตั้งแต่วันที่ 27 กรกฎาคม 2547

ตารางที่ 5.4

อัตราภาษีสรรพสามิตใหม่ของรถยนต์ที่มีนวัตกรรมประหยัดพลังงาน

เปรียบเทียบกับอัตราเดิม แบ่งตามประเภทของยานยนต์

ประเภทยานยนต์	อัตราภาษีเดิม ตามมูลค่า (ร้อยละ)	อัตราภาษีใหม่ ตามมูลค่า (ร้อยละ)
รถยนต์นั่ง หรือรถยนต์โดยสารที่มีที่นั่งไม่เกิน 10 คน ประเภทประหยัดพลังงาน แบบผสมที่ใช้พลังงานเชื้อเพลิงและไฟฟ้า (Hybrid Electric Vehicle) ที่มีความจุกระบอกสูบ*ไม่เกิน 3,000 ลูกบาศก์เซนติเมตร*	50 (เหมือนรถยนต์นั่งปกติก่อนปรับภาษี)	10
รถยนต์นั่ง หรือรถยนต์โดยสารที่มีที่นั่งไม่เกิน 10 คน ประเภทประหยัดพลังงาน แบบผสมที่ใช้พลังงานเชื้อเพลิงและไฟฟ้า (Hybrid Electric Vehicle) ที่มีความจุกระบอกสูบ*เกิน 3,000 ลูกบาศก์เซนติเมตร*	50 (เหมือนรถยนต์นั่งปกติก่อนปรับภาษี)	50
รถยนต์นั่ง หรือรถยนต์โดยสารที่มีที่นั่งไม่เกิน 10 คน ประเภทประหยัดพลังงาน แบบพลังงานไฟฟ้า (Electric Powered Vehicle)	50 (เหมือนรถยนต์นั่งปกติก่อนปรับภาษี)	10
รถยนต์นั่ง หรือรถยนต์โดยสารที่มีที่นั่งไม่เกิน 10 คน ประเภทประหยัดพลังงาน แบบเซลล์เชื้อเพลิง (Fuel Cell Powered Vehicle)	50 (เหมือนรถยนต์นั่งปกติก่อนปรับภาษี)	10

ที่มา : “อัตราสรรพสามิตใหม่” กรมสรรพสามิต <http://www.excise.go.th/tax/totaltax.htm>

อย่างไรก็ตาม แม้ว่าจะมีการจูงใจด้วยการลดภาษีสรรพสามิต แต่ความนิยมรถยนต์ไฮบริดในเมืองไทยยังมีน้อยเพราะราคาจำหน่ายที่สูงกว่ารถยนต์ทั่วไปขนาดเดียวกันมาก เนื่องจากรถไฮบริดเป็นรถยนต์ที่ใช้เทคโนโลยีการผลิตสูงและยังต้องนำเข้าจากต่างประเทศในลักษณะรถยนต์สำเร็จรูป (Completed Build Up) ซึ่งมีอัตราภาษีศุลกากรนำเข้าสูงถึงร้อยละ 80 เท่ากับอัตราภาษีของรถยนต์ที่ใช้เครื่องยนต์ปกติ และเมื่อรวมกับค่าธรรมเนียมการนำเข้าด้วยแล้วภาระภาษีอากรจากการนำเข้าทั้งหมดจะสูงกว่าร้อยละ 100

ในการนำเข้ารถยนต์นั่งส่วนบุคคลสำเร็จรูปไฮบริด (รถยนต์ใหม่) จะมีอัตราอากรรวมดังนี้

- อากรขาเข้า ร้อยละ 80 ของราคา CIF (Cost Insurance &Freight)

- ภาษีสรรพสามิต ร้อยละ 10 (สำหรับรถยนต์ไฮบริด ความจุกระบอกสูบต่ำกว่า 3,000 ลูกบาศก์เซนติเมตร)
- ภาษีเพื่อมหาดไทย ร้อยละ 10 ของภาษีสรรพสามิต
- ภาษีมูลค่าเพิ่ม ร้อยละ 7

ตัวอย่างวิธีการคำนวณอัตราอากร ตามหลักเกณฑ์และวิธีการคำนวณค่าภาษีอากรที่กรมศุลกากรประกาศไว้

กำหนดให้ ราคารถยนต์ CIF เท่ากับ 100 บาท

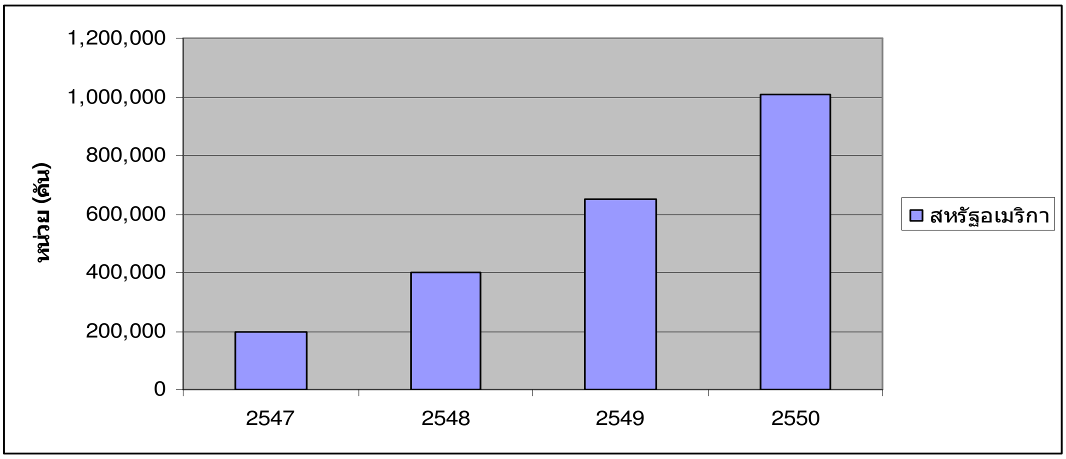
(1) อากรขาเข้า	=	ราคา CIF x อัตราอากรขาเข้า
	=	100 x 0.8
	=	**80** บาท
(2) ภาษีสรรพสามิต	=	(ราคา CIF + อากรขาเข้า) x อัตราภาษีสรรพสามิต/1-(1.1 x อัตราภาษีสรรพสามิต)
	=	(100 + 80) x 0.1/ 1-(1.1 x 0.1)
	=	180 x 0.11236
	=	**20.225** บาท
(3) ภาษีเพื่อมหาดไทย	=	ภาษีสรรพสามิต x อัตราภาษีเพื่อมหาดไทย
	=	20.225 x 0.1
	=	**2.023** บาท
(4) ฐานภาษีมูลค่าเพิ่ม	=	ราคา CIF + อากรขาเข้า + ภาษีสรรพสามิต + ภาษีเพื่อมหาดไทย
	=	100 + 80 + 20.225 + 2.023
	=	202.248 บาท
(5) ภาษีมูลค่าเพิ่ม	=	ฐานภาษีมูลค่าเพิ่ม x อัตราภาษีมูลค่าเพิ่ม
	=	202.248 x 0.07
	=	**14.1574** บาท
รวมอากร	=	80 + 20.225 + 2.023 + 14.1574
	=	**116.4054 บาท**

5.4 ผลของนโยบายส่งเสริมการผลิตและการใช้รถยนต์ไฮบริด

นโยบายกระตุ้นส่งเสริมการผลิตและการใช้รถยนต์ไฮบริดในสหรัฐอเมริกาและอิตาลีมีส่วนสำคัญทำให้จำนวนรถยนต์ไฮบริดเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง โดยในสหรัฐอเมริกาซึ่งเป็นประเทศที่มีนโยบายเด่นชัดที่สุดมีจำนวนรถยนต์ไฮบริดสะสมถึงระดับ 1,000,000 คันเมื่อปี 2550 เพิ่มขึ้นถึง 3 เท่าภายในระยะเวลา 3 ปี ดังที่แสดงไว้ในภาพที่ 5.1

ภาพที่ 5.1

จำนวนรถยนต์ไฮบริดสะสมในสหรัฐอเมริกา ตั้งแต่ปี 2547 ถึงปี 2550

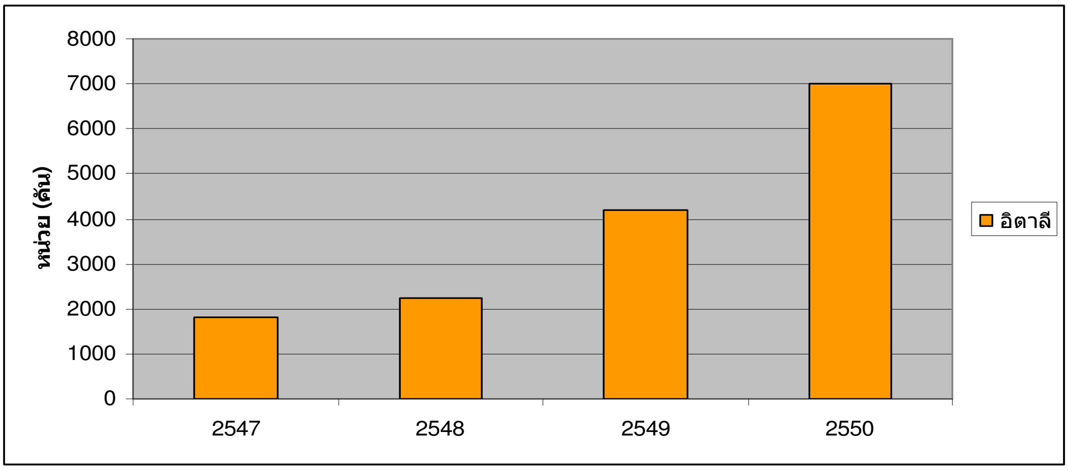


ที่มา: “Outlook for hybrid and electric vehicles 2008”, International Energy Agency

สำหรับอิตาลีผลของนโยบายทำให้จำนวนรถยนต์ไฮบริดสะสมเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องเช่นเดียวกัน แต่จำนวนยังน้อยมากเมื่อเทียบกับสหรัฐอเมริกา ดังที่แสดงไว้ในภาพที่ 5.2

ภาพที่ 5.2

จำนวนรถยนต์ไฮบริดสะสมในอิตาลี ตั้งแต่ปี 2547 ถึงปี 2550



ที่มา: “Outlook for hybrid and electric vehicles 2008”, International Energy Agency

ภาพที่ 5.1 และ ภาพที่ 5.2 แสดงให้เห็นว่านโยบายต่างๆ ที่รัฐบาลสหรัฐอเมริกาและอิตาลีใช้กระตุ้นการผลิตและการตลาดมีผลต่อจำนวนรถยนต์ไฮบริดอย่างมีนัยสำคัญ นอกเหนือจากกระแสอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมและแรงกดดันที่ผู้บริโภคได้รับจากราคาน้ำมันที่สูงขึ้นในช่วงเวลาดังกล่าว

จากแนวนโยบายต่างประเทศที่รวบรวมไว้ในบทนี้ พบว่ามีหลายแนวทางในการกระตุ้นให้ผู้บริโภคสนใจรถยนต์ไฮบริดนอกเหนือจากการลดภาษีสรรพสามิตที่ประเทศไทยดำเนินการอยู่ รัฐบาลกลางและผู้ปกครองท้องถิ่นสามารถนำไปเป็นแนวทางในการออกนโยบายให้เหมาะสมกับสถานการณ์ในพื้นที่ของตนได้

บทที่ 6
สรุปผลการศึกษาและข้อเสนอแนะ

6.1 สรุปผลการศึกษา

จากภาวะราคาน้ำมันที่สูงขึ้นอย่างต่อเนื่องโดยเฉพาะในช่วง 3-4 ปีที่ผ่านมา ทำให้ผู้คนทั่วโลกให้ความสำคัญกับการประหยัดพลังงานมากขึ้น ส่งผลกระทบโดยตรงต่ออุตสาหกรรมการผลิตรถยนต์ที่จะต้องพัฒนารถยนต์รุ่นใหม่ให้มีประสิทธิภาพการใช้น้ำมันเชื้อเพลิงดีขึ้น หนึ่งในเทคโนโลยียานยนต์ที่สำคัญได้แก่ รถยนต์ไฮบริด (Hybrid Electric Cars) ที่ใช้เทคโนโลยีเครื่องยนต์ลูกผสมระหว่างพลังงาน 2 ระบบ คือน้ำมันเชื้อเพลิงและไฟฟ้า โดยพลังงานไฟฟ้าจะทำหน้าที่แทนเครื่องยนต์ในช่วงที่รถหยุดนิ่งและเคลื่อนที่ช้า ทำให้รถยนต์ไฮบริดช่วยประหยัดน้ำมันเชื้อเพลิงได้มากในเขตการจราจรคับคั่ง ทั้งยังเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมตอบสนองกระแสความตื่นตัวในเรื่องภาวะโลกร้อน นอกจากนี้สมรรถนะของเครื่องยนต์ยังไม่ด้อยกว่ารถยนต์เครื่องยนต์เบนซินปกติอีกด้วย โดยในช่วงที่เครื่องยนต์เบนซินต้องการกำลังมากกะทันหัน เช่น ตอนเร่งแซงหรือขึ้นทางชัน ระบบจะไปดึงพลังงานไฟฟ้าเข้ามาช่วยเสริมแรงขับเคลื่อน

คุณสมบัติในการประหยัดน้ำมัน ความเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม และสมรรถนะที่ดีของรถไฮบริด ทำให้รถยนต์ชนิดนี้ได้รับความนิยมสูงในต่างประเทศ โดยเฉพาะตลาดรถยนต์สหรัฐอเมริกา จากยอดขายไม่ถึงห้าหมื่นคันในปี 2546 เพิ่มขึ้นกว่า 7 เท่าภายในระยะเวลา 4 ปี เป็นประมาณ 350,000 คันในปี 2550 ส่วนหนึ่งเป็นเพราะรัฐบาลสหรัฐอเมริกาออกมาตรการจูงใจทางภาษีเพื่อส่งเสริมให้ผู้ขับขี่หันมาใช้รถยนต์ไฮบริดมากขึ้น สำหรับประเทศไทยความนิยมในรถยนต์ไฮบริดยังมีน้อย เนื่องจากยังต้องนำเข้ารถยนต์สำเร็จรูปซึ่งเสียภาษีนำเข้าร้อยละ 80 ทำให้ราคาจำหน่ายรถไฮบริดในประเทศไทยสูงกว่ารถยนต์ธรรมดาที่มีคุณสมบัติอื่นใกล้เคียงกันอยู่มาก

การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความเป็นไปได้ในการใช้รถยนต์ไฮบริดในประเทศไทยเพื่อประหยัดพลังงาน โดยพิจารณาทั้งในระดับมหภาคได้แก่ ประโยชน์ที่สังคมจะได้รับในด้านผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม รวมถึงการศึกษานโยบายส่งเสริมการผลิตและการใช้ในประเทศสหรัฐอเมริกาและอิตาลีเพื่อนำมาเป็นแนวทางในการพัฒนานโยบายของไทย และระดับจุลภาคได้แก่ การพิจารณาประโยชน์ต่อผู้บริโภคในด้านของความคุ้มค่าทางการเงิน เป็นการเปรียบเทียบต้นทุนแปรผันระหว่างรถยนต์โตโยต้าคัมรี่ไฮบริด 2.4L และรถยนต์โตโยต้าคัมรี่รุ่น

ธรรมดา 2.4L ที่มีคุณลักษณะอื่นใกล้เคียงกัน สาเหตุที่เลือกคัมรี่เพราะโตโยต้าจะผลิตและจำหน่ายรถคัมรี่ไฮบริดในประเทศไทยปี 2552

ความเป็นไปได้ในการใช้รถยนต์ไฮบริดขึ้นอยู่กับตัวกำหนดอุปสงค์ ได้แก่ ราคารถยนต์ ราคาน้ำมัน ค่าบำรุงรักษาระหว่างอายุการใช้งาน และค่านิยม ทั้งนี้ ข้อมูลที่ใช้ในงานวิจัยทั้งหมดเป็นข้อมูลทุติยภูมิ รวบรวมและเรียบเรียงจากเว็บไซด์ที่เกี่ยวข้องและผลการศึกษาวิจัยในต่างประเทศ ได้แก่ ข้อมูลทางเทคนิคของรถยนต์ไฮบริด ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม สถิติยอดขาย ข้อมูลทางด้านภาษี และมาตรการจูงใจต่างๆ ของรัฐบาล สามารถสรุปผลการศึกษาได้ดังนี้

(1) รถยนต์ไฮบริดมีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมน้อยกว่ารถยนต์ธรรมดา โดยเมื่อประเมินผลกระทบทั้งวงจรผลิตภัณฑ์ตั้งแต่การผลิต การใช้ จนถึงการทำลายรถยนต์แล้ว พบว่ารถไฮบริดปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์น้อยกว่ารถยนต์ธรรมดาถึงร้อยละ 27 และสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงขณะใช้งานน้อยกว่ารถธรรมดาถึงร้อยละ 30 ถ้าในอนาคตเทคโนโลยีแบตเตอรี่ถูกพัฒนาขึ้น มีอายุการใช้งานนานขึ้น และใช้ส่วนประกอบที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมมากขึ้น จะทำให้รถยนต์ไฮบริดมีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมน้อยกว่าปัจจุบัน

กรณีกรุงเทพมหานครมีการใช้รถยนต์ไฮบริดแทนที่รถยนต์ธรรมดาร้อยละ 10 จะช่วยลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ได้ถึง 302 ล้านกิโลกรัมต่อปี

(2) เมื่อประเมินความสามารถในการประหยัดน้ำมันเชื้อเพลิงของรถไฮบริดเทียบกับรถยนต์ธรรมดา พบว่าความคุ้มค่าทางการเงินของรถไฮบริดแปรผันตรงกับระยะทางที่ใช้งาน ราคาน้ำมัน และสัดส่วนการใช้งานในเมือง คือ ยิ่งมีระยะทางใช้งานมาก ราคาน้ำมันสูงขึ้นเรื่อยๆ และสัดส่วนการใช้ในเมืองมาก รถไฮบริดจะยิ่งคุ้มค่า ในทางกลับกัน ถ้าใช้งานน้อย ราคาน้ำมันทรงตัวหรือลดลง และใช้งานนอกเมืองมากกว่าในเมือง ความคุ้มค่าของรถไฮบริดก็จะลดลง

เช่น กรณีผู้ใช้รถยนต์วันละ 30 กิโลเมตร เป็นการใช้งานในเขตเมือง ร้อยละ 55 ที่ระดับราคาน้ำมันลิตรละ 40 บาท รถคัมรี่ไฮบริดจะสามารถประหยัดค่าน้ำมันตลอดอายุการใช้งาน 8 ปี เท่ากับ 77,070 บาท

ขณะที่ผู้ใช้รถยนต์วันละ 80 กิโลเมตร เป็นการใช้งานในเขตเมืองทั้งหมด ที่ระดับราคาน้ำมันลิตรละ 40 บาท รถคัมรี่ไฮบริดจะสามารถประหยัดค่าน้ำมันตลอดอายุการใช้งาน 8 ปี เท่ากับ 382,459 บาท

ทั้งนี้ รถยนต์ไฮบริดจะมีราคาสูงกว่ารถยนต์ธรรมดาที่มีลักษณะอื่นเหมือนกัน การประเมินความคุ้มค่าทางการเงินจึงต้องนำต้นทุนค่าน้ำมันที่ลดลงไปได้ตลอดอายุการใช้งานเทียบกับส่วนต่างราคาที่ต้องจ่ายเพิ่มในการซื้อรถไฮบริด

จากผลการศึกษาพบว่าโอกาสที่ผู้ใช้รถยนต์ไฮบริดจะสามารถคืนทุนส่วนต่างราคารวมค่าใช้จ่ายในการเปลี่ยนแบตเตอรี่มีค่อนข้างน้อย คือจะมีโอกาสคืนทุนได้เฉพาะกรณีสำหรับผู้ใช้รถยนต์มากวันละ 80 กิโลเมตรเท่านั้น และต้องเป็นการใช้ในเมืองร้อยละ 80 ขึ้นไป

(3) ด้วยคุณลักษณะเด่นทั้งด้านการประหยัดน้ำมันเชื้อเพลิงและความเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม จึงทำให้รัฐบาลหลายประเทศโดยเฉพาะสหรัฐอเมริกาและอิตาลีออกมาตรการหลายประเภทเพื่อให้รถไฮบริดถูกใช้อย่างกว้างขวาง ได้แก่ การสนับสนุนการวิจัยเทคโนโลยียานยนต์ขั้นสูง การสนับสนุนการวิจัยและพัฒนาแบตเตอรี่ การขอคืนภาษีซื้อรถไฮบริด การบังคับให้หน่วยงานราชการใช้รถไฮบริดและการให้สิทธิพิเศษสำหรับผู้ขับขี่รถไฮบริดในการใช้เส้นทางที่ถูกควบคุมได้ มาตรการจูงใจมีทั้งที่เป็นตัวเงินและไม่ใช่ตัวเงิน ผลของมาตรการทำให้ปริมาณรถยนต์ไฮบริดเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ

6.2 ข้อเสนอแนะ

จากผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่ารถยนต์ไฮบริดมีความเป็นไปได้ในการเป็นตัวเลือกสำหรับการประหยัดพลังงานในประเทศไทย แม้ว่าความคุ้มค่าทางการเงินของรถยนต์ไฮบริดจะมีไม่มากเมื่อเทียบกับราคาที่สูงขึ้นกว่ารถยนต์ธรรมดา แต่ผลประโยชน์ด้านสิ่งแวดล้อมและการประหยัดน้ำมันเชื้อเพลิงเป็นจุดเด่นของรถยนต์ประเภทนี้ โดยเฉพาะเมื่อนำมาใช้ในเมืองใหญ่ที่มีการจราจรหนาแน่นและมลภาวะสูงอย่างกรุงเทพมหานคร รัฐบาลจึงควรพิจารณารถยนต์ไฮบริดให้เป็นอีกตัวเลือกหนึ่งสำหรับการประหยัดพลังงานในประเทศไทย

โดยรัฐบาลไทยสามารถนำมาตรการของรัฐบาลสหรัฐอเมริกาและอิตาลีมาใช้เป็นแนวทางในการวางนโยบายในประเทศได้ ซึ่งมีทั้งมาตรการส่งเสริมการวิจัยพัฒนาและการผลิตรถยนต์ไฮบริดและมาตรการส่งเสริมการใช้รถยนต์ไฮบริด

อย่างไรก็ดี เนื่องจากประเทศไทยเป็นฐานการผลิตรถยนต์ที่สำคัญของภูมิภาคและรัฐบาลให้การส่งเสริมอุตสาหกรรมนี้มาเป็นระยะเวลาหลายปี การที่รัฐบาลจะส่งเสริมรถยนต์ไฮบริดที่มีเพียงค่ายรถยนต์ญี่ปุ่นบางค่ายที่มีความพร้อม มาตรการนั้นอาจถูกมองว่าไม่เป็นธรรมต่อผู้ผลิตรายอื่นได้

นอกจากนี้ยังต้องคำนึงถึงผลกระทบต่อโครงการอีโคคาร์ ซึ่งเป็นโครงการขนาดใหญ่ที่รัฐบาลให้การสนับสนุนและมีผู้ผลิตหลายรายร่วมลงทุน ถ้ารัฐบาลให้สิทธิพิเศษแก่ผู้ผลิตรถยนต์ไฮบริด อาจจะส่งผลกระทบต่อโครงการอีโคคาร์ได้

รัฐบาลจึงควรประเมินผลดีผลเสียอย่างรอบด้าน ออกนโยบายที่ชัดเจน ไม่ขัดแย้งกับนโยบายที่มีอยู่เดิม ขณะเดียวกันก็ทำให้ผลประโยชน์ของสังคมโดยรวมสูงขึ้น

6.3 ข้อจำกัดการวิจัยและข้อเสนอแนะเพื่อศึกษาต่อ

เนื่องจากรถไฮบริดยังไม่เป็นที่นิยมในประเทศไทยทำให้ไม่มีข้อมูลเกี่ยวกับการใช้งานจริงในประเทศ การศึกษาครั้งนี้จึงเป็นการศึกษาจากข้อมูลทุติยภูมิของต่างประเทศทั้งหมด ในอนาคตอันใกล้เมื่อรถยนต์ไฮบริดรุ่นแรกวางจำหน่ายได้ช่วงหนึ่ง น่าจะมีการนำตัวเลขจริงจากการใช้งานมาคำนวณใหม่อีกครั้ง เช่น อัตราการกินน้ำมันเชื้อเพลิงของรถไฮบริด เทียบกับรถระบบธรรมดารุ่นใกล้เคียงกัน โดยสามารถนำมาเปรียบเทียบกับส่วนต่างราคาเพื่อหาจุดคุ้มทุนได้

นอกจากความคุ้มค่าทางการเงินแล้ว ความพึงพอใจในการใช้งานรถไฮบริดก็เป็นอีกหัวข้อที่น่าจะมีการสำรวจความคิดเห็นของผู้ใช้งานจริง เพื่อดูผลตอบรับของรถยนต์เทคโนโลยีใหม่นี้

บรรณานุกรม

หนังสือและบทความในหนังสือ

วันรักษ์ มิ่งมณีนาคิน. หลักเศรษฐศาสตร์จุลภาค. พิมพ์ครั้งที่ 7. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์ไทยวัฒนาพานิชย์, 2539.

สุเจน กรรพฤทธิ์. “สถานการณ์โลกใบร้อน.” สารคดี ฉบับที่ 277 (มีนาคม 2551).

สุเจน กรรพฤทธิ์. “ทางเลือกแห่งความหวัง.” สารคดี ฉบับที่ 277 (มีนาคม 2551).

เอกสารอื่น ๆ

ศูนย์ฝึกอบรม บริษัท ฮอนด้า ออโต้โมบิล (ประเทศไทย) จำกัด. คู่มือประกอบการสัมมนาวิชาการ เรื่อง ไฮบริดเทคโนโลยียานยนต์สำหรับอนาคต, 2550.

ศูนย์วิจัยกสิกรไทย. “ไฮบริด : รถยนต์ประหยัดพลังงาน...กับแนวโน้มอุตสาหกรรมรถยนต์โลก.” (24 กุมภาพันธ์ 2549).

ข้อมูลจาก เวิลด์ ไวด์ เว็บ

กระทรวงพลังงาน. “สถานการณ์พลังงาน.” <http://www.energy.go.th/moen/default.aspx>. 2551.

“กรุงเทพฯ พ่น 42.56 ล.ตัน/ปี ก๊าซเรือนกระจกคลอกไทย.” ฐานเศรษฐกิจ (ฉบับที่ 2321, 11 – 14 พฤษภาคม 2551) <www.thannews.th.com/detialNews. php?id=T0123214 &issue=2321>.

กรมการขนส่งทางบก สำนักจัดระบบการขนส่งทางบก กลุ่มวิชาการและวางแผน ฝ่ายสถิติ. "สถิติจำนวนรถจำแนกตามประเภทน้ำมันเชื้อเพลิง." <http://www.dlt.go.th /statistics_web/statistics.html>. 2551.

กรมสรรพสามิต. "อัตราภาษีสรรพสามิตใหม่." <http://www.excise.go.th/tax/totaltax.htm>. 2548.

กรมศุลกากร. "พิธีการนำเข้ายานพาหนะส่วนบุคคล." <http://www.customs.go.th>.

"จีเอ็มมั่นใจผลิตโวลต์ 70,000 คันใน 2 ปีแรก" <http://www.manager.co.th/Motoring/ ViewNews.aspx?NewsID=95110000074> (28 มิถุนายน 2551).

"โตโยต้าเจาะตลาดไฮบริดแบบใหม่ปี 2010" <http://www.manager.co.th/Motoring/ ViewNews.aspx?NewsID=9510000070862> (17 มิถุนายน 2551).

"โตโยต้าชูไทยผลิตไฮบริด เตรียมเลิกเครื่องเบนซิน คาดปี 50 รถไฮบริดทั่วโลก 4.3 แสนคัน." <http://www.siamturakij.com> <u>สยามธุรกิจ</u> (23-25 พฤษภาคม 2550).

"ไทยเฮ! 'คัมรี่ ไฮบริด' มาแล้ว โตโยต้ายันผลิตปีหน้า." <http://www.manager.co.th/Motoring/ ViewNews.aspx?NewsID=9510000068> (11 มิถุนายน 2551).

"นิวยอร์กฯแปลงแท็กซี่เหลืองเป็นรถไฮบริด." <http://www.bangkokbiznews.com/2008/ 07/18/news_277315.php> (18 กรกฎาคม 2551).

"แนวโน้มยอดขายรถไฮบริดปี 51 พุ่ง." <http://www.bangkokbiznews.com><u>กรุงเทพธุรกิจ</u> (16 มกราคม 2551).

"ปี 2553 รถไฮบริดเสียบตลาดเบนซิน." <http://www.siamturakij.com> (3 – 6 พฤศจิกายน 2550).

“รู้จักรถไฮบริดใช้น้ำมันเสริมไฟฟ้า.” <http://www.thannews.th.com> <u>ฐานเศรษฐกิจ</u> (17-20 กรกฎาคม 2548).

Other Materials

House of Lord Selected Committee on Science & Technology, 1999 – 2000.

International Energy Agency. “Outlook for hybrid and Electric Vehicle 2008.” June 2008.

London Borough of Camden, Ecolane. “Lifecycle assessment of vehicle fuels and technologies.” Final report, March 2006.

Richard T.M. Smokers, Arjan J.J.Dijkhuizen and Rob G.Winkel, International Energy Agency. “Hybrid&Electric Vehicle, Implementing Agreement Annex VII: Hybrid Vehicles Overview Report 2000, Chapter 5.” 2001.

Shekar Viswanathan and Luz Stella. “Life Cycle Analysis of Honda Accord Hybrid Vehicles.” Bradley National University, California 2006.

Sustainable Energy Ireland. “A study on the costs and benefits of hybrid electric and battery electric vehicles in Ireland.” 2007 Edition,Version 1. November 2007.

Tahara et al. “Electric vs gasoline.” Seikei University Tokyo. 2001.

Websites

Bradley Berman. “Hybrid Batteries – Overview.” <http://www.hybridcars.com/components/hybrid-batteries-overview.html>. March 2006.

Bradley Berman. “Computer Control Systems in Hybrids.” <http://www.hybridcars.com/Components/computer-control-systems.html>. March 2006.

Bradley Berman. “Regenerative Braking.” <http://www.hybridcars.com/components/Regenerative-braking.html>. April 2006.

Bradley Berman. “Low-Resistance Tires.” <http://www.hybridcars.com/gas-mileage-factors/low-resistance-tires.html>. April 2006.

Bradley Berman. “Hybrid Battery Toxicity.” <http://www.hybridcars.com/battery-toxicity.Html>. April 2006.

Bradley Berman. “January 2008 Hybrid Market Dashboard.” <http://www.Hybridcars.com/market-dashboard>. February 2008.

Bradley Berman. “The Quest for a Better Battery.” <http://www.hybridcars.com/news/quest-better-battery-conversation-ulrik-grape-enerdel.html>. January 2008.

Bradley Berman. “Lithium Ion Hybrid Batteries.” <http://www.hybridcars.com/technology-stories/lithium-ion-batteries.html>. April 2006.

Bradley Berman. “Are Indian Diesel-Hybrids For Real?.” <http://www.hybridcars.com/carmakers/indian-diesel-hybrid-get-real.html>. May 2008.

Editors at Edmunds.com. “How a Hybrid Works.” <http://www.edmunds.com/advice/hybridcars/articles/45188/article.html>. October 2006.

EDTA. “Federal Hybrid Tax Credits.” <http://www.electricdrive.org/index.php?tg= articles&idx=Print&topics>. September 2008.

“Hybrid Vehicle.” <http://en.wikipedia.org/Hybrid_cars> 2008.

Ian Rowley. “Honda Targets Toyota’s Hybrid Dominance.” <http://businessweek.com /globalbiz/content/dec2007>. December 2007.

Keith Naughton. “Assaulted Batteries.” <http://www.newsweek.com/id/138808/output /print>. May 2008.

Philip Dunn. “Hybrid Cars – Pros and Cons.” <http://www.physorg.com/printnews.php? newsid=10031>. 2006.

Poornima Gupta. “Toyota struggles to meet hybrid, small car demand.” <http://www. reuters.com/article/environmentNews/idUSN0127917320080702>. 2008.

Tara Baukus Mello. “The Real Costs of Owning a Hybrid.” <http://www.edmunds.com/ advice/hybridcars/articles/103708/article.html> November 2007.

“Toyota to Produce Camry Hybrid in Australia.” <http://www.toyota.co.jp/en/news/ 08/0610> June 2008.

“Toyota Camry Hybrid.” <http://en.wikipedia.org/wiki/Toyota_Camry Hybrid> 2008.