

ผลกระทบสิ่งแวดล้อมตลอดวัฏจักรชีวิตผลิตภัณฑ์ถนนแอสฟัลต์ผสมยางพารา

Environmental impacts assessment of the life cycle asphalt rubber road

นิชาภา มินาบูลย์¹ และ อภิเสกฐ์ สุวรรณสะอาด^{2*}

¹คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์และการออกแบบ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์

^{2*}คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์

¹E-mail: nichapha.min@rmutr.ac.th, ^{2*}E-mail: apised.suw@rmutr.ac.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาวัฏจักรชีวิตของถนนยางพารา ซึ่งเป็นการศึกษาพื้นผิวถนนแอสฟัลต์ผสมน้ำยางพาราที่ขอบหน้าของผิวทางที่มีความหนา 5 ซม. โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์และประเมินผลกระทบทางสิ่งแวดล้อมของถนนยางพาราสำหรับงานผิวถนนลาดยาง ด้วยเทคนิคการประเมินวัฏจักรชีวิตผลิตภัณฑ์ พร้อมทั้งเสนอแนะวิธีการพัฒนาและปรับปรุง ตลอดวัฏจักรชีวิตของถนนยางพารา เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพและลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม เก็บข้อมูลด้วยการลงพื้นที่สำรวจ ด้วยการรวบรวมข้อมูลกระบวนการก่อสร้างถนนแอสฟัลต์ผสมน้ำยางพาราและวัสดุต่างๆ ที่ใช้ สำหรับการประเมินวัฏจักรชีวิต พบว่าการเกิดออกซิเดชัน เนื่องจากปฏิกิริยาแสง-เคมี มีค่าประมาณ 50% สำหรับผลการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและการเกิดมลพิษต่อระบบนิเวศทั้งบนบกและในน้ำ พบความเป็นพิษในดิน มีค่าประมาณ 55% สำหรับศักยภาพที่ทำให้โอโซนในชั้นบรรยากาศลดลงและความเป็นพิษในดิน และแหล่งน้ำจัดทางชีวภาพการฟอสซิล และ 82% สำหรับค่าการพองของน้ำ และในส่วนของการบำรุงรักษาอยู่ที่ประมาณ 17% แสดงให้เห็นประโยชน์ด้านสิ่งแวดล้อมและด้านความทนทาน เมื่อเปรียบเทียบการใช้งานแอสฟัลต์ผสมน้ำยางพารากับถนนลาดยางมะตอยทั่วไป

คำสำคัญ: วัฏจักรชีวิตผลิตภัณฑ์ ถนนแอสฟัลต์ น้ำยางพารา สิ่งแวดล้อม

* Corresponding author, e-mail: apised.suw@rmutr.ac.th

Abstract

This research was studied the life cycle assessment of asphalt rubber mixed roads. The process is concentrated on mixed in the top layer of the surface thickness as 5 cm for the purpose of analyzing and evaluating the environmental impact. The pavement road surface analysis used product life cycle assessment techniques and suggestions on how to improve throughout the life cycle of the rubber road more effective and less impact on the environment as well as the process of construction of asphalt roads. In the life cycle assessment, the results showed the oxidation due to light-chemical reaction was about 50%. The effect of climate change and ecotoxicity on both land and water were 55%. of the potential for ozone depletion in the atmosphere and soil toxicity. The freshwater resources biological fossils were 82% for dehydration values in terms of maintenance, about 17% demonstrate environmental benefits and durability comparing the use of asphalt mixtures, latex with the common asphalt road.

Keywords: Life cycle assessment, asphalt road, rubber latex, environmenta

1. ที่มาและความสำคัญ

การก่อสร้างถนนแอสฟัลต์ได้สร้างความสะดวกต่อการก่อสร้างถนนในการคมนาคม ทำให้การคมนาคมในประเทศไทยมีการขยายตัวเพิ่มมากขึ้น ประกอบกับการขยายตัวทางเศรษฐกิจของประเทศ เพื่อให้เป็นไปตามแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ที่มุ่งขยายความเจริญสู่ชนบท ปัจจุบันการก่อสร้างถนน ได้รับการพัฒนาให้มีคุณภาพดีขึ้นเรื่อย ๆ ซึ่งก็นับเป็นตัวชี้วัดความเจริญได้อีกประการหนึ่ง

ประเทศไทยใช้ยางแอสฟัลต์ ในงานก่อสร้างและซ่อมบำรุงถนนทั่วประเทศ ยางมะตอย (Asphalt Cement) ถูกนำมาใช้ในงานสร้างผิวทาง เนื่องจากมีคุณสมบัติในการประสานยึดเกาะติดแน่นและกันน้ำซึม เสมือนกาวยึดจับโครงสร้างถนนให้เกาะรวมตัวกัน เป็นสาเหตุสำคัญในการนิยมนำยางมะตอยมาใช้ในงานสร้างถนน [1] จากสภาวะยางพารามีราคาตกต่ำในปัจจุบัน คณะกรรมการนโยบายธรรมชาติ จิงหาแนวทางในการแปรรูปมูลค่าเพิ่มให้แก่ยางพารา [2] โดยส่งเสริมให้เกิดการพัฒนาอุตสาหกรรมยางอย่างครบวงจร กลไกในการแก้ไขปัญหาราคายางตกต่ำคือการกระตุ้นการใช้ยางภายในประเทศให้มากขึ้น การก่อสร้างถนนแอสฟัลต์โดยมีส่วนผสมของยางพารา จึงเป็นอีกทางออกในการแก้ไขปัญหาดังกล่าว

ปัจจุบันสิ่งแวดล้อมกลายเป็นประเด็นสำคัญ การจัดการสิ่งแวดล้อมมีแนวทางที่มุ่งเน้นถึงการจัดการภายในองค์กร เพื่อควบคุมและเพิ่มประสิทธิภาพในการใช้ทรัพยากรหรือลดการปล่อยมลภาวะจากกระบวนการผลิตที่แหล่งกำเนิดด้วย [3] การประเมินวัฏจักรชีวิตผลิตภัณฑ์ (LCA) เป็นอีกเครื่องมือที่ถูกนำมาใช้ในการจัดการสิ่งแวดล้อมตามมาตรฐานการจัดการสิ่งแวดล้อม ISO 14000 ซึ่งมีกรอบการดำเนินงาน ข้อกำหนดความต้องการและขั้นตอนที่จำเป็นในการประเมินวัฏจักรชีวิตผลิตภัณฑ์ ตามอนุกรมมาตรฐาน 14040 และ 14044

ที่ผ่านมาได้มีงานวิจัยที่ได้มีการศึกษาผลกระทบตลอดวัฏจักรชีวิตในหลายผลิตภัณฑ์[4] รวมถึงแนวคิดการสร้างถนนยางพาราที่มีจุดประสงค์เพื่อต้องการเพิ่มมูลค่าให้กับยางพารา ทำให้ปริมาณความต้องการการใช้ยางพาราผสมยางมะตอยเพิ่มมากขึ้นไปด้วย การจัดการการทรัพยากรนอกจะช่วยลดมลภาวะของสิ่งแวดล้อมในอีกวิถีทาง รวมถึงเป็นเครื่องมือพื้นฐานในการออกแบบเชิงนิเวศเศรษฐกิจ (Eco Design) แนวคิดนี้ต้องอาศัยกลยุทธ์ในการพิจารณาด้านการจัดการและการผลิต[5] อีกทั้งยังเป็นการลดต้นทุนและลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมไปพร้อม ๆ กัน สอดคล้องกับแนวทางการพัฒนาอย่างยั่งยืน ทางคณะผู้วิจัยคาดว่าการศึกษาชิ้นนี้จะมีส่วนช่วยในการต่อยอดและนำยางพารามาช่วยเพิ่มมูลค่าและลดปริมาณยางพาราที่อยู่ในระบบจำนวนมาก ทำให้ราคายางพาราเพิ่มสูงขึ้นด้วย

2. ขั้นตอนการวิจัย

2.1 ศึกษากระบวนการกรีดยางพารา

ดำเนินการเก็บข้อมูลจากสวนยางพาราในส่วนของการผลิต โดยเก็บข้อมูลการใช้ทรัพยากร พลังงาน และผลกระทบที่เกิดขึ้นต่อสิ่งแวดล้อม ทั้งนี้จะไม่รวมผลกระทบที่เกิดจากสิ่งปลูกสร้างและเครื่องมือ หรือส่วนของวัสดุอุปกรณ์ที่จัดเป็นต้นทุนคงที่ (Fixed cost) เพราะถือว่าไม่ผลกระทบต่อระบบย่อย กำหนดหน้าที่และหน่วยของผลิตภัณฑ์ คือ ยางพารา ใช้สำหรับฉาบทำพื้นถนนลาดยางและผสมกับยางมะตอยสำหรับทำถนนยางพารา หน่วยปริมาณของยางพาราที่ศึกษา คือ 1 ต้น[6]

กระบวนการประเมินวัฏจักรชีวิตตามมาตรฐาน ISO 14040 และ ISO 14044 ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ดังนี้

- 2.1.1 ขั้นตอนที่ 1 การกำหนดเป้าหมายและขอบเขต (Goal and Scope Definition)
- 2.1.2 ขั้นตอนที่ 2 การวิเคราะห์รายละเอียดด้านสิ่งแวดล้อม (Life Cycle Inventory Analysis)
- 2.1.3 ขั้นตอนที่ 3 การประเมินผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม (Life Cycle Impact Assessment)
- 2.1.4 ขั้นตอนที่ 4 การแปลผลลัพธ์ (Interpretation)

2.2 หมวดหมู่ผลกระทบในการประเมิน LCA

โดยสามารถอธิบายเกี่ยวกับหมวดหมู่ผลกระทบที่ใช้บ่อยที่สุดได้เพื่อเป็นการสนับสนุนเพิ่มเติมสำหรับข้อมูลผู้ปฏิบัติงานด้าน LCA ที่เริ่มต้นใช้งาน ดังนี้[7]

- 2.2.1 ฝนกรด (Acidification Potential)
- 2.2.2 การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (Climate change)
- 2.2.3 การลดลงของโอโซน (Ozone Depletion)
- 2.2.4 ศักยภาพในการเป็นพิษของมนุษย์ (Human Toxicity Potential)
- 2.2.5 ศักยภาพในการก่อให้เกิดออกซิเดชัน (Photochemical Oxidants)
- 2.2.6 ผลกระทบต่อระบบนิเวศน์ (eco toxicity)
- 2.2.7 ยูโทรฟิเคชัน (Eutrophication)
- 2.2.8 ปริมาณน้ำที่สูญหายไป (water depletion)

2.3 ศึกษาการใช้ทรัพยากร พลังงาน และผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม

การเริ่มต้นของกระบวนการมาจากการรับวัตถุดิบเข้า การขนส่งวัตถุดิบมายังโรงงาน ไปจนถึงการผลิตผลิตภัณฑ์ในโรงงาน โดยไม่รวมผลกระทบในช่วงการใช้งานและการทำลายซากเมื่อหมดอายุ การกำหนดขอบเขตแบบ Cradle to Gate นิยมใช้สำหรับผลิตภัณฑ์ที่ไม่สามารถวิเคราะห์ผลกระทบในช่วงการใช้งานได้ชัดเจน เช่น ไฟฟ้า น้ำ เชื้อเพลิง และวัสดุต่างๆ หรือผลิตภัณฑ์ที่ผลิตเพื่อเป็นวัตถุดิบให้กับผลิตภัณฑ์อื่น[8]

3. เครื่องมือและวิธีการวิจัย

3.1 เครื่องมือ

การปูผิวทางแบบปูร้อน (Hot-Mix Asphalt) เหมาะกับถนนยางมะตอยผสมยางพารา งานวิจัยนี้ได้ทำการศึกษาการใช้ทรัพยากร พลังงานและผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม ในการปูผิวทางสำหรับชั้นผิวถนนที่ใช้ยางพาราผสมมวลรวมและยางมะตอย AC 60-70 เท่านั้น เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วยต่อไปนี้ [9]

3.1.1 ยางมะตอย AC60/70

เป็นยางมะตอย ชนิด Penetration Grade ใช้สำหรับทำ Hot Mix Asphalt

3.1.2 ยางธรรมชาติ

เนื่องจากน้ำยางธรรมชาติมีสภาพเป็นต่าง แต่ยางมะตอยน้ำมีสภาพเป็นกรด ก่อนการผสมในสภาพเย็น จึงต้องปรับสภาพน้ำยางธรรมชาติให้มีสภาพเป็นกรดเสียก่อน มิฉะนั้นจะจับตัวเป็นก้อน ด้วยการเติมกรดลงไป ส่วนผสมจึงใช้น้ำยางธรรมชาติผสมกับยางมะตอยขณะร้อนที่อุณหภูมิ 110-140 องศาเซลเซียส โดยมีขั้นตอนการดังนี้[10]

3.1.2.1 นำน้ำยางธรรมชาติผสมแอมโมเนียและโซดาไฟบรรจุในถังตามปริมาณที่กำหนด

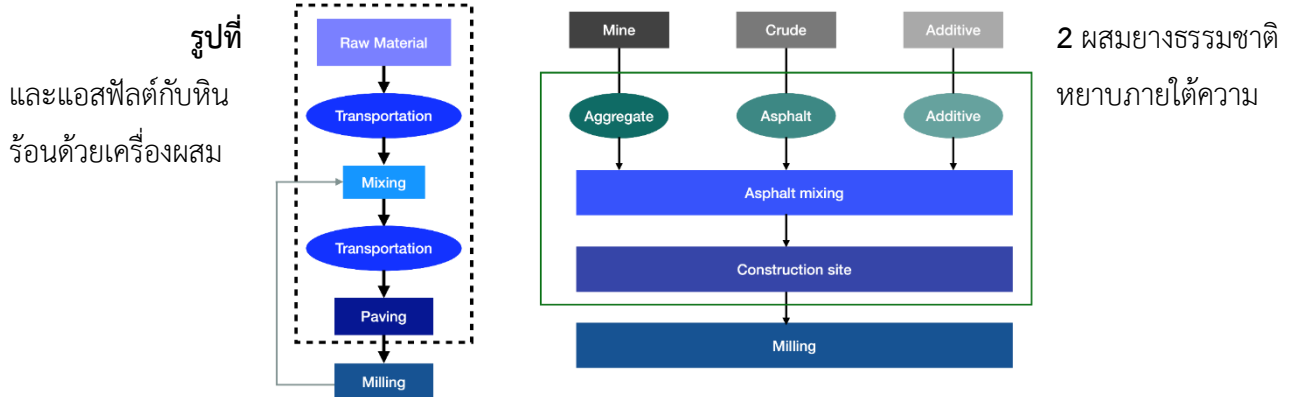
3.1.2.2 ผสมยางที่เตรียมไว้ลงในแอสฟัลต์หรือยางมะตอยที่ต้มจนเดือดอย่างช้า คนให้ผสมเข้ากัน

3.1.2.3 ลาดผิวถนน บางๆ ด้วยยางธรรมชาติผสมแอสฟัลต์ที่เตรียมไว้



รูปที่ 1 ลาดผิวถนนบางๆ ด้วยยางธรรมชาติผสมแอสฟัลต์

3.1.2.4 ผสมยางธรรมชาติและแอสฟัลต์กับหินหยาบภายใต้ความร้อนด้วยเครื่องผสม เกลี่ยและบดอัดถนนชั้นแรก ลงหินละเอียดผสมกับยางธรรมชาติที่ผสมแอสฟัลต์ และเกลี่ยและบดอัดถนนชั้นสุดท้าย[11]



รูปที่ 3 ขอบเขตระบบของ LCA สำหรับการสร้างถนนแอสฟัลต์ผสมน้ำยางพาราในงานวิจัยนี้

3.2 วิธีการวิจัย

3.2.1 ศึกษาขั้นตอนการก่อสร้างถนน

ในการศึกษาขั้นตอนการก่อสร้างถนนจะเริ่มตั้งแต่ การผลิตวัสดุลาดพื้นถนน การขนส่งวัสดุไปยังพื้นที่ก่อสร้างถนน การใช้พลังงานและวัสดุของกระบวนการก่อสร้าง สามารถสรุปขั้นตอนการก่อสร้างถนนแอสฟัลต์ผสมน้ำยางพารา[12] ดังต่อไปนี้

3.2.1.1 ขั้นตอนการใช้ถนน: ระยะนี้ประกอบด้วยกระบวนการบำรุงรักษาชั้นผิวถนนเท่านั้น

3.2.1.2 การใช้ถนนและการปล่อยมลพิษเนื่องจากพื้นผิวถนน ช่วงชีวิตของการใช้ถนนจะไม่รวมอยู่ในการศึกษาเนื่องจากยังไม่มีข้อมูลเฉพาะในส่วนนี้

3.2.1.3 สิ้นสุดการใช้งาน: เมื่อสิ้นสุดช่วงชีวิตถนน จะทำการพิจารณาการขุดผิว การขนส่งและการกำจัดยางมะตอย



สำหรับงานผิวถนนลาดยางจะมีอายุอยู่ที่ 40 ปีโดยมีการบำรุงรักษาพื้นผิวในชั้นที่มีการเปลี่ยนแปลง (5 ซม.) ทุก ๆ 15 ปี, ในขณะที่ถนนแอสฟัลท์ธรรมดาอายุการใช้งานก็คือ 30 ปีโดยมีการบำรุงรักษาบนผิวชั้นบน (5 ซม.) ทุกๆ 8 ปี [13]

ผิวทางผสมแอสฟัลต์กับน้ำยางพารา

ผิวทางทั่วไป

รูปที่ 4 ผิวทางผสมแอสฟัลต์กับน้ำยางพารากับผิวทางทั่วไป

ตารางที่ 3 บัญชีรายการข้อมูล และองค์ประกอบของถนนแอสฟัลต์ทั่วไปและถนนแอสฟัลต์กับน้ำยางพารา

ชั้นผิว	ผิวทางทั่วไป	ผิวทางผสมแอสฟัลต์กับน้ำยาง
บนสุด	20 ซม.	5 ซม.
	5% AC 60/70 แอสฟัลต์ 95%	วัสดุมวลรวม 95% ใช้สารผสมแอสฟัลต์กับน้ำยางพาราปริมาณ 5%
		5% AC 60/70 แอสฟัลต์ 95%
ฐาน	17.5 ซม.	17.5 ซม.
ฐานย่อย	27.5 ซม.	27.5 ซม.

สำหรับแอสฟัลต์ผสมยางพาราลาดถนนแบบผสมร้อนจะใช้วัสดุมวลรวมร้อยละ 95 ใช้สารผสมแอสฟัลต์กับน้ำยางพาราปริมาณ [14] ร้อยละ 5 ตามมาตรฐานความหนาของถนน 5 เซนติเมตร โดยใช้ยางพารา 1000 กิโลกรัม ซึ่งการใช้ยางพาราในรูปของน้ำยางมีปริมาณ 0.305 กิโลกรัมต่อตารางเมตร หรือ 2,745 กิโลกรัม ต่อระยะทาง 1 กิโลเมตร หรือน้ำยางพารา 1 ตัน ต่อระยะทาง 0.686 กิโลเมตร การใช้พลังงานมีค่าประมาณ 0.59 kWh / ตัน การขนส่งยางมะตอยไปยังบริเวณที่วางต้องใช้เวลาเฉลี่ยประมาณ 80 ลิตรต่อการเดินทางกลับ (ระยะทาง 24 กิโลเมตร) ใช้หินที่สกัดจากเหมืองในท้องถิ่น (ระยะทาง 2 กิโลเมตร) การผลิตส่วนผสมของยางมะตอย เกิดขึ้นในหน่วยอุตสาหกรรมพิเศษซึ่งมีส่วนผสมของบิทูเมนต์ผสมกับมวลรวมร้อนเพื่อผลิตส่วนผสมบิทูมินัสชั้นสุดท้ายใช้พลังงาน 83.04 กิโลวัตต์ต่อชั่วโมงและ 2.7 กิโลวัตต์ชั่วโมงต่อตัน ในกระบวนการก่อสร้างพบว่าการขุดวัสดุ 4550 ลูกบาศก์

เมตรตอภึลเมตร และวางขุดผสมที่รื้อน 2.96 ภึลว้ดตตอขั้วฆ้องตอลูกบาศภึเมตร ส่วนในกระบวนการลาดแอสฟล้ตผสมยางพาราครุ่องปฐัฒทางและการใช้เชือเพลิงครุ่องอัดฉึตมีขนาด 400 และ 120 ลิตร ตามล้าดับ [15] การบริภึคน้ำในระหว่างการบอัดเป็นสองเท่าสำหรับชั้นแอสฟล้ตผสมยางพารา คึอ 8533 ภึลกรัม เมือเทียบกับผัฒทางปกติที่ใช้น้ำ 4267 ภึลกรัม ไม่มีข้อมูลเกือวกับการปล่อยกาซเรื้อนกระจกที่ปล่อยออกมาในระหว่างกระบวนการผัฒทาง อึกทั้งยังสามารถทราบค่าว้สตุต่าง ๆ ที่ใช้สำหรับถนนยางมะตอยทัวไปและถนนแอสฟล้ตกับน้ำยางพาราจากตารางที่ 4 ซึ่งบอกให้ทราบถึงมวลรวมของว้สตุที่ใช้สร้างต้งแต่ชั้นฐานล่างสุดจนถึงผัฒชั้นบนสุด โดยมีหน่วยเป็นภึลกรัมตอภึลเมตร

ตารางที่ 4 ว้สตุที่ใช้สำหรับถนนยางมะตอยทัวไปและถนนแอสฟล้ตกับน้ำยางพารา

	ว้สตุที่ใช้	ถนนทัวไป	ถนนแอสฟล้ตผสมยางพารา	หน่วย
ชั้นผัฒด้านบนสุดของแอสฟล้ตผสมยางพารา	น้ำยางพารา	-	2745	kg/km
	ยางมะตอย AC 60/70	-	37012.5	kg/km
	มวลรวม	-	781375	kg/km
	สารเติมพาราฟิน C12-C15	-	1234	kg/km
ชั้นผัฒด้านบนสุดของแอสฟล้ต	ยางมะตอย AC 60/70	165550	124162.5	kg/km
	มวลรวม	3145450	2359087	kg/km
ฐาน	มวลรวม	3185000	3185000	kg/km
ชั้นฐาน	มวลรวมทรายหยาบ	4812500	4812500	kg/k

3.2.2 การประเมินผลกระทบของวงจรขัีวิต

การประเมินผลกระทบของวงจรขัีวิต ข้อมูลว้สตุต่าง ๆ ที่เป็นข้อมูลเกือวกับผลกระทบต่อสัิ่งแวดลอมที่อาจเกึตขึ้นกับประภษผลกระทบที่แตกต่ากันโดยใช้วิธี ReCiPe H ที่ ReCiPe Midpoint (H) v1.06 / Europe ReCiPe H ได้คำนวณผลกระทบที่เกึตขึ้นโดยอ้างถึงหน่วยการทำงานที่ 1 กม. ตอปี [16] ดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 ผลการประเมินผลกระทบของวงจรขัีวิต

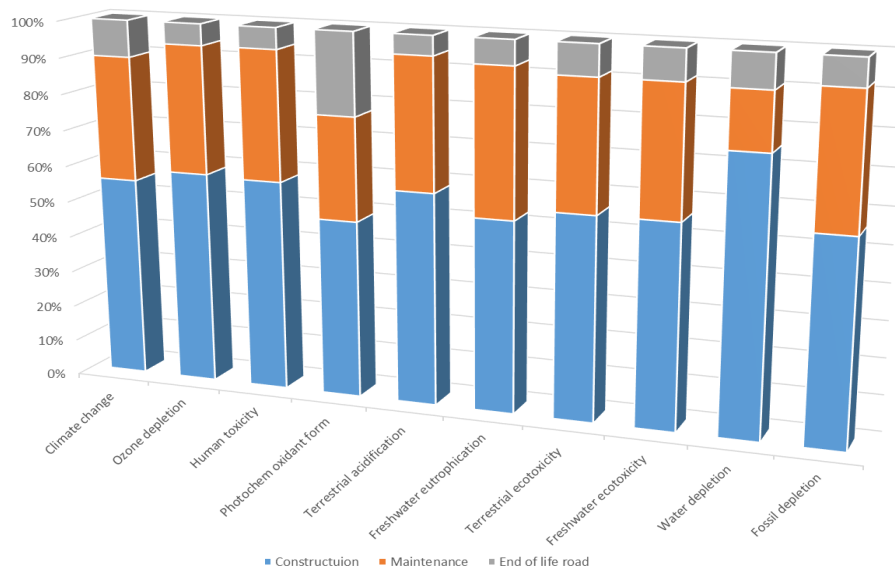
กลุ่มผลกระทบ	ถนนแอสฟล้ตผสมน้ำยางพารา	ถนนยางมะตอยทัวไป
Climate change (kg CO ₂ eq)	10802.8	16337.02
Ozone depletion (kg CFC-11 eq)	0.00413	0.00666
Human toxicity (kg 1,4-DB eq)	3082.29	4243.56
Photochem oxidant form. (kg NMVOC eq)	67.09	101.65
Terrestrial acidification (kg SO ₂ eq)	83.49	128.31
Freshwater eutrophication (kg P eq)	2.92	3.65

Terrestrial ecotoxicity (kg 1,4-DB eq)	3.52	5.60
Freshwater ecotoxicity (kg 1,4-DB eq)	61.45	83.51
Water depletion (m ³)	517.70	742.18
Fossil depletion (kg oil eq)	11506.73	18255.28

หมายเหตุ: Sb หมายถึง แร่พลวง, CFC หมายถึง คลอโรฟลูออโรคาร์บอน, 1,4-DB หมายถึง 1,4-ไดคลอโรเบนซีน

จากตารางที่ 5 ทำให้ทราบถึงผลกระทบจากถนนแอสฟัลต์ผสมน้ำยางพารามีต่ำกว่าถนนลาดยางมะตอยทั่วไปประมาณ 30-40% การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของถนนแอสฟัลต์ผสมน้ำยางพารา และถนนยางมะตอยทั่วไปมีค่า 10802.8 kg CO₂ eq และ 16337.02 kg CO₂ eq ตามลำดับ ซึ่งถนนแอสฟัลต์ผสมน้ำยางพารามีค่าการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศถนนยางมะตอยทั่วไปต่ำกว่าถึง 5534.22 ในด้านศักยภาพที่ทำให้โอโซนในชั้นบรรยากาศลดลงของถนนแอสฟัลต์ผสมน้ำยางพารามีค่า 0.00413 kg CFC-11 eq ซึ่งมีค่าต่ำกว่าถนนลาดยางมะตอยทั่วไปประมาณ 0.00253 kg CFC-11 eq จาก 0.00666 kg CFC-11 eq ค่า Human toxicity หรือศักยภาพก่อให้เกิดพิษต่อมนุษย์ถนนแอสฟัลต์ผสมน้ำยางพารา ถนนลาดยางมะตอยทั่วไปมีค่า 3082.29 kg 1,4-DB eq และ 4243.56 kg 1,4-DB eq

ศักยภาพในการ
ออกซิเดชัน
ปฏิกิริยาแสง-เคมี
แอสฟัลต์ผสมน้ำ
ถนนลาดยางมะ
ค่า 67.09 kg
eq 101.65
eq [13]



ตามลำดับ
ก่อให้เกิด
เนื่องจาก
ของถนน
ยางพารา
ตอยทั่วไปมี
NMVOC
NMVOC

การ
จัดการและการ

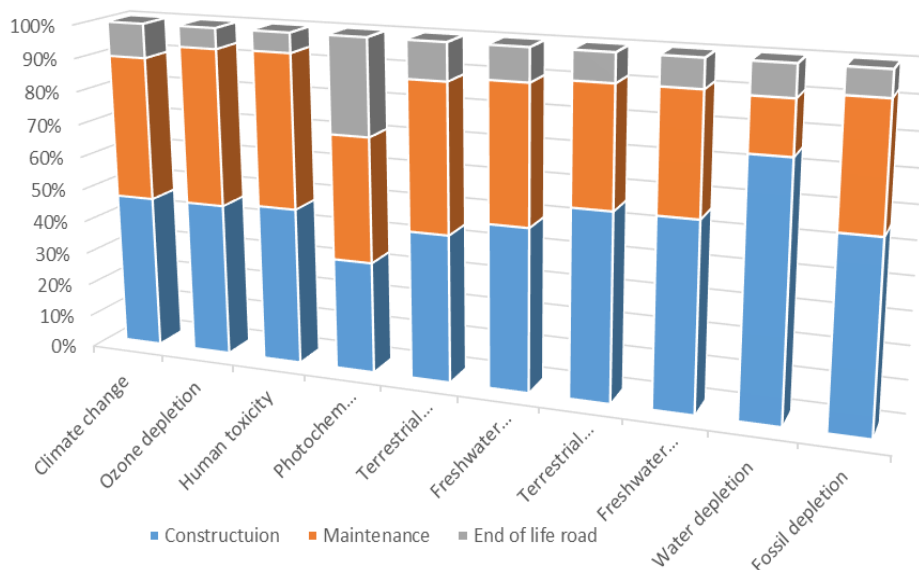
บริหาร
วิเคราะห์

ศักยภาพในการใช้ทรัพยากรอย่างมีประสิทธิภาพตลอดวงจรชีวิตของถนน โดยมุ่งเน้นไปที่ขั้นตอนต่างๆ ตั้งแต่การก่อสร้าง การบำรุงรักษาและการสิ้นสุดของวงจรชีวิต สามารถแสดงออกมาในรูปแบบเปอร์เซ็นต์ดังรูปที่ 5

รูปที่ 5 ผลกระทบในวงจรชีวิตถนนแอสฟัลต์ผสมน้ำยางพารา

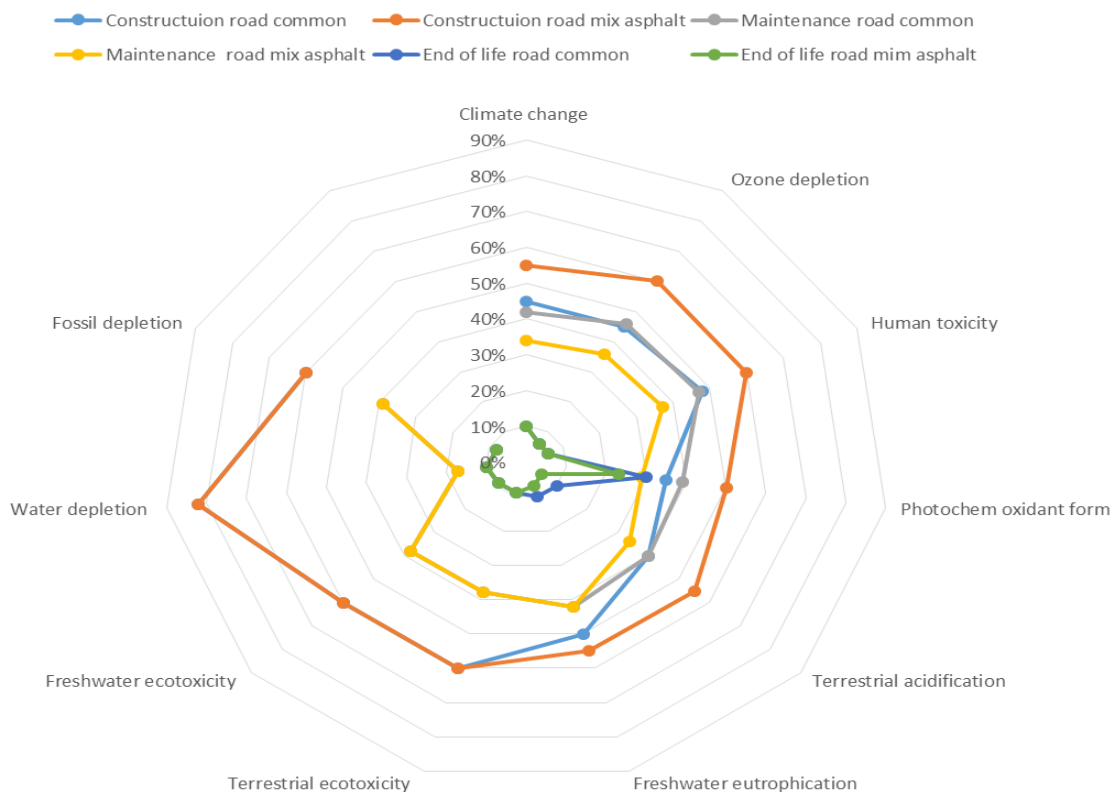
การเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน เนื่องจากปฏิกิริยาแสง-เคมี (Photochemical oxidation) มีค่าประมาณ 50% ส่วนผลการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (Climate change) และการเกิดมลพิษต่อระบบนิเวศทั้งบนบกและในน้ำ รวมไปถึงความเป็นพิษในดิน มีค่าประมาณ 55% ส่วนการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ในแหล่งน้ำ (Freshwater eutrophication) ประมาณ 60% สำหรับศักยภาพที่ทำให้โอโซนในชั้นบรรยากาศลดลงและความเป็นพิษในดินและแหล่งน้ำจืด ทางชีวภาพการพองฟอสซิล และ 82% สำหรับค่าการพองของน้ำ ในส่วนของการบำรุงรักษาอยู่ที่ประมาณ 17% สำหรับภาวะพองของน้ำ เปอร์เซนต์การเกิดออกซิเดชันเนื่องจากปฏิกิริยาแสง-เคมี ประมาณ 29% สำหรับเปอร์เซนต์การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ 34% และการทำให้เป็นกรดในดินและระหว่างการสูญเสียโอโซน มีค่า 36-39% ความเป็นพิษต่อสิ่งแวดล้อมของมนุษย์ทั้งน้ำและดินการสูญเสียจากซากดึกดำบรรพ์ และ 42% สำหรับยูโรฟิเคชันของน้ำจืด

การก่อสร้างถนนในทั้งสองรูปแบบมีผลกระทบที่คล้ายกันสำหรับสิ่งแวดล้อมทั้งหมด เนื่องจากปริมาณวัสดุ และประเภทของวัสดุ รวมไปถึงกระบวนการมีความคล้ายคลึงกันมาก ในส่วนของถนนยางมะตอยทั่วไป เราจะเห็นผลที่ลดลงจากระยะก่อสร้างประมาณ 5-10% และประเภทระยะการบำรุงรักษาที่เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องโดยไม่มี ความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ สำหรับการสิ้นสุดของช่วงชีวิต ดังแสดงในรูปที่ 6



รูปที่ 6 ผลกระทบในวงจรชีวิตถนนยางมะตอยทั่วไป

ในการก่อสร้างถนนแอสฟัลต์ผสมน้ำยางมะตอยและถนนยางมะตอย โดยมีปัจจัยที่เกี่ยวข้องทั่วไปกระทบต่อสิ่งแวดล้อมทั้งหมดคล้ายกัน แท้จริงแล้วส่วนที่ส่งผลกระทบมากที่สุดตั้งแต่ 60% ถึง 80% นั้นขึ้นอยู่กับประเภทของวัสดุ โดยรูปที่ 7 แสดงถึงการเปรียบเทียบผลกระทบกระทบของวงจรชีวิตสำหรับวงจรชีวิตของถนนยางมะตอยทั่วไปและถนนแอสฟัลต์ผสมน้ำยางพารา[15]



รูปที่ 7 การเปรียบเทียบผลกระทบกระทบของวงจรชีวิตสำหรับวงจรชีวิตของถนนยางมะตอยทั่วไปและถนนแอสฟัลต์ผสมน้ำยางพารา

เนื่องจากปริมาณวัสดุและประเภทของกระบวนการมีความคล้ายคลึงกันมาก การเตรียมพื้นผิวหน้าของถนนและฐานรองของถนน และรวมไปถึงการก่อสร้างโดยรวมจะมีสัดส่วนประมาณร้อยละ 10 ยกเว้นการพ่นน้ำซึ่งมีสัดส่วนเกือบ 70% เนื่องจากกระบวนการสกัดของเหมือง การขนส่งวัสดุก่อสร้างสำหรับการก่อสร้างถนนมีค่าประมาณ 5-10% ยกเว้นการเกิดออกซิเดชันจากการทำปฏิกิริยาทางเคมี (ประมาณร้อยละ 15) กิจกรรมการก่อสร้างถนนในสถานที่ (การขุด ปูพื้น การบีบอัด ฯลฯ) มีส่วนน้อยกว่า 2% สำหรับทุกประเภทผลกระทบ

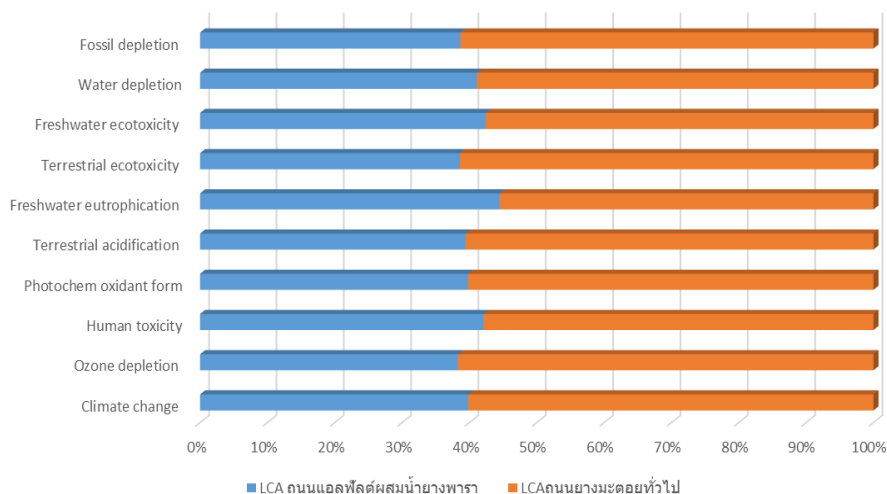
การประเมินวัฏจักรชีวิตสามารถสะท้อนให้เห็นถึงประโยชน์ทางด้านสิ่งแวดล้อม อันเนื่องมาจากการใช้ส่วนผสมระหว่างยางธรรมชาติ ประมาณ 30-40% ซึ่งส่วนใหญ่ที่มีการตรวจสอบผลกระทบทางด้านสิ่งแวดล้อมโดยเฉพาะการวิเคราะห์วงจรชีวิตของถนน จะเป็นการวิเคราะห์ในเชิงลึกที่จะต้องชี้ให้เห็นถึงขั้นตอนที่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมมากที่สุด นั่นคือ กระบวนการก่อสร้างถนนเป็นขั้นตอนที่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมมากที่สุดสำหรับถนนยางมะตอยทั้งแบบผสมน้ำยางธรรมชาติและแบบทั่วไป เมื่อเปรียบเทียบในแง่ของการบำรุงรักษาและระยะเวลาครอบอายุใช้

งาน การก่อสร้างถนนในรูปแบบแอสฟัลต์ผสมน้ำยางพาราจะมีข้อจำกัดและมีความยุ่งยากซับซ้อนมากกว่า [16] ประมาณ 10% เมื่อเทียบกับขั้นตอนการก่อสร้างถนนแบบปกติ สำหรับถนนแอสฟัลต์ผสมยางพาราสามารถประมาณการระยะการบำรุงรักษาที่ก่อให้เกิดผลกระทบประมาณ 30-40% ขณะที่ถนนลาดยางทั่วไปมีผลกระทบเพิ่มขึ้น 40-50% การเปรียบเทียบในแง่ของการใช้งานถนนแอสฟัลต์ผสมน้ำยางพาราจึงมีอายุการใช้งานยาวนานขึ้นและการบำรุงรักษาน้อยกว่าถนนลาดยางโดยทั่วไป และยังมีส่วนช่วยเพิ่มประสิทธิภาพด้านสิ่งแวดล้อม เนื่องจากการใช้วัสดุและพลังงานที่ลดลง รวมไปถึงลดกระบวนการขนส่งที่ต้องใช้พลังงานและเกิดมลภาวะตามมาอีกมากลงด้วย[17]

4. วิเคราะห์และสรุปผลการวิจัย

การศึกษาการประเมินผลกระทบทางสิ่งแวดล้อมของถนนยางพารา สำหรับงานผิวถนนลาดยาง โดยใช้เทคนิคการประเมินวัฏจักรชีวิตผลิตภัณฑ์ ด้วยการประยุกต์ใช้ความรู้ภายใต้กรอบแนวคิดของการประเมินผลกระทบทางสิ่งแวดล้อมโดยใช้เทคนิค Life Cycle Assessment (LCA) สามารถสรุปผลการวิจัยได้ดังนี้

การปรับปรุงสมรรถนะในการก่อสร้างถนนแอสฟัลต์ด้วยวิธีการนำน้ำยางธรรมชาติมาเป็นส่วนผสม และทำการประเมินผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมวัฏจักรชีวิตของถนนแอสฟัลต์ผสมน้ำยางธรรมชาติที่ขึ้นบนสุดของผิวทางที่มีความหนา 5 ซม.[18] รวมไปถึงการประเมินผลกระทบในประเภทฝนกรด การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ การลดลงของโอโซน ศักยภาพในการเป็นพิษของมนุษย์ ศักยภาพในการก่อให้เกิดออกซิเดชัน ผลกระทบต่อระบบนิเวศน์ ยูโทรฟิเคชัน และปริมาณน้ำที่สูญหายไป ผลการทดลองทำให้ทราบถึงผลกระทบจากถนนแอสฟัลต์ผสมน้ำยางพารามีค่าต่ำกว่าถนนแอสฟัลต์ทั่วไป [19] ประมาณ 30-40% นั้นแสดงให้เห็นถึงประโยชน์ด้านสิ่งแวดล้อมเมื่อเปรียบเทียบกับถนนแอสฟัลต์ทั่วไป เนื่องจากการปรับปรุงทางด้านเทคนิคที่ดีขึ้น ทั้งในด้านของความทนทานของถนนแอสฟัลต์ผสมน้ำยางพารา จึงทำให้มีการซ่อมบำรุงรักษาน้อยกว่า และความเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมที่ดีกว่า [20]



รูปที่ 8 เปรียบเทียบการผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมระหว่างถนนแอสฟัลต์ผสมน้ำยางพาราและถนนยางมะตอยทั่วไป

จาก รูปที่ 8 พบว่าการสร้างถนนแอสฟัลต์ผสมน้ำยางธรรมชาติมีการปล่อยของเสียออกมาน้อยกว่า การสร้างถนนลาดยางมะตอยทั่วไปประมาณ 10% - 12%

5. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์ ที่ให้ความอนุเคราะห์และสนับสนุนเครื่องมือพร้อมบุคลากรในการทำการทดลอง และขอบคุณสำนักงานวิจัยแห่งชาติ(วช) ในการสนับสนุนงบประมาณ

6. เอกสารอ้างอิง

- [1] วันดี ลือสายวงศ์. (2551). วิธีประเมินวัฏจักรชีวิต (Life Cycle Assessment; LCA) กลุ่มทดสอบโลหะและธาตุปริมาณน้อยโครงการเคมี กรมวิทยาศาสตร์บริการ, ออนไลน์. แหล่งที่มา: http://www.dss.go.th/dssweb/starticles/files/cp_7_2550_LCA.pdf (17 เมษายน 2564).
- [2] เดช เฉิดสุวรรณรักษ์. (2551). การศึกษาระบบการจัดการ สิ่งแวดล้อม (The Environmental Management System – EMS), โครงการพัฒนาศึกษาเยาวชนไทย ร่วมใจอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม (คน ป่า น้ำ) ครั้งที่ 3, ออนไลน์. แหล่งที่มา : <http://tccnaturewordpress.com/> (6 พฤษภาคม 2564).
- [3] นิรนาม. มปป. การศึกษาการประเมิน วัฏจักรชีวิตของกล่องกระดาษ, ออนไลน์. แหล่งที่มา : <http://www.howproductsimpact.net/box/> (14 มิถุนายน 2564)
- [4] E. Eriksson, M. Blingeb, and G. Liivgren. (1996). “Life Cycle Assessment of the Road Transport Sector,” The Science of the Total Environment pp. 189/190, pp. 69-76.
- [5] Patcharin Worathanakul. (2018). “Nanoparticles and Life Cycle Assessment,” Thailand Engineering Journal, vol. 61, no. 3, pp. 36-39, 2008. (Cover Story- Article in Thai)
- [6] Danning Li. et, al., (2021). Effects of rubber absorption on the aging resistance of hot and warm asphalt rubber binders prepared with waste tire rubber, Journal of Cleaner Production, Volume 303, 2021, 127082, ISSN 0959-6526, <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.127082>.
- [7] อนุเชตร กันทะวงศ์. (2547). “การศึกษาปัจจัยที่มีอิทธิพล ต่อการเลือกรูปแบบการขนส่งสินค้าระหว่าง จังหวัด สำหรับการขนส่งทางถนนและทางรถไฟ,” ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- [8] ศูนย์เฉพาะทางด้านการประเมินวัฏจักรชีวิตและพัฒนาผลิตภัณฑ์เชิงนิเวศเศรษฐกิจ. (2549). โครงการจัดทำฐานข้อมูลวัฏจักรชีวิตของวัสดุพื้นฐานและพลังงานของประเทศ. ศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติ (MTEC) สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.
- [9] อุษา สัตย์ชัย อ. (2552). ภาวะโลกร้อน (Global Warming), ออนไลน์. แหล่งที่มา [http://www.thaigoodview.com/library/teachshow\[lopbur/usa_s/global_warming/sec01p05.html](http://www.thaigoodview.com/library/teachshow[lopbur/usa_s/global_warming/sec01p05.html): (9 มีนาคม 2564)
- [10] Thai Environment Institute Foundation. (2005). “Life Cycle Inventory for Cement Product and Steel Making Towards Sustainable Development,” Report of Life cycle assessment and product.

- [11] Prasert Pavasant. (2018). Document of modern environmental impact assessment based on the assessment of product's life cycle, Center of Excellence on Hazardous Substance Management, Chulalongkorn University.
- [12] Davide Lo Presti. (2013). "Recycled Tyre Rubber Modified Bitumens for road asphalt mixtures: A literature review, Vol.49, pp.863-881,
- [13] Ta. (2000). "Life cycle assessment of product," The Journal Rajamangala University of Technology Krungthep, vol.2, pp.27-34,
- [14] International Standard Organization. (1997). iso 14040 Environmental Management – Life Cycle Assessment Principles and Framework.
- [15] S.D. Capitão, et. al, (2012). "Pavement engineering materials: Review on the use of warm-mix asphalt," Construction and Building Materials, Vol.36, pp.1016-1024.
- [16] Abbas Mohajerani, et. al, (2020). Recycling waste rubber tyres in construction materials and associated environmental considerations. A review, Resources, Conservation and Recycling, Vol.155
- [17] M.A. Curran and W Klopffer. (2007). "Life Cycle Assessment," The International Journal of Life Cycle Assessment, no 11367, pp. 40-45.
- [18] homs E.Graede, (1998). Streamlined Life-Cycle Assessment (pp.18-24). Prentice Hall: Bell Laboratories, Lucent Technology, School of Forestry and Environmental Studies, Yale University
- [19] AASHTO T315 (2009), Standard Method of Test for Determining the Rheological Properties of Asphalt Binder Using a Dynamic Shear Rheometer (DSR), American Association of State Highway and Transportation Officials, Washington D.C.
- [20] Aravind.K, and Animesh Das (2006) Pavement design with central plant hot-mix recycled asphalt mixes, Construction and building materials, Vol 21, No.3, pp 28-936.