รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

โครงการ “การวิเคราะห์นโยบายที่เหมาะสมเพื่อการจัดการยางล้อยานยนต์ใช้แล้วของประเทศไทย”

โดย รศ.ดร.ประเสริฐ ภวสันต์ และคณะ

กุมภาพันธ์ 2557

สัญญาเลขที่ RDG5550100

รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

โครงการ “การวิเคราะห์นโยบายที่เหมาะสมเพื่อการจัดการยางล้อยานยนต์ใช้แล้วของประเทศไทย”

คณะผู้วิจัย	สังกัด
1. รศ.ดร.ประเสริฐ ภวสันต์	คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
2. ดร.อาวีวรรณ มั่งมีชัย	วิทยาลัยนานาชาติ สถาบันบัณฑิตพัฒนบริหารศาสตร์
3. ดร.สุวิสา มหาสันทนะ	คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล
4. ดร.ดวงกมล เรือนงาม	คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สนับสนุนโดยสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.)

และสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.)

คำนำ

นับแต่อดีตถึงปัจจุบันประเทศไทยยังคงพบปัญหาในการนำยางยานยนต์ใช้แล้วไปใช้อย่างไม่ถูกวิธี ไม่ว่าจะเป็นการวางทิ้งไว้จนน้ำขังและเป็นแหล่งแพร่พันธุ์ของยุง การเผายางในการก่อจลาจลทำให้เกิดสารพิษ รวมทั้งการลักลอบขนยางข้ามประเทศ จากข้อมูลของกระทรวงพาณิชย์รายงานว่า ยางยานยนต์ที่ผลิตขึ้นในประเทศไทยแต่ละปีมีมากถึง 27 ล้านเส้น (โดยประมาณ) โดยมีการส่งออกนอกประเทศประมาณ 9 ล้านเส้น และใช้งานในประเทศประมาณ 18 ล้านเส้น จากการสำรวจเบื้องต้นพบว่า มียางยานยนต์ใช้แล้วที่ได้รับการกำจัดอย่างถูกต้องประมาณ 4.4 ล้านเส้นเท่านั้น เหนือสิ่งอื่นใดคือประเทศไทยยังไม่มีนโยบายในการจัดการยางยานยนต์ใช้แล้วเหล่านี้อย่างเป็นรูปธรรม ทำให้ขาดทิศทางและแนวปฏิบัติในการดำเนินการจัดการของทั้งภาครัฐและภาคเอกชน

ดังนั้น สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.) และสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.) ได้เล็งเห็นปัญหานี้ จึงได้สนับสนุนให้เกิดโครงการการวิเคราะห์นโยบายที่เหมาะสมเพื่อการจัดการยางยานยนต์ใช้แล้วของประเทศไทย โดยทีมวิจัยนำโดยคณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ได้ศึกษาระยะที่ 1 ในปี 2555 - 2556 เพื่อทำการสำรวจเส้นทาง/การกระจายของยางยานยนต์ในประเทศ เพื่อได้เป็นแนวทางในการจัดทำข้อเสนอแนะด้านนโยบายการจัดการยางยานยนต์ใช้แล้ว

คณะวิจัย

กุมภาพันธ์ 2557

สารบัญ

เรื่อง **หน้า**

คำนำ (1)
สารบัญ (2)
บทคัดย่อ (ภาษาไทย) (9)
บทคัดย่อ (ภาษาอังกฤษ) (10)
บทสรุปผู้บริหาร (11)

บทที่ 1 บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญ 1-1
1.2 วัตถุประสงค์ของแผนงานวิจัย 1-4
1.3 ระยะเวลาโครงการ 1-4
1.4 กลุ่มเป้าหมาย 1-4
1.5 ผลที่คาดว่าจะได้รับจากงานวิจัย 1-4
1.6 ระเบียบวิธีการศึกษา 1-4
1.6.1 การพิจารณาทางเลือกที่เหมาะสมสำหรับการจัดการยางยานยนต์ใช้แล้ว 1-4
1.6.2 การจัดทำระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ยางยานยนต์ใช้แล้วในประเทศไทย 1-5
1.6.3 การจัดทำข้อเสนอแนะด้านนโยบายการจัดการยางยานยนต์ใช้แล้ว 1-6

บทที่ 2 ความรู้เรื่องยางและการกระจายของยางยานยนต์ใช้แล้ว

2.1 คำนิยามต่าง ๆ 2-1
2.2 ยางรถยนต์ 2-1
2.2.1 องค์ประกอบของยางรถยนต์ 2-2
2.2.2 โครงสร้างของยางรถยนต์ 2-2
2.2.3 ประเภทของยางรถยนต์ 2-4
2.3 การเดินทางของยางยานยนต์ของไทย 2-7
2.3.1 สถิติยางยานยนต์ที่ผลิตและจำหน่ายในประเทศไทย 2-8
2.3.2 การประมาณค่าตัวแปรที่เกี่ยวข้อง 2-10
2.3.3 ประมาณการยางยานยนต์ใช้แล้วที่เกิดขึ้น 2-11
2.3.4 สถิติยางยานยนต์ใช้แล้วที่สำรวจได้ 2-17

สารบัญ

เรื่อง **หน้า**

2.3.5 ประมาณการยางยานยนต์ใช้แล้วที่ได้รับการจัดการ 2-22
2.3.6 ปริมาณยางยานยนต์ใช้แล้วที่นำไปหล่อดอกยาง 2-31
2.4 ปริมาณยางยานยนต์ใช้แล้วที่บริษัทผู้รับจัดการควรจะจัดการได้ 2-34
2.5 ความเป็นไปได้ในการจัดการยางยานยนต์ใช้แล้วในพื้นที่ต่าง ๆ 2-39
2.6 วิธีการกำจัดยางยานยนต์ใช้แล้วในปัจจุบันและปัญหาที่เกิดขึ้นเมื่อยางยานยนต์ใช้แล้วไม่ถูกจัดการอย่างถูกวิธี 2-43
2.6.1 ปัญหาของวิธีการจัดการยางฯ ในปัจจุบัน 2-43
2.6.2 ปัญหาที่เกิดขึ้นเมื่อยางยานยนต์ไม่ถูกจัดการอย่างถูกวิธี 2-43

บทที่ 3 รูปแบบการเก็บรวบรวม กฎหมาย และนโยบาย ที่ใช้ในการจัดการยางยานยนต์ใช้แล้ว

3.1 รูปแบบการเก็บรวบรวมยางยานยนต์ใช้แล้ว 3-1
3.1.1 ระบบผู้ผลิตรับผิดชอบ (Producer responsibility, PR) 3-1
3.1.2 ระบบตลาดเสรี 3-4
3.1.3 ระบบภาษี (Tax system) 3-5
3.2 กฎระเบียบ นโยบายต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการเก็บรวบรวมและบำบัดยางยานยนต์ใช้แล้วกรณีศึกษาจากต่างประเทศ 3-10
3.2.1 หลุมฝังกลบ 3-10
3.2.2 การเก็บรวบรวม 3-10
3.2.3 กลุ่มอุตสาหกรรมรีไซเคิล 3-11
3.2.4 นโยบายอื่น ๆ 3-11
3.2.5 ระบบการจัดทำรายงาน (manifest system) 3-11
3.3 นโยบายที่เหมาะสมเพื่อการจัดการยางยานยนต์ใช้แล้วของประเทศไทย 3-12
3.3.1 ทางเลือกที่ 1: ใช้รูปแบบการเก็บรวบรวมและจัดการยางฯ แบบตลาดเสรี 3-12
3.3.2 ทางเลือกที่ 2: ใช้กลไกการตลาดและเน้นเพิ่มประสิทธิภาพการขนส่ง 3-16
3.4 สรุป 3-18
เอกสารอ้างอิง 3-18

สารบัญ

เรื่อง **หน้า**

บทที่ 4 การวิเคราะห์ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมตลอดวัฏจักรชีวิตของเทคโนโลยีที่ใช้ในการจัดการยางยานยนต์ใช้แล้ว

4.1 ประเภทของการจัดการยางยานยนต์ใช้แล้ว 4-1
4.1.1 การใช้ซ้ำ (Reuse) 4-3
4.1.2 การนำกลับไปใช้ใหม่ในรูปวัสดุ (Material recovery) 4-4
4.1.3 การนำกลับไปใช้ใหม่ในรูปพลังงาน (Energy recovery) 4-4
4.2 เทคโนโลยีที่ใช้ในการจัดการยางยานยนต์ใช้แล้ว 4-5
4.2.1 เทคโนโลยีไพโรไลซิส 4-9
4.2.2 เทคโนโลยีการเผาในเตาปูนซีเมนต์ 4-11
4.2.3 เทคโนโลยีการผลิตยางผง 4-11
4.2.4 เทคโนโลยีการผลิตยางรีเคลม 4-14
4.3 การประเมินวัฏจักรชีวิตของผลิตภัณฑ์ 4-15
4.4 การประเมินวัฏจักรชีวิตของยางยานยนต์ใช้แล้ว 4-18
4.4.1 วิธีการดำเนินการวิเคราะห์ LCA 4-20
4.4.2 ผลการวิเคราะห์ LCA 4-23

บทที่ 5 การวิเคราะห์ข้อมูลต้นทุนตลอดวัฏจักรชีวิตของเทคโนโลยีที่ใช้ในการจัดการยางยานยนต์ใช้แล้ว

5.1 ต้นทุน-กำไรของการดำเนินการบำบัดยางยานยนต์ใช้แล้ว 5-1
5.1.1 การรีไซเคิลยางยานยนต์ใช้แล้วเป็นเชื้อเพลิง 5-1
5.1.2 การแปรรูปยางยานยนต์ใช้แล้วในโรงงานไพโรไลซิส 5-3
5.1.3 การแปรรูปยางยานยนต์ใช้แล้วในโรงงานรีเคลม 5-5
5.2 การประเมินต้นทุนในการขนส่งและจุดบำบัดยางยานยนต์ใช้แล้วเบื้องต้น 5-7

บทที่ 6 บทสรุป

6.1 ปริมาณและการจัดการยางยานยนต์ในประเทศไทย 6-1
6.2 การวิเคราะห์ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมตลอดวัฏจักรชีวิตของเทคโนโลยีที่ใช้ในการจัดการยางยานยนต์ใช้แล้ว 6-1

สารบัญ

เรื่อง **หน้า**

6.3 การคำนวณความคุ้มทุนทางเศรษฐศาสตร์ และนโยบายในการจัดการยางยานยนต์ใช้แล้วของประเทศไทย 6-2

ภาคผนวก ก รายนามผู้ทรงคุณวุฒิที่เข้าร่วมประชุมระดมความคิดเห็นจากผู้เชี่ยวชาญเฉพาะด้านภายใต้หัวข้อ “การพิจารณาเทคโนโลยีทางเลมือกและวิธีการจัดการยางยานยนต์ใช้แล้วของประเทศไทย” ก-1

ภาคผนวก ข รายนามผู้ทรงคุณวุฒิที่เข้าร่วมประชุมระดมความคิดเห็นจากผู้เชี่ยวชาญเฉพาะด้านภายใต้หัวข้อ “การพิจารณาด้านกฎหมายและวิธีการจัดการยางล้อยานยนต์ใช้แล้ว” ก-3

ภาคผนวก ค ประมวลภาพการจัดประชุมระดมความคิดเห็นจากผู้เชี่ยวชาญเฉพาะด้านภายใต้หัวข้อ “การพิจารณาเทคโนโลยีทางเลมือกและวิธีการจัดการยางยานยนต์ใช้แล้วของประเทศไทย” ก-5

ภาคผนวก ง ประมวลภาพการจัดประชุมระดมความคิดเห็นจากผู้เชี่ยวชาญเฉพาะด้านภายใต้หัวข้อ “การพิจารณาด้านกฎหมายและวิธีการจัดการยางล้อยานยนต์ใช้แล้ว” ก-8

ภาคผนวก จ รายงานการประชุมกลุ่มย่อยเพื่อระดมความคิดเห็นจากผู้เชี่ยวชาญ (Used Tyres) ครั้งที่ 1/2555 ก-12

ภาคผนวก ฉ รายงานการประชุมกลุ่มย่อยเพื่อระดมความคิดเห็นจากผู้เชี่ยวชาญ (Used Tyres) ครั้งที่ 2/2555 ก-18

ตารางเปรียบเทียบ Outputs ก-24

คำชี้แจงการปรับปรุงแก้ไขเอกสาร ก-28

สารบัญตาราง

ตารางที่ **หน้า**

1-1 รูปแบบการจัดการยางยานยนต์ใช้แล้วของประเทศต่าง ๆ 1-3
2-1 ประเภทรถที่จดทะเบียนกับกรมขนส่งทางบก กระทรวงคมนาคม 2-6
2-2 แหล่งข้อมูลที่สำรวจได้ 2-9
2-3 ปริมาณยางยานยนต์ในช่วง 12 ปี (พ.ศ. 2543 – 2555) 2-9
2-4 ตัวแปรที่ได้จากการประมาณค่า 2-11
2-5 ปริมาณยางฯ ประมาณการในปี พ.ศ. 2555 จำแนกเป็นรายประเภทและรายจังหวัด 2-12
2-6 รายชื่อบริษัทรับเปลี่ยนและจำหน่ายยางยานยนต์ 2-18
2-7 สถิติปริมาณยางยานยนต์ใช้แล้วทั้งหมดที่สำรวจได้ในแต่ละจังหวัด 2-18
2-8 สถิติปริมาณยางยานยนต์ใช้แล้วที่ไม่ถูกเปลี่ยนที่บริษัทผู้รับเปลี่ยนหรือจำหน่ายยาง 2-21
2-9 สถิติปริมาณยางยานยนต์ใช้แล้วที่บำบัดด้วยเทคโนโลยีประเภทต่าง ๆ 2-23
2-10 แหล่งและลักษณะข้อมูลที่ได้จากหน่วยงานราชการและหน่วยงานภาคเอกชน 2-23
2-11 ปริมาณยางยานยนต์ใช้แล้วที่บริษัทผู้รับจัดการยางยานยนต์สามารถรับได้ในปัจจุบัน 2-24
2-12 ค่าความร้อนจากเชื้อเพลิงแหล่งต่าง ๆ 2-28
2-13 ปริมาณยางฯ มากที่สุดที่บริษัทผู้รับจัดการยางยานยนต์สามารถรับได้ 2-29
2-14 แสดงปริมาณยางฯ ที่ผ่านการหล่อดอกของบริษัทต่าง ๆ 2-32
2-15 ปริมาณยางฯ (ประมาณการ) ที่บริษัทบำบัดนำยางฯ ไปใช้เป็นเชื้อเพลิงในโรงปูน 2-35
2-16 ปริมาณยางฯ โดยประมาณการที่สามารถบำบัดหรือจัดการได้ในปัจจุบัน 2-35
2-17 ปริมาณยางฯ โดยประมาณการมากที่สุดที่สามารถบำบัดหรือจัดการได้ 2-37
2-18 สถิติปริมาณยางฯ ที่ไม่ได้เข้าสู่บริษัทรับบำบัดหรือจัดการยาง 2-39
2-19 สถิติปริมาณยางฯ ที่ไม่ได้ผ่านกระบวนการหล่อดอกยาง 2-41
3-1 บริษัทที่รับผิดชอบ ค่าธรรมเนียมของระบบ PR ของแต่ละประเทศ 3-2
3-2 ความเหมือนและความแตกต่างของแต่ละวิธีการรวบรวมทั้ง 3 วิธี 3-7
3-3 สรุปค่าธรรมเนียมของแต่ละรูปแบบการจัดการยางยานยนต์ 3-9
3-4 สรุปค่าใช้จ่ายในการเก็บรวบรวม ขนส่ง และราคารวมที่ผู้บริโภคต้องจ่ายเมื่อซื้อยางยานยนต์ใหม่ ตามกลไกแบบตลาดเสรี 3-13
3-5 สรุปนโยบายและหน่วยงานที่กำกับดูแล หากมีการนำรูปแบบการเก็บรวบรวมและจัดการยางยานยนต์ใช้แล้วแบบตลาดเสรี 3-14

สารบัญตาราง

ตารางที่ **หน้า**

3-6 สรุปมูลค่าเพิ่มต่อหน่วยยางยานยนต์ใช้แล้ว 3-17
4-1 ประเภทและเทคโนโลยีการจัดการยางฯ ที่มีอยู่ในปัจจุบัน 4-6
4-2 องค์ประกอบและพลังงานความร้อนของน้ำมันเตาและน้ำมันเชื้อเพลิงที่ได้จากกระบวนการไพโรไลซิส 4-10
4-3 องค์ประกอบและพลังงานความร้อนของถ่านหินและยางยานยนต์ ที่กำจัดผ้าใบและลวดโลหะออกแล้ว 4-11
4-4 การประยุกต์ใช้งานของยางผงในประเทศสหรัฐอเมริกา 4-13
4-5 การใช้ประโยชน์ยางยานยนต์ใช้แล้วเพื่อผลิตผลิตภัณฑ์ 4 ชนิด 4-19
4-6 ดัชนีผลกระทบสิ่งแวดล้อมที่ทำการศึกษา 4-21
4-7 ผลิตภัณฑ์ที่ใช้ในปัจจุบันที่ถูกทดแทนด้วยผลิตภัณฑ์ที่ได้จากยางยานยนต์ใช้แล้ว 4-21
4-8 บัญชีรายการสารขาเข้าและสารขาออกสำหรับเทคโนโลยีไพโรไลซิส 4-22
4-9 บัญชีรายการสารขาเข้าและสารขาออกสำหรับเทคโนโลยีการผลิตยางผง 4-22
4-10 บัญชีรายการสารขาเข้าและสารขาออกสำหรับเทคโนโลยีการผลิตยางรีเคลม 4-23
4-11 บัญชีรายการสารขาเข้าและสารขาออกสำหรับเทคโนโลยีการเผาในเตาปูน 4-23
4-12 ค่าดัชนีผลกระทบสิ่งแวดล้อมของเทคโนโลยีการจัดการยางต่าง ๆ 4-24
4-13 ค่าดัชนีผลกระทบสิ่งแวดล้อมของเทคโนโลยีการจัดการยางต่าง ๆ 4-25
5-1 แสดงปริมาณการใช้ยางยานยนต์ใช้แล้วเพื่อเป็นเชื้อเพลิงในโรงงานอุตสาหกรรม 5-2
5-2 เปรียบเทียบค่าพลังงานยางยานยนต์ใช้แล้วกับค่าพลังงานอื่น 5-2
5-3 ค่าพลังงานและองค์ประกอบอื่น ๆ ของยางยานยนต์ประเภทต่าง ๆ 5-3
5-4 สรุปปัจจัยนำเข้าและผลผลิต ค่าใช้จ่าย รายรับ กำไร ของโรงงานโพไลไรซิส โรงงานที่ 1 5-4
5-5 สรุปปัจจัยนำเข้าและผลผลิต ค่าใช้จ่าย รายรับ กำไร ของโรงงานไพโรไลซิส โรงงานที่ 2 5-4
5-6 สรุปปัจจัยนำเข้าและผลผลิต ค่าใช้จ่าย รายรับ กำไร ของโรงงานรีเคลม 5-5
5-7 มูลค่าเพิ่มต่อหน่วยยางยานยนต์ใช้แล้ว (ประโยชน์ต่อผู้ประกอบการโรงบำบัด) 5-6
5-8 ต้นทุนวัตถุดิบที่ประหยัดได้จากการใช้ผลิตภัณฑ์รีไซเคิล ยางฯ (ประโยชน์ต่อผู้นำผลิตภัณฑ์จากการรีไซเคิลยางล้อไปใช้ทดแทนวัตถุดิบ) 5-7
5-9 สรุปต้นทุนการสับยางและขนส่ง 5-8

สารบัญรูป

รูปที่	**หน้า**
1-1 แผนงานวิจัยตามข้อเสนอโครงการ	1-7
2-1 ส่วนประกอบของล้อรถยนต์	2-2
2-2 โครงสร้างยางรถยนต์	2-3
2-3 ยางในและยางนอก	2-4
2-4 ลักษณะยางรถยนต์ที่มีและไม่มียางใน	2-5
2-5 การจัดวางเส้นใยของชั้นผ้าใบ	2-5
2-6 การเดินทางของยางยานยนต์ของไทย	2-8
2-7 ปริมาณยางยานยนต์ใช้แล้วที่ประมาณการได้ในช่วง 12 ปี (พ.ศ. 2543 – 2555)	2-11
2-8 (G1) จำนวนรถยนต์จดทะเบียน	2-16
2-9 (G2) ปริมาณยางฯ ที่จำหน่าย	2-20
2-10 (G3) ปริมาณยางยานยนต์ใช้แล้ว ณ สถานบำบัดและสถานหล่อดอกยาง	2-27
3-1 ระบบผู้ผลิตรับผิดชอบ	3-2
3-2 ระบบตลาดเสรี	3-5
3-3 รูปแบบระบบภาษีของประเทศสหรัฐอเมริกา	3-6
3-4 รูปแบบการบำบัดยางยานยนต์ใช้แล้ว	3-13
4-1 การจัดการยางยานยนต์ใช้แล้วทั้ง 3 ประเภท	4-2
4-2 จำนวนสิทธิบัตรที่เกี่ยวกับเทคโนโลยีที่ใช้ในการจัดการยางยานยนต์ใช้แล้ว	4-8
4-3 จำนวนบทความทางวิชาการที่เกี่ยวกับเทคโนโลยีที่ใช้ในการจัดการยางยานยนต์ใช้แล้ว	4-8
4-4 กระบวนการไพโรไลซิส	4-10
4-5 วัฏจักรชีวิตของผลิตภัณฑ์ตั้งแต่เกิดจนตาย	4-16
4-6 การพิจารณาผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมในแต่ละขั้นตอนในการผลิตผลิตภัณฑ์	4-17
4-7 ขั้นตอนการประเมินวัฏจักรชีวิต	4-17
4-8 ทิศทางการแปรรูปยางยานยนต์ใช้แล้วให้เป็นผลิตภัณฑ์ใหม่	4-18
4-9 วัฏจักรชีวิตของยางยานยนต์ใช้แล้ว	4-19
4-10 ขอบเขตของระบบที่ศึกษา	4-20
4-11 ดัชนีผลกระทบสิ่งแวดล้อมของเทคโนโลยีการจัดการยางต่าง ๆ	4-24
5-1 ลักษณะการขนส่งยางยานยนต์ใช้แล้วในปัจจุบัน	5-7
5-2 การเพิ่มประสิทธิภาพการขนส่งโดยเพิ่มจุดเก็บรวบรวมและสับยางแยกเศษเหล็ก	5-8

บทคัดย่อ

การประเมินในการศึกษานี้แสดงให้เห็นว่าประเทศไทยมียางยานยนต์ใช้แล้ว (ยางฯ) จำนวนมากกว่า 18 ล้านเส้นต่อปี ซึ่งส่วนมากยังไม่ได้รับการจัดการที่ถูกต้อง โดยผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากผู้ประกอบการจัดการยางฯ ระบุว่า มีเพียงประมาณ 5 - 6 ล้านเส้นเท่านั้นที่เข้าสู่ระบบการบำบัดเพื่อเปลี่ยนสภาพยางฯ เหล่านี้เป็นผลิตภัณฑ์อื่นที่มีมูลค่ามากขึ้น โดยเทคโนโลยีการจัดการยางฯ ของประเทศไทยในปัจจุบันเกี่ยวข้องกับการนำยางฯ ไปผลิตเป็นผงยาง (Reclaimed rubber) น้ำมันเตา (ผ่านกระบวนการไพโรไลซิส) และเป็นพลังงานทดแทน (เช่น ทดแทนเชื้อเพลิงในเตาปูน) ส่วนยางฯ อีกจำนวนมาก (กว่า 12 - 13 ล้านเส้นต่อปี) ยังไม่สามารถหาแหล่งกำจัดที่ชัดเจนได้ เนื่องจากอาจได้รับการดำเนินการโดยผู้ประกอบการที่ไม่ได้ขึ้นทะเบียน หรือถูกจัดการโดยการเผาทิ้งในที่เปิดโล่ง โดยผลจากการศึกษานี้สามารถระบุการกระจายตัวโดยคร่าวของยางฯ จากแหล่งกำเนิดต่าง ๆ ทั่วประเทศไทยและได้ป้อนข้อมูลลงระบบ GIS เพื่อให้ง่ายต่อการค้นหา และการปรับข้อมูลให้ทันสมัยในอนาคต

การวิเคราะห์เชิงเทคนิคในแง่ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมพบว่าเทคโนโลยีที่เหมาะสำหรับการจัดการยางฯ มากที่สุด (ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมในภาพรวมน้อยที่สุด) คือ เทคโนโลยีการเผาเพื่อเป็นพลังงานทดแทน (โดยเฉพาะในเตาปูน) ตามมาด้วยเทคโนโลยีการนำยางฯ ไปผลิตผงยางใหม่ (ยางรีเคลม) และสุดท้ายคือ เทคโนโลยีไพโรไลซิส (การเปลี่ยนสภาพเป็นน้ำมันเตา) และสำหรับการวิเคราะห์เชิงเศรษฐศาสตร์พบว่า เทคโนโลยีการทำยางรีเคลมและไพโรไลซิสให้ผลตอบแทนสูงใกล้เคียงกัน อยู่ที่ประมาณ 3 - 6 บาทต่อกิโลกรัมยางฯ ส่วนการนำไปใช้เป็นพลังงานทดแทน ผลตอบแทนอยู่ที่ 0.7 บาทต่อกิโลกรัมยางฯ อย่างไรก็ตาม การทำยางรีเคลมและไพโรไลซิสจำเป็นต้องมีการลงทุน และมีระยะเวลาคืนทุนที่ 2 และ 3 ปี ตามลำดับ ส่วนการเผาในเตาปูนสามารถใช้โรงงานปูนซิเมนต์ที่มีอยู่ได้เลย

ในเชิงนโยบาย การศึกษาพบว่า นโยบายที่มีการใช้ในการควบคุมยางฯ ที่ประสบความสำเร็จในประเทศต่าง ๆ มีอยู่ด้วยกัน 3 รูปแบบหลักคือ การให้อยู่ในความรับผิดชอบของผู้ผลิต (Producer Responsibility, PR) การเปิดตลาดเสรี (Free market) และการใช้กลไกภาษี/ค่าธรรมเนียม (Tax) อย่างไรก็ตาม เนื่องจากการจัดการยางฯ ในประเทศไทยนั้นสามารถทำให้เกิดความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ได้หากมีการจัดการเรื่องการเก็บรวบรวมและการขนส่งให้มีประสิทธิภาพ และมีตำแหน่งของโรงบำบัดที่เหมาะสม ดังนั้น หากมีการสนับสนุนจากหน่วยงานต่าง ๆ ตามที่ระบุด้านล่างนี้ น่าจะสามารถช่วยให้เกิดการจัดการยางฯ ที่มีประสิทธิภาพได้

(ก) กรมโรงงานอุตสาหกรรม: การจัดการคาร์บอนแบลกที่เกิดขึ้นจากกระบวนการไพโรไลซิส

(ข) สภาอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย: การส่งเสริมให้เกิดการร่วมลงทุนระหว่างผู้ประกอบการเพื่อจัดทำจุดเก็บและการจัดการยางฯ เบื้องต้นในตำแหน่งที่เหมาะสม

Abstract

This work demonstrates that there were approximately 18 million used tires being produced each year, many of which have not been properly dealt with. Only some 5 - 6 million used tires entered registered used tire treatment facilities which converted these used tires to some other value added products such as reclaimed rubber, bunker oil (pyrolysis), and energy supplement especially in cement kiln. The rest of the used tires (more than 12 - 13 million used tires) were not recorded to be properly treated or value added anywhere. It was possible that they were collected by unknown dealers or being burnt in open space. However, this work provides an estimate of the distribution of used tires throughout each region of Thailand, and imprinted this information into GIS system to enable future data update.

Technical evaluation illustrates that, in environmental point of view, one of the most environmental benign options is to convert used tires to supplementary fuel in cement kiln, followed by the conversion to reclaimed rubber and bunker oil (pyrolysis), respectively. On the other hand, preliminary economical assessment states that the return of reclaimed rubber and bunker oil (pyrolysis) are similar at 3 - 6 baht/kg used tire whereas using used tire as supplementary fuel gives the return of about 0.7 baht/kg used tire. However, the option of supplementary fuel can be applied with existing facilities like cement kiln while the other technology might involve investment in which the breakeven for reclaimed rubber and pyrolysis technologies are around 2 and 3 years, respectively.

Evidences demonstrate that there are three successful used tire management policies. The first one is to allocate the responsibility to tire producers (PR model); the second one is the free market model; and the last one is the use of tax system. For Thailand, as the economic shows that, with proper management particularly on collection, logistics, and distribution of treatment facilities of used tires, a reasonable return can be achieved. Hence, with adequate supports from related organizations, there is a high possibility that a system where used tires can be converted to higher value products can be practically realized. Such supports include:

(a) Department of Industrial Works: The management of carbon black generated from pyrolysis technology

(b) The Federation of Thai Industries: The co-support from related industries in formulating well distributed collection points with proper pre-treatment facility

บทสรุปผู้บริหาร

ประเทศไทยเป็นประเทศที่มีกำลังการผลิตยางยานยนต์ค่อนข้างสูง จากรายงานทางสถิติอุตสาหกรรมประจำปี 2555 ของกระทรวงพาณิชย์ พบว่ายางนอกรถบรรทุกและรถโดยสาร ยางนอกรถกระบะ และยางนอกรถยนต์นั่ง เป็นยาง 3 ประเภทที่สามารถนำไปจัดการให้เกิดประโยชน์ในแง่ต่าง ๆ ได้ ซึ่งสถิติปริมาณยางยานยนต์ทั้ง 3 ประเภทนี้ มีปริมาณสะสมมากที่สุดในปี 2553 ถึงประมาณ 20 ล้านเส้น กรมโรงงานอุตสาหกรรม ระบุว่า มีปริมาณยางที่ถูกนำไปจัดการประมาณ 57,300 ตันต่อปีหรือประมาณ 0.99 ล้านเส้น (กำหนดให้ยาง 1 เส้นมีน้ำหนัก 57.9 กิโลกรัม) นั่นหมายถึงปริมาณที่เหลืออีก 17.4 ล้านเส้น เมื่อเทียบกับปริมาณยางที่ผลิตและจำหน่ายภายในประเทศไทยในปี 2554 จะถูกนำไปทิ้งในที่ต่าง ๆ หรือถูกกำจัดอย่างไม่ถูกวิธีอันนำไปสู่ปัญหาทางด้านสิ่งแวดล้อมและปัญหาด้านสุขภาพ เช่น การเผายางยานยนต์ในระบบเปิด จะมีการปล่อยสารคาร์บอนมอนอกไซด์ โมโนอะโรมาติกส์ พอลิอะโรมาติกส์ไฮโดรคาร์บอนต่าง ๆ หรือการนำซากยางยานยนต์เก่าไปทิ้งไว้ในที่เปียกชื้นจะทำให้เกิดเป็นแหล่งเพาะพันธุ์ยุง การกำจัดด้วยการฝังกลบอาจใช้เวลาหลายร้อยปีในการย่อยสลาย อีกทั้งสารเคมีที่เป็นพิษบางชนิดที่มีอยู่ในยางอาจชะลงสู่ดินหรือแหล่งน้ำใกล้เคียง ซึ่งอาจทำให้สิ่งมีชีวิตที่อาศัยอยู่ตายได้

ประเทศต่าง ๆ ทั่วโลกได้เล็งเห็นถึงผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมที่จะเกิดขึ้น จึงได้ออกกฎระเบียบมาตรการ และกฎหมายต่าง ๆ เพื่อรองรับปัญหาเหล่านี้ เช่น การนำกลับไปใช้ใหม่ในรูปแบบต่าง ๆ ได้แก่ นำไปหล่อดอกยางใหม่ซึ่งเหมาะกับยางล้อรถบรรทุกหรือรถโดยสาร (รถขนาดใหญ่) ที่มีหน้ายางไม่สึกหรอมากนัก นำไปแปรรูปเพื่อใช้เป็นส่วนหนึ่งของวัตถุดิบในอุตสาหกรรมอื่น ๆ เพื่อช่วยเพิ่มความคงทนแข็งแรงและเพิ่มความยืดหยุ่นของวัสดุ ได้แก่ การผลิตล้อเก้าอี้นั่ง ลูวิ่งสังเคราะห์ในกรีฑา ทำทางเท้า ผสมยางมะตอย ทำถังขยะยาง เป็นต้น หรืออาจนำไปแปรรูปเพื่อใช้เป็นเชื้อเพลิงทดแทนถ่านหินหรือน้ำมันเตาในการให้พลังงานในอุตสาหกรรมประเภทต่าง ๆ เช่น อุตสาหกรรมปูนซีเมนต์ อุตสาหกรรมกระดาษ โรงไฟฟ้าพลังความร้อน อุตสาหกรรมไพโรไลซีส ฯลฯ ตลอดจนนำไปผลิตเป็นถ่านกัมมันต์เพื่อใช้เป็นตัวดูดซับสารบางประเภท โดยประเทศไทยมีสัดส่วนจัดการยางยานยนต์ใช้แล้ว (ยางฯ) ด้วยการนำกลับมาใช้ใหม่เพียง 29% ซึ่งนับว่าอยู่ในเกณฑ์ค่อนข้างต่ำเมื่อเทียบกับประเทศอื่น ๆ ซึ่งในแถบยุโรปและเอเชียส่วนใหญ่สามารถนำยางฯ กลับมาใช้ประโยชน์ใหม่ได้ไม่ต่ำกว่า 50% และประเทศไทยยังไม่มีการออกกฎหมายที่แน่ชัดในการควบคุมปริมาณและกำจัดยางฯ

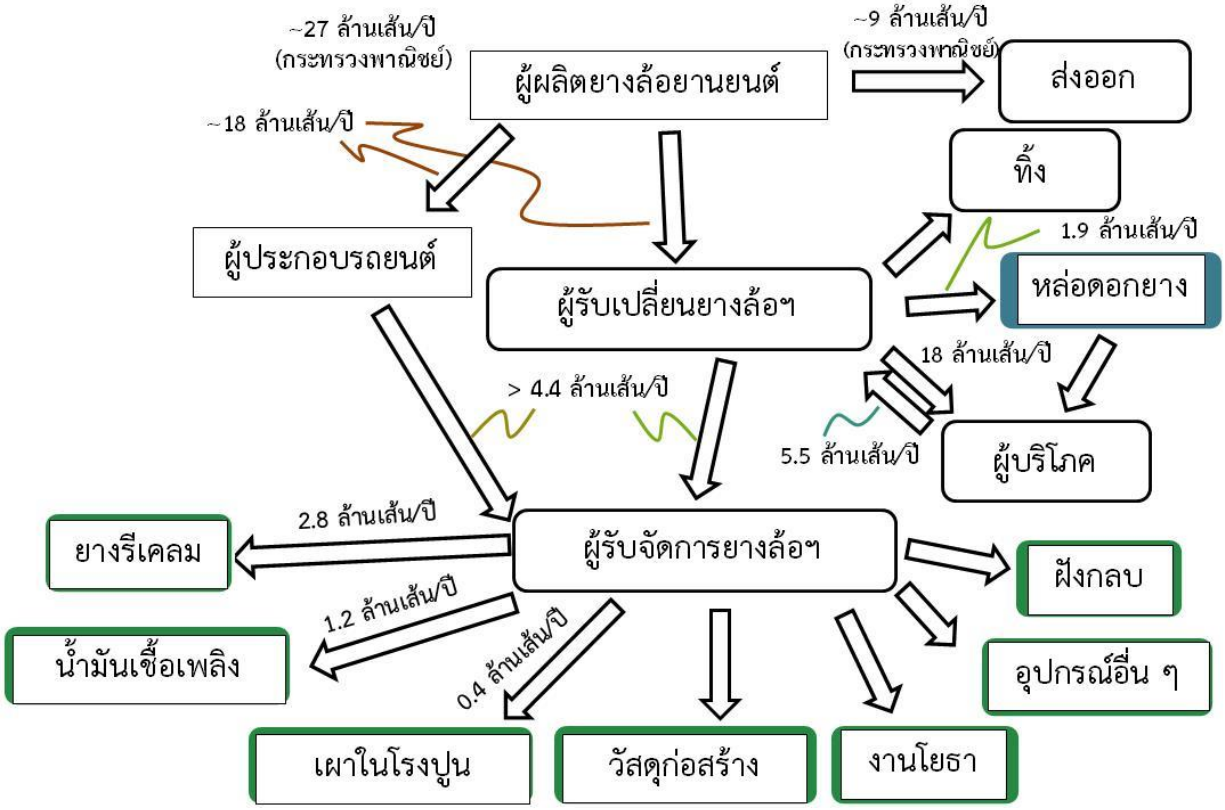
ด้วยเหตุนี้ประเทศไทยจึงมีความจำเป็นต้องมีการศึกษาเพิ่มเติมเพื่อให้ทราบถึงสถานการณ์ปัจจุบันของปริมาณยางฯ วิธีการและเทคโนโลยีในการแปรรูปยางฯ เพื่อให้เกิดมูลค่าที่ใช้อยู่ในปัจจุบันทั้งในประเทศและต่างประเทศ ผลกระทบต่าง ๆ ทั้งทางด้านสิ่งแวดล้อมและเศรษฐศาสตร์ของวิธีการและเทคโนโลยีในการแปรรูปยางฯ ตลอดจนกฎระเบียบและมาตรการที่เกี่ยวข้องกับการควบคุมปริมาณยางฯ

การป้องกันการทิ้งยางฯ และส่งเสริมให้มีการจัดการยางฯ ที่มีอยู่ในปัจจุบันทั้งในประเทศและต่างประเทศ เพื่อให้ได้ข้อมูลต่าง ๆ ที่สามารถสนับสนุนการวางแผนและการจัดทำนโยบายการจัดการยางฯ ที่เหมาะสมสำหรับประเทศไทยต่อไป โดยมีวัตถุประสงค์ของโครงการ ดังนี้

1. พิจารณาทางเลือกที่เหมาะสมสำหรับการจัดการยางรถส่วนบุคคลและยางรถบรรทุก
2. จัดทำระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ยางยานยนต์ใช้แล้วในประเทศไทย
3. จัดทำข้อเสนอแนะด้านนโยบายการจัดการยางยานยนต์ใช้แล้ว

1. ปริมาณและเส้นทางของยางยานยนต์ในประเทศไทย

ข้อมูลของกระทรวงพาณิชย์รายงานว่า ยางยานยนต์ที่ผลิตขึ้นในประเทศไทยแต่ละปีมีมากถึง 27 ล้านเส้น (โดยประมาณ) โดยมีการส่งออกนอกประเทศประมาณ 9 ล้านเส้น และใช้งานในประเทศประมาณ 18 ล้านเส้น จากการสำรวจเส้นทางของยางยานยนต์ที่ใช้ในประเทศ แต่ละปีจะมียางฯ ที่ได้รับการกำจัดโดยวิธีไพโรไลซิส เผาในเตาปูน และทำยางรีเคลม ประมาณ 4.4 ล้านเส้นเท่านั้น (รูปที่ 1) โดยส่วนยางฯ ที่เหลือจะมีการนำไปหล่อดอกใหม่และวนใช้งานในระบบประมาณ 2 ล้านเส้น และไม่ทราบแหล่งที่รับกำจัดอีกมาก



รูปที่ 1 การเดินทางของยางยานยนต์ของไทย

ในส่วนของการกระจายตัวตามจังหวัดต่าง ๆ ของยางยานยนต์นั้น หลังจากทีมวิจัยได้ประเมินปริมาณจากการสอบถามร้านรับเปลี่ยนยางทั่วประเทศกว่า 600 แห่ง เช่น บริษัท ค็อกพิท จำกัด บริษัท บีควิก จำกัด บริษัท ไทร์พลัส จำกัด บริษัท เอซีที จำกัด บริษัท ออโต้บอย จำกัด ทำให้ทราบถึงการกระจายตัวของยางยานยนต์ที่น่าจะอยู่ในจังหวัดนั้น ๆ โดยพบว่า จากปริมาณยางที่ได้รับการเปลี่ยนจากร้านเปลี่ยนยาง 3.2 ล้านเส้น จังหวัดกรุงเทพมหานครมีปริมาณยางฯ เกิดขึ้นมากที่สุด ประมาณ 1.45 ล้านเส้น รองลงมาคือ นครราชสีมา ชลบุรี ระยอง เชียงใหม่ และสงขลา ประมาณ 0.13 0.09 0.06 0.06 และ 0.06 ล้านเส้น ตามลำดับ

2. การบำบัดยางยานยนต์ใช้แล้ว

เทคโนโลยีหลัก ๆ ที่ใช้ในการจัดการยางฯ ของประเทศไทยมีทั้งหมด 3 เทคโนโลยี ได้แก่ ไพโรไลซิส เชื้อเพลิงทดแทนในเตาปูน และยางรีเคลม/ยางผง โดยข้อมูลการสำรวจและประมาณการปริมาณยางฯ ที่แต่ละประเภทบริษัท พบว่ายางฯ สามารถนำไปเป็นเชื้อเพลิงทดแทนในเตาปูนหรือโรงงานปูนซีเมนต์ได้มากที่สุด รองลงมาคือนำไปเข้ากระบวนการไพโรไลซิส และยางรีเคลม/ยางผง ตามลำดับ เนื่องจากยางฯ เป็นวัตถุดิบที่ให้ค่าพลังงานต่อน้ำหนักที่สูง ในขณะที่เทคโนโลยีไพโรไลซิส และกระบวนการทำรีเคลม/ยางผง ยังอยู่ในขั้นตอนการพัฒนากระบวนการและผลิตภัณฑ์รวมทั้งรอการสนับสนุนจากทางภาครัฐในการจัดตั้งโรงงานที่ใช้เทคโนโลยีดังกล่าว

อย่างไรก็ตามเมื่อทำการเจาะลึกข้อมูลจากการสำรวจและลงพื้นที่แต่ละบริษัทที่รับกำจัดยางฯ กลับพบว่า ยางฯ ถูกส่งไปเป็นเชื้อเพลิงทดแทนในเตาปูนเพียง 0.4 ล้านเส้นต่อปี ในขณะที่กระบวนการไพโรไลซิสรับกำจัดยางฯ 1.2 ล้านเส้นต่อปี และการทำยางรีเคลม/ยางผง เป็นเทคโนโลยีที่ประเทศไทยใช้กำจัดยางฯ มากที่สุดถึง 2.8 ล้านเส้นต่อปี (ทั้งนี้ การจัดการยางฯ ด้วยการหล่อดอกยาง ไม่จัดเป็นวิธีการการกำจัดยางฯ)

3. รูปแบบการเก็บรวบรวม กฎหมาย และนโยบายที่ใช้ในการจัดการยางยานยนต์ใช้แล้ว

จากการสำรวจข้อมูลการรวบรวมยางฯ ในต่างประเทศที่ประสบความสำเร็จ มีวิธีการรวบรวมทั้งหมด 3 วิธี ได้แก่

3.1 ระบบผู้ผลิตรับผิดชอบ (Producer responsibility, PR)

นิยมใช้กับประเทศในทวีปยุโรป โดยออกกฎห้ามการทิ้งยางฯ ตั้งแต่ปี ค.ศ. 2003 และห้ามทิ้งเศษยางยานยนต์ในปี ค.ศ. 2006 นอกจากนี้ได้มีการประกาศให้ชิ้นส่วนของรถยนต์ 80% โดยน้ำหนัก ต้องสามารถนำไปรีไซเคิลได้ ภายในปี ค.ศ. 2006 และเพิ่มสัดส่วนเป็น 95% ภายในปี ค.ศ. 2015 ซึ่ง

หมายความว่า ทั้งอุตสาหกรรมรถยนต์และยางรถยนต์ต้องสามารถรีไซเคิลได้อย่างง่าย นอกจากนี้ โรงงานปูนที่นำเศษยางล้อไปเผาเป็นเชื้อเพลิงและไม่สามารถควบคุมการปล่อยมลพิษทางอากาศได้ตามมาตฐานจะถูกระงับใบอนุญาตประกอบการ ซึ่งเริ่มใช้ในปี ค.ศ. 2008

การดำเนินงานของระบบนี้จะเริ่มต้นจาก ผู้รับซื้อยางยานยนต์จะถูกเรียกเก็บค่าธรรมเนียมการจัดการยางยานยนต์ ณ จุดที่ทำการซื้อขายยางยานยนต์ ค่าธรรมเนียมจะถูกส่งต่อให้กลุ่มผู้ผลิตยางยานยนต์ กลุ่มอุตสาหกรรมรีไซเคิลยางยานยนต์ ซึ่งจัดตั้งโดยกลุ่มบริษัทผู้ผลิตยางยานยนต์ จะทำหน้าที่เป็นผู้รวบรวม เคลื่อนย้ายและทำการบำบัดยางฯ ในจำนวนที่เท่ากับยางยานยนต์ใหม่ที่จำหน่าย ค่าธรรมเนียมมีแนวโน้มที่จะลดลงเมื่อดำเนินการไประยะเวลาหนึ่ง กลุ่มบริษัทผู้ผลิตยางยานยนต์ต้องจัดทำรายงานการดำเนินงานประจำปีต่อหน่วยงานภาครัฐที่กำกับดูแล ระบบนี้เป็นระบบที่ใช้ในทวีปยุโรปและประสบความสำเร็จมานานกว่า 10 ปี โดยระบบสามารถติดตามตรวจสอบการจัดการยางฯ ได้ และนำรายได้มาส่งเสริมพัฒนาการวิจัยในอุตสาหกรรมยาง และค่าใช้จ่ายในการบำบัดยางฯ มีความโปร่งใสและสามารถติดตามตรวจสอบได้

3.2 ระบบตลาดเสรี (Free market)

ในประเทศญี่ปุ่นมีการใช้ระบบตลาดเสรีในกระบวนการเก็บรวบรวมและบำบัดยางยานยนต์ โดยสมาคมผู้ผลิตยางยานยนต์ หรือ The Japan Automobile Tyre Manufacturers Association Inc. (JATMA) เป็นกลุ่มที่ประชาสัมพันธ์ 3Rs–Reduce, Reuse and Recycle และรวบรวมยางฯ กลุ่มอุตสาหกรรมที่เกี่ยวข้องกับการบำบัดยางฯ จะดำเนินการแบบเสรี ตามความสมัครใจ และมีการแข่งขันกันผ่านกลไกการตลาด ในบางประเทศจะมีกฎหมายควบคุมเกี่ยวกับการเคลื่อนย้าย การทิ้ง และการกักเก็บยางยานยนต์ ภายใต้ระบบนี้ จะมีการตั้งค่าเป้าหมายในการบำบัดยางยานยนต์ แต่ไม่มีการระบุเฉพาะเจาะจงว่าใครหรือกลุ่มบริษัทไหนเป็นผู้รับผิดชอบ อาจจะมีกลุ่มองค์กรอิสระหรือกลุ่มองค์กรอาสาสมัครในการช่วยเหลือสนับสนุนระหว่างกลุ่มอุตสาหกรรมเพื่อให้เกิดกระบวนการบำบัดยางยางยนต์ที่เกิดประโยชน์สูงสุด

3.3 ระบบภาษี (Tax system)

ประเทศสหรัฐอเมริกาใช้ระบบภาษีและประสบความสำเร็จในการเก็บรวบรวมและบำบัดยางยานยนต์ หลายรัฐในอเมริกาได้ออกมาตราการต่าง ๆ ในการรีไซเคิลยางยานยนต์ บางรัฐมีโครงการบำบัดยางยานยนต์โดยตรง ในขณะที่บางรัฐรวมการบำบัดยางยานยนต์เข้ากับโครงการการบำบัดของเสียทั่วไป มี 19 รัฐที่มีโครงการเสริมสร้างแรงจูงใจเพื่อให้เกิดโครงการเปลี่ยนยางยานยนต์มาเป็นน้ำมันและนำไปใช้เป็นวัสดุอื่น ๆ อีก 32 รัฐมีโครงการสนับสนุนทางการเงินและการให้กู้ยืมเงินสำหรับอุตสาหกรรมการ

รีไซเคิลยางและการบำบัดยางยานยนต์ ผู้ซื้อยางยานยนต์จ่ายค่าธรรมเนียม ณ จุดที่ซื้อขาย โดยค่าธรรมเนียมในการจัดการยางยานยนต์ขึ้นกับแต่ละรัฐ ซึ่งมีค่าอยู่ในช่วง $1- $2.5 ต่อยางยานยนต์ โดยร้านจำหน่ายยางยานยนต์ ร้านจำหน่ายรถยนต์ ศูนย์เปลี่ยนล้อ สามารถหักค่าใช้จ่ายจากค่าธรรมเนียมในการลงทะเบียน $0.1 - $0.25 ต่อยางยานยนต์ แล้วส่งต่อค่าธรรมเนียมที่เหลือ ($0.9 - $2.25) ให้แก่หน่วยงานของภาครัฐ หรือหน่วยงานที่รัฐดูแล เพื่อใช้จ่ายในการจัดการยางยานยนต์

ผู้จำหน่ายยางยานยนต์ต้องเป็นผู้รับยางฯ จากลูกค้า ซึ่งจำนวนจะต้องเท่ากับจำนวนยางยานยนต์ใหม่ที่จำหน่าย ผู้จำหน่ายยางต้องติดข้อความ พร้อมสัญลักษณรีไซเคิลว่า ห้ามทิ้งยางฯ ในถังขยะรีไซเคิล และกฎหมายของรัฐอนุญาติให้จำหน่ายยางยานยนต์ใหม่จำนวนที่เท่ากับจำนวนรับยางยานยนต์เก่าเพื่อการรีไซเคิล โดยผู้จำหน่ายยางยานยนต์ไม่ควรสะสมยางฯ เกิน 90 วัน

จากรูปแบบการเก็บรวบรวมดังกล่าวข้างต้นสามารถสรุปเป็นประเด็นที่เหมือนและแตกต่างของทั้ง 3 วิธีแสดงดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 เปรียบเทียบผลดี ผลเสีย ของรูปแบบการบริหารจัดการยางยานยนต์ใช้แล้วในแต่ละรูปแบบ

ประเด็น	ผู้ผลิตรับผิดชอบ (PR Model)	ตลาดเสรี (Free Market Model)	ภาษี (Tax Model)
ค่าธรรมเนียมการกำจัด และการจัดเก็บเรียกเก็บ	ลูกค้า ผู้ซื้อยาง จ่ายค่ากำจัดยางที่จุดซื้อขายยาง โดยค่าธรรมเนียมทั้งหมดจะถูกส่งต่อไปที่องค์กร สมาคมผู้รับกำจัดยาง	ลูกค้า ผู้ซื้อยาง จ่ายค่ากำจัดยางที่จุดซื้อขายยาง โดยค่าธรรมเนียมทั้งหมดจะถูกส่งต่อไปบริษัทที่เกี่ยวข้องในการกำจัดยางเป็นลูกโซ่	ลูกค้า ผู้ซื้อยาง จ่ายค่ากำจัดยางที่จุดซื้อขายยาง โดยค่าธรรมเนียมทั้งหมดจะถูกส่งต่อไปยังรัฐบาล
เส้นทางในการขนส่งไปกำจัด	การรีไซเคิล และการแปรสภาพวัสดุกลับมาใช้ใหม่ (California Development of Resources Recycling and Recovery) รัฐบาลอาจกำหนดปริมาณวัสดุขั้นต่ำของการรีไซเคิล	ไม่มีเป้าในการรีไซเคิลหรือการแปรสภาพวัดุกลับมาใช้ใหม่	การรีไซเคิล และการแปรสภาพวัสดุกลับมาใช้ใหม่ กำหนดและบริหารจัดการโดยภาครัฐ
ขอบข่ายความรับผิดชอบของผู้ผลิตยาง	ตั้งแต่กระบวนการผลิตจนกระทั้งการรายงานการนำยางไปทิ้ง (Final disposal	ในบางกรณีต้องทำการรายงานแนวโน้มของอุตสาหกรรมการบำบัดยางฯ	ส่งมอบค่าธรรมเนียมที่เก็บจากผู้ซื้อแก่รัฐบาล

ประเด็น	ผู้ผลิตรับผิดชอบ (PR Model)	ตลาดเสรี (Free Market Model)	ภาษี (Tax Model)
	documentation) แก่ผู้ที่รับไปบำบัด (Recycler)	แก่รัฐบาล	
การบังคับใช้กฎของภาครัฐ	วางกรอบข้อบังคับสำหรับ PR model พร้อมระบุผู้ที่เกี่ยวข้องหรือรับผิดชอบอย่างชัดเจน	ระเบียบ ข้อบังคับเหมือนการจัดการของวัสดุเหลือใช้ทั่วไป	ขอบข่ายความรับผิดชอบของภาครัฐบาลและผู้ผลิต ผู้นำเข้า ระบุเป็นกฎหมาย
ข้อบังคับ หรือการรับผิดชอบสำหรับการทิ้งอย่างผิดกฎหมาย	เมื่อเกิดการทิ้งอย่างผิดกฎหมาย	เมื่อเกิดการทิ้งอย่างผิดกฎหมาย	เมื่อเกิดการทิ้งอย่างผิดกฎหมาย
ขอบข่ายความรับผิดชอบในประเด็นการเก็บสะสมยางในคลังสินค้า	อุตสาหกรรมผู้ผลิตยางไม่ต้องรับผิดชอบ แต่คอยควบคุมดูแลการนำยางยานยนต์ไปกำจัดเพื่อรักษาความสัมพันธ์และความเชื่อใจอันดีต่อภาครัฐ	รัฐรับผิดชอบถ้าไม่มีการระบุผู้รับผิดชอบที่ชัดเจน	รัฐกำกับดูแล

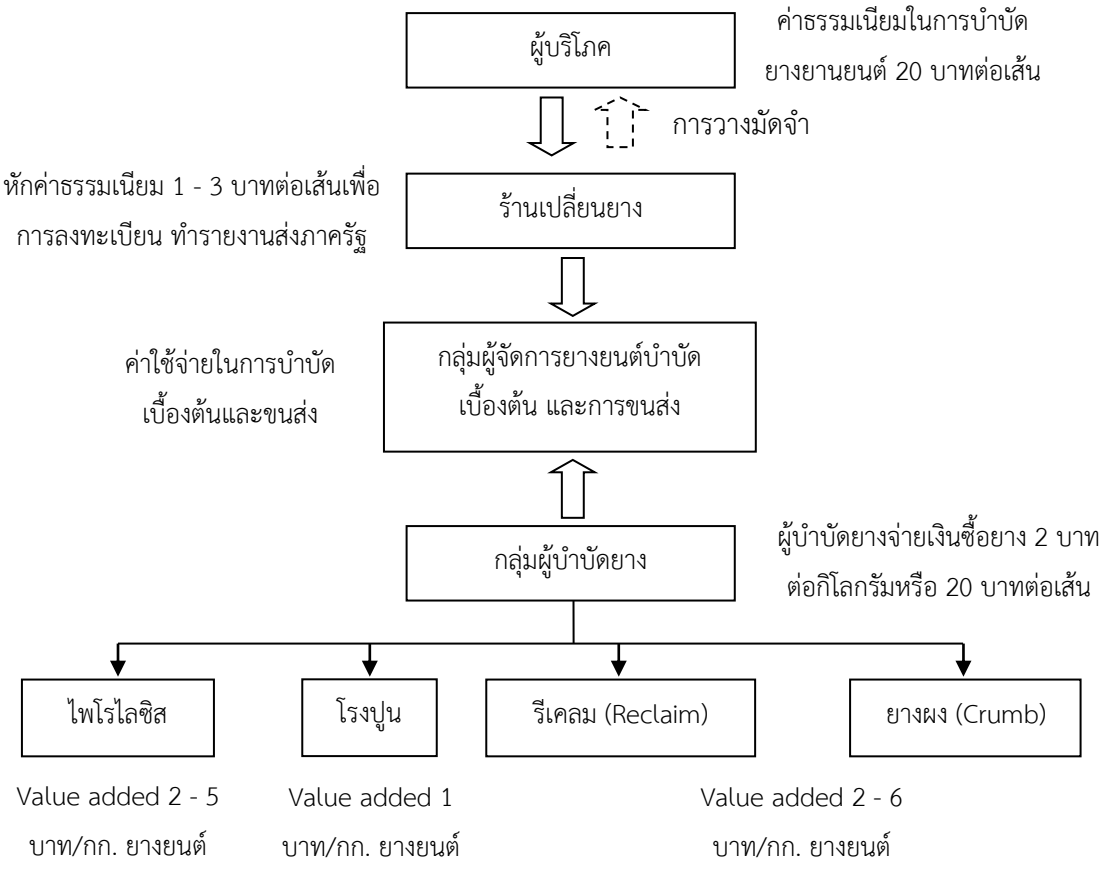
4. ทางเลือกการจัดการยางยานยนต์ใช้แล้วในประเทศไทย

ทีมวิจัยได้เสนอรูปแบบการเก็บรวบรวมและหน่วยงานที่เกี่ยวข้องเป็น 2 ทางเลือก ดังนี้

4.1 รูปแบบการเก็บรวบรวมและจัดการยางยานยนต์ใช้แล้วแบบตลาดเสรี

รูปแบบนี้เป็นการประยุกต์รูปแบบการเก็บรวบรวมและจัดการยางฯ ในปัจจุบันของประเทศไทย ผนวกกับรูปแบบที่ได้ทบทวนจากต่างประเทศ โดยรูปแบบที่นำเสนอจะเป็นรูปแบบกึ่งตลาดเสรี โดยผู้ใช้นำซากยางมาคืนที่ร้านเปลี่ยนยาง (ร้านที่ซื้อยาง) โดยยางที่ไม่สามารถนำไปใช้การต่อได้แล้วจะถูกส่งไปยังกลุ่มผู้จัดการยาง (อาจกำกับดูแลโดยรัฐ) เพื่อเก็บรวบรวมและสับยางเป็นชิ้นเพื่อให้ง่ายต่อการขนส่งและ

ประหยัดค่าใช้จ่ายในการขนส่ง โดยโรงงานบำบัดจะมาติดต่อซื้อยางจากกลุ่มผู้จัดการยางนี้ (รูปที่ 2) ในส่วนของค่าใช้จ่าย ผู้บริโภคต้องจ่ายค่ายางล้อใหม่ประมาณ 2,120 - 3,230 บาทต่อเส้น ซึ่งในมูลค่านี้รวมค่าดำเนินการในการขนส่งและบำบัดยางฯ ประมาณ 20 บาท (ไม่เก็บค่าธรรมเนียมสำหรับผู้ซื้อยางมือสอง) และค่ามัดจำ เพื่อสนับสนุนการนำยางฯ ส่งกลับศูนย์เปลี่ยนยาง (รีเบท) 100 - 200 บาทต่อยางรถยนต์ใหม่ ซึ่งผู้ซื้อยางจะได้เงินส่วนนี้คืนเมื่อนำซากยางยานยนต์มาคืนที่ร้าน โดยสามารถสรุปได้ในตารางที่ 2 ในส่วนของค่าธรรมเนียม 20 บาทต่อยางรถยนต์ใหม่นี้จะถูกกระจายไปตามลำดับขั้นของการบำบัด คือ 1) ร้านเปลี่ยนยางสามารถหักเป็นค่าใช้จ่ายในการลงทะเบียนยางที่ซื้อขายกับการนำมาคืน (1 - 2 บาท) 2) ค่าขนส่งจากร้านเปลี่ยนยางไปจุดเก็บรวบรวมและจากจุดเก็บรวบรวมไปโรงบำบัดประมาณ 15 - 18 บาทต่อเส้น (ยาง 1 เส้น หนักเฉลี่ย 10 กิโลกรัม) และ 3) โรงงานบำบัดยางจ่ายค่าซื้อยางสับที่ราคา 2 บาทต่อกิโลกรัม



รูปที่ 2 รูปแบบการบำบัดยางยานยนต์ใช้แล้ว

ตารางที่ 2 สรุปค่าใช้จ่ายในการเก็บรวบรวม ขนส่ง และราคารวมที่ผู้บริโภคต้องจ่ายเมื่อซื้อยางยานยนต์ใหม่ตามกลไกแบบตลาดเสรี

รายการ	บาท (ต่อยางรถยนต์ใหม่)
ค่าขนส่ง ค่าบำบัดและค่าใช้จ่ายอื่น ๆ	20 - 30
ค่ามัดจำเพื่อสนับสนุนการนำยางยานยนต์ใช้แล้วส่งกลับศูนย์เปลี่ยนยาง (รีเบท)	100 - 200
ราคายางยานยนต์ใหม่	2,000 - 3,000
ราคารวมที่ผู้บริโภคต้องจ่ายในการซื้อยางยานยนต์ใหม่	2,120 - 3,230

4.2 ใช้กลไกการตลาดและเน้นเพิ่มประสิทธิภาพการขนส่ง

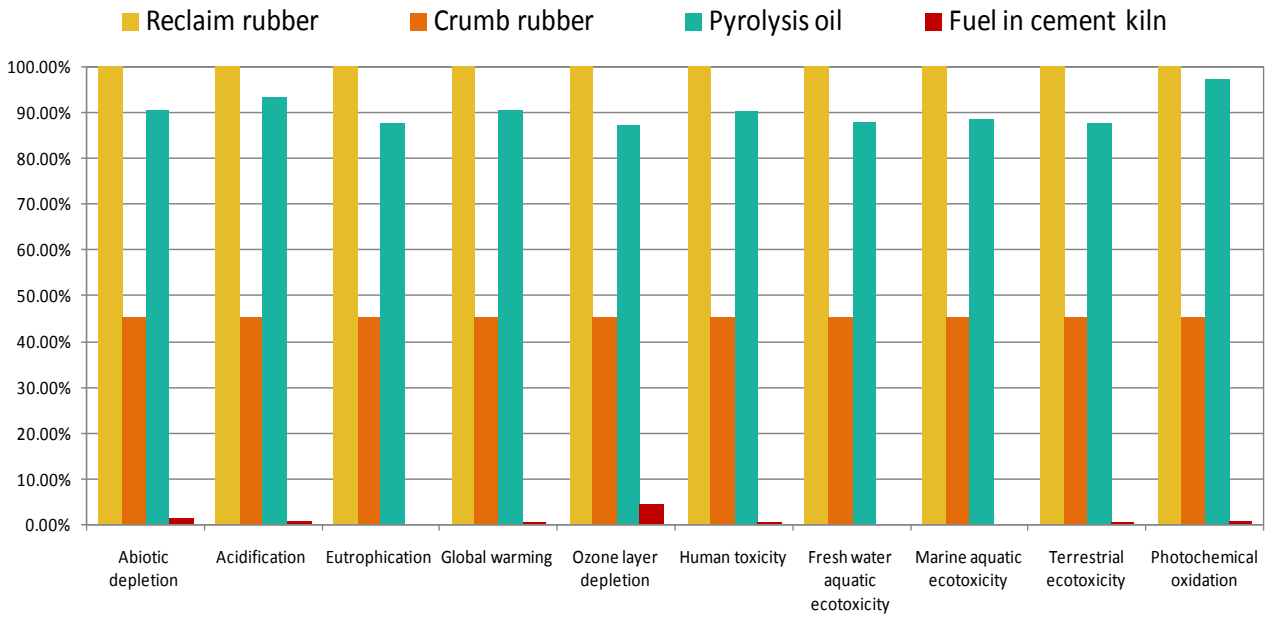
ทีมวิจัยเสนอให้ใช้กลไกตลาดในการเก็บรวมรวบยางยานยนต์โดยไม่เรียกเก็บค่าธรรมเนียมจากผู้บริโภค แต่จะเน้นการเพิ่มประสิทธิภาพในการขนส่ง ทั้งนี้เนื่องจากการประเมินทางเศรษฐศาสตร์เบื้องต้นพบว่า การรีไซเคิลยางมีความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์หากขนส่งในช่วงระยะทางที่เหมาะสม ดังสรุปในตารางที่ 3 หากมีการบริหารจัดการให้เกิดการเก็บรวมรวมและขนส่งที่ดี จะทำให้กลไกสามารถดำเนินการต่อไปได้ ซึ่งจุดที่ทำการรวบรวมต้องทำหน้าที่ในการบันทึกจำนวนยางฯ เพื่อให้สามารถติดตามตรวจสอบการเคลื่อนย้ายของยางฯ ได้ โดยรูปแบบนี้ไม่ต้องมีการออกนโยบายจากทางภาครัฐเพิ่มเติมในส่วนของการเก็บรวบรวม การจัดทำรายงานต่าง ๆ เนื่องจากไม่มีการเรียกเก็บค่าธรรมเนียมในการบำบัดจากทางผู้บริโภค โดยทุกหน่วยงานที่เกี่ยวข้องจะมีการแข่งขันและลงทุนตามกลไกการตลาด

ตารางที่ 3 สรุปมูลค่าเพิ่มต่อหน่วยยางยางยนต์ใช้แล้ว

รายการ	บาทต่อกิโลกรัมยางยางยนต์ (input)	หมายเหตุ
เชื้อเพลิงในโรงปูน	0.8 – 1.1	- เงินที่ทางโรงงานประหยัดจากการลดการซื้อถ่านหิน - ไม่ต้องใช้เงินลงทุนเบื้องต้น
ยางรีเคลม	2.6 - 6.5	- กำไรต่อหน่วยยางฯ - ระยะเวลาในการคืนทุน 2 ปี
ไพโรไลซิส	5.3 - 5.5 2.3 - 3.2	- กำไรต่อหน่วยยางฯ - ระยะเวลาในการคืนทุน 2 - 3 ปี

5. การวิเคราะห์ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมตลอดวัฏจักรชีวิตของเทคโนโลยีที่ใช้ในการจัดการยางยานยนต์ใช้แล้ว

จากการศึกษาเปรียบเทียบเทคโนโลยีการจัดการยางฯ 4 วิธี ได้แก่ 1) การเผาให้พลังงานในโรงงานปูนซีเมนต์ 2) การผลิตผลิตภัณฑ์ให้พลังงาน (น้ำมันเตา) โดยกระบวนการไพโรไลซิส 3) การผลิตยางผง และ 4) การทำยางรีเคลม ด้วยแนวคิดของการประเมินวัฏจักรชีวิต (Life cycle Assessment: LCA) ซึ่งได้ข้อมูลบัญชีรายการสารขาเข้า-ขาออก จากการสอบถามและสำรวจในพื้นที่ คิดปริมาณอ้างอิงเป็นยางฯ 1,000 กิโลกรัม และประเมินผลกระทบหลาย ๆ ดัชนี พบข้อสรุปดังแสดงในรูปที่ 3



รูปที่ 3 ดัชนีผลกระทบสิ่งแวดล้อมของเทคโนโลยีการจัดการยางต่าง ๆ

ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมในด้านต่าง ๆ ของการจัดการยางฯ ต่าง ๆ ซึ่งจะเห็นได้ว่าการจัดการยางฯ ที่มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมสูงที่สุดในทุก ๆ ด้านคือ การผลิตยางรีเคลม รองลงมาคือเทคโนโลยีไพโรไลซิส การผลิตยางผง และการใช้เป็นเชื้อเพลิงทดแทนในเตาปูน ตามลำดับ อย่างไรก็ตามการกำจัดยางฯ 1 ตันด้วยการนำไปผลิตเป็นยางรีเคลมเพื่อทดแทนการใช้ยางธรรมชาติจะสามารถลดผลกระทบต่อภาวะโลกร้อนลงได้ 760 kg CO_2e หากนำไปผลิตเป็นยางผงเพื่อทดแทนการใช้ยางธรรมชาติจะสามารถลดผลกระทบต่อภาวะโลกร้อนลงได้ 360 kg CO_2e หากนำไปใช้เป็นเชื้อเพลิงในเตาปูนเพื่อทดแทนการใช้ถ่านหินจะสามารถลดผลกระทบต่อภาวะโลกร้อนลงได้ 650 kg CO_2e หากนำไปผลิตเป็นน้ำมันเตาสังเคราะห์เพื่อทดแทนการใช้น้ำมันเตาจะทำให้ผลกระทบต่อภาวะโลกร้อนเพิ่มขึ้น 1,137 kg CO_2e

หมายความว่าการกำจัดยางฯ ด้วยการนำไปผลิตเป็นน้ำมันสังเคราะห์จะก่อให้เกิดผลกระทบต่อภาวะโลกร้อนสูงที่สุด รองลงมาคือการนำไปผลิตเป็นยางผง นำไปใช้เป็นเชื้อเพลิงในเตาปูน และการนำไปผลิตเป็นยางรีเคลม โดยการนำไปใช้เป็นเชื้อเพลิงในเตาปูนจะส่งผลดีต่อสิ่งแวดล้อมมากที่สุดในทุก ๆ ด้าน รองลงมาคือการนำไปผลิตเป็นยางรีเคลม ยกเว้นด้าน Global warming, Ozone layer depletion และ Terrestrial ecotoxicity ซึ่งการนำไปผลิตเป็นยางรีเคลมจะส่งผลดีมากที่สุด

6. การคำนวณการจัดการยางยานยนต์ใช้แล้วในมุมมองทางเศรษฐศาสตร์

6.1 ต้นทุน-กำไรของการดำเนินการบำบัดยางฯ

1) การใช้เป็นเชื้อเพลิงในเตาเผาปูนซีเมนต์

ในประเทศไทยมีโรงงานผลิตปูนซีเมนต์ที่มีการนำยางฯ มาใช้เป็นเชื้อเพลิง เช่น ปูนซีเมนต์ไทย (แก่งคอย) บริษัท ทีพีไอ โพลีน จำกัด (มหาชน) บริษัท ปูนซีเมนต์นครหลวง จำกัด (มหาชน) และบริษัท บางปู เอนไวรอนเมนทอลคอมเพล็กซ์ จำกัด จากการสัมภาษณ์โรงงานปูนซีเมนต์พบว่าปัจจุบันมีการใช้ยางฯ เป็นเชื้อเพลิงน้อยมาก แต่การนำมารีไซเคิลมีไม่มากนักเนื่องจากค่าขนส่งสูง จึงไม่คุ้มที่จะเสียค่าใช้จ่ายในการรวบรวมยางฯ จากการสัมภาษณ์ผู้ที่ทำงานอยู่ในอุตสาหกรรมปูนซีเมนต์และนำมาคำนวณความคุ้มทุน พบว่ายางฯ 1 กิโลกรัม สามารถประหยัดค่าใช้จ่ายในการซื้อถ่านหิน ประมาณ 0.7 บาท

2) กระบวนการไพโรไลซิส

จากการสัมภาษณ์ผู้ประกอบการเกี่ยวกับค่าใช้จ่ายและรายรับ พบว่า ผู้ประกอบการได้กำไร 2.3 - 3.2 หรือ 4.0 - 5.6 บาทต่อกิโลกรัมยางฯ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับขนาดของโรงงาน โดยระยะเวลาในการคืนทุนประมาณ 2 - 3 ปี

3) โรงงานรีเคลม/ยางผง

จากการสัมภาษณ์ผู้ประกอบการเกี่ยวกับค่าใช้จ่ายและรายรับ พบว่าผู้ประกอบการได้กำไร 3.8 - 6.2 บาทต่อกิโลกรัมยางฯ ระยะเวลาในการคืนทุนประมาณ 3 ปี

ในมิติมูลค่าเพิ่มของการแปรรูปทั้ง 3 เทคโนโลยีในการบำบัด สามารถสรุปได้ในตารางที่ 4 จากการคำนวณต้นทุนและผลกำไรพบว่า การรีไซเคิลยางฯ โดยกระบวนการไพโรไลซิส และยางรีเคลมก่อให้เกิดมูลค่าเพิ่ม หรือกำไรต่อหน่วยยางฯ เท่ากับ 2.3 - 5.6 และ 3.8 - 6.2 บาทต่อกิโลกรัมยางฯ ตามลำดับ ระยะเวลาในการคืนทุนประมาณ 2 ปี ในส่วนของการนำยางฯ เป็นเชื้อเพลิงพบว่าโรงงานอุตสาหกรรมสามารถประหยัดค่าใช้จ่ายในการซื้อเชื้อเพลิง (ถ่านหิน) ประมาณ 0.7 บาทต่อกิโลกรัมยางฯ โดยอุตสาหกรรมไม่ต้องมีการลงทุนเบื้องต้น

ตารางที่ 4 มูลค่าเพิ่มต่อหน่วยยางยานยนต์ใช้แล้วและค่าใช้จ่ายที่สามารถประหยัดได้

เทคโนโลยี	ราคา (บาท/ตันยางฯ)	ค่าใช้จ่ายที่ประหยัดได้ต่อหน่วย	หมายเหตุ
ยางรีเคลม/ยางผง	3,753 — 6,234	5.65 – 32.75 บาท/kg	- กำไรต่อหน่วยยางฯ - ระยะเวลาในการคืนทุน 2 ปี
ไพโรไลซิส	3,985 — 5,560	3.3 – 3.5 บาท/L	- กำไรต่อหน่วยยางฯ - ระยะเวลาในการคืนทุน 2-3 ปี
เชื้อเพลิงในโรงปูน	780 — 1,820	0.02 – 0.05 บาท/MJ	- เงินที่ประหยัดจากการลดการซื้อถ่านหิน - ไม่ต้องใช้เงินลงทุนเบื้องต้น

หากมีการนำยางรีเคลมใช้ทดแทนยางธรรมชาติในอัตราส่วน 10 – 50 % จะสามารถประหยัดต้นทุนได้ 5.6 - 28.3 บาทต่อกิโลกรัม ที่ราคายางธรรมชาติ 80 บาทต่อกิโลกรัม ในกรณีของน้ำมันจากกระบวนการไพโรไลซิสพบว่า ให้ค่าพลังงานสูงกว่าน้ำมันเตา (Heavy oil) โดย 0.83 ลิตร น้ำมันจากกระบวนการไพโรไลซิสให้พลังงานเท่ากับ 1 ลิตรของน้ำมันเตา ซึ่งทำให้ประหยัดค่าใช้จ่ายประมาณ 3.3 - 3.5 บาทต่อลิตร (ที่ราคาน้ำมันเตา 19.6 - 21.0 บาทต่อลิตร) และในกรณีการนำมาใช้เป็นเชื้อเพลิงในโรงปูนซีเมนต์ สามารถประหยัดค่าใช้จ่าย 0.03 บาท/MJ

6.2 การประเมินต้นทุนในการขนส่งและจุดบำบัดยางยานยนต์ใช้แล้วเบื้องต้น

การคำนวณในส่วนนี้จะนำไปสนับสนุนรูปแบบการเก็บรวมรวมและขนส่งยางฯ ให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น จากการคำนวณพบว่า ณ ปัจจุบัน ระยะทางสูงสุดที่ทำให้ต้นทุนยางฯ ขาย ณ จุดบำบัดราคา 2 บาทต่อกิโลกรัม เท่ากับ 200 กิโลเมตร (Breakeven distance) จากโรงบำบัด ที่ประสิทธิภาพเชื้อเพลิงเท่ากับ 0.16 ลิตร/ตัน-กม ดังนั้นรูปแบบการเก็บรวบรวมยางฯ ในปัจจุบันจะอยู่ในรัศมีรอบโรงงานน้อยกว่า 200 กม. และหากต้องการเพิ่มประสิทธิภาพการขนส่งโดยเพิ่มจุดเก็บรวบรวมและเครื่องสับแยกเศษเหล็กจากยางฯ โดยให้ราคายางสับและแยกเศษเหล็กที่ขายที่โรงบำบัดเท่ากับราคาปัจจุบัน (ประมาณ 6 บาท/กก.) พบว่าสามารถเพิ่มระยะการเก็บรวบรวมได้ไกลออกไปประมาณ 200 - 250 กม.

บทที่ 1 บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญ

สืบเนื่องมาจากภาวะเศรษฐกิจโลกขยายตัวอย่างต่อเนื่อง ส่งผลให้อุตสาหกรรมรถยนต์และผลิตภัณฑ์ยางยานยนต์ซึ่งถือว่าเป็นสิ่งสำคัญอย่างหนึ่งในการดำรงชีวิตขยายตัวตามไปด้วย และประเทศไทยเป็นประเทศหนึ่งที่มีกำลังการผลิตยางยานยนต์ค่อนข้างสูงในช่วงเวลาที่ผ่านมา

จากรายงานทางสถิติอุตสาหกรรมประจำปี 2555 ของกระทรวงพาณิชย์ พบว่ายางที่ผลิตและจำหน่ายในประเทศตลอด 11 ปีที่ผ่านมามีหลายประเภท ได้แก่ ยางหล่อดอก ยางรอง ยางในรถจักรยานยนต์ ยางในรถบรรทุกและรถโดยสาร ยางนอกรถจักรยานยนต์ ยางนอกรถบรรทุก ยางนอกรถกระบะ ยางนอกรถยนต์นั่ง และยางนอกอื่น ๆ ซึ่งยางทุกประเภทมีปริมาณสะสมเพิ่มขึ้นทุกปีนับตั้งแต่ปี 2543 ถึง 2554 และมีปริมาณสะสมมากที่สุดในปี 2553 ถึงประมาณ 60 ล้านเส้น ในจำนวนปริมาณยางดังกล่าวนี้ มีประเภทยางที่สามารถนำไปจัดการให้เกิดประโยชน์ในแง่ต่าง ๆ ได้แค่ไม่กี่ประเภท ซึ่งได้แก่ ยางนอกรถบรรทุกและรถโดยสาร ยางนอกรถกระบะ และยางนอกรถยนต์นั่งเท่านั้น ซึ่งสถิติปริมาณยางยานยนต์ทั้ง 3 ประเภทนี้ มีปริมาณสะสมมากที่สุดในปี 2553 ถึงประมาณ 20 ล้านเส้น (ร้อยละ 33)

จากสถิติการบริโภคยางในปริมาณมหาศาลย่อมส่งผลให้มีปริมาณยางยานยนต์ใช้แล้ว (ยางฯ) เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องตามมา โดยข้อมูลล่าสุดที่มีการรายงานโดยกรมโรงงานอุตสาหกรรม ระบุว่า มีปริมาณยางฯ ที่ถูกนำไปจัดการประมาณ 57,300 ตันต่อปีหรือประมาณ 0.99 ล้านเส้น (กำหนดให้ยาง 1 เส้นมีน้ำหนัก 57.9 กิโลกรัม) นั่นหมายถึงปริมาณที่เหลืออีก 17.4 ล้านเส้น เมื่อเทียบกับปริมาณยางที่ผลิตและจำหน่ายภายในประเทศไทยในปี 2554 จะถูกนำไปทิ้งในที่ต่าง ๆ หรือถูกกำจัดอย่างไม่ถูกวิธีอันนำไปสู่ปัญหาทางด้านสิ่งแวดล้อมและปัญหาด้านสุขภาพ เช่น การเผายางฯ ในระบบเปิด จะมีการปล่อยสารคาร์บอนมอนอกไซด์ โมโนอะโรมาติกส์ พอลิอะโรมาติกส์ ไฮโดรคาร์บอนต่าง ๆ ซึ่งล้วนเป็นพิษต่อร่างกายมนุษย์ รวมถึงสารออร์กานิก เช่น น้ำมันจากไพโรไลติก ดินที่เหลือซึ่งอาจทำลายสิ่งแวดล้อมได้ หรือการนำซากยางฯ ไปทิ้งไว้ในที่เปียกชื้นจะทำให้เกิดเป็นแหล่งเพาะพันธุ์ยุง ซึ่งเป็นพาหะของโรคภัยต่าง ๆ การกำจัดด้วยการฝังกลบอาจใช้เวลาหลายร้อยปีในการย่อยสลาย อีกทั้งสารเคมีที่เป็นพิษบางชนิดที่มีอยู่ในยางอาจชะลงสู่ดินหรือแหล่งน้ำใกล้เคียง ซึ่งอาจทำให้สิ่งมีชีวิตที่อาศัยอยู่ตายได้

ประเทศต่าง ๆ ทั่วโลกได้เล็งเห็นถึงผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมที่จะเกิดขึ้นและอาจทวีความรุนแรงในอนาคต จึงได้ออกกฎระเบียบ มาตรการ และกฎหมายต่าง ๆ เพื่อรองรับปัญหาเหล่านี้ แต่สำหรับประเทศไทยนั้นยังไม่มีการออกกฎหมายที่แน่ชัดในการควบคุมปริมาณและกำจัดยางฯ มีแค่การออกกฎหมายเพียงเพื่อควบคุมปริมาณของเสียอันตรายซึ่งยางฯ เป็นหนึ่งในประเภทของของเสียอันตรายที่ได้ระบุไว้ หรือมาตรการควบคุมการปล่อยสารพิษออกสู่ภายนอกโรงงาน และผลักดันให้มีการจัดการของเสีย

อันตรายหรือสารพิษดังกล่าวอย่างถูกวิธีเท่านั้น โดยตามระเบียบของกรมโรงงานอุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม ได้ระบุกลุ่มโรงงานลำดับที่ 106 ทำหน้าที่รับกำจัด/จัดการของเสียอันตรายซึ่งหมายรวมถึงยางฯ ด้วย อย่างไรก็ตาม ประเทศไทยยังไม่มีกฎหมายเพื่อควบคุมปริมาณยางฯ อย่างจริงจัง

แนวทางที่ประเทศต่าง ๆ นำมาใช้ในการจัดการยางฯ ในปัจจุบันมีอยู่หลายรูปแบบด้วยกัน เช่น การนำกลับไปใช้ใหม่ในรูปแบบต่าง ๆ ได้แก่ นำไปหล่อดอกยางใหม่ซึ่งเหมาะกับยางล้อรถบรรทุกหรือรถโดยสาร (รถขนาดใหญ่) ที่มีหน้ายางไม่สึกหรอมากนัก หรือนำไปแปรรูปเพื่อใช้เป็นส่วนหนึ่งของวัตถุดิบในอุตสาหกรรมอื่น ๆ เพื่อช่วยเพิ่มความคงทนแข็งแรงและเพิ่มความยืดหยุ่นของวัสดุ ได้แก่ การผลิตล้อเก้าอี้นั่ง ลู่วิ่งสังเคราะห์ในกรีฑา ทำทางเท้า ผสมยางมะตอย ถังขยะยาง กระถาง รองเท้าแตะ ยางบล็อก งานฝีมืออื่น ๆ ดัดแปลงเป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในการเกษตรและประมง เป็นต้น ซึ่งเหมาะกับยางล้อรถยนต์หรือรถกระบะ (รถขนาดเล็ก) ไม่นิยมไปหล่อดอกยางใหม่เนื่องจากต้นทุนสูง ๆ หรืออาจนำไปแปรรูปเพื่อใช้เป็นเชื้อเพลิงทดแทนถ่านหินหรือน้ำมันเตาในการให้พลังงานในอุตสาหกรรมประเภทต่าง ๆ เช่น อุตสาหกรรมปูนซีเมนต์ อุตสาหกรรมกระดาษโรงไฟฟ้าพลังความร้อน อุตสาหกรรมไพโรไลซีส ฯลฯ ตลอดจนนำไปผลิตเป็นถ่านกัมมันต์เพื่อใช้เป็นตัวดูดซับสารบางประเภท เป็นต้น นอกจากนี้ยังพบว่ามียางฯ จำนวนไม่น้อยถูกทิ้งอย่างไร้ประโยชน์ ถูกนำไปกำจัดด้วยการฝังกลบ หรือทิ้งอย่างไม่ถูกวิธี โดยสัดส่วนของการจัดการยางฯ ด้วยวิธีการต่าง ๆ กันของในแต่ละประเทศรวมถึงประเทศไทยแสดงดังตารางที่ 1-1 โดยประเทศไทยมีสัดส่วนจัดการยางฯ ด้วยการนำกลับมาใช้ใหม่เพียง 29% ซึ่งนับว่าอยู่ในเกณฑ์ค่อนข้างต่ำเมื่อเทียบกับประเทศอื่น ๆ ซึ่งในแถบยุโรปและเอเชียส่วนใหญ่สามารถนำยางฯ กลับมาใช้ประโยชน์ใหม่ได้ไม่ต่ำกว่า 50%

ด้วยเหตุนี้ประเทศไทยจึงมีความจำเป็นต้องมีการศึกษาเพิ่มเติมเพื่อให้ทราบถึงสถานการณ์ปัจจุบันของปริมาณยางฯ วิธีการและเทคโนโลยีในการแปรรูปยางฯ เพื่อให้เกิดมูลค่าที่ใช้อยู่ในปัจจุบันทั้งในประเทศและต่างประเทศ ผลกระทบต่าง ๆ ทั้งในด้านสิ่งแวดล้อมและเศรษฐศาสตร์ของวิธีการและเทคโนโลยีในการแปรรูปยางฯ ตลอดจนกฎระเบียบและมาตรการที่เกี่ยวข้องกับการควบคุมปริมาณยางฯ ป้องกันการทิ้งยางฯ และส่งเสริมให้มีการจัดการยางฯ ที่มีอยู่ในปัจจุบันทั้งในประเทศและต่างประเทศ เพื่อให้ได้ข้อมูลต่าง ๆ ที่สามารถสนับสนุนการวางแผนและการจัดทำนโยบายการจัดการยางฯ ที่เหมาะสมสำหรับประเทศไทยต่อไป

1.2 วัตถุประสงค์ของแผนงานวิจัย

1.2.1 พิจารณาทางเลือกที่เหมาะสมสำหรับการจัดการยางยานยนต์ใช้แล้ว

1.2.2 จัดทำระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ยางยานยนต์ใช้แล้วในประเทศไทย

1.2.3 จัดทำข้อเสนอแนะด้านนโยบายการจัดการยางยานยนต์ใช้แล้ว

1.3 ระยะเวลาโครงการ

โครงการมีระยะเวลาในการดำเนินงานทั้งหมด 12 เดือน เริ่มตั้งแต่วันที่ 14 สิงหาคม พ.ศ. 2555 จนถึงวันที่ 14 สิงหาคม พ.ศ. 2556

1.4 กลุ่มเป้าหมาย

ในงานวิจัยนี้ทำการศึกษาการจัดการยางยานยนต์ใช้แล้วเฉพาะประเภทยางรถส่วนบุคคลและยางรถบรรทุกเท่านั้น

1.5 ผลที่คาดว่าจะได้รับจากงานวิจัย

1.5.1 ภาครัฐ: ได้ข้อมูลปริมาณยางยานยนต์ใช้แล้ว (ยางฯ) ที่สามารถใช้อ้างอิงและเป็นแนวทางในการกำหนดนโยบายหรือกฎหมายในการจัดการยางฯ ได้แก่ นโยบายการส่งเสริมเทคโนโลยีการใช้ประโยชน์ยางยานยนต์ นโยบายการบริหารจัดการยางยานยนต์ที่ไม่สามารถใช้ประโยชน์ได้ นโยบายการแปรรูปยางฯ ในระดับอุตสาหกรรมและระดับชุมชน นอกจากนี้ ภาครัฐควรบริหารและจัดการยางฯ อย่างต่อเนื่อง เพื่อให้เกิดการจัดการยางที่ใช้แล้วอย่างยั่งยืน

1.5.2 ภาคเอกชน: ได้ข้อมูลประกอบการตัดสินใจลงทุนพัฒนาเทคโนโลยีทางเลือกด้านการจัดการยางฯ รวมทั้งรับผิดชอบต่อสังคมในการเรียกคืนซากยางยานยนต์จากประชาชนและให้ความร่วมมือต่อนโยบายของรัฐ

1.5.3 ภาคประชาชน: ช่วยกระตุ้นให้ประชาชนตื่นตัวและให้ความร่วมมือต่อนโยบายรัฐในการคืนซากยางยานยนต์แก่ภาคเอกชน เพื่อนำไปเพิ่มมูลค่าต่อไป

1.6 ระเบียบวิธีการศึกษา

1.6.1 การพิจารณาทางเลือกที่เหมาะสมสำหรับการจัดการยางยานยนต์ใช้แล้ว

1) รวบรวมข้อมูลสถิติด้านปริมาณยางฯ วิธีการจัดการ รวมถึงเทคโนโลยีที่เป็นอยู่ในปัจจุบันของประเทศไทยในการแปรรูปยางฯ เพื่อให้เกิดมูลค่า เพื่อให้ได้ข้อมูลที่มีความทันสมัยถูกต้อง สามารถใช้

อ้างอิงและใช้ในการประเมินศักยภาพและผลกระทบของเทคโนโลยีรูปแบบต่าง ๆ โดยการรวบรวมข้อมูลสถิตินี้จะใช้วิธีการสืบค้นข้อมูลจากรายงานต่าง ๆ และการสอบถามจากหน่วยงานและบุคลากรที่เกี่ยวข้อง

2) รวบรวมข้อมูลวิธีการจัดการยางฯ และรูปแบบเทคโนโลยีทางเลือกในการจัดการยางฯ (end of life types model, ELT Model) ที่มีอยู่ในต่างประเทศหรือของประเทศที่ประสบความสำเร็จในการจัดการยางฯ โดยรวบรวมจากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ ได้แก่ วารสารทางอิเล็กทรอนิกส์ ข้อมูลออนไลน์ วารสารเทคโนโลยีต่าง ๆ ที่เกี่ยวกับยางฯ เป็นต้น เพื่อให้ได้ข้อมูลที่มีความทันสมัย ถูกต้อง สามารถใช้อ้างอิงและเป็นทางเลือกให้แก่ผู้ประกอบการในประเทศไทยในการนำยางฯ มาทำให้เกิดประโยชน์สูงสุด

3) วิเคราะห์ปัญหาและอุปสรรคในการดำเนินการจัดการยางฯ ทั้งของประเทศไทยและของต่างประเทศ โดยใช้ข้อมูลจากข้อ 1.6.1.1 และ 1.6.1.2 รวมทั้งวิเคราะห์รูปแบบเทคโนโลยีทางเลือกในการจัดการยางฯ (end of life types model, ELT Model) ที่เหมาะสมสำหรับประเทศไทย

4) จัดระดมความคิดเห็นจากผู้เชี่ยวชาญเฉพาะด้าน ในลักษณะการประชุมกลุ่มย่อย (focus group) อย่างน้อย 5 คน เพื่อพิจารณาเทคโนโลยีทางเลือกและวิธีการจัดการยางยานยนต์ที่รวบรวมได้ เพื่อกำหนดขอบเขตสำหรับวิเคราะห์ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมตลอดวัฏจักรชีวิต (Life cycle assessment, LCA) ของแต่ละเทคโนโลยี รวมถึงระเบียบที่เกี่ยวข้อง มาตรการทางภาษี และข้อเสนอแนะเชิงนโยบายในการจัดการยางฯ

5) วิเคราะห์ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมตลอดวัฏจักรชีวิต (Life cycle assessment, LCA) ของแต่ละเทคโนโลยี โดยเริ่มตั้งแต่การเก็บรวบรวมยางฯ จนเป็นผลิตภัณฑ์ เพื่อเป็นข้อมูลประกอบการตัดสินใจของผู้ประกอบการในการลงทุนในเทคโนโลยีสำหรับการจัดการยางฯ ต่าง ๆ

6) วิเคราะห์ข้อมูลต้นทุนตลอดวัฏจักรชีวิต (Life cycle costing, LCC) ของแต่ละเทคโนโลยี โดยพิจารณาตลอดห่วงโซ่คุณค่า (value chain) ของระบบการจัดการยางฯ โดยเริ่มตั้งแต่การเก็บรวบรวมยางฯ จนเป็นผลิตภัณฑ์ โดยในขั้นตอนการขนส่งจะอาศัยเส้นทางอ้างอิงจากระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ยางฯ จากหัวข้อ 2) เพื่อเป็นข้อมูลประกอบการตัดสินใจของผู้ประกอบการในการลงทุนในเทคโนโลยีสำหรับการจัดการยางฯ ต่าง ๆ

7) จัดลำดับเทคโนโลยีที่เหมาะสมกับประเทศไทยในการแปรรูปยางฯ โดยจะพิจารณาในด้านต่าง ๆ ได้แก่ การประเมินผลกระทบจากการใช้เทคโนโลยีทางเลือกเหล่านั้นต่อคุณภาพสิ่งแวดล้อม และการวิเคราะห์ทางด้านงบประมาณการลงทุนในการนำเทคโนโลยีทางเลือกเหล่านี้มาใช้

1.6.2. การจัดทำระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ยางยานยนต์ใช้แล้วในประเทศไทย

1) จัดทำการกระจายตัวของยางฯ ให้เป็นข้อมูลเพื่อประกอบการตัดสินใจในการลงทุนในเทคโนโลยีต่าง ๆ ที่เหมาะสำหรับการจัดการยางฯ ในประเทศไทย

2) เสนอแนวทางการจัดการ รวมถึงแนวทางการรวบรวมยางฯ ระบบการเคลื่อนย้ายและจัดเก็บ (logistic) ยางฯ และที่ตั้งของสถานประกอบการที่เหมาะสมสำหรับการจัดการยางฯ

1.6.3. การจัดทำข้อเสนอแนะด้านนโยบายการจัดการยางยานยนต์ใช้แล้ว

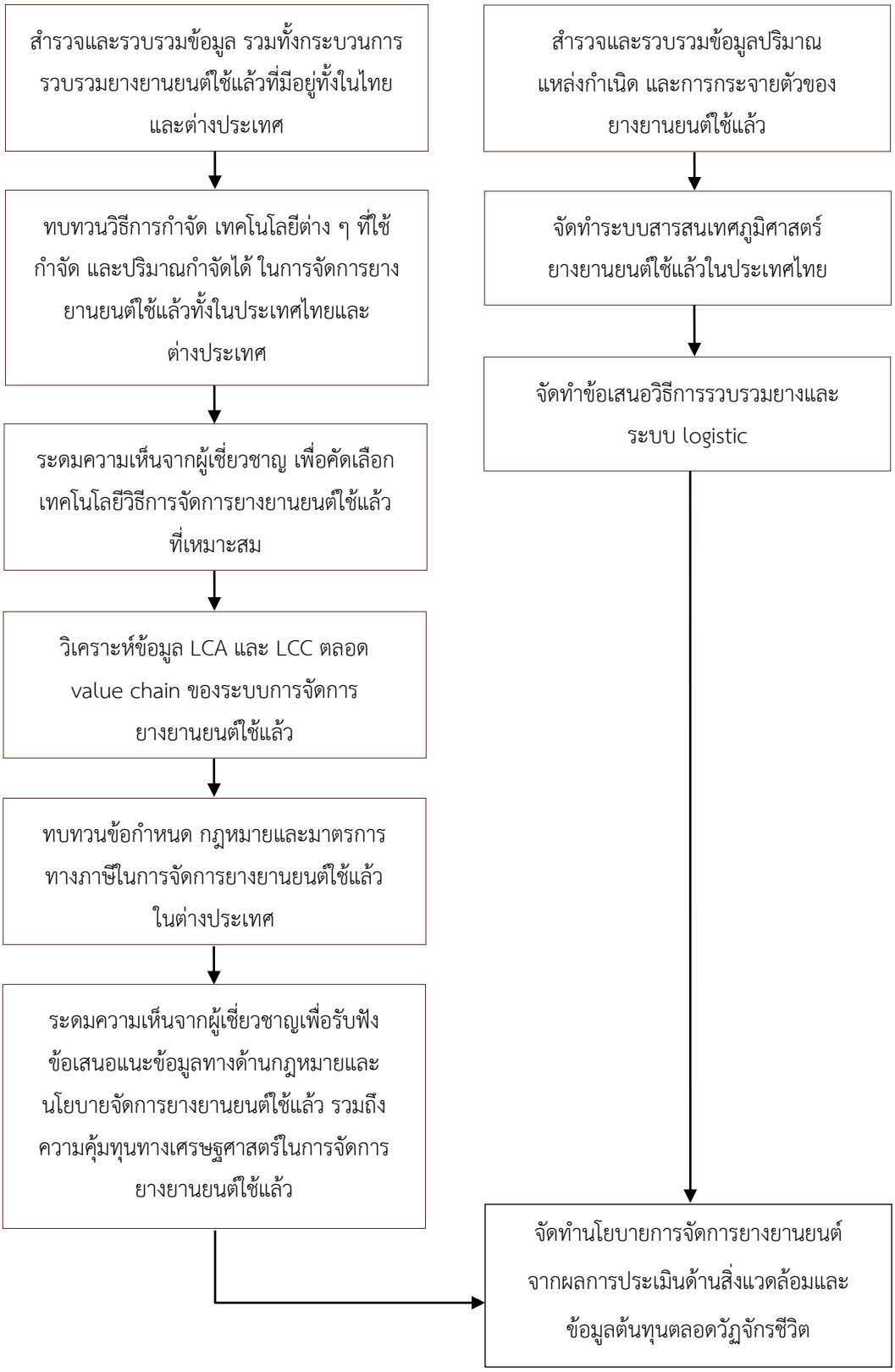
1) รวบรวมข้อมูลด้านกฎหมายควบคุมการทิ้งยางฯ ทั้งในระดับชุมชนและระดับอุตสาหกรรม รวมทั้งพิจารณาถึงแนวทางการใช้ข้อกำหนด มาตรการทางภาษี หรือกฎหมายต่าง ๆ อุปสรรคที่เกิดขึ้นจากการใช้กฎหมายดังกล่าวจากประเทศที่ได้มีการจัดการยางฯ เพื่อเป็นข้อมูลในการจัดทำข้อเสนอแนะนโยบายในการควบคุมการทิ้งยางฯ ในประเทศไทย

2) วางแนวนโยบายส่งเสริมการลงทุนของภาคเอกชนในการนำเทคโนโลยีที่เหมาะสมมาใช้ในการจัดการยางฯ ภายในประเทศ โดยพิจารณาจากข้อมูลที่ได้จากการประมวลผลข้างต้น

3) การระดมความคิดเห็นจากผู้เชี่ยวชาญเฉพาะด้านเป็นลักษณะการประชุมกลุ่มย่อย (focus group) อย่างน้อย 5 คน เพื่อนำเสนอข้อเสนอแนะทางด้านระเบียบ มาตรการทางภาษี ฯลฯ ประกอบการจัดทำข้อเสนอแนะเชิงนโยบายในการจัดการยางฯ

4) ปรับปรุงข้อเสนอแนะเชิงนโยบายในการจัดการยางฯ ให้มีความเหมาะสมกับประเทศไทยต่อภาครัฐ และภาคผู้ประกอบการ

กรอบแนวคิดข้างต้นนี้สามารถนำมาสร้างเป็นแผนงานวิจัยให้เป็นไปตามข้อเสนอโครงการได้ดังรูปที่ 1-1



รูปที่ 1-1 แผนงานวิจัยตามข้อเสนอโครงการ

บทที่ 2 ความรู้เรื่องยางและการกระจายของยางยานยนต์ใช้แล้ว

2.1 คำนิยามต่าง ๆ

ยางยานยนต์ หมายถึง ยางรถยนต์ พิจารณาเฉพาะยางที่เกิดจากรถยนต์ประเภทที่ 1 2 3 ยางรถโดยสาร และยางรถบรรทุก

รถยนต์ประเภทที่ 1 2 และ 3 หมายถึง รถยนต์นั่งส่วนบุคคลไม่เกิน 7 คน รถยนต์นั่งส่วนบุคคลเกิน 7 คน และรถยนต์บรรทุกส่วนบุคคล ตามลำดับ

ยางยานยนต์ใช้แล้ว หรือ ยางฯ หมายถึง ยางยานยนต์เสื่อมสภาพหรือใช้การไม่ได้ ที่ผู้บริโภคนำไปเปลี่ยน ณ บริษัทผู้รับเปลี่ยนยางรถยนต์

ยางที่ผลิตขึ้น หมายถึง ยางใหม่ที่สู่เส้นทางการเดินทางของยางยานยนต์ของไทย

ยางที่เกิดขึ้น หมายถึง ยางยานยนต์เสื่อมสภาพที่เกิดขึ้น

ยางหล่อดอก หมายถึง ยางที่ผ่านกระบวนการหล่อดอกที่บริเวณหน้ายางรถยนต์

ELT (End of Life tire) หมายถึง ยางเสื่อมสภาพไม่สามารถนำกลับไปใช้ใหม่ได้

ผู้รับจัดการยางฯ หมายถึง บริษัทที่นำยางฯ ไปบำบัดโดยใช้เทคโนโลยีต่าง ๆ ได้แก่ การเผาในโรงปูน การทำไพโรไลซิส การผลิตยางรีเคลม การผลิตวัสดุก่อสร้าง การนำไปใช้ในทางโยธา การผลิตอุปกรณ์อื่น ๆ หรือนำยางฯ เข้าสู่กระบวนการเพื่อทำลายยางฯ ได้แก่ การฝังกลบ

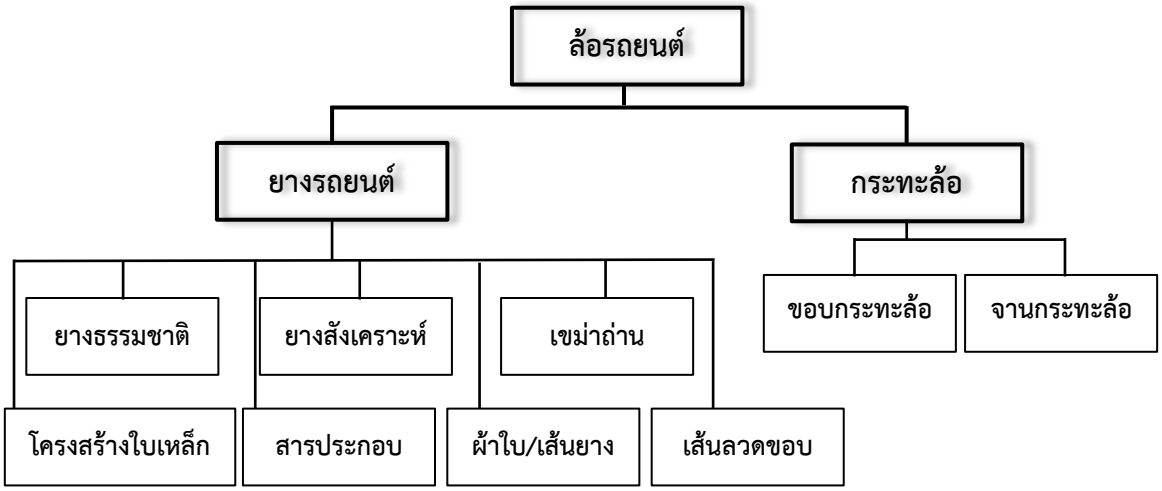
ผู้รับเปลี่ยนยางฯ หมายถึง บริษัทและตัวแทนที่รับเปลี่ยนยางและจำหน่ายยางรถยนต์

ผู้บริโภค หมายถึง ผู้ที่ใช้รถและมีการเปลี่ยนยางรถเมื่อยางเสื่อม รวมถึงอู่แท็กซี่ และรถยนต์รับจ้าง หรือในบางกรณีเป็นรถยนต์ส่วนบุคคล ที่จะรับซื้อยางมือสองหรือยางเปอร์เซ็นต์มาจากผู้รับเปลี่ยนยางยานยนต์ รวมทั้งยางผ่านการหล่อดอกมาแล้ว

บริษัทหล่อดอกยาง หมายถึง บริษัทที่รับหล่อดอกเฉพาะยางรถบรรทุก

2.2 ยางรถยนต์

รถยนต์ เป็นหนึ่งในปัจจัยซึ่งมีความสำคัญต่อการดำรงชีวิต องค์ประกอบสำคัญที่ทำให้รถยนต์สามารถเคลื่อนที่ได้ คือ ล้อรถยนต์ ซึ่งมีองค์ประกอบหลักคือ กระทะล้อและยางรถยนต์ แสดงดังรูปที่ 2-1



รูปที่ 2-1 ส่วนประกอบของล้อรถยนต์

[ที่มา: http://www.thailandindustry.com/guru/view.php?id=14845&section=9]

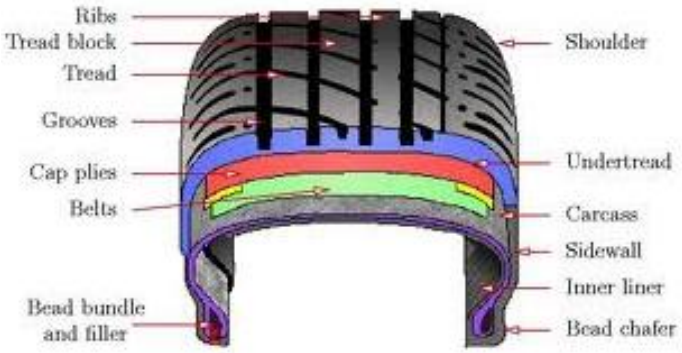
2.2.1 องค์ประกอบของยางรถยนต์ [http://www.nstda.or.th/sci-kids-menu/1636-tire]

ยางรถยนต์ทำมาจากยางธรรมชาติผสมกับยางสังเคราะห์ และมีองค์ประกอบอื่น ๆ ดังนี้

1. ยางธรรมชาติ
2. ยางสังเคราะห์ ซึ่งผลิตขึ้นจากอุตสาหกรรมปิโตรเลียม มีคุณสมบัติช่วยป้องกันไม่ให้ยางอ่อนตัวเมื่อเจอกับสภาพอากาศร้อน
3. ผงคาร์บอน (คาร์บอนแบล็ก หรือ ผงเขม่า) เพื่อช่วยให้โมเลกุลของยางจับตัวกันแน่น ทนต่อการสึก รวมถึงรอยขีดข่วน
4. ผ้าใบ หรือ เส้นลวด ช่วยเสริมใยเหล็กให้ความแข็งแรง
5. ออกไซด์ของสังกะสี เพื่อช่วยชะลอการย่อยสลายด้วยรังสี UV
6. กำมะถัน ทำให้ยางมีความยืดหยุ่นคงรูป
7. สารเคมีอื่น ๆ เช่น แคดเมียม ทองแดง ตะกั่ว สังกะสี ปรอทและโลหะหนักอื่น ๆ สารประกอบไฮโดรคาร์บอน

2.2.2 โครงสร้างของยางรถยนต์

โครงสร้างของยางรถยนต์ประกอบด้วยส่วนที่สำคัญ 6 ส่วน คือ หน้ายาง โครงยาง เข็มขัดรัดหน้ายาง ขอบยาง ไหล่ยาง และแก้มยาง ดังแสดงในรูปที่ 2-2



รูปที่ 2-2 โครงสร้างยางรถยนต์
(http://www.getgrip.co.uk/, http://www.vrclassiccar.com/knowledge2.php)

ส่วนที่ 1 เนื้อยาง หรือหน้ายาง (Tread) เป็นส่วนที่สัมผัสกับพื้นผิวถนน เพื่อใช้ในการขับเคลื่อน หรือยึดเกาะถนน หน้ายางของรถยนต์ทั่วไปจะทำเป็นดอกยางและร่องยางเอาไว้เพื่อใช้ในการรีดน้ำออกจากผิวถนนและผลักดันกับผิวถนน ยกเว้นยางรถแข่งที่เป็นทางเรียบและแห้ง หน้ายางจะไม่มีดอกยาง นอกจากนี้หน้ายางทำหน้าที่ป้องกันไม่ให้โครงยางได้รับความเสียหาย เมื่อมีของมีคมบาดหรือทิ่มตำยาง

ส่วนที่ 2 โครงยาง (Carcass) เป็นส่วนสำคัญที่ช่วยรักษาแรงดันลมยางในขณะล้อเลื่อนสัมผัสกับพื้นผิวถนน

ส่วนที่ 3 เข็มขัดรัดหน้ายาง (Belt) เป็นชิ้นส่วนที่ติดตั้งอยู่ระหว่างหน้ายางกับโครงยาง ทำหน้าที่เป็นฉนวนป้องกันชั้น 2 พร้อมทั้งยังได้เสริมความแข็งแรงให้กับหน้ายางให้รองรับแรงกระแทกได้เพิ่มมากขึ้น

ส่วนที่ 4 ขอบยาง (Bead) เป็นส่วนที่รัดกับขอบของกระทะล้อ ให้ยางและล้อกระทะยึดติดเป็นชิ้นส่วนเดียวกัน และป้องกันการรั่วของลมออกจากยาง (กรณียางที่ไม่มียางใน) ขอบยางมีความสำคัญในการยึดส่วนปลายทั้ง 2 ข้างของโครงสร้างยาง เพื่อให้ขอบยางทั้ง 2 ข้างมีความแข็งแรง สามารถยึดเกาะสนิทแน่นกับกระทะล้อได้ดี ซึ่งวัสดุที่นิยมทำขอบยางนั้นจะเป็นยางพารา ซึ่งมีคุณสมบัติให้ความทนทานต่อแรงดึงสูง ไม่แตกร้าว ทนทานต่อการฉีก การบิ่นได้ดี

ส่วนที่ 5 ไหล่ยาง (Shoulder) เป็นส่วนต่อระหว่างหน้ายางกับแก้มยาง ไหล่ยางจะช่วยในการระบายความร้อนออกจากหน้ายางและแก้มยาง

ส่วนที่ 6 แก้มยาง (Sidewall) เป็นส่วนที่เป็นชั้นผ้าใบหุ้มด้วยยางและมีลมดันจากภายในเพื่อให้ยางรักษารูปร่าง แก้มยางเป็นส่วนที่มีการรับแรงกดจากน้ำหนักรถและเพื่อรักษารูปร่าง แก้มยางเป็นส่วนที่

มีการรับแรงกดจากน้ำหนักรถและแรงดันด้านข้างจากการเลี้ยวรถ นอกจากนี้แก้มยางยังเป็นส่วนที่ทำให้เกิดความยืดหยุ่น และเกิดความนุ่มนวลในการขับขี่

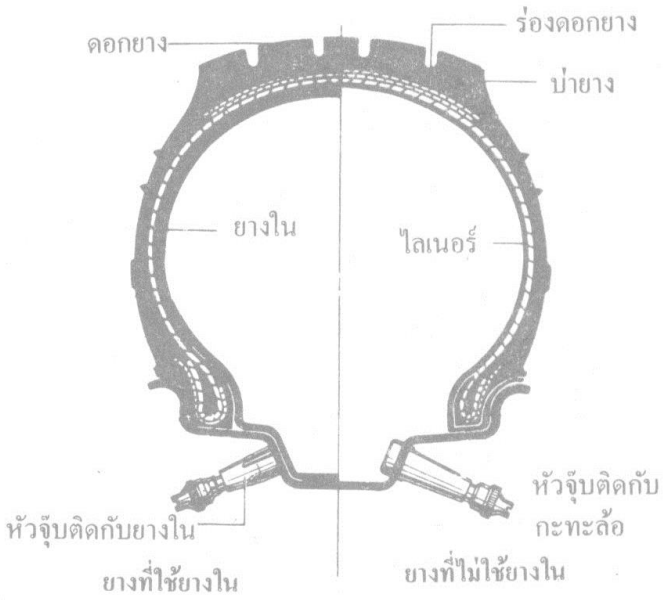
2.2.3 ประเภทของยางรถยนต์

ยางรถยนต์สามารถแบ่งได้หลายประเภท ตามเกณฑ์ที่ใช้ในการพิจารณาดังนี้

1. แบ่งตามลักษณะของการเก็บลม จะมีอยู่ 2 ชนิด คือ แบบที่มียางใน (tube tire) และแบบไม่มียางใน (tubeless tire) ลักษณะยางรถยนต์แบบมียางใน ยางก็จะพองตัวขึ้นดันยางนอกแนบสนิทกับขอบกระทะล้อ และยางนอก (รูปยางในและยางนอกแสดงดังรูปที่ 2-3) สำหรับยางรถยนต์แบบไม่มียางในขอบของยางนอกจะแนบสนิทกับขอบกระทะล้อทำให้ลมไม่สามารถรั่วออกมาภายนอกได้ ยางรถยนต์แบบมียางในมักจะใช้ในรถบรรทุกขนาดใหญ่ ส่วนยางรถยนต์แบบไม่มียางในจะใช้กับรถนั่งส่วนบุคคลและรถกระบะที่รับภาระในการบรรทุกไม่มากนัก ลักษณะที่แตกต่างกันของยางรถยนต์ที่มียางในและยางรถยนต์ที่ไม่มียางในแสดงดังรูปที่ 2-4

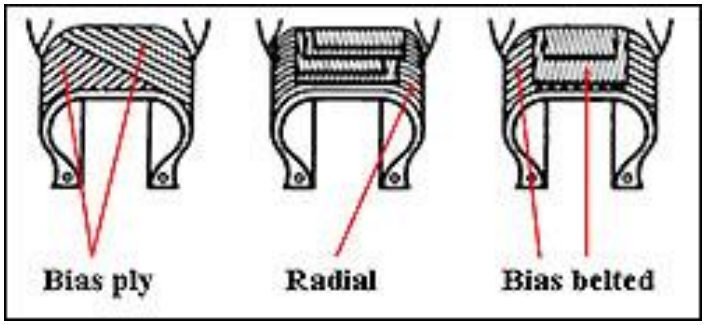
ยางใน ยางนอก

รูปที่ 2-3 ยางในและยางนอก



รูปที่ 2-4 ลักษณะยางรถยนต์ที่มีและไม่มียางใน
[www.auto2drive.com/โครงสร้างยางรถยนต์, 2012]

2. แบ่งตามลักษณะของการจัดวางเส้นใยของชั้นผ้าใบ จะมีอยู่ด้วยกัน 3 แบบ คือ แบบไดอะโกนัลไบแอส (diagonal bias) แบบเบลต์ไบแอส (belted bias) และแบบเรเดียล (radial) ดังรูปที่ 2-5 โดยยางแบบเรเดียลเป็นยางที่ทำให้รถยนต์มีความสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงน้อยกว่าการใช้ยางแบบอื่น ทั้งนี้ก็เพราะว่า ยางแบบเรเดียลมีแรงต้านการหมุนน้อยกว่า ทำให้ใช้กำลังในการขับเคลื่อนน้อยลง นอกจากนี้ยางแบบเรเดียลยังมีการสึกหรอช้ากว่า เกิดความร้อนน้อยกว่า หน้ายางไม่มีการบิดตัวเมื่อสัมผัสกับถนน ดังนั้นจึงเป็นที่นิยมใช้ในรถยนต์รุ่นใหม่ ๆ หรือรถยนต์ที่รับภาระน้อย ๆ เช่น รถเก๋งหรือรถกระบะ โครงสร้างของยางแบบไดอะโกนัลไบแอส (diagonal bias) การวางผ้าใบแต่ละชั้นจะถูกวางจากขอบยางด้านหนึ่งไปยังขอบยางอีกด้านหนึ่ง โดยให้แนวของเส้นใยชั้นผ้าใบในแต่ละชั้นเอียงเป็นแนวทะแยงมุมกัน



รูปที่ 2-5 การจัดวางเส้นใยของชั้นผ้าใบ

3. แบ่งตามลักษณะของการใช้งาน (โดยอ้างอิงจากรถยนต์ที่จดทะเบียนกับกรมขนส่งทางบก) ตามพระราชบัญญัติการขนส่งทางบก ได้จำแนกประเภทรถยนต์ออกเป็น 17 ประเภท ดังแสดงในตารางที่ 2-1

ตารางที่ 2-1 ประเภทรถที่จดทะเบียนกับกรมขนส่งทางบก กระทรวงคมนาคม

ประเภทรถ	จำนวนยาง (เส้น)
ก. รวมรถตามกฎหมายว่าด้วยรถยนต์	
รย.1 รถยนต์นั่งส่วนบุคคลไม่เกิน 7 คน	4
รย.2 รถยนต์นั่งส่วนบุคคลเกิน 7 คน	4
รย.3 รถยนต์บรรทุกส่วนบุคคล	4
รย.4 รถยนต์สามล้อส่วนบุคคล	3
รย.5 รถยนต์รับจ้างระหว่างจังหวัด	4
รย.6 รถยนต์รับจ้างบรรทุกคนโดยสารไม่เกิน 7 คน	4
รย.7 รถยนต์สี่ล้อเล็กรับจ้าง	4
รย.8 รถยนต์รับจ้างสามล้อ	3
รย.9 รถยนต์บริการธุรกิจ	4
รย.10 รถยนต์บริการทัศนาจร	4
รย.11 รถยนต์บริการให้เช่า	4
รย.12 รถจักรยานยนต์	4
รย.13 รถแทรกเตอร์	4
รย.14 รถบดถนน	2
รย.15 รถใช้งานเกษตรกรรม	4
รย.16 รถพ่วง	2
รย.17 รถจักรยานยนต์สาธารณะ	4
ข. รวมรถตามกฎหมายว่าด้วยการขนส่งทางบก	
รวมรถโดยสาร	
แยกเป็น - ประจำทาง	6
- ไม่ประจำทาง	6
- ส่วนบุคคล	6
รวมรถบรรทุก	

ประเภทรถ	จำนวนยาง (เส้น)
แยกเป็น - ไม่ประจำทาง	8
- ส่วนบุคคล	8
โดยรถขนาดเล็ก	8

หมายเหตุ: รย. คือ รถยนต์

2.3 การเดินทางของยางยานยนต์ของไทย

ปัจจุบันยางยานยนต์ใช้แล้ว (ยางฯ) เกิดขึ้นเป็นจำนวนมาก ถ้าพิจารณาปริมาณยางฯ ที่เกิดขึ้นทั้งหมดโดยเริ่มพิจารณาตั้งแต่ปริมาณยางใหม่ที่ผลิตขึ้นโดยบริษัทผู้ผลิตยางจนกลายเป็นยางยานยนต์ใช้แล้วและไม่สามารถใช้ต่อไปได้อีกที่รอการกำจัดโดยบริษัทผู้รับกำจัดหรือจัดการยางฯ สามารถเขียนเป็นแผนภาพเส้นทางการเดินทางของยางฯ ดังรูปที่ 2-6

การเดินทางของยางฯ เริ่มต้นจากยางใหม่ซึ่งผลิตโดยบริษัทผู้ผลิตยางยานยนต์ จากนั้นยางยานยนต์ดังกล่าวจะถูกส่งต่อให้บริษัทประกอบรถยนต์ และจำหน่ายในท้องตลาด เมื่อผู้บริโภคใช้ยางจนกระทั่งยางเสื่อมสภาพไม่สามารถใช้งานต่อไปได้อีก ผู้บริโภคจะนำยางรถยนต์ไปเปลี่ยน ณ บริษัทผู้รับเปลี่ยนยาง ซึ่งในส่วนนี้จะเกิดยางฯ เกิดขึ้น หลังจากนั้นบริษัทผู้รับเปลี่ยนยางฯ จะส่งยางฯ ดังกล่าวไปยังบริษัทที่รับดำเนินการกำจัดหรือจัดการ ซึ่งในส่วนนี้จะมีบริษัทที่รับกำจัดหรือบำบัดยางฯ มารับยางฯ ไปกำจัดหรือนำไปเพิ่มมูลค่าด้วยเทคโนโลยีรูปแบบต่าง ๆ ได้แก่ นำยางฯ เข้าสู่กระบวนการไพโรไลซิสเพื่อผลิตน้ำมัน ใช้เป็นเชื้อเพลิงทดแทนในเตาผลิตปูนซิเมนต์ และนำไปผลิตเป็นยางรีเคลม/ยางผง เป็นต้น

ในการทำสมดุลระหว่างประมาณยางใหม่ที่ผลิตได้กับยางฯ ปริมาณยางใหม่ที่เข้าสู่เส้นทางการเดินทางของยางยานยนต์ควรเท่ากับปริมาณยางขาออก แต่จากข้อมูลในรูปที่ 2-6 พบว่าปริมาณยางขาเข้ามีประมาณ 18 ล้านเส้นต่อปี ในส่วนปริมาณยางขาออกที่ทราบเส้นทางการจัดการมีประมาณ 9.8 ล้านเส้นต่อปี และยังมียางที่ไม่สามารถตรวจสอบเส้นทางได้ถึงประมาณ 10.1 ล้านเส้นต่อปี จากการประชุมระดมความคิดเห็นจากผู้ทรงคุณวุฒิในการรวบรวมข้อมูลด้านปริมาณยางฯ การกระจายตัวของยางฯ การรวบรวมยางฯ ซึ่งจัดขึ้นในวันที่ 9 พฤศจิกายน พ.ศ. 2555 ภายใต้หัวข้อ “พิจารณาเทคโนโลยีทางเลือกที่เหมาะสมสำหรับการจัดการยางฯ ใช้แล้วของประเทศไทย” ภาพบรรยากาศภายในการประชุมแสดงในภาคผนวก ค ได้ให้ความคิดเห็นว่า เหตุผลหนึ่งที่ทำให้ปริมาณยางฯ ในเส้นทางการเดินทางของยางยานยนต์ไม่สมดุลคือ มียางฯ จำนวนหนึ่งส่งไปตามชายแดนซึ่งน่าจะมีปริมาณค่อนข้างมาก และยังมีปริมาณ

ยางฯ ส่วนหนึ่งไม่สามารถสำรวจได้ซึ่งในส่วนนี้จะมีกลุ่มผู้ประกอบการที่เรียกว่า ซาเล้ง ซึ่งจะทำหน้าที่รับยางฯ จากผู้รับเปลี่ยนยางฯ ไปส่งยังบริษัทผู้รับบำบัด ซึ่งควรมีการสำรวจข้อมูลส่วนนี้ด้วย

หมายเหตุ (1) ข้อมูลสำรวจและประมาณการ
(2) ข้อมูลที่สำรวจได้และข้อมูลประมาณการจากข้อมูลแรงม้า

รูปที่ 2-6 การเดินทางของยางยานยนต์ของไทย

2.3.1 สถิติยางยานยนต์ที่ผลิตและจำหน่ายในประเทศไทย

จากข้อมูลข้างต้น ยางใหม่ที่ผลิตขึ้นจะถูกกระจายออกเป็น 4 ส่วน ตามรูปที่ 2-6 ได้แก่

เส้นทางที่ 1 ปริมาณยางที่ผลิตขึ้น
เส้นทางที่ 2 ปริมาณยางใหม่นำเข้า (ไม่ได้แสดงในรูปที่ 2-6)
เส้นทางที่ 3 ปริมาณยางใหม่ที่ส่งออก
เส้นทางที่ 4 ปริมาณยางยานยนต์ที่ใช้ในประเทศ

ปริมาณยางยานยนต์ที่ผลิตและจำหน่ายในเส้นทางที่ 1 ซึ่งสำรวจจาก 3 แหล่งข้อมูล ดังแสดงในตารางที่ 2-2 พบว่าไม่สามารถสำรวจปริมาณยางยานยนต์ที่ผลิตขึ้นในแต่ละปีจากผู้ผลิตและจำหน่ายยาง

ได้ เนื่องจากเป็นความลับทางการตลาดของทางบริษัท ในขณะที่ข้อมูลที่สำรวจได้จากกระทรวงพาณิชย์ซึ่งสืบค้นมาจากรายงาน “ข้อมูลสถิติยางยานยนต์ที่ภาคอุตสาหกรรมผลิตได้” ของกระทรวงพาณิชย์ ปี พ.ศ. 2555 แสดงปริมาณยางยานยนต์ในภาพรวมทั้งประเทศในช่วง 12 ปีที่ผ่านมา ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2543 – 2555 ดังตารางที่ 2-3 แสดงปริมาณยางที่ครอบคลุมทั้ง 4 เส้นทาง พบว่าในทุก ๆ เส้นทางการเดินทางของยางยานยนต์ มีการผลิตยางเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง และในปี พ.ศ. 2555 มีปริมาณยางที่ผลิตได้ประมาณมากถึง 21 ล้านเส้น

ตารางที่ 2-2 แหล่งข้อมูลที่สำรวจได้

ข้อมูล	แหล่งข้อมูล	ผลการสำรวจ
ปริมาณยางยานยนต์ที่ผลิตและจำหน่าย	ผู้ผลิตยางฯ (1°)	ไม่สามารถให้ข้อมูลได้
	ผู้รับเปลี่ยนยางยานยนต์ (1°)	ไม่สามารถให้ข้อมูลได้
	กระทรวงพาณิชย์ (2°)	ข้อมูลแบบภาพรวม

หมายเหตุ: 1° ข้อมูลปฐมภูมิ 2° ข้อมูลทุติยภูมิ

ตารางที่ 2-3 ปริมาณยางยานยนต์ในช่วง 12 ปี (พ.ศ. 2543 – 2555)

ปริมาณยางที่ผลิต

ประเภทยาง	2543 2000	2544 2001	2545 2002	2546 2003	2547 2004	2548 2005	2549 2006	2550 2007	2551 2008	2552 2009	2553 2010	2554 2011	2555 2012
ยางนอกรถยนต์นั่ง	4,477,253	7,107,912	8,248,304	10,101,266	13,680,209	13,316,777	12,931,487	14,048,286	15,449,235	12,921,160	16,667,285	12,636,059	0
ยางนอกรถกะบะ	0	0	0	0	0	0	0	0	6,879,519	5,493,209	7,435,012	9,673,217	6,249,160
ยางนอกรถบรรทุกและรถโดยสาร	2,946,931	3,390,999	3,791,296	4,065,866	4,954,144	5,163,123	4,815,290	5,213,687	5,303,951	4,944,520	5,732,299	5,647,253	2,187,541
ยางนอกรถจักรยานยนต์	9,938,399	11,512,922	12,187,875	13,356,888	15,029,009	17,335,299	17,037,395	17,953,521	18,218,399	16,687,663	18,868,523	14,922,245	1,616,044
ยางนอกอื่น ๆ	496,785	984,496	880,291	594,011	1,255,652	590,541	532,218	654,222	587,106	477,322	748,173	5,750,531	7,850,024
ยางในรถบรรทุกและรถโดยสาร	2,358,217	2,157,597	2,369,832	2,683,990	2,446,108	2,487,647	2,156,293	2,116,008	1,994,302	2,022,508	2,287,617	1,696,437	194,448
ยางในรถจักรยานยนต์	13,128,034	16,752,762	18,202,160	19,227,505	22,917,653	25,278,170	24,406,521	27,794,765	27,111,582	32,158,124	33,538,019	19,316,010	903,061
ยางรอง	879,254	1,323,479	1,554,079	1,610,324	1,827,861	1,777,055	1,779,561	1,708,676	1,449,506	1,417,253	1,582,616	9,433,056	9,515,764
ยางหล่อดอก	0	0	38,923	86,362	79,408	75,465	83,840	84,050	87,440	101,028	111,209	549,603	571,854
รวม (เส้น)	34,224,873	43,230,167	47,272,760	51,726,212	62,190,044	66,024,077	63,742,605	69,573,215	77,081,040	76,222,787	86,970,753	79,624,411	29,087,896

ปริมาณยางที่นำเข้า

ประเภทยาง	2543 2000	2544 2001	2545 2002	2546 2003	2547 2004	2548 2005	2549 2006	2550 2007	2551 2008	2552 2009	2553 2010	2554 2011	2555 2012
ยางนอกรถยนต์นั่ง	36,606	180,542	165,385	274,719	264,919	312,720	223,828	315,013	61,627	79,868	95,208	192,644	0
ยางนอกรถกะบะ	0	0	0	0	0	0	0	0	30,038	218,700	22,229	133,023	65,259
ยางนอกรถบรรทุกและรถโดยสาร	3,516	2,994	11,361	72,648	62,495	87,752	147,397	151,024	94,871	219,717	231,660	103,519	17,191
ยางนอกรถจักรยานยนต์	495	0	2,852	1,067	71,186	568	2,107	320,191	1,003	0	2,425	51,955	43,427
ยางนอกอื่น ๆ	4,104	69	34	3,265	2,329	10,143	4,589	6,029	5,107	10,288	64,058	70,036	115,121
ยางในรถบรรทุกและรถโดยสาร	749	1,185	0	17,391	398	362	194	15	945	431	0	1,104	681
ยางในรถจักรยานยนต์	2,404	0	0	12,639	40,210	59,050	7,827	16,750	1,480	0	1,108	287	0
ยางรอง	173	0	526	14,374	12	410	635	273	3,170	0	0	167,210	5,675
ยางหล่อดอก	0	0	1,703	6	99	6,030	6,903	2,777	1,807	1,630	897	444	3,813
รวม (เส้น)	48,047	184,790	181,861	396,109	441,648	477,035	393,480	812,072	200,048	530,634	417,585	720,222	251,167

ปริมาณยางที่ส่งออก

ประเภทยาง	2543 2000	2544 2001	2545 2002	2546 2003	2547 2004	2548 2005	2549 2006	2550 2007	2551 2008	2552 2009	2553 2010	2554 2011	2555 2012
ยางนอกรถยนต์นั่ง	790,120	1,077,231	906,403	1,730,938	3,824,386	3,236,577	3,329,653	4,190,711	4,381,124	4,153,976	4,502,417	3,765,907	0
ยางนอกรถกะบะ	0	0	0	0	0	0	0	0	2,241,042	2,087,068	2,935,350	4,089,603	1,773,887
ยางนอกรถบรรทุกและรถโดยสาร	646,246	938,772	997,934	1,015,226	1,681,136	1,863,464	1,677,830	1,744,265	1,905,485	1,744,653	1,992,837	2,394,962	1,176,212
ยางนอกรถจักรยานยนต์	2,396,416	2,966,460	3,309,980	4,040,677	4,827,537	5,744,239	5,452,875	6,536,859	5,857,692	4,501,647	5,364,436	4,340,407	538,380
ยางนอกอื่น ๆ	496,321	1,001,223	822,076	555,465	787,378	448,005	456,205	571,215	513,663	443,513	668,633	1,896,290	1,878,674
ยางในรถบรรทุกและรถโดยสาร	261,682	355,233	317,302	324,899	422,911	433,636	359,263	318,137	327,504	355,716	384,532	573,326	162,691
ยางในรถจักรยานยนต์	2,791,274	4,235,611	4,225,342	4,432,506	5,386,252	7,364,236	7,707,031	8,727,571	9,150,999	10,025,147	9,944,192	5,961,845	312,932
ยางรอง	143,211	286,754	309,067	302,955	417,517	444,807	349,316	402,603	301,557	307,662	319,328	2,721,284	2,789,799
ยางหล่อดอก	0	0	13,280	25,622	26,135	26,825	25,578	19,223	20,703	24,469	34,460	107,610	56,449
รวม (เส้น)	7,525,270	10,861,284	10,901,384	12,428,288	17,373,252	19,561,789	19,357,751	22,510,584	24,699,769	23,643,851	26,146,185	25,851,234	8,689,024

ปริมาณยางที่ใช้ในประเทศ

ประเภทยาง	2543 2000	2544 2001	2545 2002	2546 2003	2547 2004	2548 2005	2549 2006	2550 2007	2551 2008	2552 2009	2553 2010	2554 2011	2555 2012
ยางนอกรถยนต์นั่ง	3,789,137	6,302,183	7,388,474	8,542,423	10,096,010	10,351,562	9,808,230	10,215,514	10,932,811	9,009,534	12,151,968	8,949,247	0
ยางนอกรถกะบะ	0	0	0	0	0	0	0	0	4,592,346	3,530,672	4,432,337	5,396,198	4,764,621
ยางนอกรถบรรทุกและรถโดยสาร	2,283,442	2,468,678	2,772,957	3,040,229	3,331,228	3,295,946	3,280,308	3,551,249	3,396,508	3,268,738	3,593,998	3,010,310	1,122,791
ยางนอกรถจักรยานยนต์	7,390,248	8,510,461	8,737,297	9,023,918	10,256,465	11,321,190	11,523,971	11,525,715	12,093,381	12,321,513	13,414,820	10,527,115	1,108,344
ยางนอกอื่น ๆ	22,668	37,802	38,235	45,758	450,259	159,792	79,536	81,399	64,384	55,408	52,306	3,896,107	5,910,928
ยางในรถบรรทุกและรถโดยสาร	2,101,137	1,806,944	2,009,716	2,374,314	1,964,935	2,043,915	1,784,805	1,788,497	1,699,332	1,659,045	1,844,580	1,129,563	9,772
ยางในรถจักรยานยนต์	10,260,273	12,537,037	13,644,301	14,346,028	17,137,167	17,653,688	16,322,073	18,774,374	17,705,016	21,496,146	22,858,018	13,280,985	608,715
ยางรอง	735,044	1,019,603	1,233,061	1,288,883	1,424,095	1,335,248	1,433,410	1,294,577	1,167,127	1,133,049	1,223,203	6,403,728	6,941,068
ยางหล่อดอก	0	0	28,222	60,555	53,570	52,746	62,092	69,295	70,002	77,843	77,186	456,483	522,792
รวม (เส้น)	26,581,949	32,682,708	35,852,263	38,722,108	44,713,729	46,214,087	44,294,425	47,300,620	51,720,907	52,551,948	59,648,416	53,049,736	20,989,031

2.3.2 การประมาณค่าตัวแปรที่เกี่ยวข้อง

เนื่องจากข้อมูลปริมาณยางยานยนต์ที่ผลิตได้ของกระทรวงพาณิชย์ในหัวข้อ 2.3.1 เป็นปริมาณยางที่ผลิตขึ้นเป็นแบบภาพรวมทั้งประเทศ ดังนั้น จึงต้องทำการประมาณการเพื่อหาปริมาณยางที่ผลิตขึ้นในรายจังหวัด สามารถประมาณตัวแปรหรือปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการคำนวณหาปริมาณยางยานยนต์ อันได้แก่ อายุรถแต่ละประเภท (ปี) อายุยาง (ปี) จำนวนยาง (เส้น/คัน) ได้ดังนี้

- กำหนดอายุการใช้งานของรถแต่ละประเภท (x)
- ตรวจสอบปีที่จดทะเบียน (Y_0) เทียบกับปีปัจจุบัน (Y_C) เพื่อดูว่าในปีปัจจุบันรถแต่ละคันยังใช้งานอยู่หรือไม่

=> ถ้า (Y_C - Y_0) > x หมายถึง รถคันนั้นไม่ได้ใช้งานแล้วในปีปัจจุบัน

- กำหนดอายุการใช้งานของยางรถยนต์ของรถแต่ละประเภท (y)
- ตรวจสอบว่าในปีปัจจุบันรถแต่ละคันถึงกำหนดเปลี่ยนยางแล้วหรือไม่

=> ถ้า (Y_C - Y_0) / y เป็นเลขจำนวนเต็ม หมายถึงรถคันนั้นถึงกำหนดเปลี่ยนยางแล้วในปีปัจจุบัน

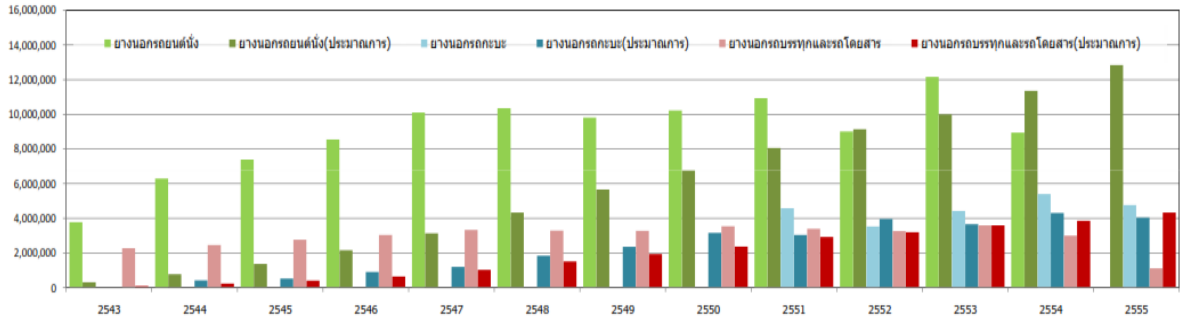
- กำหนดปริมาณยางของรถแต่ละประเภท (z)
- คำนวณปริมาณยางฯ ที่เกิดขึ้นในปีปัจจุบัน จากผลรวมของปริมาณรถแต่ละประเภทที่ใช้งานอยู่และถึงกำหนดเปลี่ยนยางแล้วคูณจำนวนยางของรถประเภทนั้น ๆ

การคำนวณดังกล่าวนี้ต้องได้ผลรวมปริมาณยางทั้งประเทศเท่ากับหรือใกล้เคียงกับปริมาณยางที่มีรายงานในหัวข้อ 2.3.1 จะได้ผลลัพธ์ของตัวแปรแสดงในตารางที่ 2-4 จากค่าตัวแปรที่ได้นำมาคำนวณหาปริมาณยางยานยนต์ใช้แล้วประเภทต่าง ๆ (ประมาณการ) แสดงดังรูปที่ 2-7

ตารางที่ 2-4 ตัวแปรที่ได้จากการประมาณค่า

ประเภทรถ	อายุรถ (ปี)	อายุยาง (ปี)	จำนวนยาง (เส้น/คัน)
ก. รวมรถตามกฎหมายว่าด้วยรถยนต์			
รถยนต์นั่งส่วนบุคคลไม่เกิน 7 คน	10	1	4
รถยนต์นั่งส่วนบุคคลเกิน 7 คน	10	1	4
รถยนต์บรรทุกส่วนบุคคล	10	2	4
ข. รวมรถตามกฎหมายว่าด้วยการขนส่งทางบก			
รถโดยสารประจำทาง	10	3	6
รถโดยสารไม่ประจำทาง	10	2	6
รถโดยสารส่วนบุคคล	10	2	6
รถบรรทุกไม่ประจำทาง	10	1	8
รถบรรทุกส่วนบุคคล	10	1	8

หมายเหตุ: อ้างอิงประเภทรถยนต์ที่จดทะเบียนจากกรมขนส่งทางบก



รูปที่ 2-7 ปริมาณยางยานยนต์ใช้แล้วที่ประมาณการได้ในช่วง 12 ปี (พ.ศ. 2543 – 2555)

2.3.3 ประมาณการยางยานยนต์ใช้แล้วที่เกิดขึ้น

เนื่องจากปริมาณยางที่ผลิตขึ้นหรือเกิดขึ้นจริงไม่สามารถสำรวจได้ ดังนั้นจึงทำการประมาณยางโดยใช้ค่าตัวแปรจากหัวข้อ 2.3.2 โดยกำหนดให้ “ผลรวมของปริมาณยางที่เกิดขึ้นทั้งประเทศไทยเท่ากับปริมาณยางที่ผลิตขึ้นและใช้อยู่ภายในประเทศไทย” จากนั้นทำการประมาณยางที่เกิดขึ้นในรายจังหวัดโดยใช้ข้อมูลจากกรมขนส่งทางบก ซึ่งเป็นข้อมูลปริมาณรถที่จดทะเบียนใหม่ในแต่ละจังหวัด ภายใต้สมมติฐานที่ว่า “ปริมาณยางฯ ที่เกิดขึ้นในแต่ละจังหวัดจะเท่ากับปริมาณยางรถยนต์ที่ติดมากับรถที่มาจดทะเบียนกับกรมขนส่งทางบก” จากข้อมูลทั้ง 2 ส่วนข้างต้นสามารถทำการประมาณปริมาณยางฯ โดย

จำแนกเป็นรายประเภทรถและรายจังหวัดได้ดังตารางที่ 2-5 พบว่าปริมาณยางฯ ที่มีทั้งหมดในประเทศไทยมีประมาณ 18 ล้านเส้น และเรียงตามลำดับจากจังหวัดที่มีปริมาณยางฯ มากที่สุดไปน้อยที่สุด 5 อันดับแรก ได้แก่ กรุงเทพฯ ชลบุรี นครราชสีมา สงขลา และเชียงใหม่ ตามลำดับ ซึ่งจากข้อมูลที่ประมาณการได้แสดงให้เห็นว่ายางฯ เกิดขึ้นกระจายในทุกภูมิภาค โดยจะมีจังหวัดผลลัพธ์เป็นศูนย์กลาง และได้แสดงปริมาณรถยนต์จดทะเบียนในรูปของ GIS แสดงดังรูปที่ 2-8 (G1)

ตารางที่ 2-5 ปริมาณยางฯ ประมาณการในปี พ.ศ. 2555 จำแนกเป็นรายประเภทและรายจังหวัด

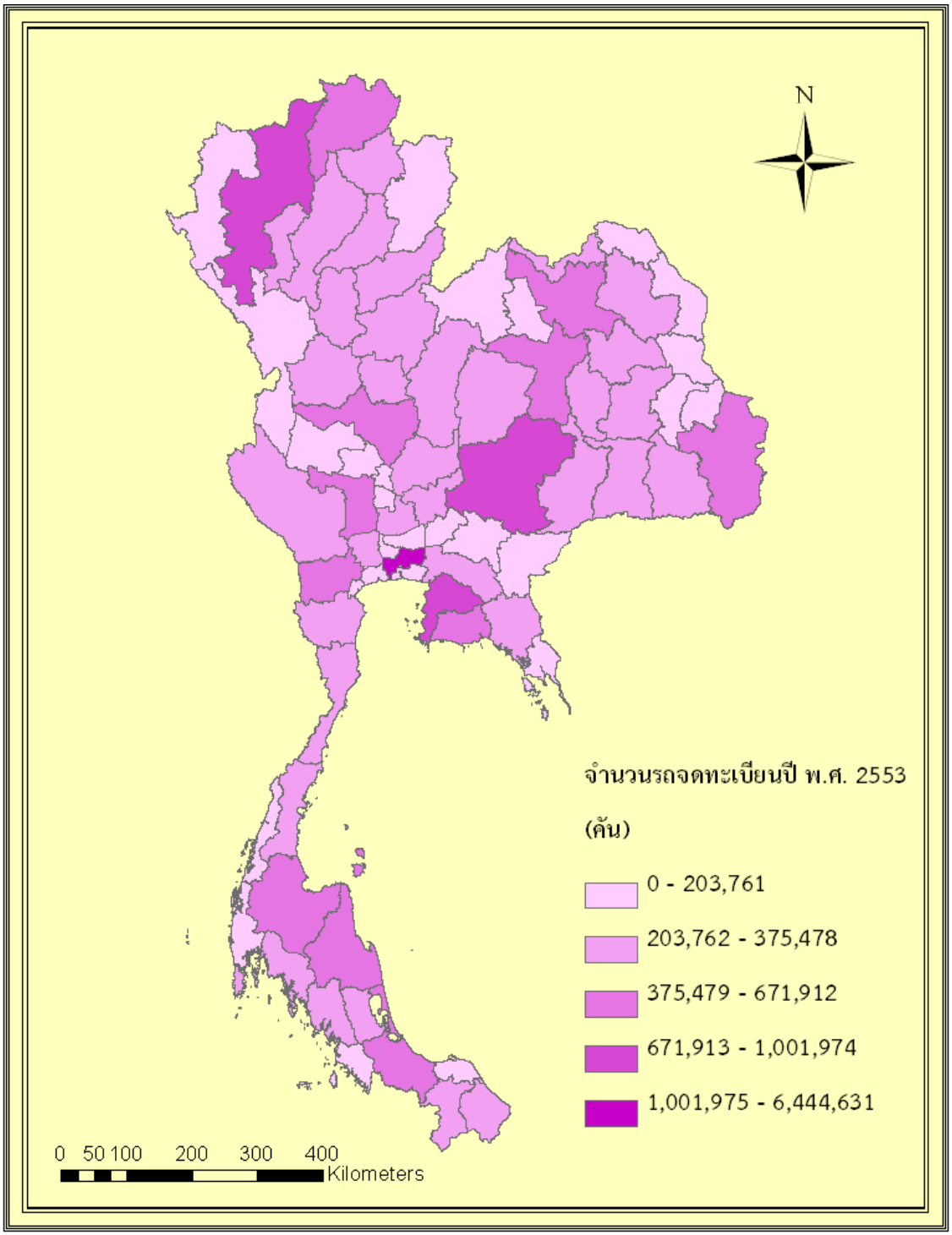
จังหวัด	ปริมาณยางฯ (เส้นต่อปี)			
	รย.1-2*	รย.3*	รถบรรทุกและรถโดยสาร*	ปริมาณยางฯ ที่เกิดขึ้นทั้งหมด
กรุงเทพมหานคร	6,117,293	890,116	596,932	7,604,340
กระบี่	59,554	55,636	21,502	136,692
กาญจนบุรี	52,209	32,735	33,982	118,927
กาฬสินธุ์	41,702	38,822	41,751	122,275
กำแพงเพชร	46,438	37,397	52,024	135,859
ขอนแก่น	198,672	112,218	76,237	387,127
จันทบุรี	59,927	25,533	18,089	103,550
ฉะเชิงเทรา	59,602	30,483	80,705	170,790
ชลบุรี	318,513	132,183	158,400	609,096
ชัยนาท	30,116	12,895	24,647	67,659
ชัยภูมิ	34,455	13,649	56,112	104,216
ชุมพร	53,980	38,082	23,611	115,673
เชียงราย	107,723	62,146	38,900	208,768
เชียงใหม่	289,452	90,393	62,151	441,996
ตรัง	60,480	43,616	22,647	126,743
ตราด	17,034	9,550	9,357	35,941
ตาก	31,853	16,895	22,057	70,806
นครนายก	25,635	18,076	10,358	54,068
นครปฐม	68,908	54,479	178,554	301,940
นครพนม	22,751	15,080	11,964	49,795

จังหวัด	ปริมาณยางฯ (เส้นต่อปี)			
	รย.1-2*	รย.3*	รถบรรทุกและรถโดยสาร*	ปริมาณยางฯ ที่เกิดขึ้นทั้งหมด
นครราชสีมา	221,640	110,532	163,372	495,543
นครศรีธรรมราช	118,854	97,256	45,205	261,315
นครสวรรค์	85,491	47,079	72,809	205,379
นนทบุรี	72,236	28,539	57,873	158,648
นราธิวาส	36,695	19,080	36,357	92,132
น่าน	27,467	14,517	16,559	58,543
บึงกาฬ	4,095	0	2,032	6,127
บุรีรัมย์	46,974	28,647	46,754	122,375
ปทุมธานี	19,545	7,091	65,169	91,804
ประจวบคีรีขันธ์	42,211	28,515	26,295	97,021
ปราจีนบุรี	42,632	33,017	36,535	112,184
ปัตตานี	28,386	18,103	10,230	56,720
พระนครศรีอยุธยา	70,231	45,926	10,230	126,387
พะเยา	32,135	20,152	19,360	71,647
พังงา	19,352	18,466	10,980	48,798
พัทลุง	43,080	29,689	19,877	92,646
พิจิตร	29,845	20,101	20,580	70,526
พิษณุโลก	102,786	41,760	44,861	189,407
เพชรบุรี	47,442	30,249	27,148	104,839
เพชรบูรณ์	48,043	40,993	36,081	125,117
แพร่	40,817	21,889	24,060	86,766
อุดรธานี	123,030	42,923	58,000	223,954
ภูเก็ต	181,705	40,091	29,160	250,956
มหาสารคาม	44,535	38,533	36,589	119,658
มุกดาหาร	24,145	16,427	10,515	51,088
แม่ฮ่องสอน	2,558	2,422	2,945	7,925
ยโสธร	35,382	24,200	17,691	77,272

จังหวัด	ปริมาณยางฯ (เส้นต่อปี)			
	รย.1-2*	รย.3*	รถบรรทุกและรถโดยสาร*	ปริมาณยางฯ ที่เกิดขึ้นทั้งหมด
ยะลา	27,087	19,033	11,126	57,245
ร้อยเอ็ด	57,183	41,461	38,401	137,045
ระนอง	10,833	8,770	8,873	28,476
ระยอง	128,526	70,563	68,914	268,004
ราชบุรี	56,056	42,204	43,655	141,915
ลพบุรี	61,030	35,321	38,764	135,115
ลำปาง	79,187	34,846	26,707	140,740
ลำพูน	20,298	15,877	15,145	51,320
เลย	36,006	32,043	35,236	103,285
ศรีสะเกษ	40,318	34,174	36,634	111,125
สกลนคร	52,090	33,234	25,234	110,559
สงขลา	260,716	111,129	79,501	451,346
สตูล	14,422	11,474	8,744	34,640
สมุทรปราการ	20,692	4,438	90,320	115,449
สมุทรสงคราม	7,128	9,007	8,490	24,625
สมุทรสาคร	4,370	2,497	44,584	51,451
สระแก้ว	20,244	18,317	38,796	77,357
สระบุรี	73,396	44,827	156,137	274,360
สาขา อ.เบตง	4,366	1,995	0	6,361
สิงห์บุรี	21,519	8,509	16,274	46,303
สุโขทัย	37,427	14,395	33,701	85,523
สุพรรณบุรี	52,732	26,272	77,072	156,076
สุราษฎร์ธานี	156,668	60,189	68,794	285,650
สุรินทร์	57,905	21,967	50,126	129,999
หนองคาย	45,305	19,514	25,915	90,734
หนองบัวลำภู	24,060	15,996	20,446	60,502
อ่างทอง	31,460	16,797	15,045	63,301

จังหวัด	ปริมาณยางฯ (เส้นต่อปี)			
	รย.1-2*	**รย.3***	**รถบรรทุกและรถโดยสาร***	**ปริมาณยางฯ ที่เกิดขึ้นทั้งหมด**
อำนาจเจริญ	17,794	8,597	12,923	39,314
อุตรดิตถ์	39,076	13,849	22,683	75,608
อุทัยธานี	36,976	18,307	14,400	69,683
อุบลราชธานี	104,001	39,358	62,492	205,851
รวมทั้งประเทศ	**10,886,479**	**3,431,139**	**3,682,382**	**18,000,000**

หมายเหตุ: *อ้างอิงประเภทรถยนต์ที่จดทะเบียนตามกรมขนส่งทางบก หรือในตารางที่ 2-1



รูปที่ 2-8 (G1) จำนวนรถยนต์จดทะเบียน

2.3.4 สถิติยางยานยนต์ใช้แล้วที่สำรวจได้

เนื่องจากไม่มีหน่วยงานที่รวบรวมข้อมูลด้านปริมาณยางฯ อย่างชัดเจน ทีมวิจัยจึงทำการสำรวจข้อมูลโดยพิจารณาตามแผนภาพการเดินทางของยางยานยนต์ในรูปที่ 2-6 ข้อมูลยางฯ ทั้งหมดสามารถรวบรวมได้จาก 3 เส้นทาง ดังนี้

เส้นทางที่ 1 ยางฯ ที่ผู้บริโภคนำมาเปลี่ยนเป็นยางใหม่ ณ บริษัทผู้รับเปลี่ยนยาง
เส้นทางที่ 2 ยางฯ ที่ถูกนำไปทิ้ง
เส้นทางที่ 3 ยางฯ ที่ส่งมาจากผู้ประกอบการหรือบริษัทประกอบยนต์

ข้อมูลสถิติยางฯ ของเส้นทางที่ 2 ไม่สามารถสำรวจได้ เนื่องจากไม่มีฐานข้อมูลปริมาณยางฯ ที่นำไปทิ้ง และสถิติยางฯ ของเส้นทางที่ 3 ไม่สามารถสำรวจได้ เนื่องจากข้อมูลดังกล่าวเป็นความลับของทางบริษัทประกอบยนต์ ข้อมูลที่สามารถสำรวจได้คือ สถิติยางฯ ในเส้นทางที่ 1

ข้อมูลในเส้นทางที่ 1 สามารถสำรวจได้จากการสอบถามข้อมูลจำนวนยางฯ ที่ผู้บริโภคมาเปลี่ยนต่อสัปดาห์ ณ บริษัทหรือผู้รับเปลี่ยนและจำหน่ายยางยานยนต์ รายชื่อบริษัทรายใหญ่ที่อยู่ภายในประเทศไทยแสดงดังตารางที่ 2-6 ปริมาณยางฯ ทั้งหมดที่สำรวจได้และประมาณการได้ในแต่ละจังหวัด ซึ่งในบางจังหวัดไม่สามารถสำรวจปริมาณยางฯ ได้จึงทำการประมาณการยางฯ จากปริมาณยางฯ ของจังหวัดใกล้เคียง แสดงผลการสำรวจและประมาณการปริมาณยางฯ ดังตารางที่ 2-7 รวมปริมาณยางฯ ทั่วประเทศประมาณ 5.3 ล้านเส้น สามารถแสดงผลในรูปแบบของ GIS แสดงได้ดังรูปที่ 2-9 (G2) ปริมาณยางฯ ที่เกิดขึ้นมากที่สุด 5 อันดับแรก ได้แก่ กรุงเทพฯ ชลบุรี อุบลราชธานี นนทบุรี และเชียงใหม่ ตามลำดับ ส่วนใหญ่ยางฯ ที่ได้รับคืนจากผู้บริโภคจะส่งคืนกลับสำนักงานใหญ่ของแต่ละบริษัทหรืออาจมีคนมาขอซื้อต่อ และมีเพียงส่วนน้อยที่ผู้บริโภคขอกลับไปหรือบริจาคเพื่องานสาธารณะ จะเห็นได้ว่าปริมาณยางฯ ที่สำรวจจากการรับเปลี่ยนยางฯ (ประมาณ 18 ล้านเส้น) กับปริมาณยางฯ ที่ทราบแหล่งที่ไปนั้นไม่เท่ากัน (ประมาณ 5.3 ล้านเส้น) แสดงว่ายังมียางฯ ปริมาณถึง 12.7 ล้านเส้น ยังอยู่ในส่วนที่ไม่อาจสำรวจได้ ซึ่งในจำนวนนี้อาจมีการนำส่งออกนอกประเทศตามบริเวณชายแดน เมื่อพิจารณาปริมาณยางฯ ที่ไม่ได้เปลี่ยน ณ บริษัทเปลี่ยนยาง ที่แสดงในรายจังหวัดในตารางที่ 2-8 พบว่าจังหวัด กรุงเทพฯ นครราชสีมา ชลบุรี สงขลา และขอนแก่น เป็นจังหวัด 5 อันดับแรกที่มียางฯ ที่ไม่ได้รับการเปลี่ยนที่บริษัทผู้รับเปลี่ยนยางมากที่สุด ส่วนจังหวัด สมุทรสงคราม ยโสธร นนทบุรี และสมุทรปราการ เป็นจังหวัดที่ได้ค่าติดลบ แสดงว่าปริมาณยางฯ ที่ผู้บริโภคนำมาเปลี่ยนมีค่ามากกว่าปริมาณยางฯ ที่เกิดขึ้นในจังหวัดนั้น ๆ อาจเป็นไปได้ว่าผู้บริโภคในจังหวัดบริเวณใกล้เคียงอาจจะมาเปลี่ยนยางในจังหวัดดังกล่าว ข้อมูลที่ได้ในส่วนนี้จะเป็นประโยชน์ต่อผู้รับจัดการยางฯ สามารถทราบได้ว่าจังหวัดใดบ้างที่มีปริมาณยางฯ นำมา

เปลี่ยนเป็นจำนวนมาก และจังหวัดใดยังมีวิธีการรวบรวมยางฯ อย่างไม่เป็นระบบ ซึ่งอาจจะเป็นปัจจัยหนึ่งที่ทำให้เกิดธุระกิจรวบรวมยางฯ ก็เป็นได้

ตารางที่ 2-6 รายชื่อบริษัทรับเปลี่ยนและจำหน่ายยางยานยนต์

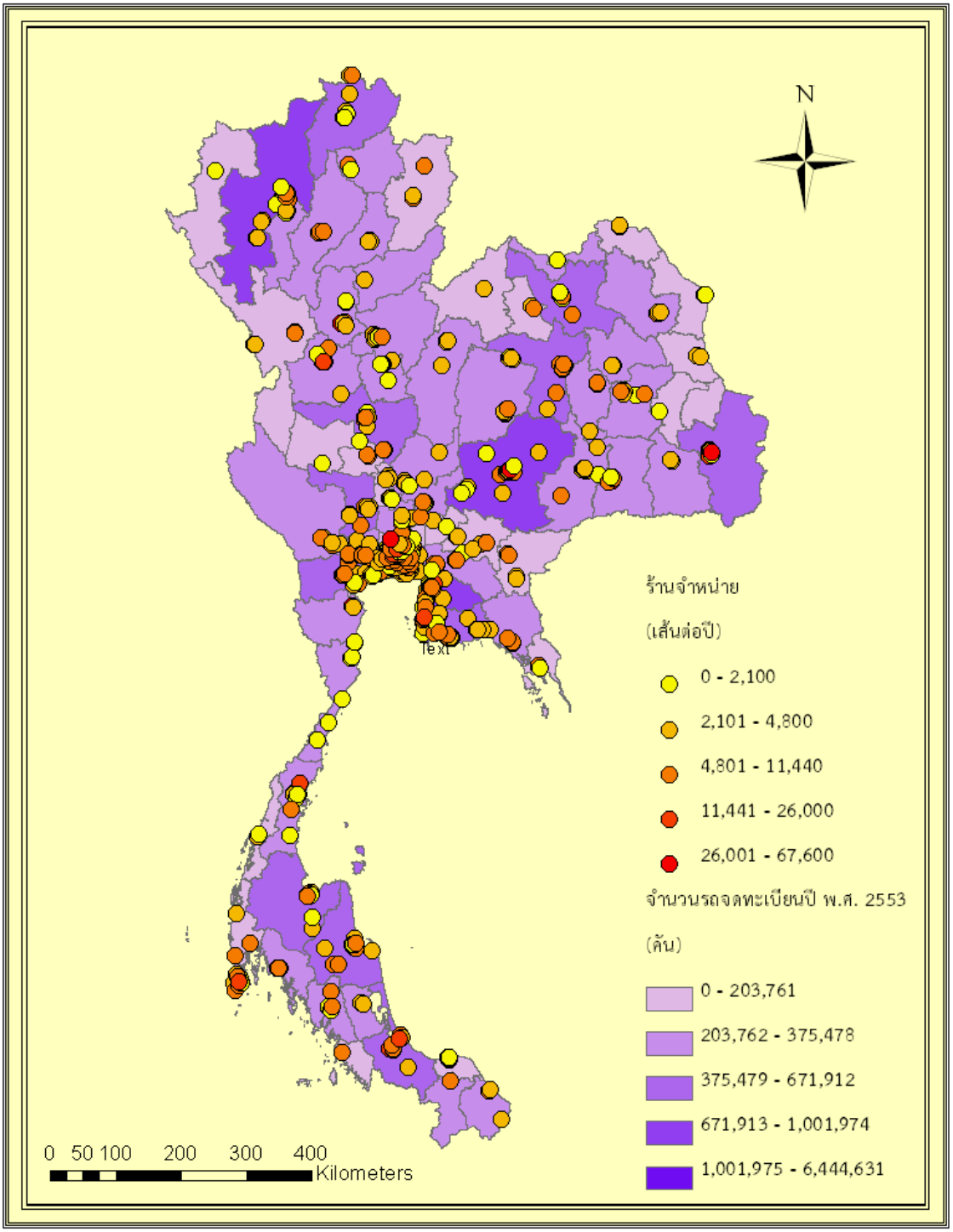
รายชื่อ	จำนวน (สาขา)
1. บริษัท เอ.ซี.ที (ประเทศไทย) จำกัด	68
2. บริษัท บีควิก จำกัด	87
3. บริษัท บริจสโตน จำกัด	206
4. บริษัท ออร์โต้บอย จำกัด	79
5. บริษัท ค็อกพิท จำกัด	150
6. บริษัท มิชลิน จำกัด	103
7. บริษัท เอ็มเอ็มบอช จำกัด	8
8. บริษัท กู้ดเยียร์ จำกัด	91
9. บริษัทอื่นๆ ใน กทม.	224
10. บริษัทอื่นๆ	151
รวม	1,167

ตารางที่ 2-7 สถิติปริมาณยางยานยนต์ใช้แล้วทั้งหมดที่สำรวจได้ในแต่ละจังหวัด

จังหวัด	ปริมาณยาง (เส้น/ปี)	จังหวัด	ปริมาณยาง (เส้น/ปี)
กระบี่	22,126	เพชรบูรณ์	15,140
กรุงเทพฯ	1,536,707	แพร่	10,370
กาญจนบุรี	32,498	ภูเก็ต	64,577
กาฬสินธุ์	18,904	มหาสารคาม	31,987
กำแพงเพชร	49,304	มุกดาหาร	21,123
ขอนแก่น	106,411	แม่ฮ่องสอน	104
จันทบุรี	59,333	ยโสธร	14,026
ฉะเชิงเทรา	34,683	ยะลา	20,282
ชลบุรี	201,838	ร้อยเอ็ด	37,960
ชัยนาท	21,332	ระนอง	3,620
ชัยภูมิ	29,143	ระยอง	121,289

จังหวัด	ปริมาณยาง (เส้น/ปี)	จังหวัด	ปริมาณยาง (เส้น/ปี)
ชุมพร	48,452	ราชบุรี	71,734
เชียงราย	39,956	ลพบุรี	35,327
เชียงใหม่	162,165	ลำปาง	30,923
ตรัง	9,176	ลำพูน	10,941
ตราด	3,068	เลย	7,444
ตาก	18,468	ศรีสะเกษ	9,316
นครนายก	3,804	สกลนคร	22,165
นครปฐม	63,674	สงขลา	139,632
นครพนม	7,600	สมุทรปราการ	152,501
นครราชสีมา	85,507	สมุทรสาคร	100,591
นครศรีธรรมราช	55,798	สมุทรสงคราม	27,764
นครสวรรค์	88,885	สตูล	10,400
นนทบุรี	174,375	สระแก้ว	25,427
นราธิวาส	16,447	สระบุรี	44,964
น่าน	22,250	สิงห์บุรี	9,836
บึงกาฬ	3,804	สุโขทัย	60,464
บุรีรัมย์	11,960	สุพรรณบุรี	49,759
ปทุมธานี	46,438	สุราษฎร์ธานี	58,433
ประจวบคีรีขันธ์	13,780	สุรินทร์	73,957
ปราจีนบุรี	7,130	หนองคาย	3,640
ปัตตานี	8,484	หนองบัวลำพู	8,896
พระนครศรีอยุธยา	10,082	อ่างทอง	15,472
พะเยา	2,860	อำนาจเจริญ	3,161
พังงา	14,516	อุดรธานี	55,023
พัทลุง	12,644	อุตรดิตถ์	9,573
พิจิตร	8,796	อุทัยธานี	6,292
พิษณุโลก	15,264	อุบลราชธานี	176,870
เพชรบุรี	46,280	**รวม***	**5,276,122**

หมายเหตุ * ผลรวมยางฯ ที่ผู้บริโภคนำมาเปลี่ยน ณ ผู้รับเปลี่ยนยางฯ 1,167 แห่งทั่วประเทศ



รูปที่ 2-9 (G2) ปริมาณยางฯ ที่จำหน่าย

ตารางที่ 2-8 สถิติปริมาณยางยานยนต์ใช้แล้วที่ไม่ถูกเปลี่ยนที่บริษัทผู้รับเปลี่ยนหรือจำหน่ายยาง

จังหวัด	ปริมาณยาง (เส้น/ปี)	จังหวัด	ปริมาณยาง (เส้น/ปี)
กระบี่	114,566	เพชรบูรณ์	109,977
กรุงเทพฯ	6,067,633	แพร่	76,396
กาญจนบุรี	86,429	ภูเก็ต	186,379
กาฬสินธุ์	103,371	มหาสารคาม	87,671
กำแพงเพชร	86,555	มุกดาหาร	29,965
ขอนแก่น	280,716	แม่ฮ่องสอน	7,821
จันทบุรี	44,217	ยโสธร	-14,026
ฉะเชิงเทรา	136,107	ยะลา	43,324
ชลบุรี	407,258	ร้อยเอ็ด	99,085
ชัยนาท	46,327	ระนอง	24,856
ชัยภูมิ	75,073	ระยอง	146,715
ชุมพร	67,221	ราชบุรี	70,181
เชียงราย	168,812	ลพบุรี	99,788
เชียงใหม่	279,831	ลำปาง	109,817
ตรัง	117,567	ลำพูน	40,379
ตราด	32,873	เลย	95,841
ตาก	52,338	ศรีสะเกษ	101,809
นครนายก	50,264	สกลนคร	88,394
นครปฐม	238,266	สงขลา	311,714
นครพนม	42,195	สมุทรปราการ	-117,861
นครราชสีมา	410,036	สมุทรสาคร	14,858
นครศรีธรรมราช	205,517	สมุทรสงคราม	-3,139
นครสวรรค์	116,494	สตูล	41,051
นนทบุรี	-15,727	สระแก้ว	51,930
นราธิวาส	75,685	สระบุรี	229,396
น่าน	36,293	สิงห์บุรี	36,467
บึงกาฬ	2,323	สุโขทัย	25,059

จังหวัด	ปริมาณยาง (เส้น/ปี)	จังหวัด	ปริมาณยาง (เส้น/ปี)
บุรีรัมย์	110,415	สุพรรณบุรี	106,317
ปทุมธานี	45,366	สุราษฎร์ธานี	227,217
ประจวบคีรีขันธ์	83,241	สุรินทร์	56,042
ปราจีนบุรี	105,054	หนองคาย	87,094
ปัตตานี	48,236	หนองบัวลำพู	51,606
พระนครศรีอยุธยา	116,305	อ่างทอง	47,829
พะเยา	68,787	อำนาจเจริญ	36,153
พังงา	34,282	อุดรธานี	168,931
พัทลุง	80,002	อุตรดิตถ์	66,035
พิจิตร	61,730	อุทัยธานี	63,391
พิษณุโลก	174,143	อุบลราชธานี	28,981
เพชรบุรี	58,559	**รวม**	**12,723,878**

2.3.5 ประมาณการยางยานยนต์ใช้แล้วที่ได้รับการจัดการ

ยางฯ ที่ได้รับจากบริษัทผู้รับเปลี่ยนยางฯ จะถูกนำไปจัดการหรือกำจัดด้วยวิธีการต่าง ๆ เพื่อเพิ่มมูลค่า จากการสำรวจเกี่ยวกับเทคโนโลยีที่ใช้ในการจัดการหรือบำบัดยางฯ ทั้งหมดในประเทศไทยมี 3 เทคโนโลยี ได้แก่ ไพโรไลซิส เชื้อเพลิงทดแทนในเตาปูน และยางรีเคลม/ยางผง มีจำนวน 22 10 และ 10 แห่ง ตามลำดับ และปริมาณยางฯ ทั้งหมดที่ถูกจัดการแสดงดังตารางที่ 2-9 พบว่าปริมาณยางฯ ที่ใช้เป็นเชื้อเพลิงทดแทนในเตาผลิตปูนซิเมนต์มีปริมาณมากที่สุด ซึ่งข้อมูลดังกล่าวได้รับความอนุเคราะห์มาจากทั้งทางภาครัฐ และเอกชนดังแสดงแหล่งที่มาของข้อมูลในตารางที่ 2-10 นอกจากเทคโนโลยีที่ใช้ในการบำบัดหรือจัดการยางฯ ในตารางที่ 2-9 ยังแสดงเทคโนโลยีฯ นอกเหนือจากข้างต้นคือ การหล่อดอกยาง ซึ่งไม่ถือว่าเป็นเทคโนโลยีที่ใช้ในการจัดการยางฯ อย่างไรก็ตาม เทคโนโลยีการหล่อดอกเป็นเทคโนโลยีที่ช่วยลดการทิ้งของยางฯ โดยสามารถนำโครงยางมาใช้ใหม่ได้ และจากการสัมภาษณ์ผู้ประกอบการหล่อดอกยางพบว่ายางฯ สามารถหล่อดอกได้ซ้ำประมาณไม่เกิน 4 ครั้ง ซึ่งกลุ่มประเภทรถที่ใช้ยางหล่อดอกได้แก่ กลุ่มรถยนต์สาธารณะ กลุ่มแท็กซี่ และกลุ่มรถบรรทุก

ตารางที่ 2-9 สถิติปริมาณยางยานยนต์ใช้แล้วที่บำบัดด้วยเทคโนโลยีประเภทต่าง ๆ

ประเภทเทคโนโลยีฯ	จำนวนบริษัท (แห่ง)	ปริมาณยางที่บำบัด (เส้นต่อปี)
ไพโรไลซิส	22	1,189,117
เชื้อเพลิงทดแทนในเตาปูน	10	444,760
ยางรีเคลม/ยางผง	10	2,808,880
หล่อดอกยาง*	58	1,911,533

หมายเหตุ: *เทคโนโลยีการหล่อดอกยาง ไม่ถือว่าเป็นเทคโนโลยีที่ใช้ในการบำบัดยางฯ แต่เป็นส่วนสำคัญในแผนภาพการเดินทางของยางยานยนต์ของไทยในรูปที่ 2-6

ตารางที่ 2-10 แหล่งและลักษณะข้อมูลที่ได้จากหน่วยงานราชการและหน่วยงานภาคเอกชน

หน่วยงาน	คำอธิบายข้อมูล	ลักษณะข้อมูล
สำนักบริหารจัดการกากอุตสาหกรรม กรมโรงงานอุตสาหกรรม	สก. 3 เป็นปริมาณยางฯ ที่ขออนุญาตนำออกจากโรงงานเพื่อกำจัดหรือจัดการ	เป็นภาพโดยรวมทั้งประเทศ
สำนักบริหารจัดการกากอุตสาหกรรม กรมโรงงานอุตสาหกรรม	สก. 5 เป็นปริมาณยางยานยนต์ใช้แล้วจริงที่บริษัทผู้รับกำจัดรับจากโรงงานที่ขออนุญาตนำออกนอกโรงงานเพื่อกำจัดหรือจัดการ	ปริมาณยางฯ รายบริษัท
บริษัทรับจัดการยางฯ ใช้แล้ว	ปริมาณยางที่รับมาจากคนกลางเพื่อนำมาบำบัดหรือดำเนินการด้วยเทคโนโลยีแบบต่าง ๆ	เป็นค่าโดยประมาณและอาจจะไม่ครอบคลุมทั้งประเทศ

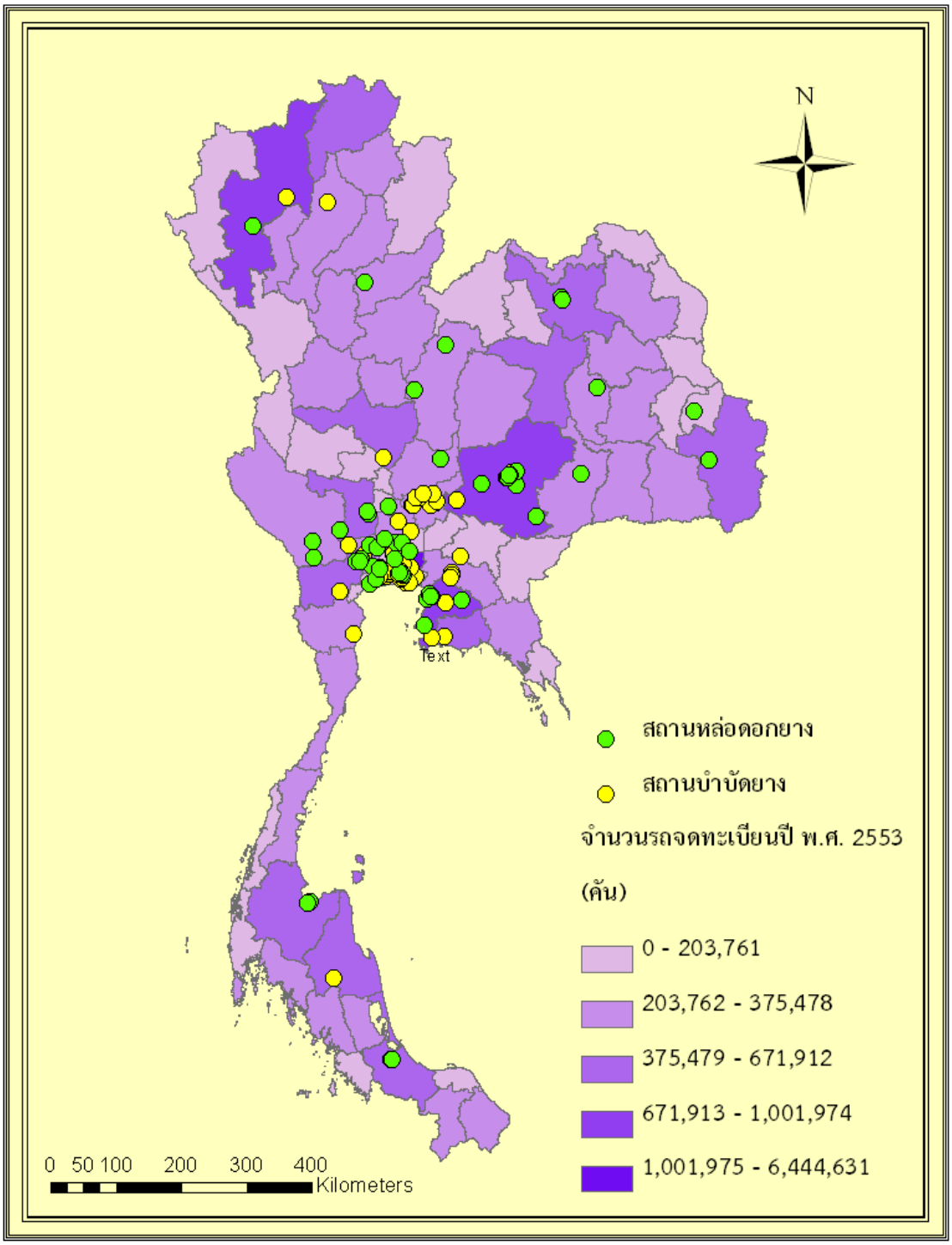
ข้อมูลปริมาณยางฯ ที่แต่ละบริษัทรับไปจัดการแสดงรายละเอียดในตารางที่ 2-11 ซึ่งข้อมูลที่ได้เป็นข้อมูลจากการสัมภาษณ์และประมาณการจากปริมาณแรงม้าที่แต่ละบริษัทได้จดทะเบียนกับกรมโรงงานอุตสาหกรรม ได้ปริมาณยางฯ ทั้งหมดที่เข้าสู่ระบบการบำบัดประมาณ 4.4 ล้านเส้น และได้แสดงในรูป GIS แสดงดังรูปที่ 2-10 (G3)

ตารางที่ 2-11 ปริมาณยางยานยนต์ใช้แล้วที่บริษัทผู้รับจัดการยางยานยนต์สามารถรับได้ในปัจจุบัน

ลำดับ	ชื่อบริษัท	ปริมาณยางที่บำบัด (เส้นต่อปี)			
		ทั้งหมด	ไพโรไลซิส	เชื้อเพลิงทดแทนในเตาปูน	ยางรีเคลม/ยางผง
1	อีสเทิร์น รีไซเคิล แอนด์เซอร์วิส, บจก	3,531	3,531		
2	ฮ้อบราเดอร์ส อินเตอร์เนชั่นแนล, บจก	106,743	106,743		
3	พงษ์เทพ กรุ๊ป รีไซเคิล, บจก	90,000	90,000		
4	บางกอกไทร์รีไฟนิ่ง, บจก	37,500	37,500		
5	รีนิวอเบิล เอ็นเนอร์ยี่, บจก	9,482	9,482		
6	ซีแซดพัฒนา, บจก	31,573	31,573		
7	ทีพีไอ โพลีน, บมจ	375,545	375,545		
8	มาชูคอน ซัลแตนท์, บมจ	4,300	4,300		
9	Advanced Energy Development, บจก	54,051	54,051		
10	เอส.พี. รีไฟน์เนอรี่, บจก	159,900	159,900		
11	อรุณรักษ์ คอนสตรัคชั่น, หจก	15,000	15,000		
12	บางกอก ไทร์ เทรดดิ้ง, บจก	10,000	10,000		
13	โปรเฟสชั่นแนล เวสต์ เทคโนโลยี (1999), บมจ	12,508	12,508		
14	มังกร รวมเศษ, หจก	3,682	3,682		
15	วัฒนะปิโตร ซัพพลาย, หจก	13,012	13,012		
16	วังจุฬา ดีเวลลอปเมนท์ (2004), บจก	10,592	10,592		
17	บริหารและพัฒนาเพื่อการอนุรักษสิ่งแวดลอม (GENCO), บมจ	44,283	44,283		
18	พรทิพยพัฒนา, บจก	75,722	75,722		
19	พระลาน เอนเนอร์ยี่, บจก	70,146	70,146		
20	พรพัฒน์ เทรดดิ้ง, หจก	10,087	10,087		
21	ปฐมชัยไฮเทค, บจก	48,864	48,864		

ลำดับ	ชื่อบริษัท	ปริมาณยางที่บำบัด (เส้นต่อปี)			
		ทั้งหมด	ไพโรไลซิส	เชื้อเพลิงทดแทนในเตาปูน	ยางรีเคลม/ยางผง
22	น.ส.จีรภา เรืองฤทธิ์	2,597	2,597		
23	ปูนซิเมนต์ไทย (แก่งคอย), บจก	83,750		83,750	
24	ปูนซิเมนต์ไทย (ท่าหลวง) โรงงานเขาวง , บจก	6		6	
25	ปูนซิเมนต์ไทย (ทุ่งสง) , บจก	21,000		21,000	
26	ปูนซิเมนต์นครหลวง (โรงงาน 2), บจก	330,000		330,000	
27	ปูนซิเมนต์นครหลวง, บจก	28		28	
28	ปูนซิเมนต์ไทย (ท่าหลวง) โรงงานท่าหลวง, บจก	2,221		2,221	
29	เบตเตอร์ เวิลด์ กรีน, บมจ	50		50	
30	เอส ซี ไอ อีโค่ เซอร์วิสเซส, บจก	7,700		7,700	
31	ทีพีไอ โพลีน, บมจ	4		4	
32	เอ็น-เทคโนโลยี คอนซัลแตนท์, บจก	0		0	
33	ปูนซิเมนต์ไทย (ลำปาง), บจก	0			
34	ภูมิใจไทยซีเมนต์, บจก	0			
35	ปูนซิเมนต์เอเชีย, บจก (โรงงานพุกร่าง)	0			
36	ชลประทานซีเมนต์, บจก (โรงงานชะอำ)	0			
37	ชลประทานซีเมนต์, บจก (โรงงานตาคลี)	0			
38	เซเม็กซ์ (ประเทศไทย), บจก	0			
39	สามัคคีซีเมนต์, บจก	0			
40	ไทยสถาปนา	0			
41	ยูเนี่ยนพัฒนกิจ, บจก	510,000			510,000
42	ยูเอส บ่อทอง อินเตอร์เนชั่นแนล, บจก	810,000			810,000
43	ย่งไทยการยาง, บจก	77,500			77,500

ลำดับ	ชื่อบริษัท	ปริมาณยางที่บำบัด (เส้นต่อปี)			
		ทั้งหมด	ไพโรไลซิส	เชื้อเพลิงทดแทนในเตาปูน	ยางรีเคลม/ยางผง
44	ยูเนี่ยนเบ็ลท์อินดัสตรีส์, บจก	280,888			280,888
45	ราชสีมายางรีเคลม, บจก	438,467			438,467
46	อาจิณอุตสาหกรรมยางไทยรีเคลม, หจก	444,945			444,945
47	โรงงานยางรวมเจริญ	141,528			141,528
48	ออลเทรด รีซอสเซส (ประเทศไทย), บจก	36,679			36,679
49	เวิล์ด เวสท์, บจก	29,488			29,488
50	กรีนไทร์, บจก	39,385			39,385
จำนวนบริษัท (แห่ง)			22	10	10
จำนวนรวมปริมาณยางฯ (เส้น/ปี)		4,442,757	1,189,117	444,760	2,808,880



รูปที่ 2-10 (G3) ปริมาณยางยานยนต์ใช้แล้ว ณ สถานบำบัดและสถานหล่อดอกยาง

เมื่อเปรียบเทียบปริมาณยางฯ ที่แต่ละเทคโนโลยีฯ ต้องการกับปริมาณโรงงานที่ใช้เทคโนโลยีนั้น ๆ จากตารางที่ 2-11 พบว่าจำนวนบริษัทที่นำยางฯ ไปเป็นเชื้อเพลิงทดแทนในเตาปูน คือ โรงงานปูนซิเมนต์ ใช้ปริมาณยางฯ ต่อจำนวนบริษัทมากกว่าบริษัทที่นำยางฯ ไปเข้ากระบวนการไพโรไลซิส และยางรีเคลม/ยางผง ตามลำดับ เนื่องมาจากโรงงานปูนซิเมนต์เป็นโรงงานขนาดใหญ่มีกำลังในการผลิตสูง จึงต้องใช้เชื้อเพลิงในการเผา/ผลิตปูนเป็นปริมาณมาก และยางฯ ก็เป็นวัตถุดิบหนึ่งที่สามารถใช้เป็นเชื้อเพลิงทดแทนได้และให้ค่าพลังงานต่อน้ำหนักที่สูงกว่าถ่านโค้กและถ่านหินบิทูนิมัส ดังแสดงค่าความร้อนที่ได้จากยางเมื่อเปรียบเทียบกับเชื้อเพลิงจากแหล่งอื่น ๆ ในตารางที่ 2-12 นอกจากนี้การเผาในเตาปูนส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมน้อยกว่า เมื่อเปรียบเทียบกับบริษัทที่ใช้เทคโนโลยีไพโรไลซิส และกระบวนการทำรีเคลม/ยางผง (ข้อมูลด้านสิ่งแวดล้อมของเทคโนโลยีชนิดต่าง ๆ แสดงในบทที่ 4) อย่างไรก็ตามบริษัทที่ใช้เทคโนโลยีไพโรไลซิส และใช้กระบวนการทำรีเคลม/ยางผง ยังอยู่ในขั้นตอนวิจัยเพื่อพัฒนากระบวนการและผลิตภัณฑ์ และรอการสนับสนุนจากทางภาครัฐในการจัดตั้งโรงงานที่ใช้เทคโนโลยีฯ ดังกล่าว

นอกจากนี้ บริษัทที่ได้แสดงไว้ในตารางที่ 2-11 ยังมีศักยภาพในการรับยางฯ เข้าระบบบำบัดได้มากที่สุดดังแสดงในตารางที่ 2-13 ซึ่งโดยรวมแล้วบริษัทรับบำบัดทั้งหมดสามารถรับยางฯ ได้อีกประมาณ 44.8 ล้านเส้น พบว่าอัตราส่วนปริมาณยางฯ ต่อจำนวนบริษัทฯ มากสุดคือ โรงปูนที่ใช้ยางฯ เป็นเชื้อเพลิงในการเผา/ผลิตปูน เทคโนโลยีฯ ไพโรไลซิส และบริษัทที่ผลิตยางรีเคลม/ยางผง ตามลำดับ และบริษัทที่ใช้ยางฯ เป็นเชื้อเพลิงทดแทนในเตาปูนและใช้ในการผลิตยางรีเคลม/ยางผงมีศักยภาพในการรับยางฯ ได้มากขึ้นเมื่อเปรียบกับปริมาณยางฯ ที่รับอยู่ในปัจจุบันในตารางที่ 2-11 แสดงว่าเทคโนโลยีฯ ดังกล่าวเป็นที่ต้องการของตลาดทำให้มีการขยายกำลังผลิตทำให้ต้องใช้วัตถุดิบดังกล่าวในปริมาณมาก

ตารางที่ 2-12 ค่าความร้อนจากเชื้อเพลิงแหล่งต่าง ๆ

Fuel	Energy Values
Coke (Petroleum)	13,700 BTU/lb
Bituminous coal	12,750 BTU/lb
Oil (No.6 fuel oil – ‘Bunker C’	151,000 BTU/gal
Natural gas	1,000 BTU/cu. ft.
Tire-derived fuel	15,500 BTU/lb

ที่มา: Tire Recycling Industry; Global View 2003 Report

ตารางที่ 2-13 ปริมาณยางฯ มากที่สุดที่บริษัทผู้รับจัดการยางยานยนต์สามารถรับได้

ลำดับ	ชื่อบริษัท	ปริมาณยางที่บำบัด (เส้นต่อปี)			
		ทั้งหมด	ไพโรไลซิส	เชื้อเพลิงทดแทนในเตาปูน	ยางรีเคลม/ยางผง
1	อีสเทิร์น รีไซเคิล แอนด์เซอร์วิส, บจก	43,050	43,050	-	-
2	ฮ้อบราเดอร์ส อินเตอร์เนชั่นแนล, บจก	1,301,598	1,301,598	-	-
3	พงษ์เทพ กรุ๊ป รีไซเคิล, บจก	90,000	90,000	-	-
4	บางกอกไทร์รีไฟนิ่ง, บจก	37,500	37,500	-	-
5	รีนิวอเบิล เอ็นเนอร์ยี่, บจก	115,620	115,620	-	-
6	ซีแซดพัฒนา, บจก	384,990	384,990	-	-
7	ทีพีไอ โพลีน, บมจ	4,579,290	4,579,290	-	-
8	มาชูคอน ซัลแตนท์, บมจ	4,300	4,300	-	-
9	Advanced Energy Development, บจก	490,269	490,269	-	-
10	เอส.พี. รีไฟน์เนอรี่, บจก	159,900	159,900	-	-
11	อรุณรักษ์ คอนสตรัคชั่น, หจก	15,000	15,000	-	-
12	บางกอก ไทร์ เทรดดิ้ง, บจก	10,000	10,000	-	-
13	โปรเฟสชั่นแนล เวสต์ เทคโนโลยี (1999), บมจ	152,520	152,520	-	-
14	มังกร รวมเศษ, หจก	44,895	44,895	-	-
15	วัฒนะปิโตร ซัพพลาย, หจก	158,670	158,670	-	-
16	วังจุฬา ดีเวลลอปเมนท์ (2004), บจก	129,150	129,150	-	-
17	บริหารและพัฒนาเพื่อการอนุรักษสิ่งแวดลอม (GENCO), บมจ	539,970	539,970	-	-
18	พรทิพยพัฒนา, บจก	923,336	923,336	-	-
19	พระลาน เอนเนอร์ยี่, บจก	855,342	855,342	-	-
20	พรพัฒน์ เทรดดิ้ง, หจก	123,000	123,000	-	-
21	ปฐมชัยไฮเทค, บจก	595,837	595,837	-	-

ลำดับ	ชื่อบริษัท	ปริมาณยางที่บำบัด (เส้นต่อปี)			
		ทั้งหมด	ไพโรไลซิส	เชื้อเพลิงทดแทนในเตาปูน	ยางรีเคลม/ยางผง
22	น.ส.จีรภา เรืองฤทธิ์	31,673	31,673	-	-
23	ปูนซิเมนต์ไทย (แก่งคอย), บจก	83,750	-	83,750	-
24	ปูนซิเมนต์ไทย (ท่าหลวง) โรงงานเขาวง, บจก	89,320	-	89,320	-
25	ปูนซิเมนต์ไทย (ทุ่งสง) , บจก	21,000	-	21,000	-
26	ปูนซิเมนต์นครหลวง (โรงงาน 2), บจก	330,000	-	330,000	-
27	ปูนซิเมนต์นครหลวง, บจก	405,944	-	405,944	-
28	ปูนซิเมนต์ไทย (ท่าหลวง) โรงงานท่าหลวง, บจก	31,831,427	-	31,831,427	-
29	เบตเตอร์ เวิลด์ กรีน, บมจ	50	-	50	-
30	เอส ซี ไอ อีโค่ เซอร์วิสเซส, บจก	7,700	-	7,700	-
31	ทีพีไอ โพลีน, บมจ	63,910	-	63,910	-
32	เอ็น-เทคโนโลยี คอนซัลแตนท์, บจก	6,604	-	6,604	-
33	ปูนซิเมนต์ไทย (ลำปาง), บจก	0	-	-	-
34	ภูมิใจไทยซีเมนต์, บจก	0	-	-	-
35	ปูนซิเมนต์เอเชีย, บจก (โรงงานพุกร่าง)	0	-	-	-
36	ชลประทานซีเมนต์, บจก (โรงงานชะอำ)	0	-	-	-
37	ชลประทานซีเมนต์, บจก (โรงงานตาคลี)	0	-	-	-
38	เซเม็กซ์ (ประเทศไทย), บจก	0	-	-	-
39	สามัคคีซีเมนต์, บจก	0	-	-	-
40	ไทยสถาปนา	0	-	-	-
41	ยูเนี่ยนพัฒนกิจ, บจก	510,000	-	-	510,000
42	ยูเอส บ่อทอง อินเตอร์เนชั่นแนล, บจก	810,000	-	-	810,000

ลำดับ	ชื่อบริษัท	ปริมาณยางที่บำบัด (เส้นต่อปี)			
		ทั้งหมด	ไพโรไลซิส	เชื้อเพลิงทดแทนในเตาปูน	ยางรีเคลม/ยางผง
43	ย่งไทยการยาง, บจก	77,500	-	-	77,500
44	ยูเนี่ยนเบ็ลท์อินดัสตรีส์, บจก	458,156	-	-	458,156
45	ราชสีมายางรีเคลม, บจก	1,057,256	-	-	1,057,256
46	อาจิณอุตสาหกรรมยางไทยรีเคลม, หจก	1,072,876	-	-	1,072,876
47	โรงงานยางรวมเจริญ	341,262	-	-	341,262
48	ออลเทรด รีซอสเซส (ประเทศไทย), บจก	88,442	-	-	88,442
49	เวิล์ด เวสท์, บจก	71,104	-	-	71,104
50	กรีนไทร์, บจก	94,968	-	-	94,968
จำนวนบริษัท (แห่ง)			**22**	**10**	**10**
จำนวนรวมปริมาณยางฯ (เส้น/ปี)		**48,207,178**	**10,785,909**	**32,839,705**	**4,581,563**

2.3.6 ปริมาณยางยานยนต์ใช้แล้วที่นำไปหล่อดอกยาง

จากที่กล่าวมาแล้วในหัวข้อที่ 2.3.5 การหล่อดอกยางเป็นวิธีการหนึ่งที่ช่วยทำให้ยางฯ นำกลับมาใช้ใหม่ได้ แต่จะไม่ถือว่าเป็นเทคโนโลยีที่ใช้ในการกำจัดยางฯ เนื่องจากโครงยางที่นำมาหล่อดอกสามารถนำกลับไปใช้ใหม่ได้ อย่างไรก็ตาม ถือว่าเป็นส่วนสำคัญส่วนหนึ่งในเส้นทางการเดินทางของยางฯ ในรูปที่ 2-6 โดยมากกระบวนการหล่อดอกจะดำเนินการภายในกลุ่มรถสาธารณะ กลุ่มรถแท็กซี่ กลุ่มรถบรรทุก ในการสำรวจปริมาณยางหล่อดอกทั้งสิ้น 58 แห่ง บริษัทหล่อดอกยางบางแห่งไม่สามารถให้ข้อมูลได้ เนื่องจากเป็นความลับทางการตลาด ดังนั้น จึงทำการประมาณการยางหล่อดอก โดยอ้างอิงจากแรงม้าและปริมาณยางหล่อดอกของบริษัทที่ทราบค่า ปริมาณยางรถยนต์ที่เข้ากระบวนการหล่อดอกยางของบริษัทต่าง ๆ แสดงดังตารางที่ 2-14 และแสดงผลการกระจายตัวของยางฯ ในจังหวัดต่าง ๆ ในรูปแบบของ GIS แสดงดังรูปที่ 2-10 (G3) จากตารางพบว่าปริมาณยางหล่อดอกมีปริมาณมากถึง 1.9 ล้านเส้น ดังนั้นธุรกิจประเภทนี้ยังคงต้องมีอยู่เพื่อให้วงจรชีวิตของยางสมบูรณ์และเป็นการนำโครงยางกลับมาใช้ใหม่เพื่อให้เกิดประโยชน์สูงสุด

ตารางที่ 2-14 แสดงปริมาณยางฯ ที่ผ่านการหล่อดอกของบริษัทต่าง ๆ

ลำดับ	ชื่อบริษัท	ปริมาณยางที่บำบัด (เส้นต่อปี)
1	ดีไทร์มาสเตอร์ 2007, บจก	32,957
2	บริดจสโตน, บมจ	180,000
3	บางกอกไทร์มาร์ท, บจก	50,400
4	บำรุงยาง, บจก	36,000
5	วี.เอส.อุตสาหกรรมยาง, บจก	8,097
6	โอตานิ, บจก	691,532
7	วีไทร์ แอนด์รับเบอร์, บจก	120
8	เกษมรุ่งเรือง อุตสาหกรรม, บจก	7,000
9	ป.สยามอุตสาหกรรมยาง, หจก	12,000
10	ยางเทรลเลอร์ โปรดักส์, บจก	24,000
11	สองพี่น้องการยาง, ร้าน	32,957
12	เมืองงามรับเบอร์, บจก	34,913
13	ด่านเกวียนศูนย์ล้อ, หจก	2,400
14	รุ่งเรืองหล่อยาง นครราชสีมา	520
15	วีระการยาง, ร้าน	840
16	สมชายการยาง, ร้าน	356
17	สีมาอัดดอกยาง-หล่อ, หจก	2,535
18	กิจการยาง ชลบุรี, บจก	32,957
19	สุภาพรวมยาง	1,440
20	สมปอง รับเบอร์ รีเทรดดิ้ง, บจก	48
21	ยางเซอร์กิต พัทยา	32,957
22	จ การยาง, ร้าน	240
23	จงเจริญการยาง, ร้าน	120
24	ประเสริฐชัยการยาง, ร้าน	240
25	นิวัติการยาง, ร้าน	32,957
26	กู๊ด ไทร์ รีเทรดดิ้ง, บจก	18,000
27	ร่มไทร, หจก	32,957

ลำดับ	ชื่อบริษัท	ปริมาณยางที่บำบัด (เส้นต่อปี)
28	ไทรพัฒนาหล่อดอกยาง, ร้าน	32,957
29	โรงงาน สันติภาพหล่อดอกยาง	360
30	หงษ์เว่ย, บจก	32,957
31	เอส พี หล่อดอกยาง, หจก	240
32	ยางกิจถาวร, บจก	32,957
33	ควนลังยางยนต์	32,957
34	วิชิตการยาง, ร้าน	32,957
35	ไทยยนต์หล่อดอก ศูนย์จำหน่ายยาง-ซ่อมรถ	32,957
36	อ้วนการยางบริการ, ร้าน	200
37	บุรีรัมย์เสรียางยนต์, หจก	32,957
38	บุรีรัมย์แสงเจริญการยาง, หจก	32,957
39	มณฑลหล่อยาง, หจก	2,400
40	จ เจริญการยาง, ร้าน	32,957
41	อินทราแมชชินเนอรี่, บจก	3,600
42	นิวซายางยนต์, ร้าน	32,957
43	ไฮเทค รับเบอร์, บจก	32,957
44	กิจการยางเจริญชัย	3,120
45	สุทินการยางมหาสารคาม 2001, บจก	1,620
46	สุทินการยาง 1994, หจก	3,000
47	ปุ๊ยางยนต์, ร้าน	32,957
48	ยางนำเจริญ, ร้าน	32,957
49	ส สวัสดิ์บริการ, ร้าน	32,957
50	วีระพันธ์การยาง, ร้าน	32,957
51	รัตนะ การยาง	216
52	โสภณการยาง, ร้าน	32,957
53	พี พี หล่อดอกยาง	32,957
54	ถวัลย์การยาง, ร้าน	32,957
55	เจริญทองการยาง, ร้าน	1,200

ลำดับ	ชื่อบริษัท	ปริมาณยางที่บำบัด (เส้นต่อปี)
56	กิจเจริญการยาง	600
57	ชำนาญการยาง, ร้าน	32,957
58	เตชะการยาง, ร้าน	240
จำนวนบริษัท (แห่ง)		**58**
จำนวนรวมปริมาณยางฯ (เส้น/ปี)		**1,911,533**

2.4 ปริมาณยางยานยนต์ใช้แล้วที่บริษัทผู้รับจัดการควรจะจัดการได้

จากข้อมูลศักยภาพของโรงงานผลิตปูนซิเมนต์ที่สามารถรับยางฯ ในข้อที่ 2.3.5 ตารางที่ 2-12 ทำให้ทราบว่า โรงงานผลิตปูนซิเมนต์ยังสามารถรับยางฯ ได้อีกในปริมาณมาก ดังนั้น ในหัวข้อนี้จะพิจารณาปริมาณยางฯ ที่โรงงานผลิตปูนซิเมนต์แต่ละโรงงานสามารถรับได้อีก โดยใช้วิธีการประมาณการภายใต้สมมติฐานที่ว่า “โรงงานปูนซิเมนต์ทุกโรงงานในประเทศไทยต้องรับยางฯ ไปใช้เป็นเชื้อเพลิงทดแทน” วิธีการประมาณการจะอ้างอิงกับกำลังแรงม้าและกำลังการผลิตของแต่ละโรงงานปูนฯ ที่ได้จดทะเบียนไว้กับกรมโรงงานอุตสาหกรรม ค่าคงที่ที่ใช้ในการคำนวณ คือ สัดส่วนปริมาณเชื้อเพลิงทดแทนโดยยางฯ 2% ค่าความร้อนที่ได้รับจากยาง 15 MJ/kg rubber จากนั้นคำนวณปริมาณยางฯ โดยปริมาณยางฯ ที่โรงงานปูนซิเมนต์แต่ละโรงสามารถรับได้แสดงดังตารางที่ 2-15 ปริมาณยางฯ ประมาณการทั้งหมดที่โรงงานปูนซิเมนต์สามารถรับได้ประมาณ 5.8 ล้านเส้น ซึ่งหากสามารถเรียกคืนและรวบรวมยางฯ ทั้งหมดที่ตกสำรวจได้ จะสามารถนำของเหลือทิ้งมาทำให้เกิดประโยชน์ได้สูงสุด

เมื่อนำปริมาณยางฯ (ประมาณการ) ที่โรงปูนสามารถจัดการได้รวมกับปริมาณยางฯ ที่ผู้รับจัดการยางฯ ด้วยเทคโนโลยีฯ ไพโรไลซิส และการผลิตยางรีเคลม/ยางผง ต้องการในปัจจุบันจะพบว่า ผู้รับจัดการยางฯ เหล่านี้ต้องการยางฯ มากถึง 17.5 ล้านเส้น ดังแสดงในรายจังหวัดของปริมาณยางฯ (ประมาณการ) ในตารางที่ 2-16 จังหวัดที่มีปริมาณยางฯ ที่สามารถจะนำไปจัดการได้มากที่สุดเรียงตามลำดับ คือ จังหวัดสระแก้ว กรุงเทพฯ นครศรีธรรมราช ชลบุรี และนครปฐม จะเห็นได้ว่าถ้าสามารถเรียกคืนยางฯ ได้ทั้งหมดก็จะสามารถกำจัดได้โดยเทคโนโลยีที่มีอยู่ในปัจจุบัน นอกจากนี้ได้แสดงค่าปริมาณยางฯ (ประมาณการ) ที่โรงปูนจัดการได้อีกรวมกับปริมาณยางฯ มากที่สุดที่ผู้รับจัดการยางฯ ด้วยเทคโนโลยีฯ อื่น ๆ แสดงการกระจายตัวในรายจังหวัดดังตารางที่ 2-17 ด้วยศักยภาพมากที่สุดของบริษัทผู้รับจัดการฯ พบว่าจังหวัดที่สามารถรับจัดการยางฯ มากที่สุด 5 อันดับแรกเรียงตามลำดับ คือ สระแก้ว กรุงเทพฯ สตูล ชลบุรี และนครราชสีมา ซึ่งมีกำลังการบำบัดได้มากสุดถึง 54 ล้านเส้น ซึ่งเป็นกำลังการบำบัดที่สูงและสามารถกำจัดยางฯ ได้ปริมาณมากในกรณีที่ยางฯ เกิดตกค้างจากปีก่อน ๆ

ตารางที่ 2-15 ปริมาณยางฯ (ประมาณการ) ที่บริษัทบำบัด นำยางฯ ไปใช้เป็นเชื้อเพลิงในโรงปูน

ลำดับ	ชื่อบริษัท	ปริมาณยางที่บำบัด (เส้นต่อปี)
		เชื้อเพลิงทดแทนในเตาปูน
1	ปูนซิเมนต์ไทย (แก่งคอย), บจก	778,240
2	ปูนซิเมนต์ไทย (ท่าหลวง) โรงงานเขาวง, บจก	409,600
3	ปูนซิเมนต์ไทย (ทุ่งสง) , บจก	737,280
4	ปูนซิเมนต์นครหลวง (โรงงาน 2), บจก	618,667
5	ปูนซิเมนต์นครหลวง, บจก	320,000
6	ปูนซิเมนต์ไทย (ท่าหลวง) โรงงานท่าหลวง, บจก	327,680
7	ทีพีไอ โพลีน, บมจ	1,280,000
8	ปูนซิเมนต์ไทย (ลำปาง), บจก	225,280
9	ภูมิใจไทยซีเมนต์, บจก	240,000
10	ปูนซิเมนต์เอเชีย, บจก (โรงงานพุกร่าง)	532,480
11	ชลประทานซีเมนต์, บจก (โรงงานชะอำ)	115,200
12	ชลประทานซีเมนต์, บจก (โรงงานตาคลี)	103,680
13	เซเม็กซ์ (ประเทศไทย), บจก	90,112
14	สามัคคีซีเมนต์, บจก	13,107
15	ไทยสถาปนา	10,667
จำนวนบริษัท (แห่ง)		**15**
จำนวนรวมปริมาณยางฯ (เส้น/ปี)		**5,801,993**

ตารางที่ 2-16 ปริมาณยางฯ โดยประมาณการที่สามารถบำบัดหรือจัดการได้ในปัจจุบัน

จังหวัด	ปริมาณยาง (เส้น/ปี)	จังหวัด	ปริมาณยาง (เส้น/ปี)
กระบี่	0	เพชรบูรณ์	33,173
กรุงเทพฯ	3,126,727	แพร่	0
กาญจนบุรี	66,395	ภูเก็ต	0
กาฬสินธุ์	0	มหาสารคาม	4,620

จังหวัด	ปริมาณยาง (เส้น/ปี)	จังหวัด	ปริมาณยาง (เส้น/ปี)
กำแพงเพชร	0	มุกดาหาร	0
ขอนแก่น	0	แม่ฮ่องสอน	0
จันทบุรี	0	ยโสธร	0
ฉะเชิงเทรา	236,785	ยะลา	0
ชลบุรี	934,496	ร้อยเอ็ด	0
ชัยนาท	0	ระนอง	0
ชัยภูมิ	0	ระยอง	29,488
ชุมพร	0	ราชบุรี	21,333
เชียงราย	0	ลพบุรี	65,915
เชียงใหม่	45,970	ลำปาง	450,560
ตรัง	0	ลำพูน	0
ตราด	0	เลย	0
ตาก	0	ศรีสะเกษ	0
นครนายก	0	สกลนคร	4,300
นครปฐม	858,601	สงขลา	98,872
นครพนม	0	สมุทรปราการ	613,194
นครราชสีมา	571,804	สมุทรสาคร	606,777
นครศรีธรรมราช	1,474,560	สมุทรสงคราม	0
นครสวรรค์	207,360	สตูล	0
นนทบุรี	52,488	สระแก้ว	12,508
นราธิวาส	0	สระบุรี	7,104,335
น่าน	0	สิงห์บุรี	0
บึงกาฬ	0	สุโขทัย	0
บุรีรัมย์	66,115	สุพรรณบุรี	65,915
ปทุมธานี	253,241	สุราษฎร์ธานี	65,915

จังหวัด	ปริมาณยาง (เส้น/ปี)	จังหวัด	ปริมาณยาง (เส้น/ปี)
ประจวบคีรีขันธ์	0	สุรินทร์	0
ปราจีนบุรี	90,000	หนองคาย	0
ปัตตานี	0	หนองบัวลำพู	0
พระนครศรีอยุธยา	86,314	อ่างทอง	600
พะเยา	0	อำนาจเจริญ	240
พังงา	0	อุดรธานี	32,957
พัทลุง	0	อุตรดิตถ์	356
พิจิตร	0	อุทัยธานี	0
พิษณุโลก	0	อุบลราชธานี	1,200
เพชรบุรี	230,400		
รวม	**17,513,515**		

หมายเหตุ: 0 หมายถึง ไม่สามารถสำรวจได้

ตารางที่ 2-17 ปริมาณยางฯ โดยประมาณการมากที่สุดที่สามารถบำบัดหรือจัดการได้

จังหวัด	ปริมาณยาง (เส้น/ปี)	จังหวัด	ปริมาณยาง (เส้น/ปี)
กระบี่	0	เพชรบูรณ์	0
กรุงเทพฯ	3,034,256	แพร่	0
กาญจนบุรี	0	ภูเก็ต	0
กาฬสินธุ์	0	มหาสารคาม	0
กำแพงเพชร	0	มุกดาหาร	0
ขอนแก่น	0	แม่ฮ่องสอน	0
จันทบุรี	0	ยโสธร	0
ฉะเชิงเทรา	292,368	ยะลา	0
ชลบุรี	1,300,269	ร้อยเอ็ด	0
ชัยนาท	0	ระนอง	0
ชัยภูมิ	0	ระยอง	71,104

จังหวัด	ปริมาณยาง (เส้น/ปี)	จังหวัด	ปริมาณยาง (เส้น/ปี)
ชุมพร	0	ราชบุรี	10,667
เชียงราย	0	ลพบุรี	0
เชียงใหม่	158,670	ลำปาง	225,280
ตรัง	0	ลำพูน	0
ตราด	0	เลย	0
ตาก	0	ศรีสะเกษ	0
นครนายก	0	สกลนคร	4,300
นครปฐม	1,012,499	สงขลา	0
นครพนม	0	สมุทรปราการ	605,045
นครราชสีมา	1,070,364	สมุทรสาคร	2,101,016
นครศรีธรรมราช	758,280	สมุทรสงคราม	0
นครสวรรค์	103,680	สตูล	0
นนทบุรี	53,050	สระแก้ว	152,520
นราธิวาส	0	สระบุรี	41,637,602
น่าน	0	สิงห์บุรี	0
บึงกาฬ	0	สุโขทัย	0
บุรีรัมย์	0	สุพรรณบุรี	0
ปทุมธานี	160,515	สุราษฎร์ธานี	0
ประจวบคีรีขันธ์	0	สุรินทร์	0
ปราจีนบุรี	90,000	หนองคาย	0
ปัตตานี	0	หนองบัวลำพู	0
พระนครศรีอยุธยา	1,052,486	อ่างทอง	0
พะเยา	0	อำนาจเจริญ	0
พังงา	0	อุดรธานี	0
พัทลุง	0	อุตรดิตถ์	0

จังหวัด	ปริมาณยาง (เส้น/ปี)	จังหวัด	ปริมาณยาง (เส้น/ปี)
พิจิตร	0	อุทัยธานี	0
พิษณุโลก	0	อุบลราชธานี	0
เพชรบุรี	115,200		
รวม	**54,009,170**		

2.5 ความเป็นไปได้ในการจัดการยางยานยนต์ใช้แล้วในพื้นที่ต่าง ๆ

จากข้อมูลในหัวข้อข้างต้นพบว่า ในแต่ละจังหวัดมีปริมาณยางฯ เกิดขึ้น และในบางจังหวัดจะมีบริษัทผู้รับจัดการยางฯ อย่างไรก็ตาม อาจจะมียางส่วนหนึ่งไม่ได้รับการบำบัดและยังคงตกค้างอยู่ ในหัวข้อนี้จะทำให้ทราบว่าจังหวัดใดบ้างที่มียางฯ เหลืออยู่ ซึ่งในส่วนนี้จะเป็นประโยชน์ต่อผู้ประกอบการที่รับบำบัดยางฯ เพื่อลดค่าใช้จ่ายในการขนส่งได้ วิธีการคำนวณหรือประมาณการค่าดังกล่าวสามารถทำได้โดยนำปริมาณยางที่เกิดขึ้นในแต่ละจังหวัดในหัวข้อ 2.3.3 ลบด้วยปริมาณยางฯ ที่ได้รับการจัดการ จะได้เป็นปริมาณยางที่ไม่ผ่านกระบวนการกำจัด ซึ่งข้อมูลในส่วนนี้แสดงได้ดังตารางที่ 2-18 พบว่า 5 จังหวัดที่มีปริมาณยางฯ ที่ไม่ได้รับการบำบัดมากที่สุดเรียงตามลำดับ ได้แก่ กรุงเทพฯ เชียงใหม่ ขอนแก่น สงขลา และภูเก็ต ส่วนจังหวัดที่คำนวณฯ ได้ค่าปริมาณยางติดลบ หมายความว่ามีปริมาณยางฯ นำมาเปลี่ยนมากกว่าปริมาณยางที่เกิดขึ้นในจังหวัดเหล่านี้ อาจเกิดเนื่องมาจากผู้บริโภคในจังหวัดบริเวณใกล้เคียงนำยางมาเปลี่ยน ซึ่งอาจเป็นไปได้ว่าในอนาคตอาจจะต้องหาวิธีดำเนินการจัดการกับยางฯ เหล่านี้ ตัวอย่างเช่น ตั้งบริษัทผู้รับจัดการยางฯ เป็นต้น

นอกจากนี้ยังมียางฯ ที่ไม่ได้ผ่านกระบวนการหล่อดอก ซึ่งแสดงในรายจังหวัดดังแสดงในตารางที่ 2-19

ตารางที่ 2-18 สถิติปริมาณยางฯ ที่ไม่ได้เข้าสู่บริษัทรับบำบัดหรือจัดการยางฯ

จังหวัด	ปริมาณยาง (เส้น/ปี)	จังหวัด	ปริมาณยาง (เส้น/ปี)
กระบี่	136,692	เพชรบูรณ์	91,944
กรุงเทพฯ	5,757,613	แพร่	86,766
กาญจนบุรี	52,532	ภูเก็ต	250,956
กาฬสินธุ์	122,275	มหาสารคาม	115,038
กำแพงเพชร	135,859	มุกดาหาร	51,088

จังหวัด	ปริมาณยาง (เส้น/ปี)	จังหวัด	ปริมาณยาง (เส้น/ปี)
ขอนแก่น	387,127	แม่ฮ่องสอน	7,925
จันทบุรี	103,550	ยโสธร	77,272
ฉะเชิงเทรา	-65,995	ยะลา	63,606
ชลบุรี	-325,400	ร้อยเอ็ด	137,045
ชัยนาท	67,659	ระนอง	28,476
ชัยภูมิ	104,216	ระยอง	238,516
ชุมพร	115,673	ราชบุรี	131,248
เชียงราย	208,768	ลพบุรี	69,200
เชียงใหม่	396,026	ลำปาง	-84,540
ตรัง	126,743	ลำพูน	51,320
ตราด	35,941	เลย	103,285
ตาก	70,806	ศรีสะเกษ	111,125
นครนายก	54,068	สกลนคร	106,259
นครปฐม	-556,661	สงขลา	352,474
นครพนม	49,795	สมุทรปราการ	-578,554
นครราชสีมา	-63,154	สมุทรสาคร	-491,328
นครศรีธรรมราช	-475,965	สมุทรสงคราม	24,625
นครสวรรค์	101,699	สตูล	51,451
นนทบุรี	106,160	สระแก้ว	64,849
นราธิวาส	92,132	สระบุรี	-3,513,197
น่าน	58,543	สิงห์บุรี	46,303
บึงกาฬ	6,127	สุโขทัย	85,523
บุรีรัมย์	56,260	สุพรรณบุรี	90,161
ปทุมธานี	-161,437	สุราษฎร์ธานี	219,735
ประจวบคีรีขันธ์	97,021	สุรินทร์	129,999

จังหวัด	ปริมาณยาง (เส้น/ปี)	จังหวัด	ปริมาณยาง (เส้น/ปี)
ปราจีนบุรี	22,184	หนองคาย	90,734
ปัตตานี	56,720	หนองบัวลำพู	60,502
พระนครศรีอยุธยา	40,073	อ่างทอง	62,701
พะเยา	71,647	อำนาจเจริญ	39,074
พังงา	48,798	อุดรธานี	190,997
พัทลุง	92,646	อุตรดิตถ์	75,252
พิจิตร	70,526	อุทัยธานี	69,683
พิษณุโลก	189,407	อุบลราชธานี	204,651
เพชรบุรี	-10,361		

ตารางที่ 2-19 สถิติปริมาณยางฯ ที่ไม่ได้ผ่านกระบวนการหล่อดอกยาง

จังหวัด	ปริมาณยาง (เส้น/ปี)	จังหวัด	ปริมาณยาง (เส้น/ปี)
กระบี่	22,126	เพชรบูรณ์	-18,034
กรุงเทพฯ	1,536,707	แพร่	10,370
กาญจนบุรี	-33,897	ภูเก็ต	64,577
กาฬสินธุ์	18,904	มหาสารคาม	27,367
กำแพงเพชร	49,304	มุกดาหาร	21,123
ขอนแก่น	106,411	แม่ฮ่องสอน	104
จันทบุรี	59,333	ยโสธร	14,026
ฉะเชิงเทรา	34,683	ยะลา	20,282
ชลบุรี	131,393	ร้อยเอ็ด	37,960
ชัยนาท	21,332	ระนอง	3,620
ชัยภูมิ	29,143	ระยอง	121,289
ชุมพร	48,452	ราชบุรี	71,734
เชียงราย	39,956	ลพบุรี	-30,588
เชียงใหม่	129,207	ลำปาง	30,923

จังหวัด	ปริมาณยาง (เส้น/ปี)	จังหวัด	ปริมาณยาง (เส้น/ปี)
ตรัง	9,176	ลำพูน	10,941
ตราด	3,068	เลย	7,444
ตาก	18,468	ศรีสะเกษ	9,316
นครนายก	3,804	สกลนคร	22,165
นครปฐม	-711,892	สงขลา	40,760
นครพนม	7,600	สมุทรปราการ	10,400
นครราชสีมา	-21,616	สมุทรสาคร	85,986
นครศรีธรรมราช	55,798	สมุทรสงคราม	27,764
นครสวรรค์	88,885	สตูล	22,973
นนทบุรี	135,417	สระแก้ว	25,427
นราธิวาส	16,447	สระบุรี	44,964
น่าน	22,250	สิงห์บุรี	9,836
บึงกาฬ	3,804	สุโขทัย	60,464
บุรีรัมย์	-54,155	สุพรรณบุรี	-16,156
ปทุมธานี	-193,640	สุราษฎร์ธานี	-7,482
ประจวบคีรีขันธ์	13,780	สุรินทร์	73,957
ปราจีนบุรี	7,130	หนองคาย	3,640
ปัตตานี	8,484	หนองบัวลำพู	8,896
พระนครศรีอยุธยา	10,082	อ่างทอง	14,872
พะเยา	2,860	อำนาจเจริญ	2,921
พังงา	14,516	อุดรธานี	22,066
พัทลุง	12,644	อุตรดิตถ์	9,217
พิจิตร	8,796	อุทัยธานี	5,092
พิษณุโลก	15,264	อุบลราชธานี	176,870
เพชรบุรี	46,280		

2.6 วิธีการกำจัดยางยานยนต์ใช้แล้วในปัจจุบันและปัญหาที่เกิดขึ้นเมื่อยางยานยนต์ใช้แล้วไม่ถูกจัดการอย่างถูกวิธี

2.6.1 ปัญหาของวิธีการจัดการยางฯ ในปัจจุบัน [ฐิตินันท์ ศรีสถิต. "ยางรถยนต์". สารคดี. 26, 306 (ส.ค. 2553): 40]

1. การฝังกลบ เกิดปัญหาการสิ้นเปลืองพื้นที่ และการสร้างหลุมฝังกลบของเสียยังพบปัญหาเรื่องการยอมรับของประชาชนในบริเวณนั้น นอกจากนี้ยังอาจมีการรั่วซึมของน้ำชะขยะ หากมีการจัดการที่ไม่ถูกต้อง

2. การเผา เกิดปัญหามลพิษทางอากาศ เนื่องจากส่วนประกอบที่นำมาประกอบในการผลิตยางรถยนต์ ไม่ว่าจะเป็นแคดเมียม ทองแดง ตะกั่ว สังกะสี ปรอท และโลหะหนักอื่น ๆ ไม่สามารถเผาทำลายได้ ก่อให้เกิดสารพิษ คือ ไดออกซิน และสารที่ก่อให้เกิดมลพิษอื่น ๆ อย่างเช่น

- สารพิษในกลุ่มโพลิไซคลิกอะโรมาติกส์ไฮโดรคาร์บอนส์ (PAHs)
- สารเบนซินและฟีนอล
- ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์
- ก๊าซคาร์บอนมอนออกไซด์
- ฝุ่นละอองที่มีสารพิษปนอยู่

2.6.2 ปัญหาที่เกิดขึ้นเมื่อยางยานยนต์ใช้แล้วไม่ถูกจัดการอย่างถูกวิธี

ปัญหาที่พบมากในปัจจุบันในการนำยางฯ ไปใช้ไม่ถูกวิธี ได้แก่ การวางทิ้งไว้ จนน้ำขังและเป็นแหล่งแพร่พันธุ์ของยุง ซึ่งในส่วนนี้กระทรวงสาธารณสุขได้ให้ความสนใจและควบคุมกำกับดูแลอย่างต่อเนื่อง และการเผายางฯ ในการก่อจลาจลในส่วนต่าง ๆ ของประเทศไทย ซึ่งจะเป็นอันตรายก่อให้เกิดสารพิษต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม เพื่อป้องกันปัญหาดังกล่าวที่อาจเกิดขึ้น หน่วยงานภาครัฐอันได้แก่ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม กรมควบคุมมลพิษ ได้เห็นความสำคัญและกำลังออกนโยบายการจัดการยางฯ นอกจากนี้ เพื่อป้องกันการลักลอบขนยางฯ ข้ามประเทศอันจะนำมาซึ่งปัญหาดังกล่าว จึงมีการจัดตั้งอนุสัญญาบาเซลว่าด้วยการควบคุมการเคลื่อนย้ายข้ามแดนของของเสียอันตรายและการกำจัดขึ้น

บทที่ 3 รูปแบบการเก็บรวบรวม กฎหมาย และนโยบาย ที่ใช้ในการจัดการยางยานยนต์ใช้แล้ว

ในบทนี้ได้รวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับรูปแบบการเก็บรวบรวม กฎหมาย และนโยบายที่ใช้ในการจัดการยางยานยนต์ใช้แล้ว (ยางฯ) ของประเทศในทวีปยุโรป สหรัฐอเมริกา และญี่ปุ่น ซึ่งประเทศเหล่านี้เป็นประเทศที่มีระบบการเก็บรวบรวมและการกำจัดยางฯ อย่างเป็นระบบ ทำให้มีอัตราการนำกลับมาใช้ใหม่และอัตราการรีไซเคิลในสัดส่วนที่สูง อีกทั้งยังเป็นการเพิ่มมูลค่าให้กับยางฯ และเพิ่มความเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมอีกด้วย

3.1 รูปแบบการเก็บรวบรวมยางยานยนต์ใช้แล้ว

จากการสำรวจข้อมูลการรวบรวมยางฯ ในต่างประเทศที่ประสบความสำเร็จ มีวิธีการรวบรวมทั้งหมด 3 วิธี ได้แก่

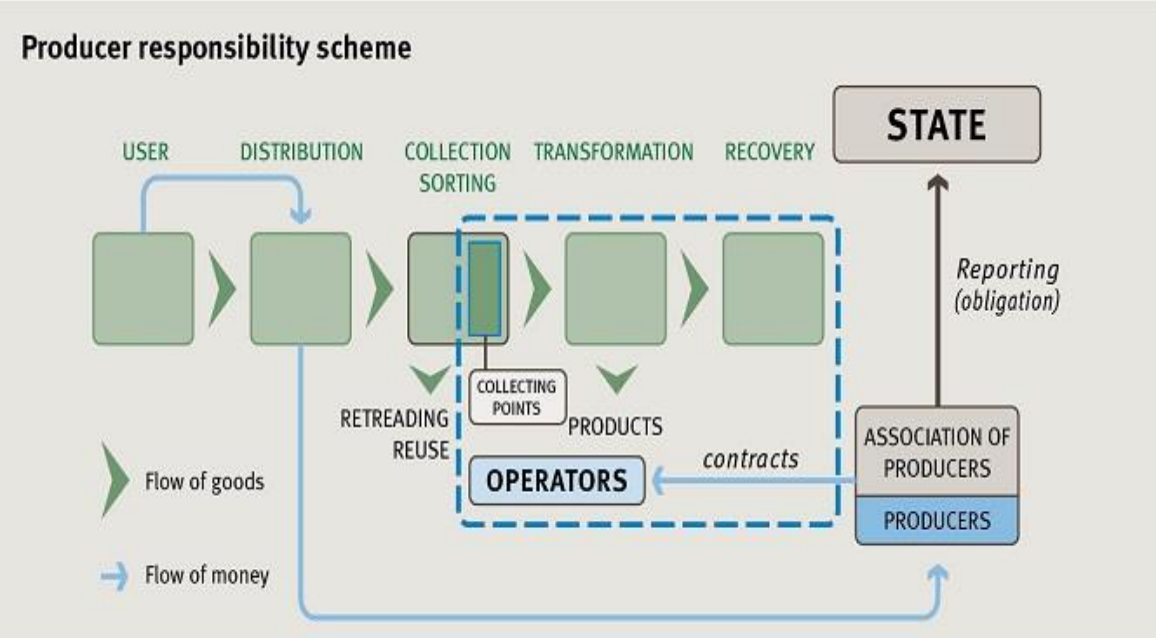
- ระบบผู้ผลิตรับผิดชอบ (Producer Responsibility Model, PR) เช่น ยุโรป
- ตลาดเสรี (Free Market model) เช่น ญี่ปุ่น เยอรมัน
- จ่ายภาษี (Tax model) เช่น สหรัฐอเมริกา เดนมาร์ค สาธารณรัฐสโลวัก

3.1.1 ระบบผู้ผลิตรับผิดชอบ (Producer responsibility, PR)

ประเทศในทวีปยุโรปได้ออกกฎห้ามการทิ้งยางฯ ตั้งแต่ปี ค.ศ. 2003 และห้ามทิ้งเศษยางยานยนต์ในปี ค.ศ. 2006 นอกจากนี้ได้มีการประกาศให้ชิ้นส่วนของรถยนต์ 80% โดยน้ำหนัก ต้องสามารถนำไปรีไซเคิลได้ ภายในปี ค.ศ. 2006 และเพิ่มสัดส่วนเป็น 95% ภายในปี ค.ศ. 2015 ซึ่งหมายความว่าทั้งอุตสาหกรรมรถยนต์และยางรถยนต์ต้องสามารถรีไซเคิลได้ง่าย นอกจากนี้ โรงงานผลิตปูนซิเมนต์ที่นำเศษยางฯ ไปเผาเป็นเชื้อเพลิง และไม่สามารถควบคุมการปล่อยมลพิษทางอากาศได้ตามมาตรฐาน จะถูกระงับใบอนุญาตประกอบการ โดยเริ่มใช้มาตั้งแต่ปี ค.ศ. 2008

ในระบบนี้ การดำเนินงานเริ่มต้นจาก ผู้รับซื้อยางยานยนต์ถูกเรียกเก็บค่าธรรมเนียมการจัดการยางยานยนต์ ณ จุดที่ทำการซื้อขายยางยานยนต์ ค่าธรรมเนียมจะถูกส่งต่อให้กลุ่มผู้ผลิตยางยานยนต์ กลุ่มอุตสาหกรรมรีไซเคิลยางยานยนต์ ซึ่งจัดตั้งโดยกลุ่มบริษัทผู้ผลิตยางยานยนต์ จะทำหน้าที่เป็นผู้รวบรวม เคลื่อนย้ายและทำการบำบัดยางฯ ในจำนวนที่เท่ากับยางยานยนต์ใหม่ที่จำหน่าย ค่าธรรมเนียมมีแนวโน้มที่จะลดลงเมื่อดำเนินการไประยะเวลาหนึ่ง กลุ่มบริษัทผู้ผลิตยางยานยนต์ต้องจัดทำรายงานการดำเนินงานประจำปีต่อหน่วยงานภาครัฐที่กำกับดูแล ระบบนี้เป็นระบบที่ใช้ในทวีปยุโรปและประสบความสำเร็จมานานกว่า 10 ปี โดยระบบสามารถติดตามตรวจสอบการจัดการยางฯ ได้ และนำรายได้มาส่งเสริม

พัฒนาการวิจัยในอุตสาหกรรมยาง และค่าใช้จ่ายในการบำบัดยางฯ มีความโปร่งใสและสามารถติดตามตรวจสอบได้ รูปที่ 3-1 แสดงระบบผู้ผลิตรับผิดชอบ และตารางที่ 3-1 แสดงบริษัทที่รับผิดชอบค่าธรรมเนียมของระบบ PR ของแต่ละประเทศ



รูปที่ 3-1 ระบบผู้ผลิตรับผิดชอบ
[European Tyre and Rubber Manufacturers' Association, 2011]

ตารางที่ 3-1 บริษัทที่รับผิดชอบ ค่าธรรมเนียมของระบบ PR ของแต่ละประเทศ [Irene, 2011]

ประเทศ	บริษัทที่รับผิดชอบ	สมาชิก	ค่าธรรมเนียมสมาชิก ค่าธรรมเนียมการรีไซเคิลและค่าธรรมเนียมการทิ้ง
เบลเยี่ยม	Recytire	กลุ่มผู้นำเข้ายางรถยนต์	- €2.40 (หรือ $3.2) ต่อยางรถยนต์นั่ง - €12.46 (หรือ $16.5) ต่อยางรถโดยสารขนาดใหญ่และรถบรรทุก
ฟินแลนด์	SRK	กลุ่มผู้ผลิตยางยานยนต์ กลุ่มผู้นำเข้ายางรถยนต์ และกลุ่มร้านค้าปลีก	- €1.85 ต่อยางรถยนต์นั่ง (หรือ $2.44)
ฝรั่งเศส	Aliapur	กลุ่มผู้ผลิตยางยานยนต์	- €1.85 บวก VAT ต่อยางรถยนต์นั่ง (หรือ $2.44) - €10.2 บวก VAT ต่อรถบรรทุก (หรือ

ประเทศ	บริษัทที่รับผิดชอบ	สมาชิก	ค่าธรรมเนียมสมาชิก ค่าธรรมเนียมการรีไซเคิลและค่าธรรมเนียมการทิ้ง
			$13.5)
กรีซ	Ecoelastika	กลุ่มผู้ผลิตยางยานยนต์ กลุ่มผู้นำเข้ายางรถยนต์	- €0.45 ต่อยางรถยนต์นั่ง (หรือ $0.6) - €2.80 ต่อรถบรรทุก (หรือ $3.7)
ฮังการี	Hurec	กลุ่มผู้ผลิตยางยานยนต์	ไม่แสดงข้อมูล
เนเธอร์แลนด์	Recybem	กลุ่มผู้นำเข้ายางรถยนต์	- €2 + VAT ต่อยางรถยนต์นั่ง (หรือ $2.6)
นอร์เวย์	Dekkretur	กลุ่มผู้นำเข้ายางรถยนต์และรถยนต์	- €1 + VAT ต่อยางรถยนต์นั่ง (หรือ $1.3) - €6 + VAT ต่อรถบรรทุก (หรือ $7.9)
โปแลนด์	Cu Opon	กลุ่มผู้ผลิตยางยานยนต์ 6 ลำดับแรก	ไม่แสดงข้อมูล
โปรตุเกต	Valorpneu	retreaders กลุ่มผู้ผลิตยางยานยนต์ กลุ่มผู้นำเข้ายางรถยนต์	- ค่าธรรมเนียมสมาชิกอยู่ในช่วง €0.80 (รถยนต์นั่ง) (หรือ $1.1) ถึง €40.13 (หรือ $53) (ต่อยางรถขนาดใหญ่ เช่น รถแทรกเตอร์) - €1 + VAT ต่อรถยนต์นั่ง (หรือ $1.3) - €7 + VAT ต่อรถบรรทุก (หรือ $9.2)
โรมาเนีย	Eco anvelope	กลุ่มผู้ผลิตยางยานยนต์	- €1 + VAT ต่อยางรถยนต์นั่ง (หรือ $1.3) - €7 + VAT ต่อรถบรรทุก (หรือ $9.2)
สเปน	Signus Ecovalor	กลุ่มผู้ผลิตยางยานยนต์	- €1.98 + VAT ถึง €40 + VAT ขึ้นอยู่กับชนิดของยางยานยนต์ (หรือ $2.6 – $52.8)
สวีเดน	SDAB	กลุ่มผู้นำเข้ายางรถยนต์	ขึ้นอยู่กับชนิดของยางยานยนต์

ข้อดีของระบบ PR

- สามารถขยายโครงสร้างพื้นฐานสำหรับการรีไซเคิลยางฯ ได้ง่าย
- รูปแบบการบำบัดยางฯ ให้อิสระกว่าการให้ภาครัฐดูแลโดยตรง

- ระบบ PR เป็นการผลักต้นทุนการดำเนินการให้กับภาคอุตสาหกรรม ส่งผลให้มีเงินเข้ากองทุนการบำบัดยางฯ ที่มั่นคงกว่าให้ภาครัฐบริหารจัดการ จากตัวอย่างการดำเนินการบำบัดยางฯ ในสหภาพยุโรป พบว่าระบบ PR ส่งเสริมให้เกิดการวางระบบการเก็บรวมรวมยางฯ และโครงสร้างพื้นฐานสำหรับการรีไซเคิลยางฯ ได้มีประสิทธิภาพมากกว่าให้รัฐดำเนินการ หรือแม้แต่รัฐจะให้ทุนสนับสนุนบางส่วนหรือไม่ให้ทุนสนับสนุนเลย

- ลดค่าใช้จ่ายของรัฐ เจ้าหน้าที่ หรือพนักงาน เพราะรัฐมีหน้าที่คอยติดตามตรวจสอบการดำเนินงานประจำปีเท่านั้น

ข้อเสียของระบบ PR

- อาจส่งผลเสียต่อกลุ่มธุรกิจบางประเภท เช่น การระบุให้ทุกกลุ่มอุตสาหกรรมมีโอกาสเท่าเทียมกันในการกำจัดยางฯ หรือแม้แต่กลุ่มอุตสาหกรรมบางกลุ่มถูกระบุให้ดำเนินการกำจัดยางยานยนต์ ในแต่ละกรณีอาจส่งผลให้มีอุตสาหกรรมบางกลุ่มเห็นโอกาสเชิงธุรกิจ หรือมองไม่เห็นโอกาสทางธุรกิจได้

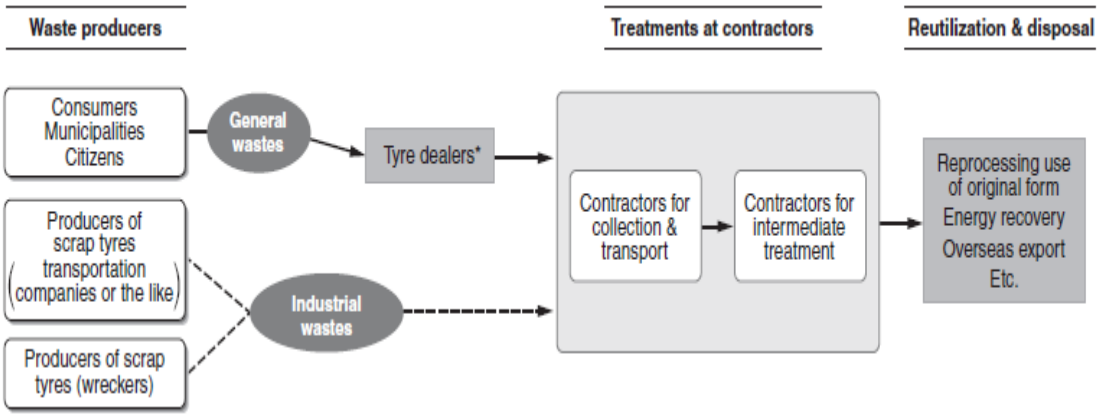
- ขัดขวางกลไกทางตลาด ระบบ PR จะส่งผลให้ราคาของผลผลิตไม่เป็นไปตามกลไกทางตลาด อาจส่งผลให้ราคาของวัตถุดิบและผลผลิตต่ำกว่าความเป็นจริงมาก เช่น มีรายงานว่าราคา Crumb rubber จากเยอรมันที่นำมาขายในสหรัฐอเมริกามีราคาต่ำมาก

- ระบบ PR อาจมีความโปร่งใสน้อยกว่าระบบอื่น ภาคประชาชน ภาครัฐ หรือหน่วยงานที่เกี่ยวข้องอาจเข้ามามีส่วนร่วมในการตัดสินใจน้อยหรือไม่มีโอกาสเลย ขึ้นอยู่กับการบริหารจัดการของระบบ PR

- กลุ่มอุตสาหกรรมที่เกี่ยวข้องไม่สามารถมีบทบาทในการออกกฎระเบียบของภาครัฐ

3.1.2 ระบบตลาดเสรี

ในประเทศญี่ปุ่นมีการใช้ระบบตลาดเสรีในกระบวนการเก็บรวบรวมและบำบัดยางยานยนต์ใช้แล้ว โดยสมาคมผู้ผลิตยางยานยนต์หรือ The Japan Automobile Tyre Manufacturers Association Inc. [JATMA] เป็นกลุ่มที่ประชาสัมพันธ์ 3Rs (Reduce, Reuse and Recycle) และรวบรวมยางฯ กลุ่มอุตสาหกรรมที่เกี่ยวข้องกับการบำบัดยางฯ จะดำเนินการแบบเสรี ตามความสมัครใจ และมีการแข่งขันกันผ่านกลไกการตลาด ในบางประเทศจะมีกฎหมายควบคุมเกี่ยวกับการเคลื่อนย้าย การทิ้ง และการกักเก็บยางฯ ภายใต้ระบบนี้จะมีการตั้งค่าเป้าหมายในการบำบัดยางฯ แต่ไม่มีการระบุเฉพาะเจาะจงว่าใครหรือกลุ่มบริษัทไหนเป็นผู้รับผิดชอบ อาจจะมีกลุ่มองค์กรอิสระ หรือกลุ่มองค์กรอาสาสมัครในการช่วยเหลือสนับสนุนระหว่างกลุ่มอุตสาหกรรมเพื่อให้เกิดกระบวนการบำบัดยางฯ ที่เกิดประโยชน์สูงสุด (ดังรูปที่ 3-2)



รูปที่ 3-2 ระบบตลาดเสรี [JATMA, 2012]

ข้อดีของระบบตลาดเสรี

- เกิดการแข่งขันอย่างเป็นอิสระ ราคาเป็นไปตามกลไกตลาด

ข้อเสียของระบบตลาดเสรี

- ภาคเอกชนมีการแข่งขัน เพื่อให้ต้นทุนต่ำ ดังนั้นจึงอาจนำไปสู่การเลือกใช้เทคโนโลยีที่ถูกที่สุด (แต่ไม่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม)
- ข้อจำกัดของการลงทุนของฝ่ายอุตสาหกรรม

3.1.3 ระบบภาษี (Tax system)

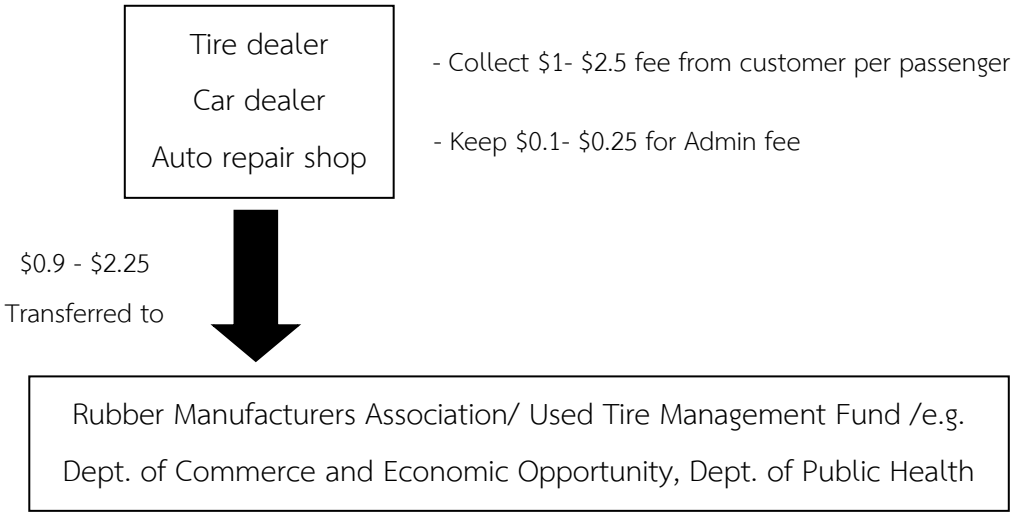
สหรัฐอเมริกาเป็นประเทศที่ใช้ระบบภาษีและประสบความสำเร็จในการเก็บรวบรวมและบำบัดยางล้อยานยนต์ใช้แล้ว หลายรัฐในสหรัฐอเมริกาได้ออกมาตรการต่าง ๆ ในการรีไซเคิลยางฯ บางรัฐมีโครงการบำบัดยางฯ โดยตรง ในขณะที่บางรัฐรวมการบำบัดยางฯ เข้ากับโครงการการบำบัดของเสียทั่วไป มี 19 รัฐที่มีโครงการเสริมสร้างแรงจูงใจเพื่อให้เกิดโครงการเปลี่ยนยางฯ มาเป็นน้ำมันและนำไปใช้เป็นวัสดุอื่น ๆ และอีก 32 รัฐมีโครงการสนับสนุนทางการเงินและการให้กู้ยืมเงินสำหรับอุตสาหกรรมการรีไซเคิลยางฯ และการบำบัดยางฯ ผู้ซื้อยางยานยนต์จ่ายค่าธรรมเนียม ณ จุดที่ซื้อขาย เช่น ที่ร้านจำหน่ายยางยานยนต์ ร้านจำหน่ายรถยนต์ ศูนย์เปลี่ยนล้อ โดยค่าธรรมเนียมในการจัดการยางฯ ขึ้นกับแต่ละรัฐ ซึ่งมีค่าอยู่ในช่วง $1 - $2.5 ต่อยางยานยนต์ เช่น รัฐนิวยอร์กและรัฐอิลลินอยส์เก็บค่าธรรมเนียม $2.5 ต่อยางยานยนต์ รัฐจอเจียร์เก็บค่าธรรมเนียม $1 ต่อยางยานยนต์ [Department of Taxation and Finance, 2011; State of Georgia] โดยร้านจำหน่ายยางยานยนต์ ร้านจำหน่ายรถยนต์ ศูนย์เปลี่ยนล้อสามารถหักค่าใช้จ่ายจากค่าธรรมเนียมในการลงทะเบียน $0.1 - $0.25 ต่อยางยานยนต์ แล้วส่งต่อค่าธรรมเนียมที่เหลือ ($0.9 - $2.25) ให้แก่หน่วยงานของภาครัฐหรือหน่วยงานที่รัฐดูแล เพื่อใช้จ่ายใน

การจัดการยางฯ เช่น สมาคมผู้ค้ายางยานยนต์ กองทุนการจัดการยางยานยนต์ กระทรวงสาธารณสุข กระทรวงพาณิชย์ เป็นต้น ร้านจำหน่ายยางยานยนต์ ร้านจำหน่ายรถยนต์ ศูนย์เปลี่ยนล้อ ต้องส่งรายงานการจำหน่ายแก่ภาครัฐทุก ๆ 4 เดือน (เดือนมีนาคม มิถุนายน กันยายน ธันวาคม) ซึ่งกลไกเหล่านี้แสดงในรูปที่ 3-3

ผู้จำหน่ายยางยานยนต์ต้องเป็นผู้รับยางฯ จากลูกค้า ซึ่งจำนวนจะต้องเท่ากับจำนวนยางยานยนต์ใหม่ที่จำหน่าย ผู้จำหน่ายยางต้องติดข้อความ พร้อมสัญลักษณ์รีไซเคิลว่า ห้ามทิ้งยางฯ ในถังขยะรีไซเคิล และกฎหมายของรัฐอนุญาติให้จำหน่ายยางยานยนต์ใหม่เท่ากับจำนวนยางยานยนต์เก่าเพื่อการรีไซเคิล โดยผู้จำหน่ายยางยานยนต์ไม่ควรสะสมยางยางยนต์ใช้แล้วเกิน 90 วัน

ด้านข้อบังคับของการเคลื่อนย้ายยางฯ ถ้ามีการเคลื่อนย้ายยางยานยนต์ใช้แล้วเกินกว่า 20 ล้อ จะต้องลงทะเบียนยานพาหนะที่ใช้บรรทุกยาง (State Environmental Protection Agency, EPA) และแสดงป้ายประกาศที่ยานพาหนะนั้น

ด้านข้อบังคับของสถานที่เก็บยางยานยนต์ และผู้ที่ทำการรีไซเคิลยางยานยนต์ ต้องทำรายงานประจำปีส่งหน่วยงานของภาครัฐ (State EPA)



รูปที่ 3-3 รูปแบบระบบภาษีของประเทศสหรัฐอเมริกา

ปัญหาที่พบ

- ในประเทศสหรัฐอเมริกา อุตสาหกรรมการรีไซเคิลต้องการพึ่งพาเงินสนับสนุนจากทางภาครัฐ ในขณะที่ 35 รัฐเก็บเงินค่าธรรมเนียมในการบำบัดยางฯ แต่อีก 19 รัฐมีโครงการสร้างแรงจูงใจ (incentive program) ให้ผู้ประกอบอุตสาหกรรมรีไซเคิล และมีหลายรัฐที่นำเงินกองทุนการรีไซเคิลยาง

ยานยนต์ไปใช้กับโครงการอื่น เช่น การนำยางยานยนต์ไปผลิตเป็นน้ำมัน ซึ่งกำลังเป็นที่ถกเถียงของนักสิ่งแวดล้อมในประเด็นปัญหามลพิษ

- ในรัฐนิวยอร์คเก็บเงินค่าบำบัดยาง $2.50 ต่อยางยานยนต์ โดย $1 ถูกนำมาใช้ในการรีไซเคิล ที่เหลือถูกนำไปใช้เป็นกองทุนสำหรับโครงการอื่น ซึ่งส่งผลให้เกิดการชะลอการเจริญเติบโตทางด้านอุตสาหกรรมการรีไซเคิลยาง

ข้อดีของระบบภาษี

- การกำกับดูแลโดยรัฐ สามารถติดตามตรวจสอบได้ง่าย
- ทำให้มีการส่งเสริมการวิจัยเพื่อพัฒนาวัสดุ หรือเทคโนโลยีที่ทันสมัย

ข้อเสียของระบบภาษี

- อาจก่อให้เกิดราคาสินค้า (น้ำมันจากไพโรไลซิส ยางรีเคลม) ตกต่ำเนื่องจากมีการผลิตเกินกว่าความต้องการ
- เป็นการเพิ่มภาระ รวมถึงงบประมาณของรัฐ

จากรูปแบบการเก็บรวบรวมดังกล่าวข้างต้นสามารถสรุปเป็นประเด็นที่เหมือนและแตกต่างของทั้ง 3 วิธีได้ ดังแสดงในตารางที่ 3-2

ตารางที่ 3-2 ความเหมือนและความแตกต่างของแต่ละวิธีการรวบรวมทั้ง 3 วิธี

ประเด็น	ผู้ผลิตรับผิดชอบ (PR Model)	ตลาดเสรี (Free Market Model)	ภาษี (Tax Model)
1. ค่าธรรมเนียมการกำจัด และการจัดเก็บเรียกเก็บ	ลูกค้า ผู้ซื้อยาง จ่ายค่ากำจัดยางที่จุดซื้อขายยาง โดยค่าธรรมเนียมทั้งหมดจะถูกส่งต่อไปที่องค์กรสมาคมผู้รับกำจัดยาง	ลูกค้า ผู้ซื้อยาง จ่ายค่ากำจัดยางที่จุดซื้อขายยาง โดยค่าธรรมเนียมทั้งหมดจะถูกส่งต่อไปบริษัทที่เกี่ยวข้องในการกำจัดยางเป็นลูกโซ่	ลูกค้า ผู้ซื้อยาง จ่ายค่ากำจัดยางที่จุดซื้อขายยาง โดยค่าธรรมเนียมทั้งหมดจะถูกส่งต่อไปยังรัฐบาล
2. เส้นทางในการขนส่งไปกำจัด	การรีไซเคิล และการแปรสภาพวัสดุกลับมาใช้ใหม่ [California Development of Resources Recycling	ไม่มีเป้าในการรีไซเคิลหรือการแปรสภาพวัดุกลับมาใช้ใหม่	การรีไซเคิล และการแปรสภาพวัสดุกลับมาใช้ใหม่ กำหนดและบริหารจัดการโดยภาครัฐ

ประเด็น	ผู้ผลิตรับผิดชอบ (PR Model)	ตลาดเสรี (Free Market Model)	ภาษี (Tax Model)
	and Recovery] รัฐบาลอาจกำหนดปริมาณวัสดุขั้นต่ำของการรีไซเคิล		
3. ขอบข่ายความรับผิดชอบของผู้ผลิตยาง	ตั้งแต่กระบวนการผลิตจนกระทั้งการรายงานการนำยางไปทิ้ง (Final disposal documentation) แก่ผู้ที่รับไปบำบัด (Recycler)	ในบางกรณีต้องทำการรายงานแนวโน้มของอุตสาหกรรมการบำบัดยางยานยนต์ใช้แล้วแก่รัฐบาล	ส่งมอบค่าธรรมเนียมที่เก็บจากผู้ซื้อให้แก่รัฐบาล
4. การบังคับใช้กฎของภาครัฐ	วางกรอบข้อบังคับสำหรับ PR model พร้อมระบุผู้ที่เกี่ยวข้องหรือรับผิดชอบอย่างชัดเจน	ระเบียบ ข้อบังคับเหมือนการจัดการของวัสดุเหลือใช้ทั่วไป	ขอบข่ายความรับผิดชอบของภาครัฐบาลและผู้ผลิตผู้นำเข้า ระบุเป็นกฎหมาย
5. ข้อบังคับ หรือการรับผิดชอบสำหรับการทิ้งอย่างผิดกฎหมาย	เมื่อเกิดการทิ้งอย่างผิดกฎหมาย	เมื่อเกิดการทิ้งอย่างผิดกฎหมาย	เมื่อเกิดการทิ้งอย่างผิดกฎหมาย
6. ขอบข่ายความรับผิดชอบในประเด็นการเก็บสะสมยางในคลังสินค้า	อุตสาหกรรมผู้ผลิตยางไม่ต้องรับผิดชอบ แต่คอยควบคุมดูแลการนำยางยานยนต์ไปกำจัดเพื่อรักษาความสัมพันธ์และความเชื่อใจอันดีต่อภาครัฐ	รัฐรับผิดชอบ ถ้าไม่มีการระบุผู้รับผิดชอบที่ชัดเจน	รัฐกำกับดูแล

โดยทั้ง 3 รูปแบบสามารถนำมาสรุปเพื่อประกอบการตัดสินใจเป็นประเด็นดังต่อไปนี้

1. ช่วยส่งเสริมให้ระบบการเก็บรวบรวมและโครงสร้างพื้นฐานเข้มแข็ง: ระบบ PR และระบบภาษี (กรณีมีการให้เงินสนับสนุนอย่างสม่ำเสมอ) จะช่วยให้กลุ่มอุตสาหกรรมมีความสามารถในการเจริญเติบโตได้อย่างไม่มีอุปสรรค กองทุนส่งเสริมสนับสนุนจะควบคุมราคาผลผลิตจากการรีไซเคิลยางได้ ป้องกันการส่งออกยางยานยนต์ไปต่างประเทศหรือตลาดอื่น ๆ ส่งเสริมการวิจัย ขยายกำลังการผลิต อย่างไรก็ตาม ระบบภาษีอาจส่งผลให้เกิดการขยายอุตสาหกรรมเกินความต้องการและนำไปสู่การเกิดความกดดันในการแข่งขัน ซึ่งปัจจุบันโครงการสนับสนุนโดยรัฐเผชิญความท้าทายในด้านการป้องกันการทุจริต และความต่อเนื่องของเงินทุนสำหรับโครงการ

2. ส่งเสริมให้เกิดการบำบัดยางยานยนต์ใช้แล้วในอัตราส่วนที่สูง: ญี่ปุ่นและสหรัฐอเมริกาเป็นสองประเทศที่มีเปอร์เซ็นการรีไซเคิลสูง คือ 86% และ 80% ตามลำดับ ซึ่งประเทศญี่ปุ่นใช้ระบบตลาดเสรี และประเทศสหรัฐอเมริกาใช้ระบบภาษี ดังนั้น อาจนำไปสู่การสรุปได้ว่า สองระบบนี้ส่งผลให้เกิดเปอร์เซ็นต์การบำบัดยางฯ สูง

3. ลดค่าใช้จ่ายของรัฐ: แนวทางการบำบัดยางแบบ PR สามารถลดค่าใช้จ่ายของภาครัฐและค่าใช้จ่ายในการจ้างพนักงาน ซึ่งเป็นการผลักค่าใช้จ่ายให้กับภาคอุตสาหกรรม และมีแนวโน้มที่จะไม่มีปัญหาเรื่องงบประมาณในการบำบัด

4. อัตราค่าธรรมเนียมในการบำบัดที่เก็บจากผู้บริโภค: ในแต่ละรูปแบบมีเรียกเก็บภาษีหรือค่าธรรมเนียมที่แตกต่างกัน จากการรวบรวมข้อมูลพบว่ารูปแบบภาษีจะมีการเก็บเงินค่าภาษีถูกที่สุด ดังแสดงในตารางที่ 3-3

ตารางที่ 3-3 สรุปค่าธรรมเนียมของแต่ละรูปแบบการจัดการยางยานยนต์

ผู้ผลิตรับผิดชอบ (PR Model)	**ตลาดเสรี (Free Market Model)**	**ภาษี (Tax Model)**
- ยุโรป: US $1.33 - 3.19 ต่อยางยานยนต์ - ยุโรป: US $3.72 - 16.49 ต่อรถโดยสารและรถบรรทุก	ญี่ปุ่น: US $10	- อเมริกา: US $1 - 2.5 ต่อยางยานยนต์ - แคนนาดา: US $2.97 ต่อยางยานยนต์ และยางรถบรรทุกขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางน้อยกว่า 17 นิ้ว - แคนนาดา: US $8.91 ต่อยางรถบรรทุกขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางมากกว่า 17 นิ้ว แต่น้อยกว่า 24.5 นิ้ว

3.2 กฎระเบียบ นโยบายต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการเก็บรวบรวมและบำบัดยางยานยนต์ใช้แล้ว กรณีศึกษาจากต่างประเทศ

ในการที่จะให้เกิดรูปแบบการเก็บรวบรวมยางฯ ทั้ง 3 รูปแบบ (PR, free market, หรือ tax) ต้องมีการออกมาตรการกำกับตั้งแต่ กฎระเบียบป้องกันการทิ้งในหลุมฝังกลบ และการจ่ายค่าธรรมเนียมในการบำบัดยางตั้งแต่จุดซื้อขายยาง ซึ่งสามารถสรุปได้ดังต่อไปนี้

3.2.1 หลุมฝังกลบ

- ยุโรปออกกฎหมายควบคุมการทิ้งยางฯ ในหลุมฝังกลบขยะ (Landfill) และห้ามทิ้งยางฯ ตั้งแต่ปี 2549

- สหรัฐอเมริกา 11 รัฐ ได้มีกฎหมายห้ามการทิ้งยางฯ ในหลุมฝังกลบขยะ อีก 31 รัฐ มีการออกกฎระเบียบให้ตัดยางเป็นชิ้น ๆ (เช่น รัฐฟลอริด้า) หรือให้ทิ้งได้ในหลุมฝังกลบ ที่ทิ้งเฉพาะประเภทยาง (monofilling) เช่น รัฐโอไฮโอ

- ในกรณีที่ไม่สามารถออกกฎห้ามทิ้งได้ อาจจะมีการตั้งค่าธรรมเนียมการทิ้งยางฯ แต่ควรตั้งให้สูงกว่าค่าธรรมเนียมการนำยางฯ ไปบำบัด ($0.25 - $1.00 ต่อยางฯ)

3.2.2 การเก็บรวบรวม

- มีการกำหนดค่าภาษีเมื่อซื้อยางยานยนต์ใหม่ ($0.50 - $2.50 ต่อยางยานยนต์ใหม่) โดยให้ผู้จัดจำหน่ายยางเป็นผู้รับผิดชอบ

- สหรัฐอเมริกาได้ออกกฎให้ร้านขายปลีกต้องรับยางฯ เท่ากับจำนวนที่สามารถจัดจำหน่าย

- สหรัฐอเมริกากำหนดให้ผู้จัดจำหน่ายยางยานยนต์จะต้องรายงานการเก็บรวบรวมค่าธรรมเนียมส่งหน่วยงานภาครัฐภายใน 30 วันหลังจากสิ้นสุดไตรมาศ เช่น ไตรมาศรอบที่ 1 สิ้นสุดวันที่ 31 มีนาคม ค่าธรรมเนียมและรายงานจะต้องส่งให้หน่วยงานภาครัฐภายในวันที่ 30 เมษายน เป็นต้น

- สหรัฐอเมริกาได้ออกระเบียบข้อบังคับไม่ให้ผู้จำหน่ายยางยานยนต์สะสมยางฯ เกิน 90 วัน

- ด้านข้อบังคับของการเคลื่อนย้ายยางฯ ถ้ามีการเคลื่อนย้ายยางฯ เกินกว่า 20 ล้อ จะต้องลงทะเบียนยานพาหนะ (haulers with ID numbers) ที่ใช้บรรทุกยางฯ (State Environmental Protection Agency, EPA) และแสดงป้ายประกาศที่ยานพาหนะนั้น

- การออกกฎในการเคลื่อนย้าย เก็บสะสม และการกำจัดยางฯ ให้แก่องค์การปกครองส่วนท้องถิ่นดูแล และมีกรมควบคุมมลพิษหรือกรมโรงงานอุตสาหกรรมกำกับควบคุมดูแลอีกลำดับชั้นหนึ่ง

- มีการกำหนดจุดรับยางฯ และมีแนวทางชัดเจนในการออกใบอนุญาตขนส่งรวบรวมยางฯ

3.2.3 กลุ่มอุตสาหกรรมรีไซเคิล

- ในกลุ่มการบำบัดแบบไพโรไลซิส ผู้ประกอบการขอความชัดเจนในประเด็นเรื่องการกำจัด Carbon black

- การขอใบอนุญาตอุตสาหกรรม ขยายกำลังการผลิต เช่น ไพโรไลซิส รีเคลม

- ด้านข้อบังคับของสถานที่เก็บยางฯ และผู้ที่ทำการรีไซเคิลยางฯ ต้องทำรายงานประจำปีส่งหน่วยงานของภาครัฐ (State EPA)

- กฎหมาย นโยบายที่เกี่ยวข้องกับการยกเลิกภาษีการนำเข้าอุปกรณ์

- รัฐบาลอาจกำหนดปริมาณวัสดุขั้นต่ำของการรีไซเคิล

- การจัดตั้งกองทุนเพื่อการกำจัดยางฯ

นโยบายที่สหรัฐใช้ในการกระตุ้นการลงทุนภาคอุตสาหกรรม

1) นโยบายการรีเบท (Rebates) ให้แก่กลุ่มอุตสาหกรรมรีไซเคิล (tire recyclers) และกลุ่มอุตสาหกรรมที่เปลี่ยนยางฯ เป็นพลังงาน (tires for fuel) เช่น วิสคอนซิล โอคลาโฮมา ในอัตราประมาณ $20 ต่อตันยางฯ

2) การให้เงินสนับสนุน ให้กู้ยืม เพื่อส่งเสริมการลงทุนอุตสาหกรรมรีไซเคิลและพลังงาน

3) จัดตั้งกองทุนสนับสนุนงานวิจัยเกี่ยวกับการบำบัดยางฯ

3.2.4 นโยบายอื่น ๆ

- ควรมีการกำหนดแนวทางสำหรับอุตสาหกรรมการหล่อยางดอก การนำยางรถยนต์มือสองมาใช้ในรถโดยสาร เช่น แท็กซี่

- ควรมีการกำหนดมาตรฐานคอนกรีต หรือยางมะตอย หรือหล่อดอก เมื่อมีการนำยางรีเคลมไปเป็นส่วนผสม ตัวอย่างเช่น United Nations regulations ECE 108 and ECE 109 ได้กำหนดให้มีการหล่อดอกยาง (retread) ในรถยนต์นั่งทั่วไปทำได้เพียงครั้งเดียว ในขณะที่รถบรรทุกหรือเครื่องบินสามารถหล่อดอกได้มากกว่า 1 ครั้ง จนกว่าคุณสมบัติจะไม่ได้มาตรฐาน

3.2.5 ระบบการจัดทำรายงาน (manifest system)

ควรมีการจัดทำระบบรายงานตั้งแต่ผู้ผลิต ผู้จัดจำหน่าย อุตสาหกรรมบำบัดหรือรีไซเคิลยางฯ ทุกกระบวนการเมื่อมีการเคลื่อนย้าย ส่งต่อยางฯ (รายงานจำนวน น้ำหนัก ระบบการติดตามตรวจสอบ เป็นต้น)

3.3 นโยบายที่เหมาะสมเพื่อการจัดการยางยานยนต์ใช้แล้วของประเทศไทย

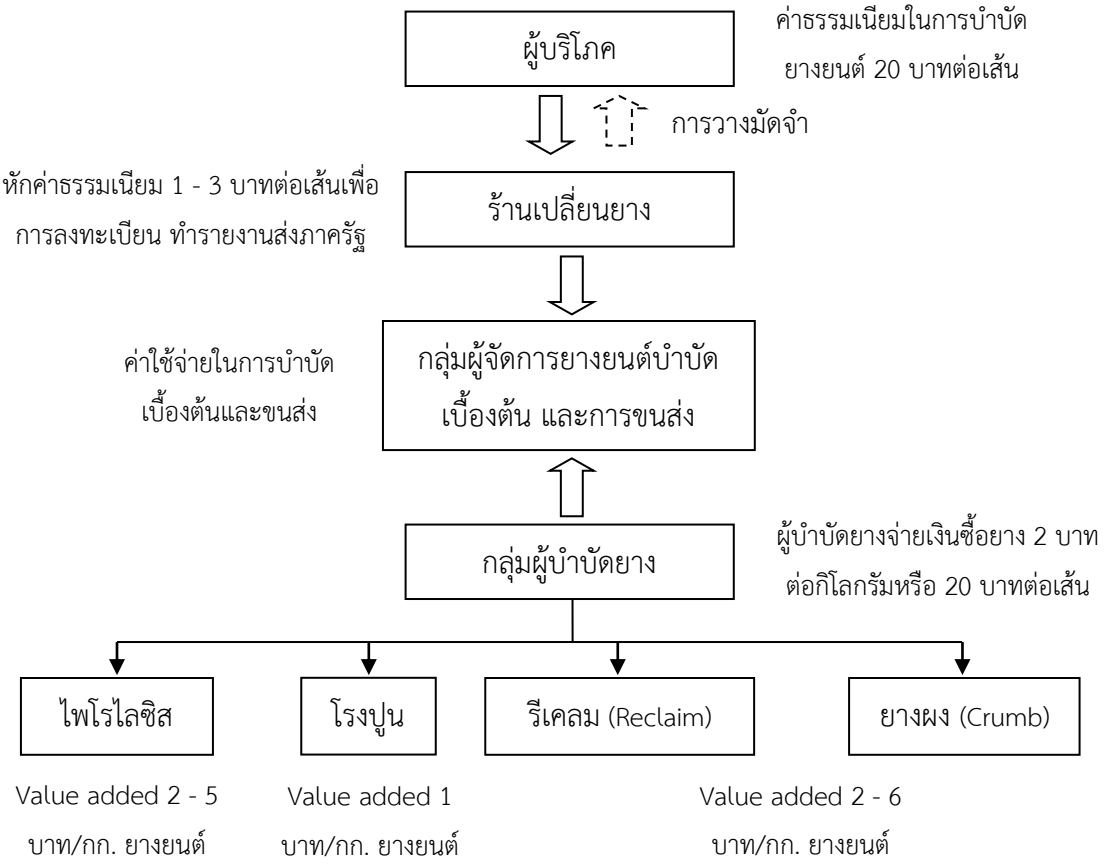
จากข้อมูลรูปแบบการเก็บรวบรวมยางยานยนต์ใช้แล้วและกฎระเบียบ/นโยบายต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการเก็บรวบรวมและบำบัดยางฯ ของต่างประเทศ บูรณาการร่วมกับข้อคิดเห็นที่ได้รับจากการจัดประชุมกลุ่มย่อย (focus group) โดยมีผู้เชี่ยวชาญเข้าร่วมจำนวน 8 คน ในวันที่ 14 พฤษภาคม 2556 ภายใต้หัวข้อ “การพิจารณาด้านกฎหมายและวิธีการจัดการยางยานยนต์ใช้แล้ว” (โดยรายนามผู้เชี่ยวชาญที่เข้าร่วมประชุมแสดงในตาราง ข-1 ภาคผนวก ข รวมทั้งประมวลภาพถ่ายในการจัดประชุมดังกล่าวดังในภาคผนวก ง) ทางทีมวิจัยจึงได้นำเสนอนโยบายเบื้องต้นที่คาดว่าเหมาะสมกับการจัดการยางฯ ของประเทศไทย ซึ่งประกอบด้วย 2 ทางเลือก ได้แก่ การใช้รูปแบบที่ผสมระหว่างตลาดเสรีและให้รัฐกำกับดูแลและมีการออกนโยบายต่าง ๆ ในการเรียกเก็บยางฯ และค่าธรรมเนียม และการใช้รูปแบบที่ให้กลไกการตลาดเป็นแรงขับเคลื่อน ดังนี้

3.3.1 ทางเลือกที่ 1: ใช้รูปแบบการเก็บรวบรวมและจัดการยางฯ แบบตลาดเสรี

รูปแบบนี้เป็นการประยุกต์รูปแบบการเก็บรวบรวมและจัดการยางฯ ในปัจจุบันของประเทศไทยผนวกกับรูปแบบที่ได้ทบทวนจากต่างประเทศ โดยรูปแบบที่นำเสนอจะเป็นรูปแบบกึ่งตลาดเสรี โดยผู้ใช้นำซากยางฯ มาคืนที่ร้านเปลี่ยนยาง (ร้านที่ซื้อยาง) โดยยางฯ ที่ไม่สามารถนำไปใช้การต่อได้แล้วจะถูกส่งต่อไปยังกลุ่มผู้จัดการยางฯ (อาจกำกับดูแลโดยรัฐ) เพื่อเก็บรวบรวมและสับยางฯ เป็นชิ้นเพื่อให้ง่ายต่อการขนส่งและประหยัดค่าใช้จ่ายในการขนส่ง โดยโรงงานบำบัดจะมาติดต่อซื้อยางฯ จากกลุ่มผู้จัดการยางฯ นี้ แสดงแผนผังรูปแบบการเก็บรวบรวมและจัดการยางฯ ดังรูปที่ 3-4 ในส่วนของค่าใช้จ่าย ผู้บริโภคต้องจ่ายค่ายางยานยนต์ใหม่ประมาณ 2,120 - 3,230 บาท (ต่อเส้น) ซึ่งในมูลค่านี้รวมค่าดำเนินการในการขนส่งและบำบัดยางฯ ประมาณ 20 บาท (ไม่เก็บค่าธรรมเนียมสำหรับผู้ซื้อยางยานยนต์มือสอง) (สามารถดูรายละเอียดการคำนวณในบทที่ 5 หัวข้อ การประเมินค่าใช้จ่ายในการขนส่ง) และค่ามัดจำเพื่อสนับสนุนการนำยางฯ ส่งกลับศูนย์เปลี่ยนยาง (รีเบท) 100 - 200 บาทต่อยางรถยนต์ใหม่ ซึ่งผู้ซื้อยางจะได้เงินส่วนนี้คืนเมื่อนำซากยางยานยนต์มาคืนที่ร้าน โดยสามารถสรุปได้ในตารางที่ 3-4 ในส่วนของค่าธรรมเนียม 20 บาทต่อยางรถยนต์ใหม่นี้จะถูกกระจายไปตามลำดับขั้นของการบำบัด กล่าวคือ

1. ร้านเปลี่ยนยางสามารถหักเป็นค่าใช้จ่ายในการลงทะเบียนยางที่ซื้อขายกับการนำมาคืน (1 - 2 บาท)
2. ค่าขนส่งจากร้านเปลี่ยนยางไปจุดเก็บรวบรวมและจากจุดเก็บรวบรวมไปโรงบำบัดประมาณ 15 - 18 บาทต่อยาง 1 เส้น (10 กิโลกรัม)
3. โรงงานบำบัดยางฯ จ่ายค่าซื้อยางสับที่ราคา 2 บาทต่อกิโลกรัม

โดยสามารถสรุปนโยบายและหน่วยงานที่กำกับดูแลหากมีการนำรูปแบบการเก็บรวบรวมและจัดการยางฯ แบบตลาดเสรีได้ ดังตารางที่ 3-5



รูปที่ 3-4 รูปแบบการบำบัดยางยานยนต์ใช้แล้ว

ตารางที่ 3-4 สรุปค่าใช้จ่ายในการเก็บรวบรวม ขนส่ง และราคารวมที่ผู้บริโภคต้องจ่ายเมื่อซื้อยางยานยนต์ใหม่ตามกลไกแบบตลาดเสรี

รายการ	**บาท (ต่อยางรถยนต์ใหม่)**
ค่าขนส่ง ค่าบำบัดและค่าใช้จ่ายอื่น ๆ	20 - 30
ค่ามัดจำเพื่อสนับสนุนการนำยางฯ ส่งกลับศูนย์เปลี่ยนยาง (รีเบท)	100 - 200
ราคายางยานยนต์ใหม่	2,000 - 3,000
ราคารวมที่ผู้บริโภคต้องจ่ายในการซื้อยางยานยนต์ใหม่	2,120 - 3,230

ข้อดี

- เป็นระบบการเก็บรวบรวมยางฯ ที่มีประสิทธิภาพ มีเงินทุน (กองทุนที่ได้จากค่าธรรมเนียมการบำบัดจากประชาชน) ในการบริหารจัดการ ส่งเสริมการลงทุน เลือกเทคโนโลยีที่มีประสิทธิภาพสูง (ไม่ใช่เทคโนโลยีที่มีราคาถูกแต่มลพิษสูง)

- สามารถติดตามตรวจสอบปริมาณ และการเดินทางของยางฯ ได้

ข้อเสีย

- ใช้กฎหมายของภาครัฐในการกำกับดูแล ซึ่งใช้เวลานานในกระบวนการออกนโยบาย

จากการประชุมระดมสมอง พบว่า**ประเด็นที่เป็นอุปสรรคสำคัญที่สุดในการบำบัดยางยานยนต์ใช้แล้ว คือ กระบวนการเก็บรวบรวมยางฯ (การขนส่งที่มีประสิทธิภาพ)** ปัจจุบันประเทศไทยมีผู้ประกอบการที่ทำหน้าที่เก็บรวมรวมยางยานยนต์เก่า (ซาเล้ง) และนำไปส่งโรงบำบัด เช่น โรงไพโรไลซิส โรงปูน และโรงรีเคลม ซึ่งจากการศึกษาในเบื้องต้นพบว่า **การพัฒนาให้มีมาตรการและกลไกการเรียกเก็บยางยานยนต์ เหมือนดังเช่น สหภาพยุโรป อเมริกา หรือประเทศญี่ปุ่น หรือรูปแบบที่ทางทีมวิจัยเสนอคงเป็นไปได้ยาก** เนื่องจากขาดการรวมกลุ่มของผู้ประกอบการ นอกจากนี้การออกกฎระเบียบข้อบังคับสำหรับประเทศไทยนั้นใช้เวลาค่อนข้างนาน และมีหน่วยงานภาครัฐที่เกี่ยวข้องหลายหน่วยงาน ซึ่งอาจเกิดการทับซ้อนในอำนาจหน้าที่การดูแล

3.3.2 ทางเลือกที่ 2: ใช้กลไกการตลาดและเน้นเพิ่มประสิทธิภาพการขนส่ง

ทีมวิจัยเสนอให้ใช้กลไกตลาดในการเก็บรวมรวบยางยานยนต์ใช้แล้วโดยไม่เรียกเก็บค่าธรรมเนียมจากผู้บริโภค แต่จะเน้นการเพิ่มประสิทธิภาพในการขนส่ง ทั้งนี้เนื่องจากการประเมินทางเศรษฐศาสตร์เบื้องต้นพบว่า การรีไซเคิลยางฯ มีความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์หากขนส่งในช่วงระยะทางที่เหมาะสม ดังสรุปในตารางที่ 3-6 (ดูรายละเอียดเพิ่มเติมในบทที่ 5) หากมีการบริหารจัดการ**ให้เกิดการเก็บรวมรวมและขนส่งที่ดี** จะทำให้กลไกสามารถดำเนินการต่อไปได้ ซึ่งจุดที่ทำการรวบรวมยางฯ ต้องทำหน้าที่ในการบันทึกจำนวนยางฯ เพื่อให้สามารถติดตามตรวจสอบการเคลื่อนย้ายของยางฯ ได้

โดยรูปแบบนี้ไม่ต้องมีการออกนโยบายจากทางภาครัฐเพิ่มเติมในส่วนของการเก็บรวบรวม การจัดทำรายงานต่าง ๆ เนื่องจากไม่มีการเรียกเก็บค่าธรรมเนียมในการบำบัดจากทางผู้บริโภค โดยทุกหน่วยงานที่เกี่ยวข้องจะมีการแข่งขันและลงทุนตามกลไกการตลาด

ตารางที่ 3-6 สรุปมูลค่าเพิ่มต่อหน่วยยางยานยนต์ใช้แล้ว

รายการ	**บาท/กิโลกรัมยางยางยนต์ (input)**	**หมายเหตุ**
เชื้อเพลิงในโรงปูน	0.8 – 1.1	- เงินที่ทางโรงงานประหยัดจากการลดการซื้อถ่านหิน - ไม่ต้องใช้เงินลงทุนเบื้องต้น
ยางรีเคลม	2.6 - 6.5	- กำไรต่อหน่วยยางยางยนต์ใช้แล้ว - ระยะเวลาในการคืนทุน 2 ปี
ไพโรไลซิส	5.3-5.5 2.3-3.2	- กำไรต่อหน่วยยางยางยนต์ใช้แล้ว - ระยะเวลาในการคืนทุน 2-3 ปี

ข้อดี

- ไม่ต้องออกนโยบายของภาครัฐในการกำกับดูแล ใช้กลไกการตลาดในการขับเคลื่อนกระบวนการเก็บรวบรวม การขนส่งและบำบัด

ข้อเสีย

- อาจขาดเงินทุนในการลงทุน รวมถึงการเลือกใช้/การลงทุนการทำวิจัยเทคโนโลยีที่มีประสิทธิภาพสูง

โดยแนวทางการเพิ่มประสิทธิภาพการเก็บรวบรวมยางฯ นี้ หากมีการสนับสนุนจากหน่วยงานต่าง ๆ ตามที่ระบุด้านล่างนี้ น่าจะสามารถช่วยให้เกิดการจัดการยางฯ ที่มีประสิทธิภาพได้

(ก) กรมโรงงานอุตสาหกรรม: ศึกษาวิจัยและเสนอแนะแนวทางการจัดการคาร์บอนแบล็กที่เกิดขึ้นจากกระบวนการไพโรไลซิส การดูแลกำกับการสะสมยางฯ ในสถานที่ที่เหมาะสม

(ข) สภาอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย: การส่งเสริมให้เกิดการร่วมลงทุนระหว่างผู้ประกอบการเพื่อจัดทำจุดเก็บและการจัดการยางฯ เบื้องต้นในตำแหน่งที่เหมาะสม และส่งเสริมการถ่ายทอดเทคโนโลยีระหว่างผู้ประกอบการ

3.4 สรุป

ทีมวิจัยได้ทำการสืบค้นข้อมูลรูปแบบการเก็บรวบรวม กฎหมาย และนโยบายที่ใช้ในการจัดการยางฯ ของต่างประเทศ และได้ทำการประชุมระดมสมองผู้ประกอบการ หน่วยงานภาครัฐ สถาบันการศึกษาในประเทศไทยเพื่อหารูปแบบการเก็บรวบรวมที่เหมาะสมสำหรับประเทศไทย และได้เสนอให้ใช้กลไกตลาดในการเก็บรวมรวบยางฯ โดยไม่เรียกเก็บค่าธรรมเนียมจากผู้บริโภค แต่จะเน้นการเพิ่มประสิทธิภาพในการขนส่ง ทั้งนี้เนื่องจากการรีไซเคิลยางฯ ก่อให้เกิดความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์อยู่แล้ว หากมีการบริหารจัดการให้เกิดการเก็บรวมรวมและขนส่งที่ดี น่าจะมีศักยภาพในการทำให้กลไกดำเนินการต่อไปได้ ซึ่งจุดรวบรวมยางฯ ต้องทำหน้าที่ในการบันทึกจำนวนยางฯ เพื่อให้สามารถติดตามตรวจสอบการเคลื่อนย้ายของยางฯ ได้

เอกสารอ้างอิง

California Development of Resources Recycling and Recovery. (2012). Evaluation of Tire Incentive and Extended Producer Responsibility Policies. Sacramento, CA.

Department of Taxation and Finance. (2011). Waste Tire Management Fee. Retrieved January, 2013, from http://www.tax.ny.gov/bus/tire/wtm.htm

European Tyre and Rubber Manufacturers' Association. (2011). Producer Responsibility. Retrieved February, 2013, from http://www.etrma.org/tyres/ELTs/ELT-management/producer-responsibility

Irene, B., et. al. (2011). Integration of End of Life Tires in the Life Cycle of Road Construction: Scuola Superiore Sant'Anna.

JATMA. (2012). Tyre Industry of Japan: JATMA.

State of Georgia. State of Georgia New Tire Retailer Responsibilities. Retrieved February, 2013, from http://www.gaepd.org/Files_PDF/techguide/lpb/tireretailer.pdf

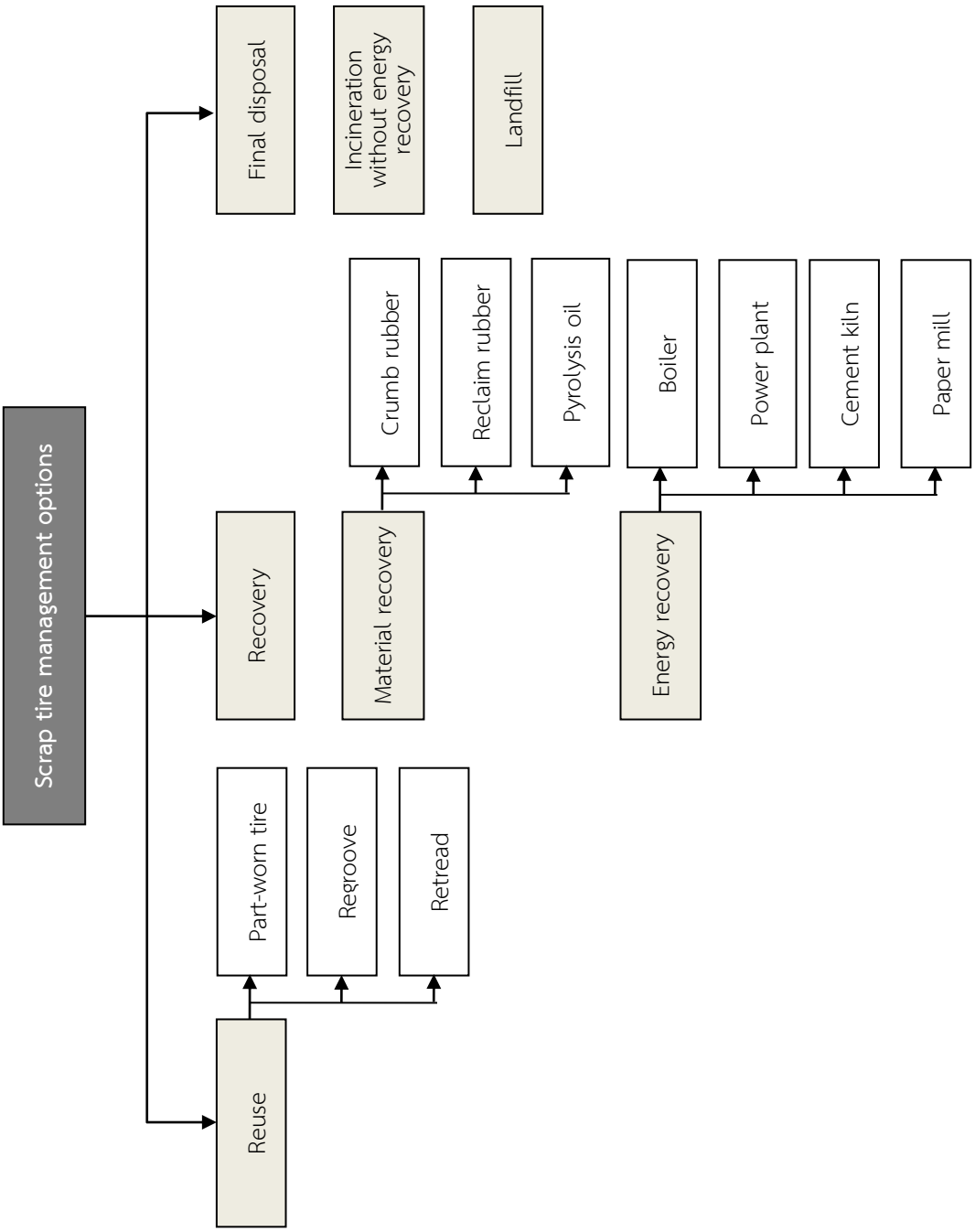
USEPA. (1991). Markets for Scrap Tires. Washington, DC: USEPA.

กรมธุรกิจพลังงาน. (2556). ปริมาณการจำหน่ายเชื้อเพลิงต่อวัน กรุงเทพฯ: กระทรวงพลังงาน.

บทที่ 4 การวิเคราะห์ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมตลอดวัฏจักรชีวิตของเทคโนโลยีที่ใช้ในการจัดการยางยานยนต์ใช้แล้ว

4.1 ประเภทของการจัดการยางยานยนต์ใช้แล้ว

วิธีการจัดการยางยานยนต์ใช้แล้ว (ยางฯ) ด้วยการนำกลับมาใช้ใหม่ให้เกิดประโยชน์ที่มีอยู่ในปัจจุบันสามารถแบ่งได้เป็น 3 ประเภทใหญ่ ๆ คือ การใช้ซ้ำ (Reuse) การนำกลับมาใช้ใหม่ในรูปวัสดุ (Material recovery) และการนำกลับมาใช้ใหม่ในรูปพลังงาน (Energy recovery) ดังแสดงในรูปที่ 4-1



รูปที่ 4-1 การจัดการยางยานยนต์ใช้แล้วทั้ง 3 ประเภท

4.1.1 การใช้ซ้ำ (Reuse)

เป็นการนำสิ่งต่าง ๆ ที่ใช้งานไปแล้วและยังสามารถใช้งานได้กลับมาใช้อีก เป็นการลดการใช้ทรัพยากรใหม่ รวมทั้งลดปริมาณขยะที่จะเกิดขึ้น รูปแบบนี้เหมาะกับยางยานยนต์ที่มีหน้ายางไม่สึกหรอมากนัก พบมากในกลุ่มรถรับจ้าง ได้แก่ กลุ่มรถแท็กซี่ กลุ่มรถโดยสาร เป็นต้น ในปัจจุบันยางฯ ถูกนำมาใช้ซ้ำที่ในรูปแบบต่าง ๆ กัน คือ ยางที่สึกหรอบางส่วน ยางหล่อดอก ยางเซาะร่อง และวัสดุอื่น ๆ

1) ยางที่สึกหรอบางส่วน (Part-worn tyre) คือ ยางยานยนต์ที่ยังไม่สึกหรอมากนักเนื่องจากผู้ใช้งานเปลี่ยนยางทั้งที่ยังไม่หมดสภาพด้วยสาเหตุบางประการ เช่น ผู้ใช้ต้องการเปลี่ยนขนาดยางหรือล้อแม็ก หรือผู้ใช้มีความเข้าใจผิด ๆ เกี่ยวกับการใช้ยางยานยนต์ว่าใช้ได้เพียง 2 ปี หรือไม่เกิน 40,000 กิโลเมตร ทั้งที่ความเป็นจริงอาจใช้ได้นานกว่านั้นขึ้นกับสภาพการใช้งาน ดังนั้นหลายครั้งยางประเภทนี้ยังอยู่ในสภาพดี และสามารถนำไปใช้ซ้ำโดยไม่ต้องผ่านกระบวนการใด ๆ อีก อย่างไรก็ตามยางเหล่านี้จำเป็นต้องได้รับการตรวจสอบและทำเครื่องหมายเพื่อแสดงว่ามีคุณภาพได้มาตรฐาน ในประเทศไทยมีการใช้ยางประเภทนี้ซึ่งเป็นที่รู้จักในชื่อ “ยางเปอร์เซ็นต์” แต่ประเทศไทยยังไม่มีกฎระเบียบที่เกี่ยวข้องกับการนำยางเปอร์เซ็นต์กลับมาใช้ใหม่ ในขณะที่บางประเทศได้มีกฎหมายควบคุมในส่วนนี้ไว้ เช่น สหภาพยุโรปมีกฎหมายที่กำหนดให้ยางยานยนต์ที่สามารถใช้งานได้ตามกฎหมายต้องมีความลึกของร่องดอกยางไม่น้อยกว่า 1.6 มม. สหราชอาณาจักรมีกฎระเบียบที่เกี่ยวข้องกับความปลอดภัยที่ระบุใน Motor Vehicle Tyres (Safety) Regulations 1994 Part II ว่ายางที่สึกหรอบางส่วน ควรต้องได้รับการทดสอบและทำเครื่องหมายเพื่อให้สอดคล้องกับ EU Directives อีกทั้งความลึกของดอกยางไม่ควรน้อยกว่า 2 มม.

2) ยางเซาะร่อง (Regrooved tyre) คือ การสร้างร่องดอกโดยเอาเนื้อยางออกจากชั้นยางที่มีอยู่ใต้ฐานหน้ายาง โดยเนื้อยางต้องหนาพอสำหรับการเซาะร่องอย่างมีคุณภาพ โดยไม่กระทบกระเทือนต่อความแข็งแรงของผลิตภัณฑ์

3) ยางหล่อดอก (Retreaded tyre) คือ ยางที่ผ่านการใช้งานจนดอกยางสึก แต่โครงยาง (casing) ยังดีและได้ผ่านกรรมวิธีการทำดอกยางใหม่ ปกตินิยมใช้กับยางล้อเครื่องบิน ยางรถบรรทุกหรือรถโดยสาร (รถขนาดใหญ่) โดยการหล่อดอกยางใหม่มี 2 วิธี คือ 1) การหล่อดอกแบบร้อน ซึ่งจะทำให้ส่วนประกอบของยางใหม่และยางเก่าสามารถผสานเป็นเนื้อเดียวกัน และ 2) การหล่อดอกแบบเย็น ซึ่งทำได้โดยใช้เครื่องขูดยางเพื่อเจียรผิวหน้ายางให้เรียบเสมอกัน ระบบน้ำหล่อเย็นจะช่วยรักษาผิวยางไม่ให้ไหม้จากการขูด ทำการแต่งซ่อมแผลหน้ายางที่ชำรุด และพ่นกาวยางน้ำ (Cement) ที่โครงยางเพื่อให้ลายดอกยางประสานกัน โดยในการหล่อดอกยางใหม่นี้จะต้องมีการควบคุมคุณภาพและตรวจสอบความทนทานของยางให้มีอายุการใช้งานที่เหมาะสมและปลอดภัยไปพร้อมกัน โดยยาง 1 เส้นไม่ควรหล่อดอกยางซ้ำเกิน

กว่า 4 ถึง 5 ครั้ง การนำยางมาหล่อดอกยางใหม่ เป็นกิจกรรมที่ลดการใช้พลังงานและวัตถุดิบลงมาก สถาบันสิ่งแวดล้อมไทยได้รายงานว่า ในการผลิตยางรถยนต์ใหม่ 1 เส้นจะต้องใช้ยาง 7 กิโลกรัม น้ำมัน 32 ลิตร และไฟฟ้าประมาณ 30 กิโลวัตต์ชั่วโมง ในขณะที่หากมีการนำยางมาหล่อดอกยางใหม่ จะใช้น้ำมันเพียง 11 ลิตร และยางเพิ่มเพียง 3 กิโลกรัม กล่าวคือจะสามารถประหยัดน้ำมันได้ 21 ลิตรและประหยัดยางได้ 4 กิโลกรัม หรือหากนำยางรถบรรทุกมาหล่อดอกยางใหม่ จะสามารถประหยัดน้ำมันได้ถึง 68 ลิตร และประหยัดยางได้ถึง 44 กิโลกรัม อย่างไรก็ตามยางรถยนต์หรือรถบรรทุกเล็ก (กระบะ) ในประเทศไทยจะไม่นิยมนำยางเก่าไปหล่อดอกยางใหม่ เนื่องจากพบว่ามีต้นทุนที่สูงและมีอุปสงค์ต่ำ เนื่องจากผู้ใช้รถยนต์หรือรถกระบะส่วนใหญ่จะนิยมซื้อยางใหม่ไปใช้เพื่อความปลอดภัยมากกว่า ดังนั้นยางประเภทนี้จะมีการแปรรูปโดยจะขายเป็นยางเปอร์เซ็นต์ในกรณีที่หน้ายางยังอยู่ในสภาพที่ดี หรือจะถูกนำไปแปรรูปในลักษณะอื่น ๆ ต่อไป

4.1.2 การนำกลับไปใช้ใหม่ในรูปวัสดุ (Material recovery)

เมื่อยางอยู่ในสภาพที่ไม่สามารถนำกลับไปจำหน่ายได้อีก ยางจะถูกนำมาแปรรูป โดยจะมีการแยกส่วนผ้าใบออกเพื่อนำส่วนผ้าใบในยางนั้นไปผลิตสินค้าอื่น ๆ เช่น ถังขยะยาง กระถาง รองเท้าแตะ งานฝีมือต่าง ๆ หรือดัดแปลงเป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในการเกษตรและประมง เนื่องจากยางรถยนต์จะมีความคงทนที่สูงกว่าชิ้นส่วนพลาสติกแต่มีราคาต่ำกว่า นอกจากนี้ยางรถยนต์บางชนิดอาจถูกนำไปบดเพื่อใช้เป็นส่วนหนึ่งของวัตถุดิบในอุตสาหกรรม เช่น การผลิตล้อเก้าอี้นั่ง หรือลู่วิ่งสังเคราะห์ในกรีฑา โดยยางรถยนต์นั้นจะไปเป็นส่วนที่ช่วยเพิ่มความคงทนแข็งแรง และเพิ่มความยืดหยุ่นของวัสดุนั้น ๆ

การนำยางฯ ไปแปรรูปโดยผ่านกระบวนการต่าง ๆ ได้แก่ ตัดยาง ย่อยยาง บดยาง นึ่งยาง หรือไพโรไลซิส จะทำให้ได้วัสดุที่สามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้ในหลายรูปแบบ เช่น shredded tire, crumb rubber, reclaim rubber, granulated rubber, ลวดเหล็ก, ผ้าใบไนล่อน, น้ำมัน ฯลฯ ซึ่งวัสดุเหล่านี้สามารถใช้ประโยชน์ในรูปแบบต่าง ๆ กัน เช่น ทำเฟอร์นิเจอร์ ทำยางรถยนต์ใหม่ ทำวัสดุก่อสร้าง เป็นส่วนผสมของการถมถนน ทางเท้า หรือกำแพง เนื่องจากยางที่ผสมในแอสฟัลต์ จะมีคุณสมบัติการระบายน้ำ และเป็นฉนวนความร้อนที่ดีกว่าแอสฟัลต์ทั่วไป ฯลฯ

4.1.3 การนำกลับไปใช้ใหม่ในรูปพลังงาน (Energy recovery)

ยางมีส่วนประกอบของสารไฮโดรคาร์บอนซึ่งก่อให้เกิดพลังงานได้ ยางรถยนต์จะมีค่าความร้อนประมาณ 27,900 - 34,874 กิโลจูลต่อกิโลกรัม ซึ่งจัดเป็นค่าความร้อนที่สูงเทียบเท่ากับถ่านหินชั้นดี เช่น แอนทราไซต์ ซึ่งมีค่าความร้อน 31,380 กิโลจูลต่อกิโลกรัม และมีค่าความร้อนที่สูงกว่าลิกไนต์จากเหมือง

แม่เมาะ จังหวัดลำปางถึง 3 เท่า ในปริมาณที่เท่ากัน กล่าวคือลิกไนต์จากเหมืองแม่เมาะ 3 กิโลกรัม จึงจะให้ค่าความร้อนสุทธิเทียบเท่ายางรถยนต์ 1 กิโลกรัม

เมื่อเปรียบเทียบด้านสิ่งแวดล้อมระหว่างยางรถยนต์กับเชื้อเพลิงแข็งอื่น ๆ พบว่า การเผาไหม้ของยางรถยนต์ จะมีปริมาณขี้เถ้าและผลิตภัณฑ์จากกำมะถันที่เกิดขึ้นในปริมาณที่ต่ำกว่าการเผาไหม้ของเชื้อเพลิงจำพวกถ่านหิน เนื่องจากในยางรถยนต์จะมีปริมาณส่วนผสมของกำมะถันและขี้เถ้าที่ต่ำกว่าในถ่านหินอยู่ประมาณ 23% อย่างไรก็ตาม การนำยางเก่าไปใช้เป็นเชื้อเพลิงในการเผาไหม้จะต้องมีการควบคุมทางด้านสิ่งแวดล้อมอย่างดี เพื่อไม่ให้มีการปล่อยมลพิษออกมาในระดับที่สูงเกินไป ในอเมริกาและยุโรป ได้มีการนำยางเก่าไปใช้เป็นเชื้อเพลิงทดแทนถ่านหินหรือน้ำมันเตาในการให้พลังงานในอุตสาหกรรมประเภทต่าง ๆ เช่น ใช้ในเตาเผาปูนในอุตสาหกรรมปูนซีเมนต์ โรงงานกระดาษ โรงไฟฟ้าพลังความร้อน เป็นต้น แม้แต่ประเทศไทยก็ได้มีการนำยางเก่าไปใช้เป็นเชื้อเพลิงในเตาปูนในอุตสาหกรรมปูนซีเมนต์เช่นกัน

4.2 เทคโนโลยีที่ใช้ในการจัดการยางยานยนต์ใช้แล้ว

เทคโนโลยีที่ใช้ในการจัดการยางฯ ด้วยการนำกลับมาใช้ใหม่ในปัจจุบันทั้งที่มีอยู่ในประเทศและต่างประเทศมีอยู่หลายเทคโนโลยี โดยสามารถจัดกลุ่มตามประเภทการจัดการได้ดังแสดงในตารางที่ 4-1 โดยรูปที่ 4-2 และ 4-3 แสดงจำนวนฐานข้อมูลสิทธิบัตรที่เกี่ยวข้องกับเทคโนโลยีและการจัดการยางฯ ตั้งแต่ปี ค.ศ. 2000 – 2012 และจำนวนบทความทางวิชาการที่เกี่ยวกับเทคโนโลยีที่ใช้ในการจัดการยางฯ ที่ตีพิมพ์ในปี ค.ศ. 2012 ตามลำดับ เมื่อพิจารณาฐานข้อมูลสิทธิบัตรจะเห็นว่าในช่วง 5 ปีที่ผ่านมาการศึกษาทางด้านเทคโนโลยีที่ใช้ในการจัดการยางฯ มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นจากในอดีต โดยเทคโนโลยีที่ได้รับความสนใจสูงสุด ได้แก่ การนำยางฯ ไปเป็นส่วนผสมในการทำถนน รองลงมาคือ นำไปแทนคอนกรีต และนำไปผลิตเป็นน้ำมันเชื้อเพลิง ตามลำดับ และเมื่อพิจารณาข้อมูลบทความ พบว่าในปัจจุบันเทคโนโลยีที่อยู่ในความสนใจส่วนใหญ่คือ การนำยางฯ ไปเป็นพลังงานทดแทน (Energy Recycling) และการนำยางฯ กลับไปใช้ใหม่ในรูปวัสดุ (Material Recycling)

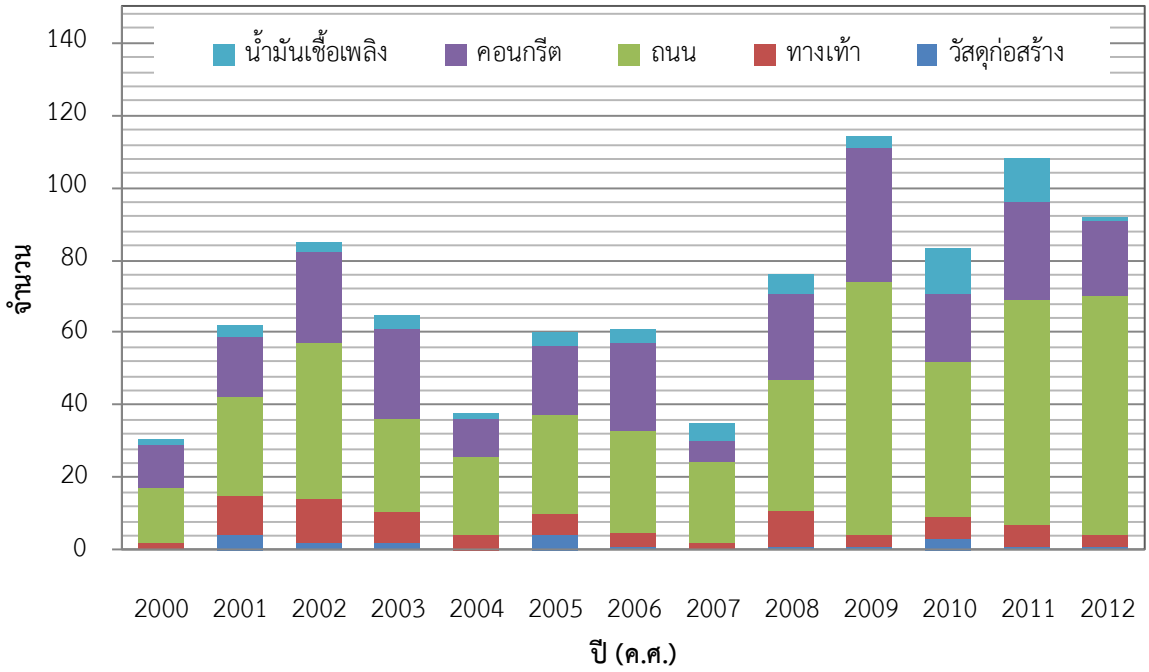
สำหรับโครงการวิจัยนี้จะพิจารณาเทคโนโลยีการจัดการยางฯ ที่มีอยู่ในประเทศไทยที่ได้รับความสนใจในปัจจุบันอันได้แก่ การผลิตน้ำมันเชื้อเพลิง การใช้เป็นเชื้อเพลิงทดแทนในเตาปูนซีเมนต์ และการนำกลับไปใช้ใหม่ในรูปยางผง และยางรีเคลม

ตารางที่ 4-1 ประเภทและเทคโนโลยีการจัดการยางฯ ที่มีอยู่ในปัจจุบัน

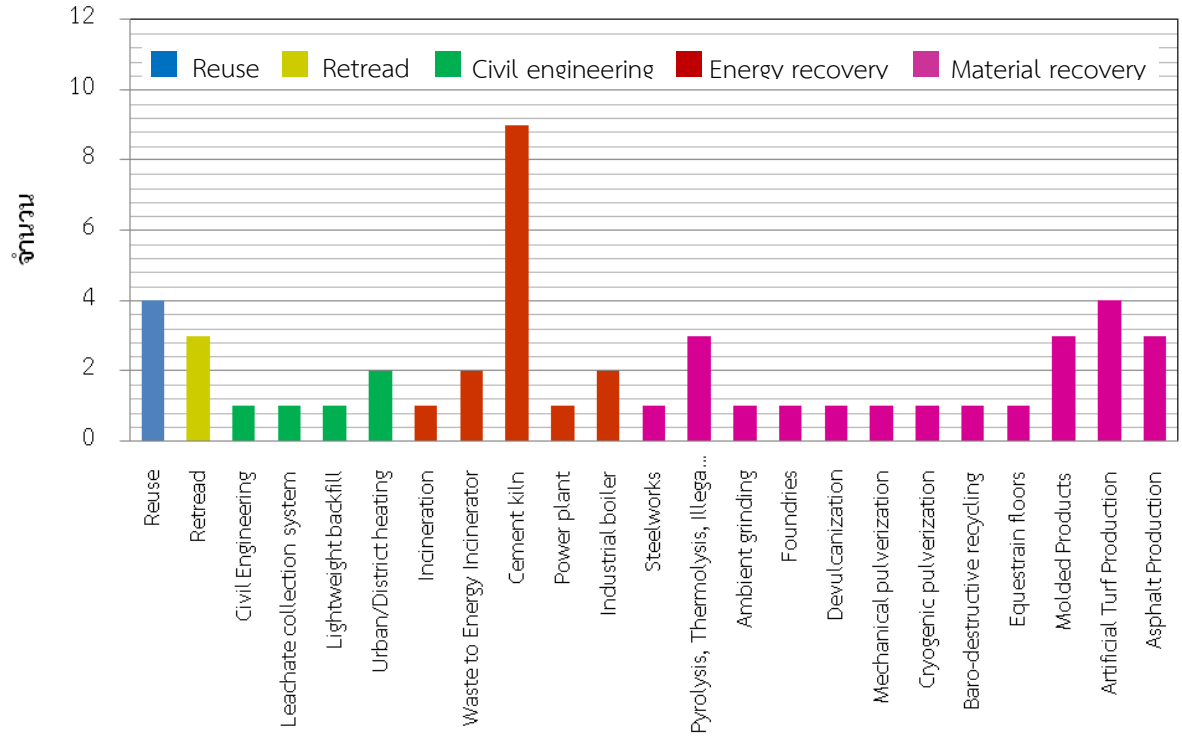
วิธีการ	เทคโนโลยี	ผลิตภัณฑ์	การนำไปใช้ประโยชน์
การใช้ซ้ำ (Reuse)	Retreading Regrooving	Part-worn tyre Retread tire Regrooved tire	Drainage material in final covering of landfills Filling material in noise banks
การนำกลับมาใช้ใหม่ในรูปวัสดุ (Material recovery)	Mechanic shredder Cryogenic shredder Ambient grinding Cryogenic grinding Wet grinding Gasification Pyrolysis Chemical devulcanization Thermal devulcanization Biological devulcanization Ultrasonic devulcanization Microwave devulcanization Thermolysis Hydrogenation	Shredded tire Crumb rubber Reclaim rubber Nylon Iron scrap Oil	Animal bedding Artificial tuft products Athletic and recreational applications Civil engineering Granulates used as filling material in artificial football fields Granulates used in asphalt Horticultural applications Molded and Plastic Products New tire manufacturing Plastic blends Surfacing/Ground Cover

ตารางที่ 4-1 (ต่อ)

วิธีการ	เทคโนโลยี	ผลิตภัณฑ์	การนำไปใช้ประโยชน์
การนำกลับมาใช้ใหม่ในรูปพลังงาน (Energy recovery)	Incineration	Part-worn tyre Retread tire Regrooved tire	Cement kiln Pulp and paper mill Electric arc furnace Industrial boiler Power plant



รูปที่ 4-2 จำนวนสิทธิบัตรที่เกี่ยวกับเทคโนโลยีที่ใช้ในการจัดการยางยานยนต์ใช้แล้ว



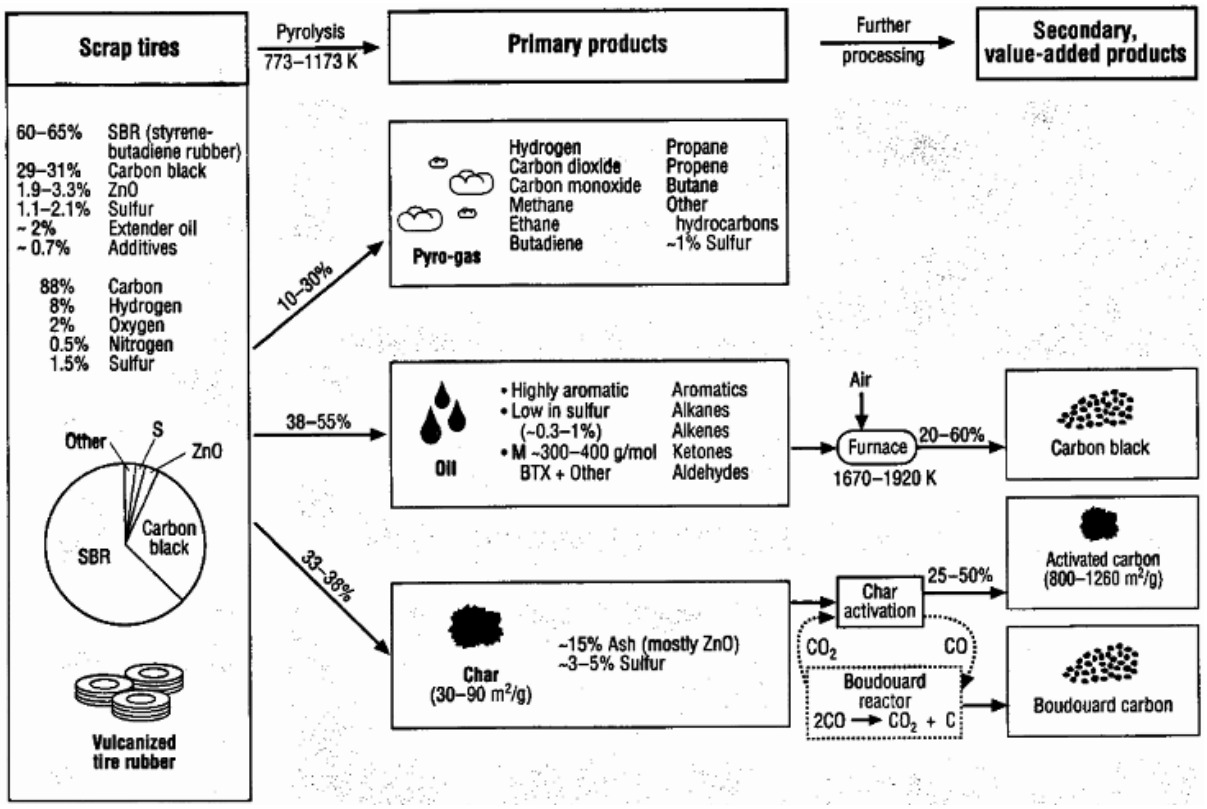
รูปที่ 4-3 จำนวนบทความทางวิชาการที่เกี่ยวกับเทคโนโลยีที่ใช้ในการจัดการยางยานยนต์ใช้แล้ว

4.2.1 เทคโนโลยีไพโรไลซิส

ยางยานยนต์มีไฮโดรคาร์บอน (ซึ่งเป็นองค์ประกอบประเภทเดียวกับสารประกอบในน้ำมัน) เป็นองค์ประกอบอยู่ถึง 50 - 60% ซึ่งแฝงตัวอยู่ในรูปของยางที่เป็นวัตถุดิบในการผลิตยางรถยนต์ นับได้ว่ายางรถยนต์เป็นแหล่งพลังงานแหล่งใหญ่เลยก็ว่าได้ วิธีการที่จะเปลี่ยนยางรถยนต์ให้เป็นพลังงานแปรรูปที่มีค่าความร้อนที่สูงกว่าอย่างก๊าซเชื้อเพลิงและน้ำมัน คือ กระบวนการที่เรียกรวมกันว่า กระบวนการพีจีแอล (PGL Process) ซึ่งย่อมาจากกระบวนการย่อย 3 กระบวนการก็คือ กระบวนการไพโรไลซิส (Pyrolysis) แก๊สซิฟิเคชัน (Gasification) และลิควิแฟรกชัน (Liquefaction) โดยทั้ง 3 มีความเหมือนกันก็คือ เป็นกระบวนการที่เราให้ความร้อนแก่สารใดสารหนึ่ง เพื่อย่อยสลายโมเลกุลของสารนั้นให้มีขนาดเล็กลงในบรรยากาศที่ปราศจากออกซิเจนหรือมีออกซิเจนน้อย แต่ด้วยกระบวนการผลิตและสภาวะที่แตกต่างกันทำให้การไพโรไลซิสจะให้ก๊าซและน้ำมันเป็นผลิตภัณฑ์ กระบวนการแก๊สซิฟิเคชันจะให้ก๊าซสังเคราะห์ (ไฮโดรเจนรวมกับคาร์บอนมอนอกไซด์) และการทำลิควิแฟรกชันนั้นจะมีการเติมตัวทำละลายเข้าไปในเครื่องปฏิกรณ์ด้วยเพื่อวัตถุประสงค์ในการผลิตน้ำมันเป็นผลิตภัณฑ์หลัก ก่อนปี พ.ศ. 2539 ยังมีโครงการพีจีแอลเกิดขึ้นทั่วโลกไม่มากนักและมีเพียง 7 แห่งเท่านั้นที่สามารถเลี้ยงตัวเองอยู่ได้ และในบรรดาโครงการพีจีแอลทั้งหมด กระบวนการไพโรไลซิสเป็นกระบวนการที่เกิดขึ้นมากที่สุดถึงประมาณ 74% หลังจากนั้นในช่วงปี 2540 เป็นต้นมา ได้มีโครงการพีจีแอลซึ่งส่วนใหญ่เป็นโครงการไพโรไลซิสเกิดขึ้นมากมาย โดยเฉพาะได้รับความนิยมมากในแถบประเทศที่เป็นหมู่เกาะในเอเชียตะวันออก เช่น ญี่ปุ่น เกาหลีใต้ และไต้หวัน เนื่องจากประเทศเหล่านี้ไม่มีพื้นที่ในการจัดเก็บยางรถยนต์เป็นจำนวนมากและไม่มีทรัพยากรน้ำมัน ประกอบกับประเทศดังกล่าวเป็นประเทศที่มีความเชี่ยวชาญในการพัฒนาเทคโนโลยี จึงได้ให้ความสนใจมากในการวิจัยและพัฒนาเครื่องต้นแบบที่ทั้งกำจัดขยะและเพื่อผลิตเป็นพลังงาน

โดยทั่วไปแล้วการไพโรไลซิสยางรถยนต์จะได้น้ำมันประมาณ 38 - 56% และได้ก๊าซประมาณ 10 - 30% ส่วนที่เหลือเป็นของแข็ง ซึ่งก็คือ คาร์บอนแบล็ค (Carbon black) น้ำมันที่ได้ส่วนใหญ่จะประกอบไปด้วย น้ำมันเบนซิน น้ำมันก๊าด น้ำมันดีเซล น้ำมันเตา และน้ำมันหนัก ผสมรวมกันอยู่ ส่วนก๊าซที่ได้มีองค์ประกอบคล้ายก๊าซธรรมชาติ แต่มีอัตราส่วนขององค์ประกอบที่แตกต่างออกไป ปริมาณและคุณภาพของน้ำมันและก๊าซที่ได้จากกระบวนการไพโรไลซิสนั้นจะมากน้อยเพียงใด ขึ้นอยู่กับตัวแปรดังต่อไปนี้ คือ (ก) สภาวะที่ใช้ในการไพโรไลซิส เช่น อุณหภูมิ ความดัน ความเร็วในการให้ความร้อน อุณหภูมิสุดท้าย เวลาที่ใช้ในการเผา บรรยากาศในปฏิกรณ์ และระบบการป้อนยาง เป็นต้น (ข) ชนิดของปฏิกรณ์ ซึ่งมีผลต่ออัตราเร็วในการให้ความร้อนและเวลาที่ใช้ในกระบวนการ (ค) วัตถุดิบที่ป้อนเข้า เช่น ขนาดของยาง ชนิดและส่วนผสมของยางรถยนต์ซึ่งแตกต่างกันไปตามชนิดของยางรถยนต์ และอายุของยางรถยนต์ เป็นต้น ในการไพโรไลซิสยางรถยนต์ด้วยความร้อนอย่างเดียว ผลผลิตน้ำมันที่ได้จะมีคุณภาพที่ค่อนข้างต่ำ

กระบวนการไพโรไลซิสในอดีตจึงถูกประเมินว่าไม่คุ้มทุนทางเศรษฐศาสตร์ ทำให้การผลิตน้ำมันด้วยกระบวนการนี้ไม่ค่อยแพร่หลายทั่วไป โดยส่วนใหญ่จะใช้ไปในเชิงกำจัดยางรถยนต์เก่าเท่านั้น การปรับปรุงคุณภาพของน้ำมันที่ได้ให้ดีขึ้น จึงเป็นหัวใจสำคัญที่ทำให้กระบวนการนี้มีความคุ้มทุนทางเศรษฐศาสตร์มากขึ้น ภาพรวมของเทคโนโลยีไพโรไลซิสแสดงดังรูปที่ 4-4



รูปที่ 4-4 กระบวนการไพโรไลซิส

(ที่มา: Marek และ Michael, Pyrolysis of Scrap Tires: Can it be profitable?)

ตารางที่ 4-2 องค์ประกอบและพลังงานความร้อนของน้ำมันเตาและน้ำมันเชื้อเพลิงที่ได้จากกระบวนการไพโรไลซิส

	น้ำมันเตา	**น้ำมันเชื้อเพลิง**
องค์ประกอบ	-	น้ำมันเบนซิน น้ำมันก๊าด น้ำมันดีเซล น้ำมันเตา และน้ำมันหนัก
พลังงานความร้อน	9,900 - 10,000 kJ/L[(1)]	10,120 kJ/L[(1)]

ที่มา: [(1)] ประกาศกรมธุรกิจพลังงาน เรื่องกำหนดลักษณะและคุณภาพน้ำมันเตา (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2547

4.2.2 เทคโนโลยีการเผาในเตาปูนซีเมนต์

ยางจะถูกนำไปตัดให้เป็นชิ้นเล็ก ๆ ที่มีขนาดประมาณ 1 - 2 นิ้ว เชื้อเพลิงจากยางฯ สามารถแบ่งออกได้หลายเกรด ตั้งแต่เกรดต่ำซึ่งก็คือเกรดที่มีการปนเปื้อนของโลหะหรือผ้าใบ และเกรดสูงซึ่งก็คือเกรดที่มีการกำจัดโลหะและผ้าใบออกหมดเรียบร้อยแล้ว ตารางที่ 4-3 แสดงการเปรียบเทียบองค์ประกอบและพลังงานความร้อนของถ่านหินและยางยานยนต์ หลังจากที่มีการกำจัดผ้าใบและลวดโลหะออกแล้วไม่ต่ำกว่าร้อยละ 96 โดยทั่วไปแล้วยางยานยนต์มีจุดวาบไฟ (flash point) อยู่ในช่วง 288 - 343°C ในขณะที่เขม่าดำจะเริ่มเผาไหม้ที่อุณหภูมิ 450°C และจะถูกเผาไหม้อย่างสมบูรณ์ที่อุณหภูมิ 650°C

ตารางที่ 4-3 องค์ประกอบและพลังงานความร้อนของถ่านหินและยางยานยนต์ที่กำจัดผ้าใบและลวดโลหะออกแล้ว

	ถ่านหิน	ยางยานยนต์
องค์ประกอบทางวัสดุ	-	ยาง 85%, เหล็กเส้น 12%, ไฟเบอร์ 3%[(1)]
องค์ประกอบทางเคมี	-	ไฮโดรคาร์บอน 51%, คาร์บอนแบล็ค 26%, น้ำมัน 13%, ออกไซด์ของสังกะสี 2%, สังกะสี 1%[(1)]
พลังงานความร้อน	31,017 kJ/kg[(2)]	30,213 - 37,185 kJ/kg[(2)]

ที่มา: [(1)] วงกต วงศ์อภัย, มูลค่าเพิ่มของยางรถยนต์เก่า, คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
[(2)] พงษ์ธร แซ่อุย, เชื้อเพลิงจากยางล้อยานยนต์, วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยียาง, ปีที่ 4, ฉบับที่ 1, มกราคม-มีนาคม, 2553

4.2.3 เทคโนโลยีการผลิตยางผง

กระบวนการหลักที่ใช้ในการผลิตยางผง ได้แก่ Ambient grinding, Cryogenic grinding

1) Ambient grinding เป็นกระบวนการบดตัดเชิงกลภายใต้อุณหภูมิห้อง เครื่องมือพื้นฐานที่ใช้ได้แก่ เครื่องผสมแบบสองลูกกลิ้ง (Two-roll cracker-type mill) โดยลูกกลิ้งของเครื่องมือนี้จะถูกเซาะร่องให้มีขอบที่แหลมคม เพื่อช่วยในการฉีกและตัดเศษยางให้มีขนาดเล็กลงตามต้องการ เมื่อกระบวนการบดตัดสิ้นสุดลงแล้ว ยางผงที่ได้จะต้องนำไปผ่านกระบวนการต่าง ๆ ก่อนที่จะนำไปใช้งาน เช่น การจำแนกยางผงตามขนาดอนุภาค (Coarse crumb sizing and Ultra-fine sizing) การแยกเอาโลหะและเส้นใยออก (Metal and Fiber separation) ซึ่งขนาดอนุภาคและการกระจายตัวของขนาดอนุภาคของยางผงที่ได้จากกระบวนการนี้ขึ้นอยู่กับจำนวนรอบของการนำไปผ่านเครื่องบด ตัด และชนิดของเครื่องบดตัดที่ใช้ โดยทั่วไปยางผงที่ได้จะมีขนาดเล็งลงได้ถึง 80 mesh

2) Cryogenic grinding เป็นกระบวนการบดตัดเชิงกล ที่กระทำภายใต้อุณหภูมิต่ำกว่าอุณหภูมิเปลี่ยนสถานะคล้ายแก้ว (Tg) ของยาง โดยขั้นตอนของกระบวนการเริ่มจากนำเศษยางที่มีขนาดเล็กกว่า 3 นิ้วไปแช่ไว้ในไนโตรเจนเหลว จนกระทั่งยางแข็งตัวจึงนำไปผ่านเครื่องบดผสมแบบแฮมเมอร์ (Hammer mill) หรือเครื่องบดผสมแบบพิน (Pin mill) เพื่อทำให้ยางมีอนุภาคเล็กลง จากนั้นยางผงที่ได้จะถูกทำให้แห้ง ส่วนโลหะ เส้นใย และสิ่งปลอมปนอื่น ๆ จะถูกแยกออกไป ในขั้นตอนสุดท้ายยางผงจะถูกจำแนกแยกออกเป็นกลุ่ม ๆ ตามขนาดอนุภาค รูปร่าง และขนาด การกระจายตัวของขนาดและลักษณะพื้นผิวของยางผงที่ได้จากทั้ง 2 กระบวนการมีความแตกต่างกัน โดยพบว่ายางผงที่ได้จาก Ambient grinding มีขนาดอนุภาคที่ค่อนข้างใหญ่ รูปร่างไม่แน่นอนและมีพื้นผิวที่ขรุขระ ในขณะที่ cryogenic grinding เป็นกระบวนการที่กระทำภายใต้อุณหภูมิต่ำกว่า -70°C ซึ่งภาวะนี้ยางอยู่ในสถานะคล้ายแก้วดังนั้นเศษยางจะเกิดการแตกหัก อนุภาคของยางผงที่ได้จึงมีขนาดเล็กว่า การกระจายตัวของขนาดอนุภาคค่อนข้างกว้างและพื้นผิวมีความเรียบสูง ยางผงสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ในหลายด้าน เช่น

- นำไปผสมกับยางมะตอยเพื่อใช้ราดถนน โดยผงยางจะเป็นตัวช่วยทำให้ยางมะตอยมีความสามารถในการเปลี่ยนแปลงรูปร่างได้ดีขึ้น และช่วยเพิ่มอุณหภูมิการอ่อนตัวของยางมะตอยให้สูงขึ้นด้วย
- นำไปผสมกับยางมะตอยและทรายทำเป็นพื้นสนามเทนนิสและลู่วิ่งในสนามกีฬา
- นำไปเป็นสารตัวเติมสำหรับพอลิเมอร์บางชนิด โดยผงยางจะเป็นตัวช่วยปรับปรุงสมบัติบางประการของพอลิเมอร์ได้ เช่น ความต้านทานต่อแรงกระแทก (Impact resistance)

ยางผงหรือยางครัมบ์ (crumb rubber) เป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการนำขยะยาง (เช่น ยางล้อเก่า เศษยางที่เกิดขึ้นระหว่างกระบวนการผลิต) ไปผ่านกระบวนการบดโดยใช้เครื่องมือเชิงกลต่าง ๆ เช่น เครื่องแกรนูเลเตอร์ (granulator) เครื่องพัลเวอร์ไรเซอร์ (pulverizer) เครื่องบดกระแทก (hammer mill) เครื่องบดแบบ 2 ลูกกลิ้ง (Two-roll mill) ทั้งนี้การบดสามารถทำได้ทั้งที่อุณหภูมิห้องและที่อุณหภูมิต่ำ โดยทั่วไปการบดที่อุณหภูมิห้องจะเหมาะกับการผลิตยางผงที่มีขนาดอนุภาคค่อนข้างใหญ่ ยางผงที่ได้จะมีรูปร่างที่ไม่เป็นระเบียบและมีพื้นผิวขรุขระ หากต้องการยางผงที่มีขนาดอนุภาคเล็กลงจำเป็นต้องนำขยะยางไปผ่านเครื่องบดซ้ำหลาย ๆ รอบซึ่งจะส่งผลทำให้ต้นทุนการผลิตสูงขึ้น ส่วนการบดที่อุณหภูมิต่ำนั้นเป็นวิธีการบดที่มีต้นทุนสูงเพราะต้องใช้ไนโตรเจนเหลวปริมาณมาก วิธีนี้จึงเหมาะสำหรับใช้ในการผลิตยางผงที่มีอนุภาคขนาดเล็กเท่านั้น ยางผงที่ได้จากการบดด้วยวิธีนี้ส่วนใหญ่จะมีลักษณะพื้นผิวที่ค่อนข้างเรียบ ปัจจุบันได้มีการนำยางผงที่ได้จากการรีไซเคิลไปประยุกต์ใช้งานในหลากหลายรูปแบบ เช่น การนำไปเป็นสารตัวเติมในอุตสาหกรรมยาง นำไปใช้เป็นสารเพิ่มความแข็งแรงในพลาสติก นำไปใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตยางรีเคลมและยางเทอร์โมพลาสติก รวมถึงการนำไปประยุกต์ใช้ในงาน

ทางด้านวิศวกรรมโยธา ตารางที่ 4-4 แสดงข้อมูลการนำยางผงไปประยุกต์ใช้ในงานในรูปแบบต่าง ๆ ของประเทศสหรัฐอเมริกา

ตารางที่ 4-4 การประยุกต์ใช้งานของยางผงในประเทศสหรัฐอเมริกา

การใช้งาน	ปริมาณ (%)
วิศวกรรมโยธา (ผสมกับยางมะตอย)	44
อุตสาหกรรมการผลิตยางล้อ	20
ผลิตยางรีเคลม	18
ทำลู่วิ่งลานกรีฑา	8
อุตสาหกรรมยางและพลาสติกอื่น ๆ	10

ยางผงได้รับการนำไปใช้เป็นสารตัวเติมทั้งในอุตสาหกรรมยางล้อและในอุตสาหกรรมการผลิตผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ เช่น แผ่นยางและบล็อกยางปูพื้น พรมปูพื้น ยางบังโคลน แผ่นยางรองใต้พรม แผ่นยางชั้นล่างของลู่วิ่งลานกรีฑาหรือสนามเทนนิส ท่อยาง แผ่นปูพื้นสำหรับคอกปศุสัตว์ กระถางต้นไม้ ยางกันกระแทกท่าเรือ พื้นรองเท้า แผ่นฉนวนกันเสียง การประยุกต์ใช้ยางผงดังกล่าวมีจุดประสงค์หลัก 3 ประการ คือ

- ต้นทุนการผลิต
- ดัดแปรหรือปรับปรุงสมบัติเฉพาะบางประการของผลิตภัณฑ์
- ลดมลพิษโดยการนำเอาขยะยางกลับมาใช้ใหม่

เนื่องจากยางผงมีขนาดของอนุภาคที่ค่อนข้างใหญ่ แม้ว่าจะบดให้ละเอียดมากเพียงใด ยางผงก็ยังคงมีขนาดอยู่ในระดับไมโครเมตรซึ่งถือว่ามีขนาดใหญ่มากเมื่อเทียบกับเขม่าดำและซิลิกาซึ่งมีขนาดที่เล็กในระดับนาโนเมตร ด้วยเหตุนี้ยางผงจึงจัดเป็นสารตัวเติมที่ไม่เสริมแรง การเติมยางผงลงไปในยางจึงมักส่งผลให้ยางมีสมบัติเชิงกลส่วนใหญ่ด้อยลง ซึ่งการด้อยลงของสมบัติเชิงกลจะขึ้นอยู่กับหลายปัจจัย ได้แก่ ชนิดของยางผง ปริมาณยางผง และขนาดของอนุภาคยางผงที่เติมลงไป โดยทั่วไปแล้วการนำยางผงไปใช้เป็นสารตัวเติมจำเป็นต้องพิจารณาประเด็นต่าง ๆ ดังนี้ ยางผงที่จะนำไปใช้เป็นสารตัวเติมจะต้องมีความเข้ากันได้กับยางที่นำไปใช้สูง เช่น ถ้ายางมีความเป็นขั้วสูง ยางผงที่เลือกใช้ก็ควรเป็นยางผงชนิดที่มีความเป็นขั้วสูง หรือถ้ายางที่มีความเป็นขั้วต่ำ ยางผงที่เลือกใช้ควรเป็นชนิดที่มีความเป็นขั้วต่ำตามไปด้วยเช่นกัน ถ้าจะให้ได้สมบัติที่ดีที่สุด ทั้งยางผงและยางที่นำยางผงไปผสมควรจะเป็นยางชนิดเดียวกัน ถ้าหากยางผงมีระดับความเป็นขั้ว หรือมีระดับความเข้ากันได้แตกต่างจากยางที่นำไปผสมมาก แรงดึงดูดหรือ

อันตรกิริยาระหว่างยางผงและยางหลักก็จะมีค่าต่ำ ส่งผงทำให้ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีสมบัติเชิงกลด้อยลงอย่างรวดเร็ว

4.2.4 เทคโนโลยีการผลิตยางรีเคลม

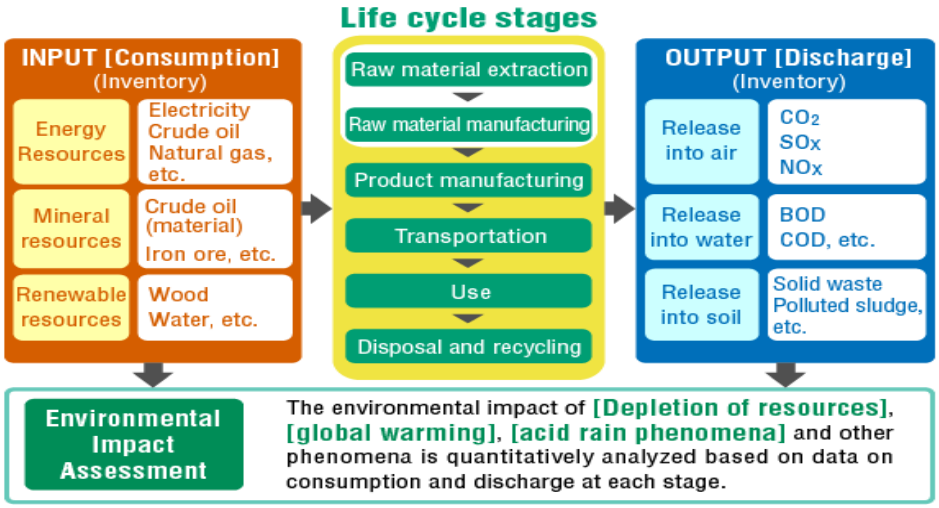
ยางธรรมชาติ (Natural Rubber) เมื่อผ่านกระบวนการคงรูปหรือกระบวนการวัลคาไนเซชั่น (Vulcanization) แลว ยางธรรมชาติจะมีสมบัติแข็งตัวถาวรเมื่อไดรับความร้อน กล่าวคือจะคงรูปภายหลังจากการผ่านความร้อนหรือแรงดันได้เพียงครั้งเดียว ไมสามารถหลอมเพื่อขึ้นรูปซ้ำไดอีก ดังนั้นเมื่อยางที่ผานกระบวนการคงรูปหมดอายุการใช้งานลงแล้ว ยางเหล่านั้นก็จะกลายเป็นขยะที่มีจำนวนมากขึ้นทุก ๆ ป เพื่อลดปริมาณขยะที่เกิดขึ้นสามารถแกไขไดโดยนำยางที่หมดอายุการใช้งานแล้วกลับมาใช้ใหม่ โดยจะต้องมีการทำลายพันธะเชื่อมขวางของกำมะถันในยาง หรือเรียกว่ากระบวนการดีวัลคาไนเซชั่น (Devulcanization) ก่อนเพื่อช่วยสลายโครงสร้างสามมิติในยาง ส่งผลให้โมเลกุลของยางรวมทั้งพันธะกำมะถันที่อยู่ในโมเลกุลของยางเกิดการสลายตัวเปลี่ยนจากสภาพยางคงรูป ซึ่งมีความยืดหยุ่นสูง (Elasticity) สามารถคืนกลับสูภาวะแรกเริ่มไดดีคือไมมีความคงรูป (Unvulcanized) และไมมีความยืดหยุน (Plasticity) ได้เป็นยางรีเคลม (Reclaimed rubber) ที่สามารถนำกลับมาใชใหมไดอีก โดยปกติยางรีเคลมมักจะใช้ผสมร่วมกับยางใหม่และเหมาะสำหรับผลิตเป็นผลิตภัณฑ์ที่ไม่คำนึงถึงความแข็งแรงและความทนทานมากนัก สวนสารเคมีที่ชวยในการสลายพันธะกำมะถันในยางคงรูป เรียกวา ดีวัลคาไนซิ่งเอเจนต (Devulcanizing agent) ซึ่งสารสวนใหญที่นิยมใชกันในอุตสาหกรรมโดยทั่วไปนั้นจะใชสารอินทรียตระกูลไดซัลไฟด (Disulfide) หรือเมอรแคบแทน (Mercaptan) ซึ่งมีความจำเพาะในการทนตออุณหภูมิสูงขณะรับแรงกล โดยสารเคมีที่ใชในหลาย ๆ กระบวนการเหลานี้ไดรับการศึกษาและพัฒนามากขึ้นตามลำดับ เนื่องจากโครงสรางของสารเคมีเหลานี้มีกำมะถันเปนองคประกอบซึ่งเหมือนกับพันธะกำมะถันในยางคงรูป จึงเหมาะตอการใชในกระบวนการดีวัลคาไนเซชั่นเปนอยางมาก นอกจากจะช่วยในการดีวัลคาไนเซชั่นแลวยังเปนตัวใหกำมะถันอีกดวย ข้อดีของการทำดีวัลคาไนเซชั่นนอกจากช่วยลดปริมาณขยะแล้วยังช่วยรักษาสิ่งแวดล้อม และเป็นการเพิ่มมูลค่าให้กับยางที่เสื่อมสภาพ แต่อย่างไรก็ตามยางที่ผ่านกระบวนการดีวัลคาไนเซชั่นจะแสดงสมบัติที่ด้อยลง เช่น ค่าทนต่อแรงดึงสูงสุด (Tensile Strength) ร้อยละของการยืดที่จุดขาด (% Elongation at break) และความหนาแน่นของพันธะเชื่อมโยง (Crosslink density) กระบวนการดีวัลคาไนเซชั่นนั้นมีหลายวิธีไม่ว่าจะเป็นกระบวนการเชิงความร้อน (Thermal processes) กระบวนการเชิงกล (Mechanical process) การใช้คลื่นไมโครเวฟ (Microwave process) การใช้คลื่นอัลตราซาวน์ (Ultrasound process) กระบวนการทางเคมี (Chemical process) กระบวนการใช้เชื้อจุลินทรีย์ (Biotechnological process) หรือกระบวนการเชิงกลร่วมเคมี (Mechano-chemical process) ซึ่งเป็นวิธีผสมระหว่างการใช้แรงเชิงกลร่วมกับการใช้

สารเคมีในการบดผสมยางให้เข้ากับสารเคมีที่มีความจำเพาะเจาะจงในการทำลายพันธะเชื่อมโยงกำมะถันให้ขาดออกจากกัน เทคนิคนี้เป็นการรวมข้อดีของการสลายโครงสร้างสามมิติในยางระหว่างวิธีการใช้แรงเชิงกลและความร้อนกับวิธีทางเคมีเข้าไว้ด้วยกัน อีกทั้งยังเหมาะสมสำหรับการนำไปใช้ในอุตสาหกรรม เนื่องจากเป็นกระบวนการที่ไม่ยุ่งยากซับซ้อน

4.3 การประเมินวัฏจักรชีวิตของผลิตภัณฑ์

การประเมินวัฏจักรชีวิต (Life Cycle Assessment: LCA) คือ การประเมินภาระทางสิ่งแวดล้อมที่เกี่ยวข้องกับผลิตภัณฑ์ กระบวนการ หรือกิจกรรม โดยการระบุ จำแนกปริมาณพลังงานและวัสดุที่ใช้ รวมทั้งของเสียที่ปล่อยสู่สิ่งแวดล้อม ทั้งนี้เพื่อประเมินผลกระทบของพลังงานและวัสดุที่ใช้ต่อสิ่งแวดล้อม และเพื่อระบุปริมาณและประเมินโอกาสที่จะปรับปรุงสิ่งแวดล้อมให้ดีขึ้น โดยการประเมินจะพิจารณาครอบคลุมวัฏจักรชีวิตทั้งหมดของผลิตภัณฑ์ กระบวนการ หรือกิจกรรม ตั้งแต่การสกัดวัตถุดิบ การขนส่งและการจำหน่าย การใช้ การใช้ซ้ำ การบำรุงรักษา การรีไซเคิลและการจัดการของเสีย ดังแสดงวัฏจักรเบื้องต้นดังรูปที่ 4-5 และการพิจารณาผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมในแต่ละขั้นตอนในการผลิตผลิตภัณฑ์ แสดงดังรูปที่ 4-6 ขั้นตอนการประเมินวัฏจักรชีวิตตามที่ระบุใน ISO 14040 ประกอบด้วย 4 ขั้นตอนคือ การกำหนดเป้าหมายและขอบเขต การเก็บข้อมูล การวิเคราะห์ผลกระทบสิ่งแวดล้อม และการแปลผล ดังแสดงในรูปที่ 4-7

รูปที่ 4-5 วัฏจักรชีวิตของผลิตภัณฑ์ตั้งแต่เกิดจนตาย
(ที่มา: http://www.purcelltire.com/retread/retread/home.aspx)

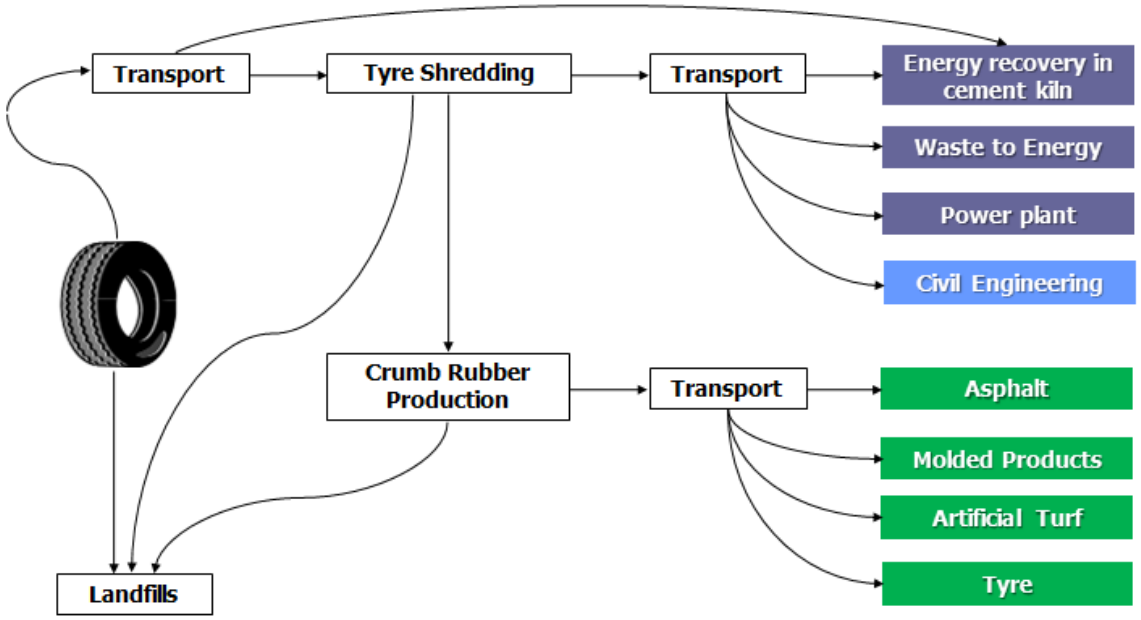


รูปที่ 4-6 การพิจารณาผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมในแต่ละขั้นตอนในการผลิตผลิตผลิตภัณฑ์
(ที่มา: http://202.214.28.49/environment/product/lca.html)

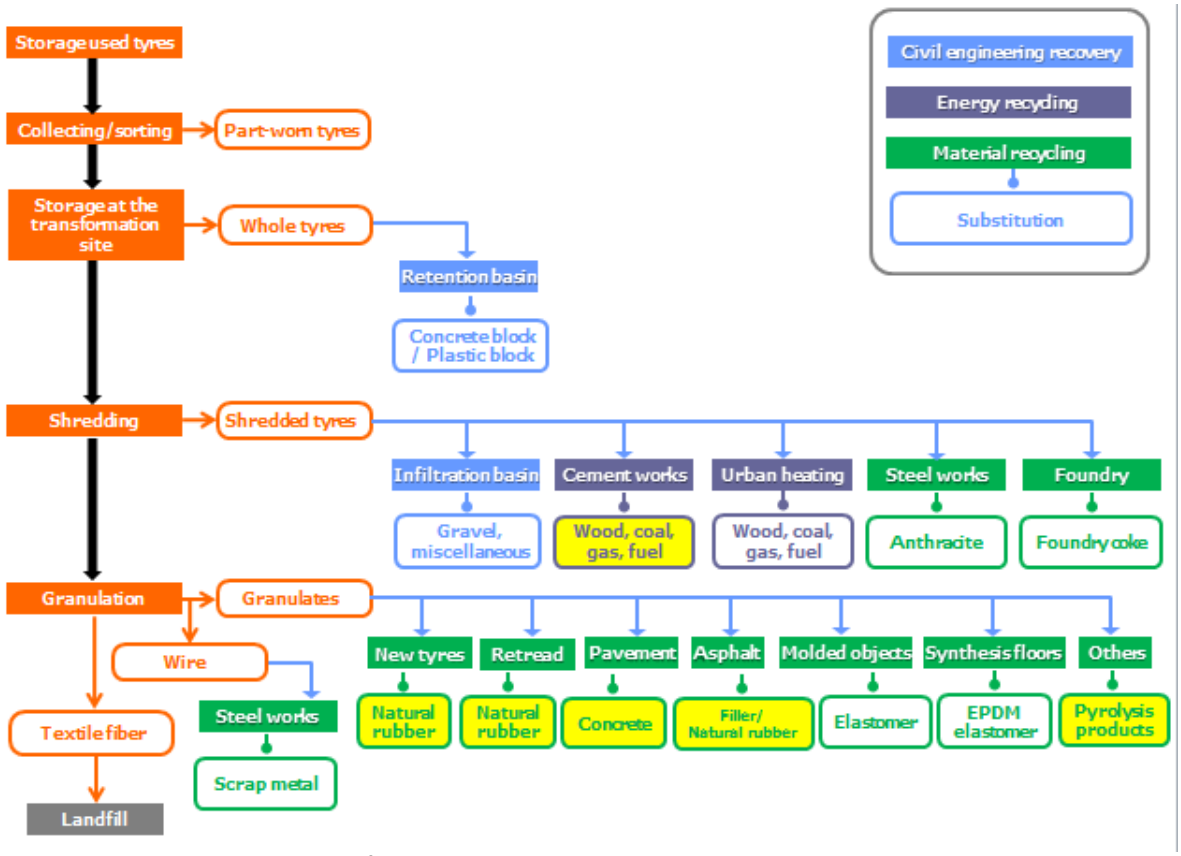
รูปที่ 4-7 ขั้นตอนการประเมินวัฏจักรชีวิต

4.4 การประเมินวัฏจักรชีวิตของยางยานยนต์ใช้แล้ว

วัฏจักรชีวิตของยางฯ เริ่มต้นด้วยการที่ยางฯ ถูกขนส่งเข้าสู่กระบวนการตัดยาง (Tyre Shredding) การขนส่งยางจะถูกแยกออกเป็น 3 ทาง คือ 1) ขนส่งต่อไปเพื่อนำไปทำเป็นพลังงานทดแทนในที่ต่าง ๆ ได้แก่ เตาเผาปูนซีเมนต์ โรงไฟฟ้า และพลังงานที่ใช้เพื่อการโยธา 2) นำไปผลิตภัณฑ์ยางผง (Crumb Rubber Production) ในส่วนนี้จะใช้ยางที่มีขนาดเล็กพอเหมาะที่จะผลิตยางผง หลังจากนั้นจะได้ผลิตภัณฑ์ยางผงที่มีลักษณะเป็นผงสีดำขนาดต่าง ๆ ผงยางเหล่านี้จะขนส่งต่อไปเพื่อไปเป็นวัตถุดิบสำหรับผลิตผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ ได้แก่ ยางมะตอย (Asphalt) ผลิตภัณฑ์ขึ้นรูป (Molded Products) สนามหญ้าเทียม (Artificial Turf) และยางยานยนต์ใหม่ และ 3) นำไปฝังกลบ ยางที่ไม่ได้ขนาดที่ต้องการจะถูกนำไปฝังกลบ แสดงดังรูปที่ 4-8 ซึ่งตลอดวัฏจักรชีวิตของยางฯ สามารถแปรเปลี่ยนเป็นผลิตภัณฑ์ได้หลายรูปแบบ และสามารถไปทดแทนวัสดุอื่นที่ใช้อยู่ในปัจจุบันได้ดังแสดงในรูปที่ 4-9



รูปที่ 4-8 ทิศทางการแปรรูปยางยานยนต์ใช้แล้วให้เป็นผลิตภัณฑ์ใหม่



รูปที่ 4-9 วัฏจักรชีวิตของยางยานยนต์ใช้แล้ว
(ที่มา: ดัดแปลงจาก International Journal of life Cycle Assessment (2010) 15:883 – 892)

ในปัจจุบันประเทศไทยได้มีการนำยางฯ เพื่อทดแทนวัตถุดิบเดิม (ส่วนพื้นหลังสีเหลืองในรูปที่ 4-9 เป็นวัตถุดิบเดิม) ซึ่งได้แก่ ถ่านหินที่ใช้เป็นเชื้อเพลิงในเตาเผาปูนซีเมนต์ ยางธรรมชาติที่ใช้เป็นส่วนผสมในการผลิตยางใหม่ ใช้แทนยางธรรมชาติในกระบวนการหล่อดอกยาง ใช้ในการทำทางเดินซึ่งแต่เดิมใช้คอนกรีต ใช้ในการทำยางมะตอยเพื่อทำทางซึ่งแต่เดิมใช้ยางธรรมชาติ และใช้เป็นวัตถุดิบในกระบวนการไพโรไลซิส ดังนั้นในงานวิจัยนี้จะพิจารณาเฉพาะเทคโนโลยีทางเลือกในการใช้ประโยชน์ยางฯ เพื่อผลิตผลิตภัณฑ์ 4 ชนิด ดังแสดงในตารางที่ 4-5

ตารางที่ 4-5 การใช้ประโยชน์ยางยานยนต์ใช้แล้วเพื่อผลิตผลิตภัณฑ์ 4 ชนิด

ผลิตภัณฑ์จากยางฯ	ผลิตภัณฑ์ที่ใช้อยู่ในปัจจุบัน	อุตสาหกรรม
ยางผง	ยางสังเคราะห์	ทางเท้า ยางมะตอย
ยางรีเคลม	ยางสังเคราะห์	ยางเส้นใหม่
น้ำมันไพโรไลซิส	น้ำมันเตา	เชื้อเพลิงในอุตสาหกรรม
ยางฯ	ถ่านหิน	เชื้อเพลิงในเตาเผาปูนซิเมนต์

4.4.1 วิธีการดำเนินการวิเคราะห์ LCA

1) ปริมาณอ้างอิง

การจัดการยางยานยนต์ใช้แล้วปริมาณ 1,000 กิโลกรัม

2) ขอบเขตของระบบที่ศึกษา

เป้าหมายของการศึกษานี้คือ เพื่อเปรียบเทียบผลกระทบสิ่งแวดล้อมที่สามารถลดได้จากการนำยางฯ กลับมาใช้ใหม่ในรูปแบบที่แตกต่างกัน 4 รูปแบบ คือ การผลิตยางรีเคลม การผลิตยางผง การผลิตน้ำมันไพโรไลซิส และการใช้เป็นเชื้อเพลิงทดแทนในเตาเผาปูน ตลอดจนการขนส่งยางฯ โดยการกำหนดสมมติฐานพาหนะที่ใช้ ระยะทางที่ขนส่งเพื่อให้เห็นถึง contribution ของการขนส่งต่อวัฏจักรชีวิตของยางฯ และศึกษาถึงความไว (Sensitivity) ของการเปลี่ยนแปลงผลกระทบต่อประเภทพาหนะและระยะทางที่ขนส่ง

การศึกษานี้ต้องการเปรียบเทียบเทคโนโลยีการจัดการยางฯ การได้มาซึ่งยางฯ กำหนดให้เหมือนกันโดยไม่ขึ้นกับเทคโนโลยีการจัดการยางฯ ดังนั้นขอบเขตที่ศึกษาจึงพิจารณาตั้งแต่การเก็บรวบรวมยางฯ การแปรรูปด้วยเทคโนโลยีต่าง ๆ จนกระทั่งได้ผลิตภัณฑ์จากยางฯ ที่สามารถนำกลับไปใช้ใหม่ได้ โดยขอบเขตการศึกษาของงานวิจัยนี้แสดงดังรูปที่ 4-10

รูปที่ 4-10 ขอบเขตของระบบที่ศึกษา

3) ดัชนีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมที่ศึกษา

ดัชนีผลกระทบสิ่งแวดล้อมที่ทำการศึกษาประกอบด้วย 9 ดัชนี ดังแสดงในตารางที่ 4-6

ตารางที่ 4-6 ดัชนีผลกระทบสิ่งแวดล้อมที่ทำการศึกษา

ดัชนีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม	หน่วย
Acidification	Kg SO_2 eq
Eutrophication	Kg PO_4^{3-} eq
Global warming	Kg CO_2 eq
Ozone layer depletion	Kg CFC-11 eq
Human toxicity	Kg 1,4-DB eq
Fresh water aquatic ecotoxicity	Kg 1,4-DB eq
Marine aquatic ecotoxicity	Kg 1,4-DB eq
Terrestrial ecotoxicity	Kg 1,4-DB eq
Photochemical oxidation	Kg C_2H_4 eq

4) การปันส่วน

ขยายขอบเขตของระบบ (System expansion) โดยพิจารณาผลิตภัณฑ์ที่ใช้ในปัจจุบันซึ่งถูกทดแทนด้วยผลิตภัณฑ์ที่ได้จากยางฯ และนำผลกระทบที่เกิดขึ้นจากการผลิตผลิตภัณฑ์ที่ใช้ในปัจจุบันไปหักลบออกจากผลกระทบที่เกิดขึ้นจากการจัดการยางฯ โดยผลิตภัณฑ์ที่ใช้ในปัจจุบันที่ถูกทดแทนด้วยผลิตภัณฑ์ที่ได้จากยางฯ แสดงดังตารางที่ 4-7

ตารางที่ 4-7 ผลิตภัณฑ์ที่ใช้ในปัจจุบันที่ถูกทดแทนด้วยผลิตภัณฑ์ที่ได้จากยางยานยนต์ใช้แล้ว

ผลิตภัณฑ์จากยางฯ		ผลิตภัณฑ์ที่ใช้อยู่ในปัจจุบัน	
ยางรีเคลม	800 kg	ยางสังเคราะห์	800 kg
ยางผง	840 kg	ยางสังเคราะห์	840 kg
น้ำมันเตาสังเคราะห์	354 L (16,655 MJ)	น้ำมันเตา (จากน้ำมันดิบ)	425 L (16,655 MJ)
เชื้อเพลิงในเตาเผาปูน	36,000 MJ	ถ่านหิน	36,000 MJ

หมายเหตุ: ค่าความร้อนของยางฯ = 32,564 kJ/kg ถ่านหิน = 25,586 kJ/kg น้ำมันเตาสังเคราะห์ = 46 MJ/kg และน้ำมันเตา (จากน้ำมันดิบ) = 43.5 MJ/kg

5) ข้อมูลบัญชีรายการ

ขั้นตอนแรกในการประเมินวัฏจักรชีวิตคือ การวิเคราะห์บัญชีรายการซึ่งเป็นการรวบรวมปริมาณวัสดุและพลังงานที่ใช้ ตลอดจนของเสียที่ปล่อยสู่สิ่งแวดล้อม โดยข้อมูลที่ใช้ในโครงการวิจัยนี้จะมีทั้งข้อมูลปฐมภูมิและข้อมูลทุติยภูมิ ข้อมูลการผลิตจะเป็นข้อมูลปฐมภูมิที่ได้จากการสัมภาษณ์ผู้ประกอบการในประเทศ ข้อมูลการขนส่งจะเป็นข้อมูลที่กำหนดขึ้นตามหลักวิชาการ ส่วนข้อมูลที่ขาดหายไปบางส่วนจะสืบค้นจากแหล่งข้อมูลทุติยภูมิที่เชื่อถือได้ ข้อมูลบัญชีรายการและที่มาของข้อมูลสำหรับแต่ละเทคโนโลยีแสดงดังตารางที่ 4-8 ถึง 4-11

ตารางที่ 4-8 บัญชีรายการสารขาเข้าและสารขาออกสำหรับเทคโนโลยีไพโรไลซิส

บัญชีรายการ	หน่วย	ปริมาณ
สารขาเข้า		
- Scrap tire	Kg	1,000
- ฟืน	Kg	123
- ไฟฟ้า	kWh	114
สารขาออก		
- Pyrolysis oil	L	354
- Carbon black	Kg	315
- Iron scrap	Kg	98

ที่มา: ข้อมูลเฉลี่ยของบริษัท SP Refinery และ Bangkok Refinery

ตารางที่ 4-9 บัญชีรายการสารขาเข้าและสารขาออกสำหรับเทคโนโลยีการผลิตยางผง

บัญชีรายการ	หน่วย	ปริมาณ
สารขาเข้า		
- Scrap tire	Kg	1,000
- Electricity	kWh	1,874
- น้ำ	Kg	16.7
สารขาออก		
- ยางผง	Kg	100
- ยางรีเคลม	Kg	800
- เศษเหล็ก	Kg	70

ที่มา: บริษัทยูเนี่ยนพัฒนกิจ

ตารางที่ 4-10 บัญชีรายการสารขาเข้าและสารขาออกสำหรับเทคโนโลยีการผลิตยางรีเคลม

บัญชีรายการ	หน่วย	ปริมาณ
สารขาเข้า		
- Scrap tire	Kg	1,000
- ไฟฟ้า	kWh	1,874
สารขาออก		
- ยางรีเคลม	Kg	800
- ยางผง	Kg	100
- เศษเหล็ก	Kg	70

ที่มา: บริษัทยูเนี่ยนพัฒนกิจ

ตารางที่ 4-11 บัญชีรายการสารขาเข้าและสารขาออกสำหรับเทคโนโลยีการเผาในเตาปูน

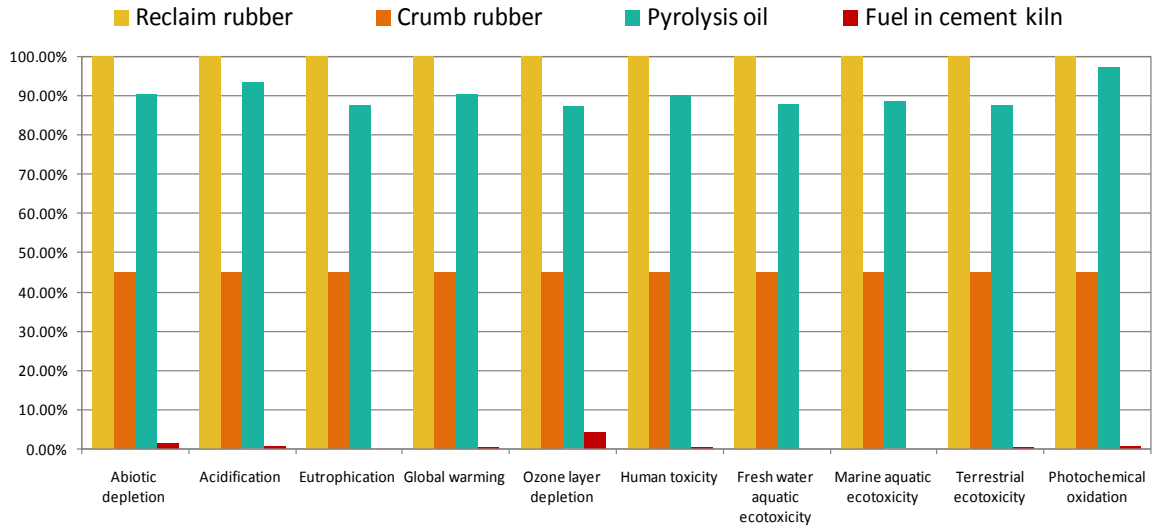
บัญชีรายการ	หน่วย	ปริมาณ
สารขาเข้า		
- Scrap tire	Kg	1,000
- น้ำมันดีเซล	Kg	6.05
- ไฟฟ้า	MJ	6
สารขาออก		
- พลังงาน	MJ	36,000
- เศษเหล็ก	kg	250

ที่มา: Michael J. Pegg, Paul R. Amyotte, Mort Fels, Crysta R.R. Cumming & Jacqueline C. Poushay, 2007, An assessment of the use of tires as an alternative fuel, Final Report

4.4.2 ผลการวิเคราะห์ LCA

ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมในด้านต่าง ๆ ของการจัดการยางฯ ในรูปแบบต่าง ๆ แสดงดังรูปที่ 4.11 ซึ่งจะเห็นได้ว่าการจัดการยางฯ ที่มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมสูงที่สุดในทุก ๆ ด้าน คือ การผลิตยางรีเคลม รองลงมาคือ เทคโนโลยีไพโรไลซิส การผลิตยางผง และการใช้เป็นเชื้อเพลิงทดแทนในเตาปูน ตามลำดับ อย่างไรก็ตาม การกำจัดยางฯ 1 ตันด้วยการนำไปผลิตเป็นยางรีเคลมเพื่อทดแทนการใช้ยางธรรมชาติจะสามารถลดผลกระทบต่อภาวะโลกร้อนลงได้ 760 kg CO_2e หากนำไปผลิตเป็นยางผงเพื่อทดแทนการใช้ยางธรรมชาติจะสามารถลดผลกระทบต่อภาวะโลกร้อนลงได้ 360 kg CO_2e หากนำไปใช้เป็นเชื้อเพลิงใน

เตาปูนเพื่อทดแทนการใช้ถ่านหินจะสามารถลดผลกระทบต่อภาวะโลกร้อนลงได้ 650 kg CO_2e หากนำไปผลิตเป็นน้ำมันเตาสังเคราะห์เพื่อทดแทนการใช้น้ำมันเตาจะทำให้ผลกระทบต่อภาวะโลกร้อนเพิ่มขึ้น 1,137 kg CO_2e หมายความว่าการกำจัดยางฯ ด้วยการนำไปผลิตเป็นน้ำมันสังเคราะห์จะก่อให้เกิดผลกระทบต่อภาวะโลกร้อนสูงที่สุด รองลงมาคือการนำไปผลิตเป็นยางผง นำไปใช้เป็นเชื้อเพลิงในเตาปูน และการนำไปผลิตเป็นยางรีเคลม ตามลำดับ โดยตารางที่ 4-12 แสดงผลกระทบสิ่งแวดล้อมด้านต่าง ๆ ที่สามารถลดได้เมื่อเทียบกับการใช้วัสดุเดิม และตารางที่ 4-13 แสดงผลกระทบสิ่งแวดล้อมด้านต่าง ๆ จากการจัดการซากยางฯ ต่าง ๆ จะเห็นได้ว่าการนำไปใช้เป็นเชื้อเพลิงในเตาปูนจะส่งผลดีต่อสิ่งแวดล้อมมากที่สุดในทุก ๆ ด้าน รองลงมาคือการนำไปผลิตเป็นยางรีเคลม ยกเว้นด้าน Global warming, Ozone layer depletion และ Terrestrial ecotoxicity ซึ่งการนำไปผลิตเป็นยางรีเคลมจะส่งผลดีมากที่สุด



รูปที่ 4-11 ดัชนีผลกระทบสิ่งแวดล้อมของเทคโนโลยีการจัดการยางต่าง ๆ

ตารางที่ 4-12 ค่าดัชนีผลกระทบสิ่งแวดล้อมสิ่งแวดล้อมของเทคโนโลยีการจัดการยางต่าง ๆ

ดัชนีผลกระทบสิ่งแวดล้อม	หน่วย	ยางรีเคลม	ยางผง	น้ำมันเตา	เชื้อเพลิงในเตาเผาปูนฯ
Abiotic depletion	Kg Sb eq	-21.2	-18.3	0.31	-33.65
Acidification	Kg SO_2 eq	-2.08	-0.19	4.14	-4.24
Eutrophication	Kg PO_4^{3-} eq	1.78	3.12	3.908	-5.69
Global warming	Kg CO_2 eq	-760	-360	1,137	-650
Ozone layer depletion	Kg CFC-11 eq	-4.72×10^{-4}	-4.55×10^{-4}	-1.276×10^{-4}	-1.48×10^{-5}

ดัชนีผลกระทบสิ่งแวดล้อม	หน่วย	ยางรีเคลม	ยางผง	น้ำมันเตา	เชื้อเพลิงในเตาเผาปูนฯ
Human toxicity	Kg 1,4-DB eq	-534	-346	469	-649.25
Fresh water aquatic ecotoxicity	Kg 1,4-DB eq	267	483	664.9	-925.02
Marine aquatic ecotoxicity	Kg 1,4-DB eq	$5.2x10^5$	$9.8x10^5$	$1.35x10^6$	$-2.04x10^6$
Terrestrial ecotoxicity	Kg 1,4-DB eq	-2.67	-1.72	2.239	-1.40
Photochemical oxidation	Kg C_2H_4 eq	-0.214	-0.139	0.132	-0.32

หมายเหตุ: เครื่องหมายติดลบหมายถึงผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการนำยางฯ กลับมาใช้ใหม่มีผลกระทบน้อยกว่าวัสดุเดิม

ตารางที่ 4-13 ค่าดัชนีผลกระทบสิ่งแวดล้อมของเทคโนโลยีการจัดการยางต่าง ๆ

ดัชนีผลกระทบสิ่งแวดล้อม	ยางรีเคลม	ยางผง	น้ำมันเตา	เชื้อเพลิงในเตาเผาปูนฯ
Abiotic depletion	++	+		+++
Acidification	++	+		+++
Eutrophication	++	+		+++
Global warming	+++	+		++
Ozone layer depletion	+++	++	+	
Human toxicity	++	+		+++
Fresh water aquatic ecotoxicity	++	+		+++
Marine aquatic ecotoxicity	++	+		+++
Terrestrial ecotoxicity	+++	++		+
Photochemical oxidation	++	+		+++

บทที่ 5 การวิเคราะห์ข้อมูลต้นทุนตลอดวัฏจักรชีวิต ของเทคโนโลยีที่ใช้ในการจัดการยางยานยนต์ใช้แล้ว

ในบทนี้ได้ทำการรวบรวมข้อมูลทางด้านการลงทุน รายรับ รายจ่าย ของอุตสาหกรรมการบำบัดยางยานยนต์ใช้แล้ว (หรือยางฯ) ที่มีการดำเนินการอยู่ในประเทศไทย ได้แก่ โรงปูน โรงงานไพโรไลซิส และโรงงานรีเคลม นอกจากนี้ยังได้ทำการคำนวณต้นทุนในการขนส่งยางฯ เพื่อนำมาประกอบการกำหนดจุดเก็บรวบรวมยางฯ ในโครงการวิจัยระยะที่ 2 ต่อไป

5.1 ต้นทุน - กำไรของการดำเนินการบำบัดยางยานยนต์ใช้แล้ว

5.1.1 การรีไซเคิลยางยานยนต์ใช้แล้วเป็นเชื้อเพลิง

ยางฯ สามารถนำเข้าไปเป็นเชื้อเพลิงทดแทนในโรงงานอุตสาหกรรม โดยในประเทศสหรัฐอเมริกาและญี่ปุ่นมีการนำยางฯ ไปเป็นเชื้อเพลิงในโรงปูน โรงผลิตไฟฟ้า โรงงานกระดาษ และโรงผลิตเหล็ก เช่น ในกรณีของการใช้ยางฯ เป็นเชื้อเพลิงในเตาเผาซีเมนต์ซึ่งมีระดับความร้อนสูงถึง 1,450 องศาเซลเซียส เนื้อยางและเหล็กจะแทรกตัวเข้าไปในเนื้อซีเมนต์ ไม่มีส่วนเหลือหรือผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม

สหรัฐอเมริกามีการนำยางฯ มาเป็นพลังงานในโรงผลิตปูนซีเมนต์ถึง 29.8% ในเตาเผาเพื่อเป็นเชื้อเพลิง ในกระบวนการนี้เป็นการผสมระหว่างหินปูนกับดินเหนียว หินดินดาน (shale) และทราย ซึ่งถูกนำไปเผาที่ความร้อนประมาณ 1,500 – 1,600 องศาเซลเซียส เพื่อผลิต calcium silicate clinker ซึ่งนำไปบดกับยิปซั่มเพื่อให้ได้เป็นผงปูน (cement powder) เศษชิ้นยางฯ เป็นแหล่งเชื้อเพลิงที่ดีในกระบวนผลิตปูนซีเมนต์ ในเตาเผาที่มีอุณหภูมิสูง ส่งผลให้เกิดการเผาไหม้ที่สมบูรณ์ นอกจากนี้ volatilized iron oxide ที่ได้จากการเผาเศษยางล้อ ก็มีประโยชน์ในการผลิตปูนซีเมนต์ซึ่งส่งผลให้ลดต้นทุนในการเติมเหล็กในกระบวนการผลิตผงปูน ในสหรัฐอเมริกา 23% ของยางฯ ถูกนำมาใช้เป็นพลังงานในอุตสาหกรรมผลิตเยื่อและกระดาษ โดยยางฯ สามารถนำมาใช้เป็นพลังงานในกระบวนการทำให้แห้ง และผลิตไอน้ำเพื่อการผลิตไฟฟ้า นอกจากนี้ยังใช้ในกระบวนการเผาหินปูนเพื่อให้เกิดปูนขาว (CaO) ซึ่งเป็นส่วนผสมหนึ่งในการผลิตกระดาษ ทั้งนี้ยางฯ 19% ถูกนำมาใช้ในโรงผลิตไฟฟ้า 13% ใช้ในหม้อต้ม (boilers) 10% ใช้ในอาคารสถานที่ต่าง ๆ และ 4% ใช้ในโรงงานผลิตไฟฟ้าจากขยะ ซึ่งหลายโรงงานก็เริ่มที่จะนำยางฯ มาใช้ในการผลิตพลังงาน เช่น โรงงานถลุงทองแดง และหลอมเหล็กในเตาคิวโพลา สามารถสรุปปริมาณการใช้ยางฯ เพื่อเป็นเชื้อเพลิงในโรงงานอุตสาหกรรมได้ดังตารางที่ 5-1

ตารางที่ 5-1 แสดงปริมาณการใช้ยางยานยนต์ใช้แล้วเพื่อเป็นเชื้อเพลิงในโรงงานอุตสาหกรรม

ประเทศ	ปริมาณยางฯ ทั้งหมด (ล้าน)	เปอร์เซ็นต์การแปลงยางฯ เป็นเชื้อเพลิง	กลุ่มอุตสาหกรรม
ยุโรป	250	41% (2006)	โรงงานปูน
ญี่ปุ่น	80	70% (2006)	โรงงานปูน โรงงานกระดาษ และโรงงานผลิตยางยานยนต์
อเมริกา	292	53% (2005)	โรงงานปูน โรงงานกระดาษ และโรงงานผลิตยางยานยนต์

ในประเทศไทยมีโรงงานผลิตปูนซีเมนต์ที่นำยางฯ มาใช้เป็นเชื้อเพลิง เช่น ปูนซีเมนต์ไทย (แก่งคอย) บริษัท ทีพีไอ โพลีน จำกัด (มหาชน) บริษัท ปูนซีเมนต์นครหลวง จำกัด (มหาชน) และบริษัท บางปูเอนไวรอนเมนทอลคอมเพล็กซ์ จำกัด จากการสัมภาษณ์โรงงานปูนซีเมนต์พบว่า ปัจจุบันมีการใช้ยางฯ เป็นเชื้อเพลิงน้อยมาก แต่การนำมารีไซเคิลมีไม่มากนักเนื่องจากค่าขนส่งสูง จึงไม่คุ้มที่จะเสียค่าใช้จ่ายในการรวบรวมยางฯ ส่งไปยังโรงงาน แต่อย่างไรก็ตาม หากมีการจัดระบบการขนส่งที่มีประสิทธิภาพ โรงปูนซีเมนต์ย่อมได้ประโยชน์จากการใช้ยางฯ เป็นเชื้อเพลิง เนื่องจากยางฯ ให้ค่าพลังงานที่สูงกว่าถ่านหินและราคาต้นทุนต่ำกว่า จากการทบทวนวรรณกรรมพบว่ายางฯ ให้ค่าพลังงานอยู่ในช่วง 26.7 - 39.2 MJ/kg ซึ่งมีค่าสูงกว่าถ่านหิน ดังตารางที่ 5-2 และ 5-3

ตารางที่ 5-2 เปรียบเทียบค่าพลังงานยางยานยนต์ใช้แล้วกับค่าพลังงานอื่น

เชื้อเพลิง	ค่าพลังงาน
น้ำมัน	42 MJ/kg
ก๊าซธรรมชาติ	38 MJ/m^3
ถ่านหิน	25 MJ/kg
ชีวมวล	20 MJ/kg
เศษพลาสติก	43 MJ/kg

ตารางที่ 5-3 ค่าพลังงานและองค์ประกอบอื่น ๆ ของยางยานยนต์ประเภทต่าง ๆ

ชนิดของยาง	พลังงาน (MJ/kg)	% น้ำหนัก							
		ความชื้น	เถ้า	S	C	H	N	O	สารระเหย
Fiberglass	32.5	0	11.7	1.29	75.8	6.62	0.2	4.39	
Steel-belted	26.7	0	25.2	0.91	64.2	5	0.1	4.4	
Nylon	34.6	0	7.2	1.51	78.9	6.97	<0.10	5.42	
Polyester	34.3	0	6.5	1.2	83.5	7.08	<0.10	1.72	
Kevlar-belted	39.2	0	2.5	1.49	86.5	7.35	<0.10	2.11	
ประเภทของ TDF									
Rubber "fuze" 1.25 cm	32.1	2.26	16.5	1.30	69.7	6.3	0.45	3.4	64.7
Rubber, 5 cm w/metal	31.1	0.75	23.2	1.33	67.0	5.81	0.25	1.64	54.2
Rubber, 5 cm w/o metal	32.6	1.02	8.74	1.23	72.2	6.74	0.36	9.67	67.3
ถ่านหิน	28.2	7.76	11.1	2.30	67.7	4.59	1.13	5.47	34.1

ดังนั้นหากใช้ยางฯ 1 กิโลกรัม สามารถประหยัดค่าใช้จ่ายในการซื้อถ่านหิน ประมาณ 0.7 บาท (จากการสอบถามข้อมูลของโรงงานพบว่ายางฯ ราคาประมาณ 2 - 2.5 บาทต่อกิโลกรัม และถ่านหินราคาประมาณ 2 - 3 บาทต่อกิโลกรัม)

5.1.2 การแปรรูปยางยานยนต์ใช้แล้วในโรงงานไพโรไลซิส

จากการสัมภาษณ์ผู้ประกอบการในรายละเอียดเกี่ยวกับค่าใช้จ่ายและรายรับ พบว่าผู้ประกอบการได้กำไร 2.3 - 3.2 หรือ 4.0 - 5.6 บาทต่อกิโลกรัมยางฯ ขึ้นอยู่กับขนาดของโรงงาน โดยระยะเวลาในการคืนทุนประมาณ 2 - 3 ปี ดังตารางที่ 5-4 และ 5-5

ตารางที่ 5-4 สรุปปัจจัยนำเข้าและผลผลิต ค่าใช้จ่าย รายรับ กำไร ของโรงงานโพไลไรซิส โรงงานที่ 1

ผลผลิต	ปริมาณ	หน่วย	รายรับ (บาท/เดือน)
ผงคาร์บอน	263	ตัน/เดือน	262,500 - 393,750
น้ำมันเตา	225,000 - 300,000	ลิตร/เดือน	3,375,000 - 4,500,000
เศษเหล็ก	90-100	ตัน/เดือน	450,000 - 600,000
รวม (1)			4,087,500 - 5,493,750
ปัจจัยนำเข้า			**ค่าใช้จ่าย (บาท/เดือน)**
ยางฯ ใช้แล้ว	750	ตัน/เดือน	1,650,000 - 1,875,000
จำนวนคนงาน เจ้าหน้าที่	25 - 40	คน	176,000 - 351,250
เชื้อเพลิงไม้	225 - 300	ตัน/เดือน	225,000 - 360,000
ไฟฟ้า			120,000
ค่าบำรุงรักษา			217,100 - 495,938
รวม (2)			2,388,100 - 3,112,188
กำไร (1) – (2)			1,699,400 - 2,381,563
ต้นทุนสิ่งปลูกสร้าง			
ที่ดินและอาคาร	15 - 30	ล้านบาท	
เครื่องจักร	14 -16	ล้านบาท	
รวม	**29 - 46**	**ล้านบาท**	

ตารางที่ 5-5 สรุปปัจจัยนำเข้าและผลผลิต ค่าใช้จ่าย รายรับ กำไร ของโรงงานไพโรไลซิส โรงงานที่ 2

ผลผลิต	ปริมาณ	หน่วย	รายรับ (บาทต่อเดือน)
คาร์บอนดำ	525	ตัน/เดือน	262,500
น้ำมันเตา	570,000 - 675,000	ลิตร/เดือน	11,190,183 - 13,251,533
เศษเหล็ก	150	ตัน/เดือน	750,000 - 900,000
รวม (1)			12,202,683 - 14,414,033
ยางฯ ใช้แล้ว	1,500 - 2,000	บาท/ตัน	2,400,000 - 4,200,000
คนงาน	80 - 110	บาท/คน/วัน	720,000 - 1,155,000
เชื้อเพลิง เศษไม้	30 - 60	บาท/ตัน	42,000 - 90,000
ไฟฟ้า			400,000 - 500,000
ค่าบำบัดของเสีย			200,000 - 300,000

ผลผลิต	ปริมาณ	หน่วย	รายรับ (บาทต่อเดือน)
ค่าบำรุงรักษา			100,000 - 200,000
รวม (2)			3,862,000 - 6,445,000
กำไร (1) – (2)			7,969,033 - 8,340,683
ต้นทุนสิ่งปลูกสร้าง			
อาคาร	90	ล้านบาท	
เครื่องจักร	154	ล้านบาท	
รวม	**244**	**ล้านบาท**	

5.1.3 การแปรรูปยางยานยนต์ใช้แล้วในโรงงานรีเคลม

จากการสัมภาษณ์ผู้ประกอบการในรายละเอียดเกี่ยวกับค่าใช้จ่ายและรายรับ พบว่าผู้ประกอบการได้กำไร 3.8 - 6.2 บาทต่อกิโลกรัมยางฯ มีระยะเวลาในการคืนทุนประมาณ 3 ปี ดังแสดงในตารางที่ 5-6

ตารางที่ 5-6 สรุปปัจจัยนำเข้าและผลผลิต ค่าใช้จ่าย รายรับ กำไร ของโรงงานรีเคลม

ผลผลิต	ปริมาณ	หน่วย	รายรับ (บาทต่อเดือน)
ยางรีเคลม	560 - 640	ตันต่อเดือน	11,200,000 - 12,800,000
เศษเหล็ก	35 - 70	ตันต่อเดือน	105,000 - 770,000
ยางผง (Crumb)	70 - 80	ตันต่อเดือน	700,00 - 1,200,000
รวม (1)			12,005,000 - 14,770,000
ปัจจัยนำเข้า			
ยางฯ ใช้แล้ว	700 - 800	ตันต่อเดือน	2,100,000 - 3,200,000
แรงงาน	70 - 125	คน	630,000 - 1,500,000
ไฟฟ้า	1,405,614	kWh ต่อเดือน	4,216,843 – 5,622,458
ค่าซ่อมบำรุงรักษา			694,684 - 1,069,746
รวม (2)			7,641,528 - 11,767,203
กำไร (1) – (2)			4,363,472 - 3,002,797

ในมิติมูลค่าเพิ่มของการแปรรูปทั้ง 3 เทคโนโลยีในการบำบัด สามารถสรุปได้ในตารางที่ 5-7 จากการคำนวณต้นทุนและผลกำไรพบว่า การรีไซเคิลยางฯ โดยกระบวนการไพโรไลซิส และยางรีเคลมก่อให้เกิดมูลค่าเพิ่ม หรือกำไรต่อหน่วยยางฯ เท่ากับ 2.3 - 5.6 และ 3.8 - 6.2 บาทต่อกิโลกรัมยางฯ ตามลำดับ ระยะเวลาในการคืนทุนประมาณ 2 ปี ในส่วนของการนำยางฯ เป็นเชื้อเพลิง พบว่าโรงงานอุตสาหกรรมสามารถประหยัดค่าใช้จ่ายในการซื้อเชื้อเพลิง (ถ่านหิน) ประมาณ 0.7 บาทต่อกิโลกรัมยางฯ โดยอุตสาหกรรมไม่ต้องมีการลงทุนเบื้องต้น

ตารางที่ 5-7 มูลค่าเพิ่มต่อหน่วยยางยานยนต์ใช้แล้ว (ประโยชน์ต่อผู้ประกอบการโรงบำบัด)

วิธีการจัดการ	บาทต่อกิโลกรัมยางฯ	หมายเหตุ
เชื้อเพลิงในโรงปูน	0.7	- เงินที่ทางโรงงานประหยัดจากการลดการซื้อถ่านหิน - ไม่ต้องใช้เงินลงทุนเบื้องต้น
ยางรีเคลม	3.8 - 6.2	- กำไรต่อหน่วยยางฯ - ระยะเวลาในการคืนทุน 2 ปี
ไพโรไลซิส	2.3 - 3.2 4.0 - 5.6	- กำไรต่อหน่วยยางฯ - ระยะเวลาในการคืนทุน 3 ปี

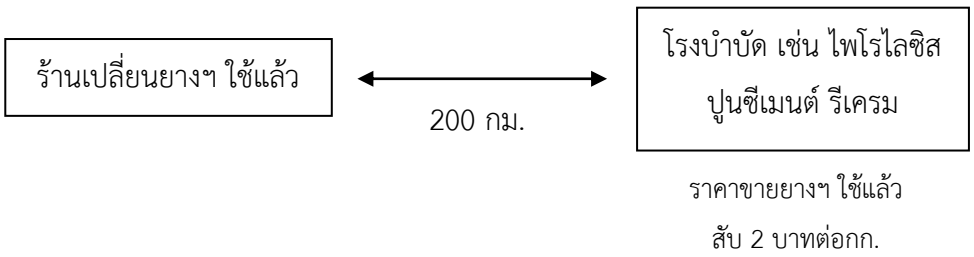
หากมองในมิติของการทดแทนการใช้ทรัพยากร ผลิตภัณฑ์จากการแปรรูปยางฯ ดังตารางที่ 5-8 พบว่าหากมีการนำยางรีเคลมใช้ทดแทนยางธรรมชาติในอัตราส่วน 10 – 50% จะสามารถประหยัดต้นทุนได้ 5.6 - 28.3 บาทต่อกิโลกรัม ที่ราคายางธรรมชาติ 80 บาทต่อกิโลกรัม ในกรณีของน้ำมันจากกระบวนการไพโรไลซิสพบว่า ให้ค่าพลังงานสูงกว่าน้ำมันเตา (Heavy oil) โดย 0.83 ลิตรน้ำมันจากกระบวนการไพโรไลซิสให้พลังงานเท่ากับ 1 ลิตรของน้ำมันเตา ซึ่งทำให้ประหยัดค่าใช้จ่ายประมาณ 3.3 - 3.5 บาทต่อลิตร (ที่ราคาน้ำมันเตา 19.6 - 21.0 บาทต่อลิตร) และในกรณีการนำมาใช้เป็นเชื้อเพลิงในโรงปูนซีเมนต์ สามารถประหยัดค่าใช้จ่าย 0.03 บาท/MJ

ตารางที่ 5-8 ต้นทุนวัตถุดิบที่ประหยัดได้จากการใช้ผลิตภัณฑ์รีไซเคิลยางฯ (ประโยชน์ต่อผู้นำผลิตภัณฑ์จากการรีไซเคิลยางล้อไปใช้ทดแทนวัตถุดิบ)

% การทดแทนยางธรรมชาติโดยใช้ยางรีเคลม	ยางธรรมชาติ (บาทต่อกก.) (1)	ยางรีเคลม (บาทต่อกก.) (2)	(1)+(2) = (3)	ต้นทุนที่ประหยัดได้ (บาท) (80 – (3))
10%	72.5	2.4	74.9	5.6
20%	64.4	4.8	69.2	11.3
30%	56.4	7.2	63.6	17.0
40%	48.3	9.6	57.9	22.6
50%	40.3	12.0	52.3	28.3

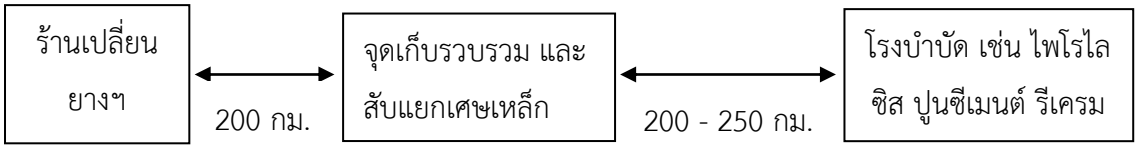
5.2 การประเมินต้นทุนในการขนส่งและจุดบำบัดยางยานยนต์ใช้แล้วเบื้องต้น

การคำนวณในส่วนนี้จะนำไปสนับสนุนรูปแบบการเก็บรวมรวมและขนส่งยางฯ ให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น (รูปแบบการเก็บรวบรวมเสนอไว้ในบทที่ 3) จากการคำนวณพบว่า ณ ปัจจุบัน ระยะทางสูงสุดที่ทำให้ต้นทุนยางฯ ขาย ณ จุดบำบัดราคา 2 บาทต่อกิโลกรัม เท่ากับ 200 กิโลเมตร (Breakeven distance) จากโรงบำบัดที่ประสิทธิภาพเชื้อเพลิงเท่ากับ 0.16 ลิตร/ตัน-กม ดังนั้นรูปแบบการเก็บรวบรวมยางฯ ในปัจจุบันจะอยู่ในรัศมีรอบโรงงานน้อยกว่า 200 กม. ดังรูปที่ 5-1



รูปที่ 5-1 ลักษณะการขนส่งยางยานยนต์ใช้แล้วในปัจจุบัน

หากต้องการเพิ่มประสิทธิภาพการขนส่ง โดยเพิ่มจุดเก็บรวบรวม และเครื่องสับแยกเศษเหล็กจากยางฯ โดยให้ราคายางสับและเศษเหล็กที่ขายที่โรงบำบัดเท่ากับราคาปัจจุบัน (ประมาณ 6 บาท/กก.) พบว่าสามารถเพิ่มระยะการเก็บรวบรวมได้ไกลออกไปประมาณ 200 - 250 กม. ดังรูปที่ 5-2 และรายละเอียดการคำนวณแสดงดังตารางที่ 5-9



รูปที่ 5-2 การเพิ่มประสิทธิภาพการขนส่งโดยเพิ่มจุดเก็บรวบรวมและสับยางแยกเศษเหล็ก

ตารางที่ 5-9 สรุปต้นทุนการสับยางและขนส่ง

รายการ	หน่วย	ต่ำสุด	สูงสุด
เครื่องบดและแยกเศษเหล็ก			
- ยางล้อ	ตัน/วัน	100	
- กำลังไฟฟ้า	kWh	223.8	
- ระยะเวลาในการดำเนินงาน	ชัวโมง/วัน	24	
- การใช้พลังงาน	kWh/วัน	5371.2	
- ค่าไฟฟ้า	บาท/kWh	3	5
- รวมค่าไฟฟ้า	บาท/วัน	16,114	26,856
รวม (1)	บาท/กก.	0.16	0.27
แรงงาน			
- จำนวนคนงาน	คน	3	6
- เงินเดือน	บาท/วัน-คน	300	500
- ค่าจ้าง	บาท/วัน	900	3,000
รวม (2)	บาท/กก.	0.01	0.03
ต้นทุนค่าเสื่อมราคา	บาท/กก.	0.17	0.17
ต้นทุนค่าการขนส่ง			
ค่าเชื้อเพลิง	บาท/ลิตร	30	30
รอบ	รอบ	2	2
ค่าการใช้พลังงาน	ลิตร/ตัน-กม	0.17	0.17
ระยะทางระหว่างจุดเปลี่ยนยางถึงจุดเก็บรวบรวม	กม.	200	200
รวม (3)	บาท/กก	2.00	2.00

รายการ	**หน่วย**	**ต่ำสุด**	**สูงสุด**
ค่าการใช้พลังงาน	ลิตร/ตัน-กม.	0.02	0.02
ระยะทางระหว่างจุดเก็บรวบรวมถึงจุดโรงบำบัด	กม.	235	200
รวม (4)	บาท/กก	2.35	2.00
เศษเหล็ก	บาท/กก	5	
	% เศษเหล็กในยางฯ ใช้แล้ว	10%	
	% ยาง	50%	
	กก. เศษเหล็ก/กก. เศษยางสับ	0.2	
รวม (5)	บาท/กก. เศษยางฯ ใช้แล้ว	1	
รวม (1)+(2)+(3)+(4)-(5)	**บาท/กก**	**6.02**	**5.93**

บทที่ 6 บทสรุป

6.1 ปริมาณและการจัดการยางยานยนต์ในประเทศไทย

ยางยานยนต์ที่ผลิตขึ้นในประเทศไทยแต่ละปีมีมากถึง 27 ล้านเส้น (โดยประมาณ) โดยมีการส่งออกนอกประเทศประมาณ 9 ล้านเส้น และใช้งานในประเทศประมาณ 18 ล้านเส้น จากการสำรวจเส้นทางของยางยานยนต์ที่ใช้ในประเทศ แต่ละปีจะมียางยานยนต์ใช้แล้ว (ยางฯ) ที่ได้รับการกำจัดโดยวิธีไพโรไลซิสเพื่อทำเป็นน้ำมันเตา 1.2 ล้านเส้นต่อปี เผาในเตาปูนซีเมนต์เพื่อเป็นพลังงานทดแทน 0.4 ล้านเส้นต่อปี และทำยางรีเคลม/ยางผง (Reclaimed rubber) 2.8 ล้านเส้นต่อปี รวมประมาณ 4.4 ล้านเส้นเท่านั้น ส่วนยางฯ ที่เหลือจะมีการนำไปหล่อดอกใหม่และวนใช้งานในระบบประมาณ 2 ล้านเส้น และไม่ทราบแหล่งที่รับกำจัดที่ชัดเจนอีกมาก (กว่า 12 - 13 ล้านเส้นต่อปี) เนื่องจากอาจได้รับการดำเนินการโดยผู้ประกอบการที่ไม่ได้ขึ้นทะเบียนหรือถูกจัดการโดยการเผาทิ้งในที่เปิดโล่ง โดยผลจากการศึกษานี้สามารถระบุการกระจายตัวโดยคร่าวของยางฯ จากแหล่งกำเนิดต่าง ๆ ทั่วประเทศไทย และได้ป้อนข้อมูลลงระบบ GIS เพื่อให้ง่ายต่อการค้นหา และการปรับข้อมูลให้ทันสมัยในอนาคต

6.2 การวิเคราะห์ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมตลอดวัฏจักรชีวิตของเทคโนโลยีที่ใช้ในการจัดการยางยานยนต์ใช้แล้ว

การศึกษาเปรียบเทียบเทคโนโลยีการจัดการยางฯ 4 วิธี ได้แก่ 1) การเผาให้พลังงานในโรงงานปูนซีเมนต์ 2) การผลิตผลิตภัณฑ์ให้พลังงาน (น้ำมันเตา) โดยกระบวนการไพโรไลซิส 3) การผลิตยางผง และ 4) การทำยางรีเคลม ด้วยแนวคิดของการประเมินวัฏจักรชีวิต (Life cycle Assessment: LCA) คิดปริมาณอ้างอิงเป็นยางฯ 1,000 กิโลกรัม พบว่าการจัดการยางฯ ที่มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมสูงที่สุดในทุก ๆ ด้านคือการผลิตยางรีเคลม รองลงมาคือเทคโนโลยีไพโรไลซิส การผลิตยางผง และการใช้เป็นเชื้อเพลิงทดแทนในเตาปูน ตามลำดับ อย่างไรก็ตามการกำจัดยางฯ 1 ตันด้วยการนำไปผลิตเป็นยางรีเคลมเพื่อทดแทนการใช้ยางธรรมชาติจะสามารถลดผลกระทบต่อภาวะโลกร้อนลงได้ 760 kg CO_2e หากนำไปผลิตเป็นยางผงเพื่อทดแทนการใช้ยางธรรมชาติจะสามารถลดผลกระทบต่อภาวะโลกร้อนลงได้ 360 kg CO_2e หากนำไปใช้เป็นเชื้อเพลิงในเตาปูนเพื่อทดแทนการใช้ถ่านหินจะสามารถลดผลกระทบต่อภาวะโลกร้อนลงได้ 650 kg CO_2e หากนำไปผลิตเป็นน้ำมันเตาสังเคราะห์เพื่อทดแทนการใช้น้ำมันเตาจะทำให้ผลกระทบต่อภาวะโลกร้อนเพิ่มขึ้น 1,137 kg CO_2e หมายความว่าการกำจัดยางฯ ด้วยการนำไปผลิตเป็นน้ำมันสังเคราะห์จะก่อให้เกิดผลกระทบต่อภาวะโลกร้อนสูงที่สุด รองลงมาคือการนำไปผลิตเป็นยางผง นำไปใช้เป็นเชื้อเพลิงในเตาปูน และการนำไปผลิตเป็นยางรีเคลม โดยการนำไปใช้เป็นเชื้อเพลิงในเตาปูนจะส่งผลดีต่อสิ่งแวดล้อมมากที่สุดในทุก ๆ ด้าน

6.3 การคำนวณความคุ้มทุนทางเศรษฐศาสตร์ และนโยบายในการจัดการยางยานยนต์ใช้แล้วของประเทศไทย

การคำนวณต้นทุนและผลกำไรพบว่า การรีไซเคิลยางฯ โดยกระบวนการไพโรไลซิส และยางรีเคลม ก่อให้เกิดมูลค่าเพิ่ม หรือกำไรต่อหน่วยยางฯ เท่ากับ 2.3 - 5.6 และ 3.8 - 6.2 บาทต่อกิโลกรัมยางฯ ตามลำดับ ระยะเวลาในการคืนทุนประมาณ 2 ปี ในส่วนของการนำยางฯ เป็นเชื้อเพลิง พบว่าโรงงานอุตสาหกรรมสามารถประหยัดค่าใช้จ่ายในการซื้อเชื้อเพลิง (ถ่านหิน) ประมาณ 0.7 บาทต่อกิโลกรัมยางฯ โดยอุตสาหกรรมไม่ต้องมีการลงทุนเบื้องต้น

ในเชิงนโยบาย การศึกษาพบว่านโยบายที่มีการใช้ในการควบคุมยางฯ ที่ประสบความสำเร็จในประเทศต่าง ๆ มีอยู่ด้วยกัน 3 รูปแบบหลัก คือ การให้อยู่ในความรับผิดชอบของผู้ผลิต (Producer Responsibility, PR) การเปิดตลาดเสรี (Free market) และการใช้กลไกภาษี/ค่าธรรมเนียม (Tax) อย่างไรก็ตาม เนื่องจากการจัดการยางฯ ในประเทศไทยนั้นสามารถทำให้เกิดความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ได้หากมีการจัดการเรื่องการเก็บรวบรวมและการขนส่งให้มีประสิทธิภาพ และมีตำแหน่งของโรงบำบัดที่เหมาะสม ดังนั้นหากมีการสนับสนุนจากหน่วยงานต่าง ๆ ได้แก่ 1) กรมโรงงานอุตสาหกรรม ในการจัดการคาร์บอนแบล็กที่เกิดขึ้นจากกระบวนการไพโรไลซิส และ 2) สภาอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย ในการส่งเสริมให้เกิดการร่วมลงทุนระหว่างผู้ประกอบการ เพื่อจัดทำจุดเก็บและการจัดการยางฯ เบื้องต้นในตำแหน่งที่เหมาะสม ก็น่าจะสามารถช่วยให้เกิดการจัดการยางฯ ที่มีประสิทธิภาพได้

ภาคผนวก ก

รายนามผู้ทรงคุณวุฒิที่เข้าร่วม
ประชุมระดมความคิดเห็นจากผู้เชี่ยวชาญเฉพาะด้านภายใต้หัวข้อ
<u>การพิจารณาเทคโนโลยีทางเลือกและวิธีการจัดการยางยานยนต์ใช้แล้วของประเทศไทย</u>

จัดขึ้นวันที่ 9 พฤศจิกายน พ.ศ. 2555

เวลา 9.00 – 13.00 น.
ณ ห้องหว้ากอ 1 สวทน. ชั้น 14 อาคารจตุรัสจามจุรี

ตารางที่ ก-1 รายนามผู้ทรงคุณวุฒิที่เข้าร่วมประชุมระดมความคิดเห็นจากผู้เชี่ยวชาญเฉพาะด้านภายใต้หัวข้อ “การพิจารณาเทคโนโลยีทางเลือกและวิธีการจัดการยางยานยนต์ใช้แล้วของประเทศไทย”

ลำดับที่	ชื่อ-นามสกุล	หน่วยงาน
1	คุณไพรัช รามเนตร	สำนักการคุณภาพอากาศและเสียง กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม
2	คุณสุเมธ วิเชียรเพชร	สำนักการคุณภาพอากาศและเสียง กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม
3	คุณนุชนารถ ลีลาคหกิจ	สำนักการคุณภาพอากาศและเสียง กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม
4	คุณบุญหาญ อู่อุดมยิ่ง	ประธานสภากลุ่มอุตสาหกรรมผลิตภัณฑ์ยาง/ บริษัท ยูเนี่ยนพัฒนกิจ จำกัด
5	คุณวิโรจน์ ตั้งเจริญ	บริษัท สยามมิชลิน จำกัด
6	คุณธีระ เมฆานนท์ชัย	บริษัท สยามมิชลิน จำกัด (จัดการมาตรฐานและกฎระเบียบผลิตภัณฑ์ ประเทศไทย)
7	คุณอมรเทพ ทวีพานิชย์	บริษัท เอสซีจี เทรดดิ้ง จำกัด
8	คุณเดชา กิตติศุภลักษณ์	บริษัท บางกอกไทร์รีไฟเนอรี่ จำกัด
9	คุณวรศักดิ์ ทองนพเนื้อ	ห้างหุ้นส่วนจำกัด บำรุงยาง
10	คุณอัฐ อุตสาหกิจอำนวย	บริษัท ป.สยามอุตสาหกรรมยาง จำกัด

ภาคผนวก ข

รายนามผู้ทรงคุณวุฒิที่เข้าร่วม

ประชุมระดมความคิดเห็นจากผู้เชี่ยวชาญเฉพาะด้านภายใต้หัวข้อ
<u>การพิจารณาด้านกฎหมายและวิธีการจัดการยางล้อยานยนต์ใช้แล้ว</u>

จัดขึ้นวันที่ 14 พฤษภาคม พ.ศ. 2556
เวลา 13.00 – 17.00 น.
ณ ห้องหว้ากอ 1 สวทน. ชั้น 14 อาคารจตุรัสจามจุรี

ตารางที่ ข-1 รายนามผู้ทรงคุณวุฒิที่เข้าร่วมประชุมระดมความคิดเห็นจากผู้เชี่ยวชาญเฉพาะด้านภายใต้หัวข้อ “การพิจารณาด้านกฎหมายและวิธีการจัดการยางล้อยานยนต์ใช้แล้ว”

ลำดับที่	ชื่อ-นามสกุล	หน่วยงาน
1	คุณไพรัช รามเนตร	นักวิชาการสิ่งแวดล้อมปฏิบัติการ สังกัดสำนักจัดการคุณภาพอากาศ กรมควบคุมมลพิษ
2	คุณนุชนารถ ลีลาคหกิจ	นักวิชาการสิ่งแวดล้อมชำนาญการ สังกัดสำนักจัดการกากของเสียและสารอันตราย กรมควบคุมมลพิษ
3	คุณธีระพล ติรวศิน	ประธานกลุ่มอุตสาหกรรมการจัดการเพื่อสิ่งแวดล้อม/ บริษัท เอส ซี ไอ อีโค่ เซอร์วิสเซส จำกัด
4	คุณนุชิดา รุ่งถาวรวงศ์	บริษัท ปูนซีเมนต์นครหลวง จำกัด/Geo-Cycle (Stakeholder Relations and Compliance Management)
5	คุณลือชัย ฐิตญาณพงศ์	บริษัท เอส.พี. รี ไฟน์เนอรี่ จำกัด
6	คุณสุชิน ฐิตญาณพงศ์	บริษัท เอส.พี. รี ไฟน์เนอรี่ จำกัด
7	คุณกิตติชัย วิพุทธิกุล	SCG Trading/Business Development Executive
8	คุณอนนต์ เวศกิจกุล	SCG Trading/Business Development Executive

ภาคผนวก ค

ประมวลภาพ

การจัดประชุมระดมความคิดเห็นจากผู้เชี่ยวชาญเฉพาะด้านภายใต้หัวข้อ
<u>การพิจารณาเทคโนโลยีทางเลือกและวิธีการจัดการยางยานยนต์ใช้แล้วของประเทศไทย</u>

จัดขึ้นวันที่ 9 พฤศจิกายน พ.ศ. 2555
เวลา 9.00 – 13.00 น.
ณ ห้องหว้ากอ 1 สวทน. ชั้น 14 อาคารจตุรัสจามจุรี

ช่วงการนำเสนอโครงการโดย รศ.ดร.ประเสริฐ ภวสันต์ (หัวหน้าโครงการ)

ช่วงซักถาม ให้ข้อคิดเห็นและข้อเสนอแนะ

ภาคผนวก ง

ประมวลภาพ

การจัดประชุมระดมความคิดเห็นจากผู้เชี่ยวชาญเฉพาะด้านภายใต้หัวข้อ
<u>การพิจารณาด้านกฎหมายและวิธีการจัดการยางล้อยานยนต์ใช้แล้ว</u>

จัดขึ้นวันที่ 14 พฤษภาคม พ.ศ. 2556

เวลา 13.00 – 17.00 น.
ณ ห้องหว้ากอ 1 สวทน. ชั้น 14 อาคารจตุรัสจามจุรี

ช่วงการนำเสนอโครงการโดย รศ.ดร.ประเสริฐ ภวสันต์ (หัวหน้าโครงการ)

ช่วงซักถาม ให้ข้อคิดเห็นและข้อเสนอแนะ

ช่วงซักถาม ให้ข้อคิดเห็นและข้อเสนอแนะ (ต่อ)

ภาคผนวก ง

รายงานการประชุมกลุ่มย่อยเพื่อระดมความคิดเห็นจากผู้เชี่ยวชาญ (Used Tyres) ครั้งที่ 1/2555

รายงานการประชุมกลุ่มย่อยเพื่อระดมความคิดเห็นจากผู้เชี่ยวชาญ (Used Tyres) ครั้งที่ 1/2555 วันศุกร์ที่ 9 พฤศจิกายน พ.ศ. 2555 เวลา 9.00 - 13.00 น. ณ ห้องประชุม หว้ากอ 1 ชั้น 14 อาคารจัตุรัสจามจุรี

จำนวนผู้เชี่ยวชาญ*

ผู้เชี่ยวชาญเข้ารวมประชุมรวมทั้งหมดจำนวน 10 ท่าน ประกอบด้วย

1) ภาครัฐ จากสำนักการคุณภาพอากาศและเสียง กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม จำนวน 3 ท่าน
2) ภาคเอกชน จากบริษัทผลิตยางล้อรถยนต์ บริษัทหล่อดอกยาง และบริษัทที่รับนำยางล้อยานยนต์ใช้แล้วไปแปรรูปเพื่อนำกลับมาใช้ใหม่ จำนวน 7 ท่าน

จำนวนผู้เข้าร่วมประชุมจากหน่วยงานต่างๆ*

ผู้เข้าร่วมประชุมอื่นๆรวมทั้งหมด 13 ท่าน ประกอบด้วย

1) สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.) จำนวน 4 ท่าน
2) ศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติ จำนวน 1 ท่าน
3) สำนักงานคณะกรรมการนโยบายวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและนวัตกรรมแห่งชาติ (สวทน.) จำนวน 6 ท่าน
4) นักศึกษาจากสถาบันทางการศึกษาต่างๆ จำนวน 2 ท่าน

ที่ปรึกษาผู้เข้าประชุม

1. รศ.ดร.ประเสริฐ ภวสันต์	ผู้อำนวยการโครงการฯ
2. ดร. สุวิสา มหาสันทนะ	นักวิจัยด้านระบบ GIS
3. ดร. อาวีวรรณ มั่งมีชัย	นักวิจัยด้านการออกแบบนโนบาย
4. ดร. วรพจน์ กนกกันฑพงษ์	นักวิจัยด้านสิ่งแวดล้อม
5. ดร.พรทิพย์ วงศ์สุโชโต	นักวิจัยอิสระด้านสิ่งแวดล้อม
6. ดร. ดวงกมล เรือนงาม	ผู้ประสานงานโครงการ/นักวิจัย

เปิดประชุมเวลา 13.00 น.

หมายเหตุ *รายนามผู้เชี่ยวชาญและผู้ร่วมประชุมจากหน่วยงานต่างๆ แสดงดังตารางที่ 1 และ 2 ตามลำดับ

ระเบียบวาระที่ 1 เรื่องแจ้งเพื่อทราบ

มติที่ประชุม ไม่มี

ระเบียบวาระที่ 2 รับรองรายงานการประชุม

มติที่ประชุม ไม่มี

ระเบียบวาระที่ 3 เรื่องเพื่อพิจารณา

พิจารณาจากรายงานการประชุมระดมความคิดเห็นจากผู้เชี่ยวชาญในการรวบรวมข้อมูลด้านปริมาณยาง การกระจายตัวของยางฯ การรวบรวมยางฯ และเทคโนโลยีที่ใช้ในการจัดการยางฯ โดยมีรายละเอียดดังนี้

1. การระบุนิยาม “ELT” การหล่อดอกไม่จัดว่าเป็น ELT แต่จะจัดป็น “reused”
2. การเดินทางของยางยานยนต์ประกอบด้วย 4 ส่วนหลัก คือ 1) ผู้ผลิตยางใหม่ 2) ตัวแทนจำหน่าย หรือคือผู้รับเปลี่ยนยาง แต่มีผู้ขายส่งน้อยมาก 3) ผู้นำไป reused (ผู้หล่อดอก) 4) ผู้บำบัด (ส่วน unreused)
3. ตลาดประกอบ ประกอบไปด้วย 1) ตลาดผู้ผลิตรถยนต์ ซึ่งจะหมายรวมถึงโรงงานประกอบยนต์ 2) ตลาดทดแทน ซึ่งมีทั้งตลาดภายใน ภายนอก 3) ตลาดแปรสภาพ
4. การระบุนิยาม “ผู้บำบัด (ส่วน unreused) หรือผู้ใช้ประโยชน์” ให้แบ่งย่อยเป็น 3 ประเภทใหญ่ตามรูปแบบการนำไปใช้คือ 1) กิ่งเชื้อเพลิง (heat recovery) 2) แปรสภาพ/recycle (material recovery) ซึ่งส่วนนี้ตลาดจะมีความซับซ้อนมาก 3) ฝังกลบ
5. สไลด์ที่ 12 ยังขาดวิธีและกิจกรรมการรวบรวมยางซึ่งจะเกี่ยวข้องกับผู้ประกอบการ (ซาเล้ง) ตัวอย่างเช่น ปัจจุบันในกลุ่มรถบรรทุกจะมีผู้ประกอบการดำเนินการตั้งแต่ขายยางรถบรรทุก แปรสภาพและหล่อดอก นอกจากนี้ ผู้ประกอบการประเภทรวบรวมยางฯ (ซาเล้ง) จะทำหน้าที่รับยางมาจากผู้บริโภคส่งไปยังผู้รับบำบัด
6. ประเทศไทยมีตลาดมือสองของยางยานยนต์ใช้แล้วที่ใหญ่มาก แต่มีผู้ดำเนินการใหญ่ไม่กี่รายซึ่งข้อมูลในส่วนนี้สามารถบอกได้ถึงวิธีการเก็บรวบรวมยางรถบรรทุกใช้แล้วของไทยได้ในปัจจุบัน
7. สไลด์ที่ 12 ไม่ควรใช้คำว่า “ลักลอบทิ้ง” เนื่องจากประเทศไทยยังไม่มีกฎหมายที่แน่ชัดเกี่ยวกับการจัดการยางยานยนต์ใช้แล้ว
8. ให้ระบุนิยามของคำแต่ละคำในสไลด์ที่ 12 ให้ชัดเจน
9. ให้หาตัวเลขของยางยานยนต์ใช้แล้วที่เกิดขึ้น กำจัด ใช้เท่าไหร่ ให้แสดงการเกลี่ยตัวเลขให้ชัดเจนและระบุที่มาของตัวเลข เช่น ได้ข้อมูลมาจากกระทรวงพาณิชย์ หัวข้ออะไร เป็นตัวเลขเกี่ยวกับอะไร ฯลฯ รวมถึงกระบวนการที่ได้มาซึ่งตัวเลขดังกล่าว เพื่อให้ได้ข้อมูลที่เชื่อถือได้

10. ต้องมีการลงพื้นที่เพื่อสำรวจว่าตัวเลขที่ประมาณการว่าใกล้เคียงกับข้อมูลจริง และสามารถอธิบายความสัมพันธ์ของข้อมูลต่าง ๆ ได้ ถึงแม้บางข้อมูลเป็นข้อมูลที่เกิดจากการประมาณการอย่างไรก็ตามให้ถูกต้องที่สุดเท่าที่จะทำได้

11. กราฟแสดงการประมาณการจากข้อมูลยางยานยนต์ที่ผลิตในแต่ละปีในสไลด์ที่ 15 เพื่อให้ได้มาซึ่งตัวเลขดังกล่าวยังมีตัวแปรที่ต้องประมาณการคือ อายุรถยนต์ จำนวนปีที่เปลี่ยนยางรถยนต์ ซึ่งข้อมูลดังกล่าวสามารถสอบถามได้จากผู้ช่วยคุณวิโรจน์ บริษัท สยามมิชลิน จำกัด

12. ให้หาข้อมูลว่าในประเทศที่ประสบความสำเร็จหรือสามารถนำยางยานยนต์ใช้แล้วนำกลับมาใช้ประโยชน์ได้อย่างสูงสุด เขาทำอย่างไร ถ้านำไปฝังกลบแล้วทุกประเทศมีกรรมวิธีการฝังกลบเหมือนหรือแตกต่างกัน และเป็นที่น่าพอใจหรือไม่ แล้วมีการปรับปรุงอย่างไร

13. ในการเลือกเทคโนโลยีจะต้องพิจารณาหลายส่วนด้วยกันทั้งด้านสิ่งแวดล้อม ทางด้านเศรษฐศาสตร์ รวมทั้งมีการใช้พลังงานในกระบวนการผลิตอย่างไร นอกจากนี้ในขั้นตอนในการกำหนดนโยบายต้องเลือกว่าเทคโนโลยีใดเหมาะสมกับประเทศไทย หรือถ้าไม่เหมาะสมจะมีการปรับเปลี่ยนหรือปรับปรุงขั้นตอนไหนบ้างได้ไหม

14. ให้รวบรวมรายงานเกี่ยวกับนโยบายการจัดการยางยานยนต์ใช้แล้วของไทยในอดีต แล้ววิเคราะห์ว่าทำไมจึงใช้เทคโนโลยีดังกล่าวไม่ได้ผล

15. ยังมีข้อมูลสิทธิบัตรจากภาคอุตสาหกรรมที่ยังไม่ได้จดทะเบียน สามารถนำข้อมูลดังกล่าวมาวิเคราะห์ร่วมด้วยได้หรือไม่

16. ปัจจัยหลักในการวางแผนกำหนดนโยบาย คือการขนส่ง ซึ่งต้องดูว่าทำอย่างไรเพื่อให้ค่าดำเนินการในการขนส่งลดน้อยลง เนื่องจากค่าขนส่งเป็นปัจจัยหลักที่ทำให้ต้นทุนของยางยานยนต์ใช้แล้วมีค่าสูง

มติที่ประชุม - ให้เพิ่มเติมรายละเอียดที่ผู้เชี่ยวชาญแนะนำในการประชุมฯครั้งต่อไป

ระเบียบวาระที่ 5 เรื่องอื่นๆ

-

ปิดประชุมเวลา 13.00 น.

ดร.ดวงกมล เรือนงาม ผู้พิมพ์รายงานการประชุม
ดร.วรพจน์ กนกกันฑพงษ์ ผู้ตรวจ

ตารางที่ 1 รายนามผู้เชี่ยวชาญ

ลำดับที่	ชื่อ-นามสกุล	หน่วยงาน
1	คุณไพรัช รามเนตร	สำนักการคุณภาพอากาศและเสียง กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม
2	คุณสุเมธ	สำนักการคุณภาพอากาศและเสียง กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม
3	คุณนุชนารถ	สำนักการคุณภาพอากาศและเสียง กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม
4	คุณบุญหาญ อู่อุดมยิ่ง	ประธานสภากลุ่มอุตสาหกรรมผลิตภัณฑ์ยาง/บริษัท ยู เนี่ยนพัฒนกิจ จำกัด
5	คุณวิโรจน์ ตั้งเจริญ	บริษัท สยามมิชลิน จำกัด
6	คุณธีระ เมฆานนท์ชัย	บริษัท สยามมิชลิน จำกัด (จัดการมาตรฐานและกฎระเบียบผลิตภัณฑ์ ประเทศไทย)
7	คุณอมรเทพ ทวีพานิชย์	บริษัท เอสซีจี เทรดดิ้ง จำกัด
8	คุณเดชา	บริษัท บางกอกไทร์รีไฟเนอรี่ จำกัด
9	คุณวรศักดิ์	ห้างหุ้นส่วนจำกัด บำรุงยาง
10	คุณอัฐ อุตสาหกิจอำนวย	บริษัท ป.สยามอุตสาหกรรมยาง จำกัด

ตารางที่ 2 รายนามผู้ร่วมประชุมจากหน่วยงานต่าง

ลำดับที่	ชื่อ-นามสกุล	หน่วยงาน
1	คุณวิไลพร ลิ่วเกษมศานต์	สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย
2	คุณสมชาย ศักดาเวคีอิศร	สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย
3	ดร.จุลเทพ ขจรไชยกูล	ศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติ
4	คุณฐิติมา พิกุลทอง	สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย
5	คุณพายับ นามประเสริฐ	สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย
6	นางสาวทัศน์วรรณ สุภารัตน์	สถาบันเทคโนโลยีแห่งเอเชีย (AIT) (นักศึกษาปริญญาโท)
7	นางสาวกมล ริ้วลัทธรรม	สถาบันเทคโนโลยีแห่งเอเชีย (AIT) (นักศึกษาปริญญาโท)
8	คุณคมเมธ	สำนักงานคณะกรรมการนโยบายวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและนวัตกรรมแห่งชาติ
9	คุณภาณิศา	สำนักงานคณะกรรมการนโยบายวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและนวัตกรรมแห่งชาติ
10	คุณจิตติมา	สำนักงานคณะกรรมการนโยบายวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและนวัตกรรมแห่งชาติ
11	คุณพงศ์วราวุฒฒ์	สำนักงานคณะกรรมการนโยบายวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและนวัตกรรมแห่งชาติ
12	คุณอริยวัตร	สำนักงานคณะกรรมการนโยบายวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและนวัตกรรมแห่งชาติ
13	คุณมนันยา	สำนักงานคณะกรรมการนโยบายวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและนวัตกรรมแห่งชาติ

ภาคผนวก ฉ

รายงานการประชุมกลุ่มย่อยเพื่อระดมความคิดเห็นจากผู้เชี่ยวชาญ (Used Tyres) ครั้งที่ 2/2555

รายงานการประชุมกลุ่มย่อยเพื่อระดมความคิดเห็นจากผู้เชี่ยวชาญ (Used Tyres) ครั้งที่ 2/2555

วันอังคารที่ 14 พฤษภาคม พ.ศ. 2556 เวลา 13.00 - 16.30 น.

ณ ห้องประชุม หว้ากอ 1 ชั้น 14 อาคารจัตุรัสจามจุรี

จำนวนเข้าร่วมประชุมฯ

ผู้เชี่ยวชาญเข้ารวมประชุมรวมทั้งหมดจำนวน 13 ท่าน ประกอบด้วย

1) ภาครัฐ จากสำนักการคุณภาพอากาศและเสียง กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม จำนวน 3 ท่าน
2) ภาคเอกชน จากบริษัทผลิตยางล้อรถยนต์ จำนวน 1 ท่านบริษัททำไพโรไลซีส จำนวน 4 ท่าน และบริษัทปูนซีเมนต์ จำนวน 4 ท่าน
3) สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.) จำนวน 1 ท่าน

ที่ปรึกษาผู้เข้าประชุม

1. รศ.ดร.ประเสริฐ ภวสันต์	ผู้อำนวยการโครงการฯ
2. ดร. สุวิสา มหาสันทนะ	นักวิจัยด้านระบบ GIS
3. ดร. อาวีวรรณ มั่งมีชัย	นักวิจัยด้านการออกแบบนโนบาย
4. ดร. วรพจน์ กนกกันฑพงษ์	นักวิจัยด้านสิ่งแวดล้อม
5. ดร.พรทิพย์ วงศ์สุโชโต	นักวิจัยอิสระด้านสิ่งแวดล้อม
6. ดร. ดวงกมล เรือนงาม	ผู้ประสานงานโครงการ/นักวิจัย
7. นางสาวสุภา ศิรินาม	ผู้ช่วยนักวิจัย
8. นางสาวนนทพัทธ์ สื่อเสรีธรรม	ผู้ช่วยนักวิจัย

เปิดประชุมเวลา 13.00 น.

หมายเหตุ *รายนามผู้เชี่ยวชาญและผู้ร่วมประชุมจากหน่วยงานต่างๆ แสดงดังตารางที่ 1 และ 2 ตามลำดับ

ระเบียบวาระที่ 1 เรื่องแจ้งเพื่อทราบ

มติที่ประชุม ไม่มี

ระเบียบวาระที่ 2 รับรองรายงานการประชุม

มติที่ประชุม ไม่มี

ระเบียบวาระที่ 3 เรื่องเพื่อพิจารณา

พิจารณาจากรายงานการประชุมระดมความคิดเห็นจากผู้เชี่ยวชาญในการพิจารณาด้านกฎหมายและวิธีการจัดการยางยานยนต์ใช้แล้วของประเทศไทยมีรายละเอียดดังนี้

1. ผู้ทรงฯ แนะนำให้ดูตัวอย่าง (ตุ๊กตา) การรวบรวมซากอิเล็กโทรนิกส์ของประเทศญี่ปุ่นเป็นตัวอย่าง ซึ่งอาจมีค่าใช้จ่ายในการกำจัด ซึ่งต้องศึกษาในแง่ต่างๆดังนี้
   a. กลไกการดำเนินการเป็นไปได้หรือไม่
   b. มีแนวทางการแก้ไขปัญหาในด้านต่างๆโดยสมมติปัญหาที่อาจจะเกิดขึ้น
   c. มีแบบใดบ้าง แจกแจงและดูความเหมาะสม

   หรือตัวอย่างตุ๊กตาในประเทศไทย ได้แก่ การเรียกเก็บแบตเตอรี
2. ผู้ทรงฯ คาดว่ายางยานยนต์ใช้แล้วไม่ใช่ waste เนื่องจากไม่มีการลักลอบทิ้ง และไม่มีในถังขยะ
3. ผู้ทรงแนะนำว่าการทำสมดุล (balance) เส้นทางการเดินทางของยางในสไลด์ที่ 6 ในการผลิตยางและท้ายสุดเข้าสู่บริษัทผู้รับกำจัดควรเท่ากัน เนื่องจากตัวเลขที่หมุนเวียนสำคัญต่อการควบคุมการกำจัด วิธีการที่จะได้ได้ตัวเลขที่ถูกต้องและสมดุลคือ
   a. ออกใบกำกับการขนส่ง ซึ่งประกอบด้วย ยางฯมาจากหน่วยงานไหน นำไปทำอะไร ควบคุมโดยกรมควบคุมมลพิษ ซึ่งผู้ทรงฯกล่าวว่าการออกใบกำกับในการขนส่งน่าจะเพียงพอต่อการทราบปริมาณยางฯ แต่ผู้ทรงฯบางท่านไม่สนับสนุนให้ควบคุมการขนส่งยางฯเพราะยางไม่ใช่วัตถุอันตราย
   b. ต้องหาสาเหตุว่ายางหายไปไหน เช่น อาจส่งออกไปในต่างประเทศรอบๆประเทศไทย ได้แก่ ลาว เขมร มาเลเซียซึ่งมาเลเซียมีนิคมที่นำยางไปเข้ากระบวนการไพโรไลซีส
   c. ให้สอบถามกับบริษัทรับเปลี่ยนยางฯ
4. ผู้ทรงแนะนำว่า สมอ. ต้องทำหน้าที่ออกมาตรฐานผลิตภัณฑ์ที่มีองค์ประกอบของยางยานยนต์ใช้แล้ว เพื่อส่งเสริมการผลิตผลิตภัณฑ์จากยางฯ
5. ในการจะควบคุมด้านการขนส่งยางฯจากผู้รับเปลี่ยนยางฯไปยังบริษัทผู้รับจัดการฯควรมีกฎควบคุมดังนี้
   a. คนรวบรวมยางเส้นไม่ควรเก็บไว้นาน 90 วัน เป็นต้น
   b. ให้ผู้รวบรวมมีการระบุวิธีการจัดเก็บยางฯอย่างชัดเจน เพื่อป้องกันการแพร่พันธุ์ของยุง ในกรณีนี้กระทรวงสาธารณสุขควรเป็นผู้ออกกฎ เป็นต้น

c. ให้ผู้รวบรวมระบุปริมาณยางที่บริษัทเปลี่ยนยางฯมาส่งว่ามีจำนวนเท่าไร และออกไปเท่าไรไปทำอะไร คล้ายๆกับ สก. ของสำนักกากฯ ในการขนส่งของเสียออกจากโรงงาน (ใบ manifest)

6. ในการจัดการยางฯ ต้องมีเงินเป็นกองกลางในการจัดการยางหรือบำบัดยางฯ เช่นเดียวกับ โรงงาน 106 ต้องมีงบในการกำจัดกากอุตฯ เช่นกัน

7. การเรียกเก็บเงินเพื่อการขนส่งยางฯไปยังบริษัทที่รับจัดการฯ
   a. บุคคลใดต้องทำหน้าที่จ่ายเงินในการขนส่งยางฯ ผู้รวบรวมจ่ายให้ผู้รับเปลี่ยนยางฯ หรือ....
   b. การขนส่งไม่ควรเก็บเงินเพราะยางมีค่าอยู่แล้ว
   c. การขนส่งในปริมาณที่ต้องการ (supply=demand) จะทำให้ต้นทุนในการจัดการยางฯ ลดต่ำลง
   d. ตัวอย่างราคาการขนส่งยางฯไป จ. ลำปาง 1 บาท/ก.ก. ถ้าค่าขนส่งเกิน 2 บาท/ก.ก. จะไม่มีใครอยากซื้อจากผู้รวบรวมฯ

8. ผู้ทรงฯจากบริษัทผู้ผลิตและบริษัทไพโรไลซีสต้องการทราบวิธีการการจัดการยางฯ รูปแบบ PR model อย่างละเอียด แล้วมีขั้นตอนอะไรบ้างอย่างไร และกล่าวว่าวิธีการนี้น่าจะเหมาะสมกับการจัดการยางฯของไทย แต่ถ้าใช้แบบ tax model อาจทำได้ช้า

9. การจัดตั้งโรงงานจัดการยางฯ ควรตั้งกึ่งกลางทางเพื่อป้องกันในเรื่องค่าขนส่งที่สูงเกินไป รวมทั้งเทคโนโลยีที่ใช้ควรเป็นแบบไหน ควรมีการเสนอแนะ

10. ผู้ทรงฯ จาก คพ. กล่าวว่า ยางฯเป็นของเสียต้องมีการดำเนินการจัดการโดยรวมค่ากับจัดในราคายาง รัฐต้องบังคับเพื่อไม่ให้เกิดมลภาวะต่อสิ่งแวดล้อม อย่างไรก็ตามควรเน้นด้านการจัดการไม่อยากให้ออกมาเป็นกฎหมาย โดยเริ่มเป็นแบบ step by step และอยากให้ทางที่ปรึกษาทำแผนการดำเนินงานเรียกคืนยางฯเป็นช่วงๆว่าช่วงเดือนไหนทำอะไร ในหนึ่งปีข้างหน้าต้องทำอะไรและจะได้อะไรออกมาเป็นแผนที่เห็นภาพที่ชัดขึ้นเป็น phaseๆ ไป

11. พิจารณาในด้านเงินที่ใช้ในการกำจัด คนใช้ยางต้องเป็นผู้รับผิดชอบค่าจัดการยางยานยนต์ฯ ดั่งเช่นในประเทศเยอรมัน

12. ผู้ทรงฯแนะนำว่าให้ศึกษาว่าประเทศไทยมีภาพรวมการจัดการยางฯ ทั้งทางสิ่งแวดล้อมและมูลค่าอย่างไร โดยศึกษาในแต่ละส่วนและหน้าที่ของแต่ละส่วน (layer actor) และสร้างอะไรบางอย่างเพื่อให้กระบวนการของการเพิ่มมูลค่า (value) เพื่อให้ธุรกิจดำเนินไปได้สูงสุด (business driven) ตัวอย่างเช่น Fleet เข้าไปในวงจรยางยานยนต์เพื่อทำหน้าที่หล่อดอกและเกิดธุรกิจหล่อดอกขึ้นเป็นการเพิ่มมูลค่าและเพิ่มช่องทางธุรกิจใหม่ ซึ่งขณะนี้สิ่งที่อาจแก้ได้ในเบื้องต้นคือ การควบคุมค่าใช้จ่ายในการ

ขนส่ง (regulation) collection& distribution model ควรมีหน้าตาอย่างไร ยางฯควรไปทำอะไรดี ตัวอย่างเช่น Heat recovery Pyrolysis Reclaim

ในปัจจุบันต่างประเทศเน้นเทคโนโลยีที่ส่งเสริม material recovery ก่อนที่ยางยานยนต์จะใช้ไม่ได้แล้วนำไปทำน้ำมันในที่สุด ในแง่ของ material recovery อยากให้ที่ปรึกษาเจาะลึกว่าในประเทศไทยมีอะไรบ้าง มีทางอื่นไหม ปริมาณเท่าไร

13. ที่ปรึกษาต้องศึกษาว่า ซาเล้ง ทำงานอย่างไร มีพฤติกรรมอย่างไร เชื่อมกับ collecting part อย่างไร มี value chain อย่างไร ดูค่าที่เกิดขึ้นของแต่ละเส้นทางไปจนถึงปลายทาง (สไลด์ที่ 6)

14. รูปแบบการกำจัดสินค้าจะดำเนินการอย่างไร โดยพิจารณาจากจุดคุ้มทุน โดยเริ่มจากภาพรวมขนาดใหญ่ก่อนแล้วค่อยลงรายละเอียดแล้วค่อยกำหนดกฎหมายควบคุมหน่วยย่อยๆเหล่านั้น นอกจากนี้ต้องพิจารณาว่าเทคโนโลยีแต่ละประเภทมีความเสี่ยงอะไรบ้างในการบริหารและการจัดการหรือไม่ในอนาคต เช่น อาจจะต้องมีการ modify process หรือ pretreatment หรือไม่

15. ลองประเมินว่าถ้าไม่มีข้อจำกัดหรือกฎควบคุมอะไรคาดว่าจะมีศักยภาพในการผลิตเป็นอย่างไร สูง กลาง หรือต่ำ

16. ผู้ทรงฯแนะนำให้ลองไปดูตัวอย่างประกาศ 2548 (2550??) ของกระทรวงอุตสาหกรรมในการกำจัดสิ่งปฏิกูลและสิ่งไม่ใช้แล้ว

<u>การนำเสนอในช่วงเช้า</u>

1. ตรวจสอบตัวเลขยางฯหล่อดอก คำนวณ capacity
2. ให้เพิ่มเติมเส้นทางยางฯในสไลด์ที่ 6 ว่ามีบริษัทที่รับจัดการฯประเภทใดอีกบ้างและอย่างละเท่าไหร่
3. การพิจารณาทางด้านสิ่งแวดล้อมสามารถบอกได้คร่าวๆว่า ใคร อะไร ยังไง
4. ต้องสนับสนุนเชิงนโยบายในการนำยางฯไปทำก่อสร้าง หรืองานฝีมือไหม จะพิจารณาอย่างไร
5. มีผลิตภัณฑ์อะไรที่เป็นไปได้ในการส่งเสริมการใช้ยางฯอย่างคุ้มค่า ขณะนี้มีมาตรฐานอะไรไหมในการผลิตผลิตภัณฑ์เหล่านั้น และจะส่งเสริมการผลิตผลิตภัณฑ์เหล่านั้นอย่างไร ตัวอย่าง ในการกำหนด ISO ก็ต้องพิจารณาทั้งแง่สิ่งแวดล้อมและมูลค่า
6. ในปัจจุบันผลิตภัณฑ์ 2 ประเภท ได้แก่ crumb และ reclaim ที่มีแนวโน้มที่เพิ่มมูลค่ายางแล้วผลิตภัณฑ์ชนิดไหนใน 2 ชนิดนี้เหมาะสมกับไทย (มาเลเซีย/จีน สนใจยาง crumb)
7. มีกฎเพื่อบ่งบอกคุณภาพของผลิตภัณฑ์ไหม (spect)
8. ในการคำนวณค่าต่างๆระบุวิธีการคำนวณอย่างละเอียด รวมทั้งการแทนค่าคงที่ด้วยด้วย
9. ต้องทำ mass balance ด้วย ผลิตภัณฑ์ไหนมีน้อยก็สามารถละได้

10. กระบวนการที่ทำให้เกิดปัญหาเรื่องการรวบรวม คือ การ collection ซึ่งมีทั้ง ซาเล้ง ซาปั๊ว/ยี่ปั๊ว เอเย่นใหญ่อยู่ที่ไหน

11. ต้องการทราบข้อมูลยางส่งออก (ยางเก่า)

12. งานนี้เป็นความร่วมมือของทุกฝ่าย สภาพัฒน์ คพ. และ สมอ.

สรุป

ต้องดูทุกส่วนตั้งแต่ขั้นตอน

1) การเก็บ การเปลี่ยนยางต้องมี manifest

2) การขนส่ง จะใช้แผนที่ GIS ร่วมด้วยในการพิจารณา

3) ด้านเทคโนโลยี สนับสนุนส่งเสริมการประกอบกิจการและให้โรงงานรับปริมาณยางฯเพิ่มได้มากขึ้น

4) กฎหมาย มีกฎหมายควบคุมระบบทั้งหมด

มติที่ประชุม - ให้เพิ่มเติมรายละเอียดที่ผู้เชี่ยวชาญแนะนำในการประชุมฯครั้งต่อไป

ระเบียบวาระที่ 5 เรื่องอื่นๆ

-

ปิดประชุมเวลา 16.30 น.

ดร.ดวงกมล เรือนงาม ผู้พิมพ์รายงานการประชุม

ดร.วรพจน์ กนกกันฑพงษ์ ผู้ตรวจ

ตารางเปรียบเทียบ Outputs

Outputs ที่เสนอ	Outputs ที่ได้รับ
- ได้ข้อมูลปริมาณยางยานยนต์ใช้แล้ว (ยางฯ) ที่มีอยู่ในปัจจุบัน	ยางยานยนต์ที่ผลิตขึ้นในประเทศไทยแต่ละปีมีมากถึง 27 ล้านเส้น (โดยประมาณ) โดยมีการส่งออกนอกประเทศประมาณ 9 ล้านเส้น และใช้งานในประเทศประมาณ 18 ล้านเส้น จากการสำรวจเส้นทางของยางยานยนต์ที่ใช้ในประเทศ แต่ละปีจะมียางฯ ที่ได้รับการกำจัดโดยวิธีไพโรไลซิส เผาในเตาปูน และทำยางรีเคลม ประมาณ 4.4 ล้านเส้น มีการนำไปหล่อดอกใหม่และวนใช้งานในระบบประมาณ 2 ล้านเส้น และไม่ทราบแหล่งที่รับกำจัดอีกมาก ในส่วนของการกระจายตัวตามจังหวัดต่าง ๆ ของยางฯ ได้ประเมินปริมาณจากการสอบถามร้านรับเปลี่ยนยางทั่วประเทศกว่า 600 แห่ง เช่น บริษัท ค็อกพิท จำกัด บริษัท บีควิก จำกัด บริษัท ไทร์พลัส จำกัด บริษัท เอซีที จำกัด บริษัท ออโต้บอย จำกัด พบว่า จากปริมาณยางที่ได้รับการเปลี่ยนจากร้านเปลี่ยนยาง 3.2 ล้านเส้น จังหวัดกรุงเทพมหานครมีปริมาณยางฯ เกิดขึ้นมากที่สุด ประมาณ 1.45 ล้านเส้น รองลงมาคือ นครราชสีมา ชลบุรี ระยอง เชียงใหม่ และสงขลา ประมาณ 0.13 0.09 0.06 0.06 และ 0.06 ล้านเส้น ตามลำดับ
- ได้ทราบวิธีการจัดการยางฯ ที่มีอยู่ในปัจจุบัน - ได้ทราบถึงเทคโนโลยีต่าง ๆ ในการแปรรูปยางฯ	เทคโนโลยีหลัก ๆ ที่ใช้ในการจัดการยางฯ ของประเทศไทยมีทั้งหมด 3 เทคโนโลยี ได้แก่ ไพโรไลซิส เชื้อเพลิงทดแทนในเตาปูน และยางรีเคลม/ยางผง โดยข้อมูลการสำรวจและประมาณการปริมาณยางฯ ที่แต่ละประเภทบริษัท พบว่า ยางฯ สามารถนำไปเป็นเชื้อเพลิงทดแทนในเตาปูนหรือโรงงานปูนซีเมนต์ได้มากที่สุด รองลงมาคือนำไปเข้ากระบวนการไพโรไลซิส และยางรีเคลม/ยางผง ตามลำดับ เนื่องจากยางฯ เป็นวัตถุดิบที่ให้ค่าพลังงานต่อน้ำหนักที่สูง ในขณะที่เทคโนโลยีไพโรไลซิส และกระบวนการทำรีเคลม/ยางผง ยังอยู่ในขั้นตอนการพัฒนากระบวนการและผลิตภัณฑ์รวมทั้งรอการสนับสนุนจากทางภาครัฐในการจัดตั้งโรงงานที่ใช้เทคโนโลยีดังกล่าว อย่างไรก็ตาม เมื่อทำการเจาะลึกข้อมูลจากการสำรวจและลงพื้นที่แต่ละบริษัทที่รับกำจัดยางฯ กลับพบว่า ยางฯ ถูกส่งไปเป็นเชื้อเพลิงทดแทนในเตาปูนเพียง 0.4 ล้านเส้นต่อปี ในขณะที่กระบวนการไพโรไลซิสรับกำจัดยางฯ 1.2 ล้านเส้นต่อปี และการทำยางรีเคลม/ยางผง เป็นเทคโนโลยีที่ประเทศไทยใช้กำจัดยางฯ มากที่สุดถึง 2.8 ล้านเส้นต่อปี

Outputs ที่เสนอ	Outputs ที่ได้รับ
- ทราบถึงข้อกำหนดกฎหมายในการจัดการยางฯ ในต่างประเทศ	จากการสำรวจข้อมูลการรวบรวมยางฯ ในต่างประเทศที่ประสบความสำเร็จมีวิธีการรวบรวมทั้งหมด 3 วิธี ได้แก่ **1. ระบบผู้ผลิตรับผิดชอบ (Producer responsibility, PR)** นิยมใช้กับประเทศในทวีปยุโรป โดยออกกฎห้ามการทิ้งยางฯ ตั้งแต่ปี ค.ศ. 2003 และห้ามทิ้งเศษยางฯ ในปี ค.ศ. 2006 นอกจากนี้ได้มีการประกาศให้ชิ้นส่วนของรถยนต์ 80% โดยน้ำหนัก ต้องสามารถนำไปรีไซเคิลได้ ภายในปี ค.ศ. 2006 และเพิ่มสัดส่วนเป็น 95% ภายในปี ค.ศ. 2015 ซึ่งหมายความว่าทั้งอุตสาหกรรมรถยนต์และยางรถยนต์ต้องสามารถรีไซเคิลได้อย่างง่าย นอกจากนี้โรงงานปูนที่นำเศษยางฯ ไปเผาเป็นเชื้อเพลิงและไม่สามารถควบคุมการปล่อยมลพิษทางอากาศได้ตามมาตฐาน จะถูกระงับใบอนุญาตประกอบการซึ่งเริ่มใช้ในปี ค.ศ. 2008 การดำเนินงานของระบบนี้จะเริ่มต้นจาก ผู้รับซื้อยางฯ จะถูกเรียกเก็บค่าธรรมเนียมการจัดการยางฯ ณ จุดที่ทำการซื้อขายยางยานยนต์ ค่าธรรมเนียมจะถูกส่งต่อให้กลุ่มผู้ผลิตยางยานยนต์ กลุ่มอุตสาหกรรมรีไซเคิลยางยานยนต์ ซึ่งจัดตั้งโดยกลุ่มบริษัทผู้ผลิตยางยานยนต์ จะทำหน้าที่เป็นผู้รวบรวม เคลื่อนย้ายและทำการบำบัดยางฯ ในจำนวนที่เท่ากับยางยานยนต์ใหม่ที่จำหน่าย ค่าธรรมเนียมมีแนวโน้มที่จะลดลงเมื่อดำเนินการไประยะเวลาหนึ่ง กลุ่มบริษัทผู้ผลิตยางยานยนต์ต้องจัดทำรายงานการดำเนินงานประจำปีต่อหน่วยงานภาครัฐที่กำกับดูแล ระบบนี้เป็นระบบที่ใช้ในทวีปยุโรปและประสบความสำเร็จมานานกว่า 10 ปี โดยระบบสามารถติดตามตรวจสอบการจัดการยางฯ ได้ และนำรายได้มาส่งเสริมพัฒนาการวิจัยในอุตสาหกรรมยาง และค่าใช้จ่ายในการบำบัดยางฯ มีความโปร่งใสและสามารถติดตามตรวจสอบได้ **2. ระบบตลาดเสรี (Free market)** ในประเทศญี่ปุ่นมีการใช้ระบบตลาดเสรีในกระบวนการเก็บรวบรวมและบำบัดยางยานยนต์ โดยสมาคมผู้ผลิตยางยานยนต์ หรือ The Japan Automobile Tyre Manufacturers Association Inc. (JATMA) เป็นกลุ่มที่ประชาสัมพันธ์ 3Rs–Reduce, Reuse and Recycle และรวบรวมยางฯ กลุ่มอุตสาหกรรมที่เกี่ยวข้องกับการบำบัดยางฯ จะดำเนินการแบบเสรี ตามความสมัครใจ และมีการแข่งขันกันผ่านกลไกการตลาด ในบางประเทศจะมีกฎหมายควบคุม

Outputs ที่เสนอ	Outputs ที่ได้รับ
	เกี่ยวกับการเคลื่อนย้าย การทิ้ง และการกักเก็บยางฯ ภายใต้ระบบนี้ จะมีการตั้งค่าเป้าหมายในการบำบัดยางฯ แต่ไม่มีการระบุเฉพาะเจาะจงว่าใครหรือกลุ่มบริษัทไหนเป็นผู้รับผิดชอบ อาจจะมีกลุ่มองค์กรอิสระหรือกลุ่มองค์กรอาสาสมัครในการช่วยเหลือสนับสนุนระหว่างกลุ่มอุตสาหกรรมเพื่อให้เกิดกระบวนการบำบัดยางฯ ที่เกิดประโยชน์สูงสุด **3. ระบบภาษี (Tax system)** ประเทศสหรัฐอเมริกาใช้ระบบภาษีและประสบความสำเร็จในการเก็บรวบรวมและบำบัดยางฯ หลายรัฐในอเมริกาได้ออกมาตราการต่าง ๆ ในการรีไซเคิลยางฯ บางรัฐมีโครงการบำบัดยางฯ โดยตรง ในขณะที่บางรัฐรวมการบำบัดยางฯ เข้ากับโครงการการบำบัดของเสียทั่วไป มี 19 รัฐที่มีโครงการเสริมสร้างแรงจูงใจเพื่อให้เกิดโครงการเปลี่ยนยางฯ มาเป็นน้ำมันและนำไปใช้เป็นวัสดุอื่น ๆ อีก 32 รัฐมีโครงการสนับสนุนทางการเงินและการให้กู้ยืมเงินสำหรับอุตสาหกรรมการรีไซเคิลยางและการบำบัดยางยานยนต์ ผู้ซื้อยางยานยนต์จ่ายค่าธรรมเนียม ณ จุดที่ซื้อขาย โดยค่าธรรมเนียมในการจัดการยางยานยนต์ขึ้นกับแต่ละรัฐ ซึ่งมีค่าอยู่ในช่วง $1 - $2.5 ต่อยางยานยนต์ โดยร้านจำหน่ายยางยานยนต์ ร้านจำหน่ายรถยนต์ ศูนย์เปลี่ยนล้อ สามารถหักค่าใช้จ่ายจากค่าธรรมเนียมในการลงทะเบียน $0.1 - $0.25 ต่อยางยานยนต์ แล้วส่งต่อค่าธรรมเนียมที่เหลือ ($0.9 - $2.25) ให้แก่หน่วยงานของภาครัฐ หรือหน่วยงานที่รัฐดูแล เพื่อใช้จ่ายในการจัดการยางยางยนต์
- ได้ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมที่เกิดจากเทคโนโลยีต่าง ๆ ในการจัดการยางฯ	ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมในด้านต่าง ๆ ของการจัดการยางฯ พบว่าการจัดการยางฯ ที่มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมสูงที่สุดในทุก ๆ ด้านคือ การผลิตยางรีเคลม รองลงมาคือเทคโนโลยีไพโรไลซิส การผลิตยางผง และการใช้เป็นเชื้อเพลิงทดแทนในเตาปูน ตามลำดับ อย่างไรก็ตามการกำจัดยางฯ 1 ตันด้วยการนำไปผลิตเป็นยางรีเคลมเพื่อทดแทนการใช้ยางธรรมชาติจะสามารถลดผลกระทบต่อภาวะโลกร้อนลงได้ 760 kg CO_2e หากนำไปผลิตเป็นยางผงเพื่อทดแทนการใช้ยางธรรมชาติจะสามารถลดผลกระทบต่อภาวะโลกร้อนลงได้ 360 kg CO_2e หากนำไปใช้เป็นเชื้อเพลิงในเตาปูนเพื่อทดแทนการใช้ถ่านหินจะสามารถลดผลกระทบต่อภาวะโลกร้อนลงได้ 650 kg CO_2e หากนำไปผลิตเป็นน้ำมันเตาสังเคราะห์เพื่อทดแทนการใช้น้ำมันเตาจะทำให้ผลกระทบต่อภาวะโลกร้อนเพิ่มขึ้น 1,137 kg

Outputs ที่เสนอ	Outputs ที่ได้รับ
	CO_2e หมายความว่าการกำจัดยางฯ ด้วยการนำไปผลิตเป็นน้ำมันสังเคราะห์จะก่อให้เกิดผลกระทบต่อภาวะโลกร้อนสูงที่สุด รองลงมาคือการนำไปผลิตเป็นยางผงนำไปใช้เป็นเชื้อเพลิงในเตาปูน และการนำไปผลิตเป็นยางรีเคลม โดยการนำไปใช้เป็นเชื้อเพลิงในเตาปูนจะส่งผลดีต่อสิ่งแวดล้อมมากที่สุดในทุก ๆ ด้าน รองลงมาคือการนำไปผลิตเป็นยางรีเคลม ยกเว้นด้าน Global warming, Ozone layer depletion และ Terrestrial ecotoxicity ซึ่งการนำไปผลิตเป็นยางรีเคลมจะส่งผลดีมากที่สุด
- ได้ทราบข้อมูลด้านต้นทุนและเป็นแง่มุมหนึ่งที่ช่วยในการตัดสินใจลงทุนแก่ผู้ประกอบการ	คำนวณต้นทุน-กำไรของการดำเนินการบำบัดยางฯ ดังนี้ **1) การใช้เป็นเชื้อเพลิงในเตาเผาปูนซีเมนต์** ในประเทศไทยมีโรงงานผลิตปูนซีเมนต์ที่มีการนำยางฯ มาใช้เป็นเชื้อเพลิง เช่น ปูนซีเมนต์ไทย (แก่งคอย) บริษัท ทีพีไอ โพลีน จำกัด (มหาชน) บริษัท ปูนซีเมนต์นครหลวง จำกัด (มหาชน) และบริษัท บางปู เอนไวรอนเมนทอลคอมเพล็กซ์ จำกัด จากการสัมภาษณ์โรงงานปูนพบว่าปัจจุบันมีการใช้ยางฯ เป็นเชื้อเพลิงน้อยมาก แต่การนำมารีไซเคิลมีไม่มากนักเนื่องจากค่าขนส่งสูง จึงไม่คุ้มที่จะเสียค่าใช้จ่ายในการรวบรวมยาง จากการสัมภาษณ์ผู้ที่ทำงานอยู่ในอุตสาหกรรมปูนซีเมนต์และนำมาคำนวณความคุ้มทุนพบว่ายางยางยนต์ 1 กิโลกรัม สามารถประหยัดค่าใช้จ่ายในการซื้อถ่านหินประมาณ 0.7 บาท **2) กระบวนการไพโรไลซิส** จากการสัมภาษณ์ผู้ประกอบการเกี่ยวกับค่าใช้จ่ายและรายรับ พบว่า ผู้ประกอบการได้กำไร 2.3 - 3.2 หรือ 4.0 - 5.6 บาทต่อกิโลกรัมยางฯ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับขนาดของโรงงาน โดยระยะเวลาในการคืนทุนประมาณ 2 - 3 ปี **3) โรงงานรีเคลม/ยางผง** จากการสัมภาษณ์ผู้ประกอบการเกี่ยวกับค่าใช้จ่ายและรายรับ พบว่าผู้ประกอบการได้กำไร 3.8 - 6.2 บาทต่อกิโลกรัมยางฯ ระยะเวลาในการคืนทุนประมาณ 3 ปี
- เพื่อเป็นแนวทางให้แก่ทางภาครัฐเพื่อลดปริมาณยางฯ	การจัดการยางฯ ในประเทศไทยนั้นสามารถทำให้เกิดความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ได้หากมีการจัดการเรื่องการเก็บรวบรวมและการขนส่งให้มีประสิทธิภาพ และมีตำแหน่งของโรงบำบัดที่เหมาะสม รวมทั้งหากมีการสนับสนุนจากหน่วยงานต่าง ๆ เช่น กรมโรงงานอุตสาหกรรม กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงสาธารณสุข และสภาอุตสาหกรรม น่าจะสามารถช่วยให้เกิดการจัดการยางฯ ที่มีประสิทธิภาพได้

คำชี้แจงการปรับปรุงแก้ไขเอกสาร

รายการปรับปรุงแก้ไข/ไม่ได้แก้ไขตามข้อคิดเห็น/ข้อเสนอแนะของผู้ทรงคุณวุฒิ ในรายงานฉบับสมบูรณ์ แสดงดังตาราง

ลำดับ	รายการ	หน้า	หมายเหตุ
1	ปรับคำให้สอดคล้องและเหมือนกันตลอดรายงาน เช่น ยางฯ ใช้แล้ว เปลี่ยนเป็น ยางฯ, ยางล้อฯ เปลี่ยนเป็น ยางฯ เป็นต้น		
2	ปรับปรุงเนื้อหาด้านนโยบายให้ชัดเจนขึ้นในบทที่ 3		