

บทที่ 2

แนวคิด ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องตามลำดับ ดังนี้

2.1 การวิเคราะห์ศักยภาพทางการคมนาคมขนส่งของจังหวัดพิษณุโลก

2.2 การวิเคราะห์ข้อมูลพื้นฐานกลุ่มจังหวัดภาคเหนือตอนล่าง 1 และเส้นทางสายไหม
แห่งประเทศจีน

2.3 อุตสาหกรรมยางพาราแปรรูป

2.4 การวิเคราะห์ตามลำดับชั้น

2.5 การวิเคราะห์และออกแบบระบบ

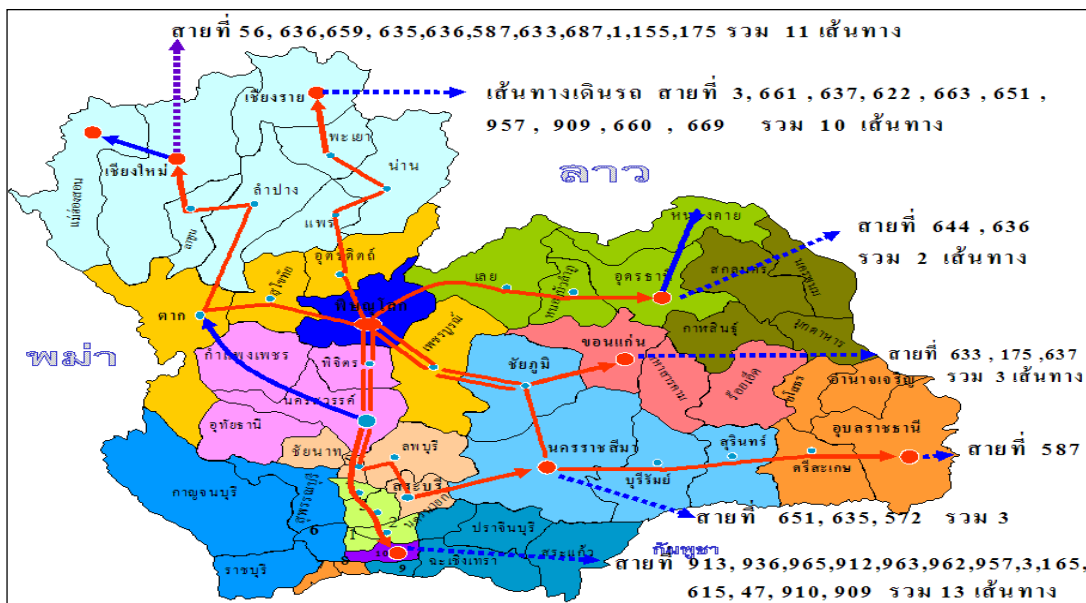
2.6 ขั้นตอนวิธีการพัฒนาระบบ

2.7 ระบบสนับสนุนการตัดสินใจ

2.1 การวิเคราะห์ศักยภาพทางการคมนาคมขนส่งของจังหวัดพิษณุโลก

2.1.1 โครงข่ายการคมนาคมขนส่งในปัจจุบัน

จากการที่จังหวัดพิษณุโลก ได้ถูกกำหนดให้เป็นจุดเชื่อมทางยุทธศาสตร์เพียงจุดเดียวที่สามารถเชื่อมโยงเส้นทางเศรษฐกิจตามแนวเหนือ-ใต้และตะวันออก-ตะวันตก เข้าด้วยกัน ดังนั้น การพัฒนาระบบคมนาคมและขนส่งของจังหวัดพิษณุโลกจึงมีความสำคัญเป็นอย่างมาก ด้วยเหตุนี้ ในการพัฒนาเส้นทางเศรษฐกิจจึงจำเป็นต้องทำการสำรวจ และศึกษาโครงสร้างระบบคมนาคมและขนส่งที่มีอยู่เดิมของจังหวัดพิษณุโลกเสียก่อน และจากผลการศึกษาของสำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ (2561) สรุปโดยสังเขปได้ดังนี้



ภาพประกอบที่ 2.1 เส้นทางหลวงที่เชื่อมโยงจังหวัดพิษณุโลกเข้ากับจังหวัดอื่นๆ ในภูมิภาค

ที่มา: สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ (2561)

1) การคมนาคมทางถนน

การเดินทางจากกรุงเทพฯ ไปยังพิษณุโลก จะใช้เส้นทาง ทางหลวงหมายเลข 1 (พหลโยธิน) ถึงอำเภอบางบัวทอง แล้วแยกเข้าทางหลวงหมายเลข 32 (สายเอเชีย) ผ่านอยุธยา อ่างทอง สิงห์บุรี ชัยนาท เข้านครสวรรค์ แล้วใช้เส้นทางสาย 117 ตรงสู่พิษณุโลก รวมระยะทาง 337 กิโลเมตร หรือ จากจังหวัดสิงห์บุรี ใช้เส้นทางสายอินทร์บุรี-ตากฟ้า (ทางหลวงหมายเลข 11) จนถึงทางหลวงหมายเลข 12 (พิษณุโลก-หล่มสัก) ที่อำเภอบางบาล แล้วเลี้ยวซ้ายไปอีก 17 กิโลเมตร ก็จะเข้าสู่ตัวเมืองพิษณุโลก รวมระยะทางประมาณ 450 กิโลเมตร หรือใช้เส้นทางที่ผ่านเพชรบูรณ์และหล่มสัก แยกซ้ายเข้าทางหลวงหมายเลข 12 ช่วงหล่มสัก-พิษณุโลก ระยะทางประมาณ 100 กิโลเมตร

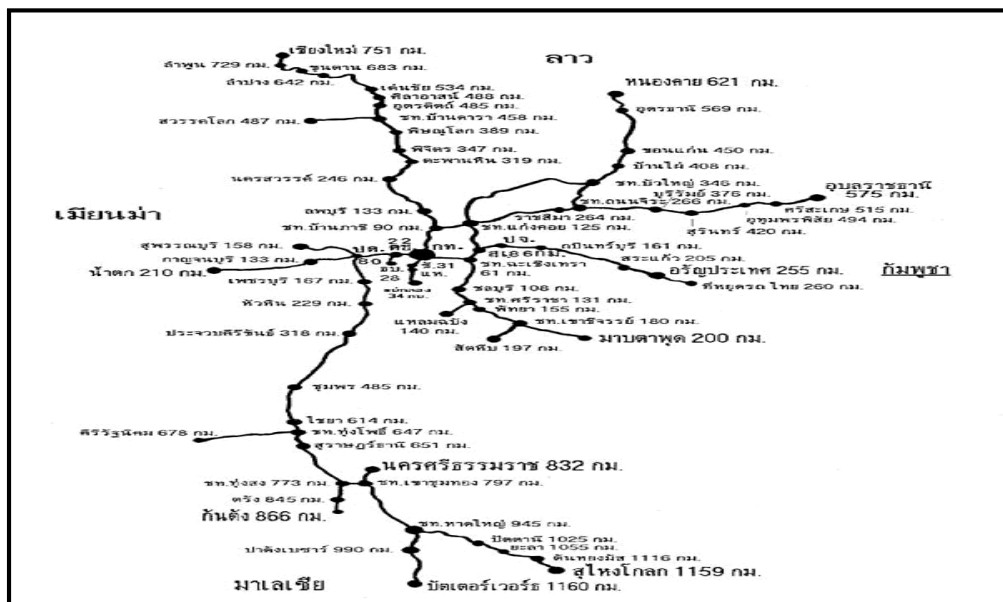
สำหรับการเดินทางโดยรถโดยสารนั้น จากสถานีขนส่งหมอชิต 2 จะมีบริการรถโดยสารธรรมดา และรถโดยสารปรับอากาศไปยังพิษณุโลกตลอดวัน ทั้งนี้มีรถ บขส. บริการระหว่างพิษณุโลกกับจังหวัดต่างๆ ได้แก่ อุตรดิตถ์ แพร่ ลำปาง เชียงใหม่ สุโขทัย ตาก (แม่สอด) พิจิตร เพชรบูรณ์ และขอนแก่น ทุกวัน สำหรับเส้นทางหลวงที่สำคัญของจังหวัดพิษณุโลก ประกอบด้วย

ทางหลวงหมายเลข 11 ด้านเหนือเชื่อมต่อกับจังหวัดอุตรดิตถ์ไปยังภาคเหนือตอนบน ด้านใต้เชื่อมต่อกับจังหวัดพิจิตรไปยังภาคกลางตอนบน (เชียงใหม่-ลำปาง-เด่นชัย-อุตรดิตถ์-พิษณุโลก-นครสวรรค์)

เนื่องจากการขนส่งที่ปลอดภัย และประหยัดพลังงาน และถ้าสามารถเชื่อมโยงกับเส้นทางเศรษฐกิจตามแนวเหนือ-ใต้ และตะวันออก-ตะวันตกได้ ก็จะมีประโยชน์อย่างยิ่ง



ภาพประกอบที่ 2.3 สถานีรถไฟจังหวัดพิษณุโลก
ที่มา: การรถไฟแห่งประเทศไทย (2559)



ภาพประกอบที่ 2.4 เครือข่ายเส้นทางรถไฟภายในประเทศ
ที่มา: การรถไฟแห่งประเทศไทย (2559)

3) การคมนาคมทางอากาศ

ท่าอากาศยานพิษณุโลกมีพื้นที่อาคารผู้โดยสารรวมทั้งสิ้นจำนวน 2,540 ตารางเมตร สามารถรองรับผู้โดยสาร ขาออกได้ 150 คนต่อชั่วโมง และขาเข้าได้ 150 คนต่อชั่วโมง มีพื้นที่ลานจอดเครื่องบิน 13,200 ตารางเมตร และมีหลุมจอดเครื่องบิน 4 ท่า (Bays) ซึ่งเครื่องบินที่ลงจอดยังคงเป็นเครื่องบินที่มีขนาดเล็ก กลางและใหญ่ อาทิเช่น Boeing-737 , ATR-72 และ Boeing 747

NokAir กรุงเทพฯ (BKK) - พิษณุโลก (PHS) เที่ยวบินที่ DD8402 ออก 6.15 น. ถึง 7.10 น. พิษณุโลก (PHS) - กรุงเทพฯ (BKK) เที่ยวบินที่ DD8403 ออก 7.30 น. ถึง 8.20 น.

ThaiAirway กรุงเทพฯ (BKK) - พิษณุโลก (PHS) เที่ยวบินที่ TG 168 ออก 18.35 น. ถึง 19.30 น. พิษณุโลก (PHS) - กรุงเทพฯ (BKK) เที่ยวบินที่ TG 169 ออก 20.10 น. ถึง 20.55 น.



ภาพประกอบที่ 2.5 ท่าอากาศยานพิษณุโลก

ที่มา: กรมการขนส่งทางอากาศ (2560)

เมื่อพิจารณาสถิติการขนส่งทางอากาศในปี 2560 พบว่า การขนส่งสินค้าทางอากาศ (Cargo) ผ่านสนามบินนี้ มีจำนวน 131,881 กิโลกรัม ในขณะที่มีจำนวนผู้โดยสารขาเข้า 298,611 คน และขาออกจำนวน 301,482 คน ดังแสดงในตารางที่ 2.1 และในปี 2560 (มกราคม-สิงหาคม) มีการขนส่งสินค้าทางอากาศจำนวน 175,874 กิโลกรัม ในขณะที่มีจำนวนผู้โดยสารขาเข้า 77,093 คน และขาออกจำนวน 78,308 คน ดังแสดงในตารางที่ 2.1

แม้ว่าจะมีสนามบินในบริเวณพื้นที่ใกล้เคียงคือสนามบินจังหวัดสุโขทัย และสนามบินจังหวัดเพชรบูรณ์ อย่างไรก็ตามสนามบินแห่งนี้ได้ถูกกำหนดให้เป็นสนามบินนานาชาติ International airport ที่มีความพร้อมที่สามารถรองรับเครื่องบินพาณิชย์ขนาดใหญ่จากต่างประเทศได้ ตามแผนการพัฒนาระบบคมนาคมของกลุ่มจังหวัดภาคเหนือตอนล่าง ซึ่งจะส่งผลดีต่อการขนส่งผู้โดยสารและสินค้าระหว่างประเทศ โดยเฉพาะภูมิภาคกลุ่มแม่น้ำโขงตอนล่าง

ตารางที่ 2.1 ปริมาณการขนส่งทางอากาศของจังหวัดพิษณุโลก ปี พ.ศ. 2559

Month	Movements		Passengers		Freight(Kgs.)	
	Arrival	Departure	Arrival	Departure	Unloaded	Loaded
January	190	190	22,910	24,505	75,493	0
February	163	163	21,198	21,741	95,966	31,560
March	150	150	19,958	21,102	79,630	29,112
April	167	167	19,649	19,488	65,389	18,881
May	172	168	20,293	20,477	62,495	21,514
June	182	182	19,351	19,352	71,381	19,415
July	184	185	20,840	21,108	68,410	20,065
August	167	167	19,895	20,514	84,760	21,451
September	156	156	18,267	18,901	79,515	18,900
October	134	134	19,697	19,966	81,937	13,736
November	212	212	20,445	20,563	37,916	13,451
December	164	164	21,416	20,481	41,304	11,680
Total	2,041	2,038	243,919	248,198	844,196	219,765

ที่มา: กรมการขนส่งทางอากาศ (2560)

ตารางที่ 2.2 ปริมาณการขนส่งทางอากาศของจังหวัดพิษณุโลก ปี พ.ศ. 2560

Month	Movements		Passengers		Freight(Kgs.)		
	Arrival	Departure	Arrival	Departure	Unloaded	Loaded	Transfer
January	172	171	20,163	21,122	39,453	17,653	0
February	152	152	17,791	18,145	34,229	13,164	0
March	180	180	20,697	20,990	38,236	13,731	0
April	209	209	22,898	22,007	31,283	12,213	7
May	230	230	24,432	24,055	36,313	13,619	0
June	228	227	24,806	25,237	34,317	12,307	0
July	244	242	27,607	26,875	38,148	13,463	0
August	266	266	27,247	29,107	37,504	16,725	0
September	257	257	27,622	30,198	8,924	3,239	0
October	297	299	29,667	30,198	8,924	3,239	0
November	257	258	27,239	27,663	5,714	4,332	0
December	207	208	28,442	27,451	8,818	4,408	0
Total	2,699	2,699	298,611	303,048	321,863	128,093	7

ที่มา: กรมการขนส่งทางอากาศ (2560)

4) การคมนาคมทางน้ำ

การขนส่งทางน้ำ โดยส่วนใหญ่จะเป็นการคมนาคมของประชาชนในท้องถิ่นโดยใช้เรือขนาดเล็กเป็นหลัก ดังนั้นการขนส่งทางน้ำยังไม่เป็นที่นิยมต่อการขนส่งสินค้าและผู้โดยสารเป็นจำนวนมากสำหรับแม่น้ำที่สำคัญในจังหวัดพิษณุโลก คือ แม่น้ำน่าน และแม่น้ำยม ซึ่งจะใช้เพื่อการเกษตรกรรมมากกว่าเป็นเส้นทางคมนาคม

2.1.2 แผนการพัฒนาโครงข่ายการคมนาคมขนส่งในอนาคต

สำหรับแผนการพัฒนาโครงข่ายการคมนาคมขนส่งในอนาคตมีการแบ่งเป็นโครงการพัฒนาโดยสำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ (2561) ดังนี้

1) โครงการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานด้านการขนส่งในพื้นที่กลุ่มจังหวัดภาคเหนือตอนล่าง

โครงการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานด้านการขนส่งในพื้นที่กลุ่มจังหวัดฯ เป็นโครงการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานทางด้านการขนส่งทางบกตามแผนยุทธศาสตร์การพัฒนากลุ่มจังหวัดฯ ที่มีเป้าหมายเพื่อสร้างถนนเชื่อมโยงกลุ่มจังหวัดเป็น 4 ช่องทางจราจรทั้งหมด เพื่อเพิ่มศักยภาพทางด้านการขนส่งและโครงสร้างพื้นฐานทางด้านโลจิสติกส์ในปีงบประมาณ 2548 โดยใช้งบประมาณในการก่อสร้างดังที่ได้แสดงไว้ในตารางที่ 3 ทั้งนี้โครงการดังกล่าวได้แบ่งการก่อสร้างออกเป็น 4 เส้นทางหลักได้แก่ 1) พิชญโลก – สุโขทัย - ตาก - แม่สอด 2) พิชญโลก – หล่มสัก 3) พิชญโลก- อุดรดิตถ์ – สุโขทัย และ 4) ทางเลี่ยงเมืองพิชญโลกด้านใต้

ตารางที่ 2.3 งบประมาณในการสร้างถนน 4 ช่องทางการจราจร

โครงการย่อย	ระยะทาง (กม.)	ค่าก่อสร้าง (ล้านบาท)	ดำเนินการแล้วเสร็จ		กำลังดำเนินการ		ดำเนินการปี 2548-2551	
			ระยะทาง (กม.)	ค่าก่อสร้าง (ล้านบาท)	ระยะทาง (กม.)	ค่าก่อสร้าง (ล้านบาท)	ระยะทาง (กม.)	ค่าก่อสร้าง (ล้านบาท)
นครสวรรค์ - พิชญโลก - แพร่ - น่าน	495	10,024	295	4,774	-	-	200	5,250
พิชญโลก - หล่มสัก - ชุมแพ - ขอนแก่น - กาฬสินธุ์ - มุกดาหาร	836	19,126	192	3,737	88.81	1,374	555	14,015

ที่มา: กรมการขนส่งทางอากาศ (2560)

เมื่อเส้นทางถนน 4 ช่องทางการจราจรแล้วเสร็จ จะส่งผลให้การเดินทางด้วยรถยนต์เชื่อมโยงระหว่างภาคเหนือตอนบน ผ่านจังหวัดพิชญโลกสู่ภาคกลาง และภาคอีสานมีความคล่องตัวมากยิ่งขึ้น ดังแสดงในภาพประกอบที่ 2.6

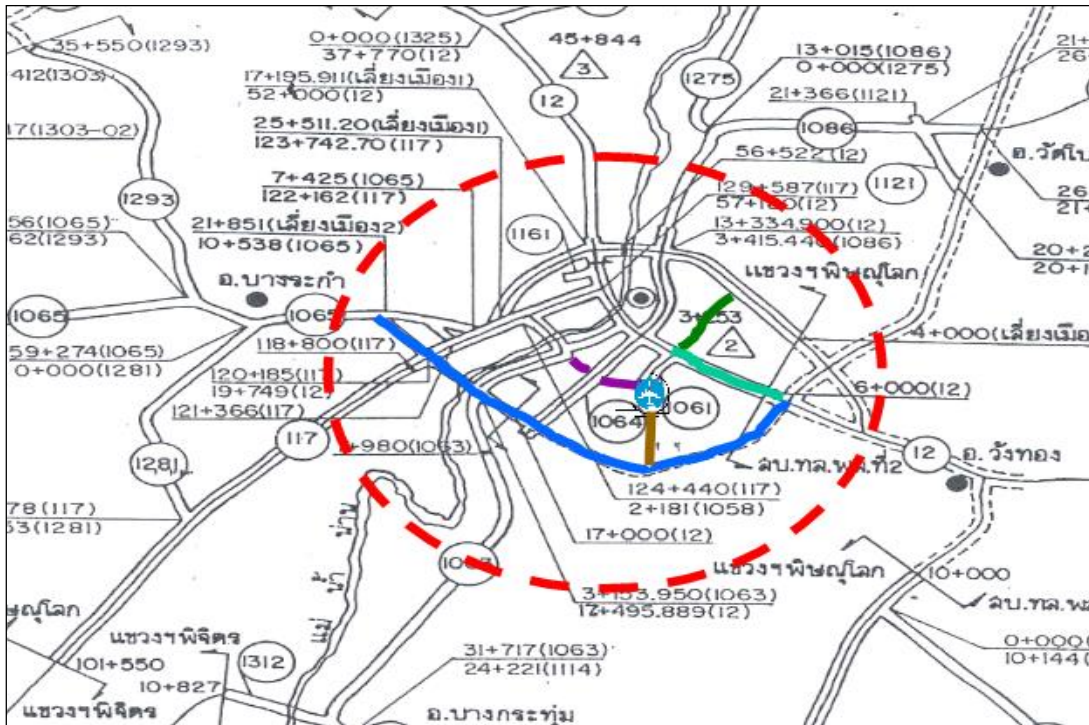


ภาพประกอบที่ 2.6 ถนน 4 ช่องทางการจราจรที่จะสร้างในปีงบประมาณ 2548 – 2551

ที่มา: กรมการขนส่งทางอากาศ (2560)

2) โครงการปรับปรุงและพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานด้านการขนส่งภายในพื้นที่จังหวัดพิษณุโลก

โครงการนี้ดำเนินการเพื่อรองรับปริมาณการขนถ่ายสินค้าในอนาคต สำนักโยธาธิการและผังเมืองจังหวัดพิษณุโลกได้ของบประมาณจากรัฐบาล และจังหวัดพิษณุโลกเป็นจำนวน 1,665 ล้านบาท ดังแสดงในตารางที่ 2.3 เพื่อใช้ในการปรับปรุงและขยายเส้นทางเลียบเมือง เพื่อลดปัญหาจราจรติดขัดภายในตัวเมือง และสร้างถนนเส้นทางใหม่เชื่อมต่อกับถนนเลียบเมืองเดิมที่มีอยู่ ซึ่งจะทำให้ถนนเลียบเมืองรอบจังหวัดพิษณุโลกมีความรวดเร็วมากยิ่งขึ้น และนอกจากนั้นยังสร้างถนนเชื่อมระหว่างสนามบินพิษณุโลกและเส้นทางเลียบเมือง เพื่อให้เกิดความสะดวกในการขนส่งสินค้าเข้าสู่สนามบินในอนาคต ดังแสดงในภาพประกอบที่ 2.7



ภาพประกอบที่ 2.7 โครงข่ายการคมนาคมที่เชื่อมโยงกับท่าอากาศยานพิษณุโลก

ที่มา: สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ (2561)

ตารางที่ 2.4 ระยะทางและงบประมาณในการก่อสร้างถนนรอบตัวเมืองพิษณุโลก

โครงการ	สายทาง	ระยะทาง (กม.)	ค่าก่อสร้าง(ล้านบาท)
ก่อสร้างขยาย ช่องจราจร	1.ทางเลี้ยวเมืองพิษณุโลกด้านทิศใต้	21.851	685
	2.พิษณุโลก - วังทอง	6.540	220
ก่อสร้างทาง แนวใหม่	1.พิษณุโลก - วัดจุฬามณี (สามแยกแม่็ค โคโร)	4.5	280
	2.สาย 12 (สามแยกเรือนแพ) - บรรจบ สาย 12 (เลี้ยวเมืองพิษณุโลกด้านเหนือ)	5	300
	3.สนามบินใหม่ - บรรจบสาย 12 เลี้ยว เมืองพิษณุโลกด้านทิศใต้	5	180

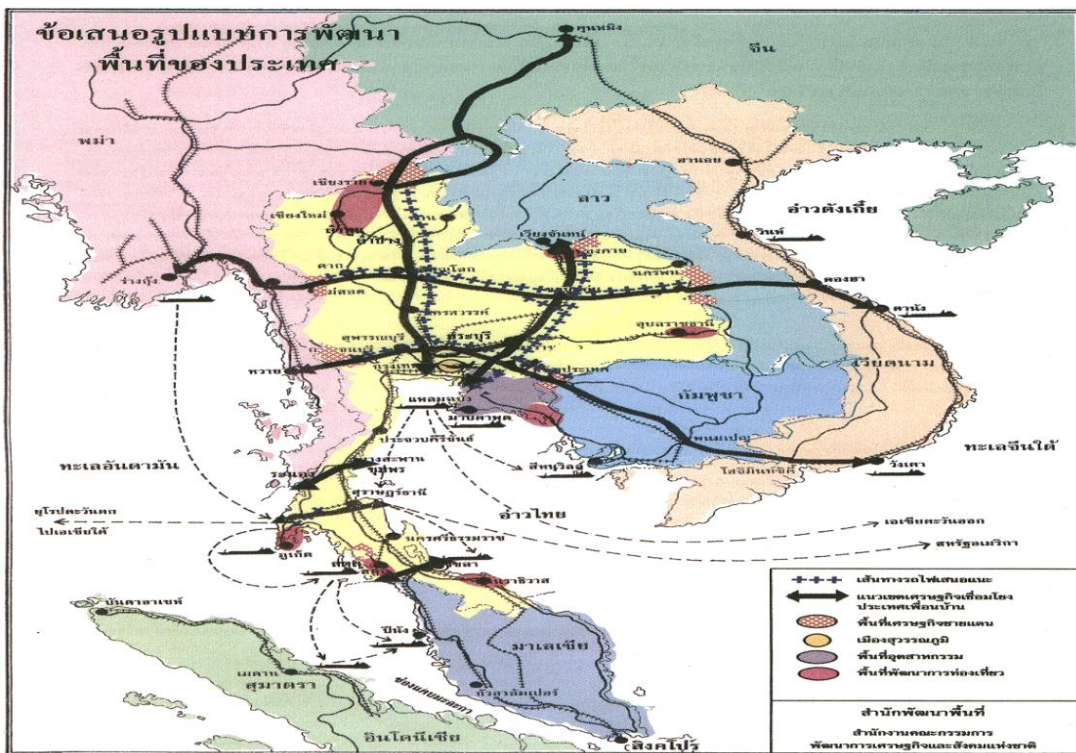
ที่มา: สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ (2561)

การเชื่อมโยงเส้นทางคมนาคมในกลุ่มจังหวัด ภูมิภาค และต่างประเทศ ที่ตัดผ่าน จังหวัดพิษณุโลก จะส่งผลทำให้ที่ตั้งของจังหวัดมีศักยภาพ และจากความพร้อมของโครงสร้างพื้นฐานที่มีอยู่ ทำให้เกิดการสร้างฐานเศรษฐกิจใหม่โดยการเชื่อมโยงเศรษฐกิจกับนานาชาติที่ผ่านชายแดน เป็นจุดรองรับและเชื่อมโยงการค้า การผลิต การตลาด อุตสาหกรรม เกษตรกรรมและการท่องเที่ยว ทำให้จุดตัดบริเวณจังหวัดพิษณุโลกเป็นศูนย์กลางการคมนาคม

3) โครงการขยายเครือข่ายการคมนาคมขนส่งด้วยระบบรถไฟรางคู่

สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ (2561) ได้กล่าวถึงโครงการพัฒนาเส้นทางเศรษฐกิจเหนือ-ใต้ (North-South Economic Corridor) และโครงการพัฒนาเส้นทางเศรษฐกิจตะวันออก-ตะวันตก (East-West Economic Corridor) นอกจากนี้เส้นทางถนนแล้วยังรวมถึงการพัฒนาระบบโลจิสติกส์ของประเทศอย่างมีประสิทธิภาพด้วยการเชื่อมโยงเครือข่ายการคมนาคมขนส่งด้วยระบบรถไฟรางคู่ภายในประเทศ และให้เกิดการเชื่อมต่อไปยังประเทศเพื่อนบ้าน ดังที่ได้แสดงในภาพประกอบที่ 2.8

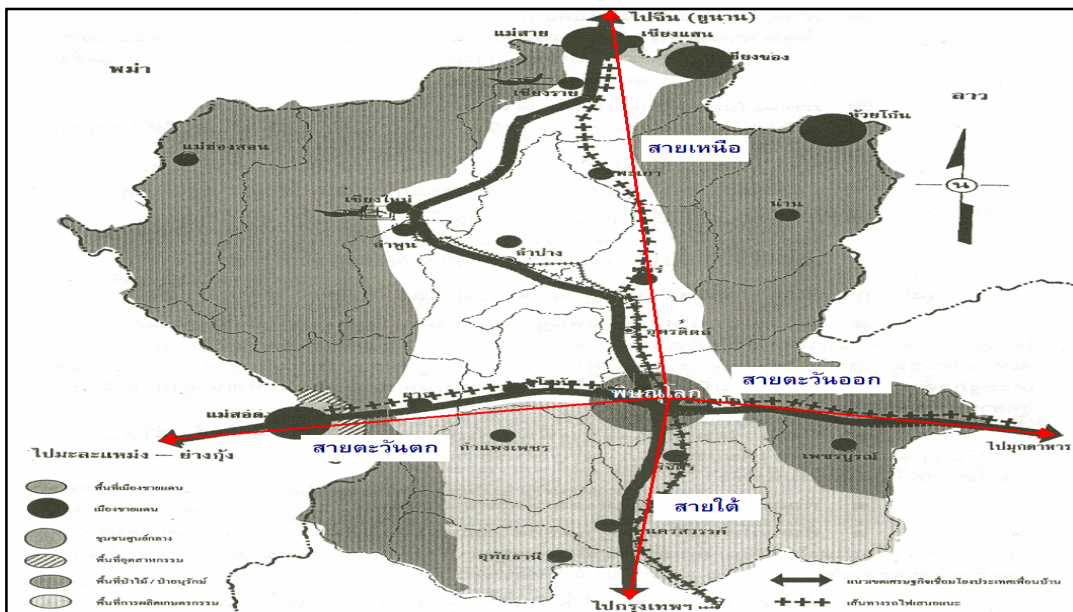
ในปัจจุบันเส้นทางรถไฟทางทิศเหนือสิ้นสุดที่จังหวัดเชียงใหม่ ทำให้ขาดการลำเลียงสินค้าเข้าและออกจากประเทศจีนด้วยเส้นทางรถไฟ นอกจากนั้นขนาดของรางรถไฟในประเทศไทยมีความกว้างประมาณ 1.1 เมตร แต่ในขณะที่ประเทศจีนความกว้างโดยประมาณ 1.47 เมตร ซึ่งเป็นปัญหาใหญ่ที่สำคัญข้อหนึ่งที่จะต้องแก้ไขถ้าต้องการเชื่อมโยงการขนส่งกับประเทศจีนด้วยรถไฟ ซึ่งทางด้านทิศตะวันตกยังขาดการเชื่อมโยงโดยทางรถไฟกับประเทศพม่า ส่วนทางทิศใต้สามารถขนถ่ายสินค้าทางรถไฟโดยผ่านมาได้แค่จังหวัดพระนครศรีอยุธยาเท่านั้น ทำให้ใช้เวลาในการเดินทางมาก ดังนั้นการรถไฟแห่งประเทศไทยได้ดำเนินโครงการเพื่อรองรับการเป็นศูนย์กลางการบริการสี่แยกอินโดจีน ให้เกิดความคล่องตัวและเชื่อมต่อกับระบบการขนส่งทั้งทางบกและทางอากาศต่อไป



ภาพประกอบที่ 2.8 ข้อเสนอการก่อสร้างเส้นทางรถไฟรางคู่เพื่อการเชื่อมโยงกับโครงการพัฒนาเส้นทางเศรษฐกิจเหนือ-ใต้ (North-South Economic Corridor) และโครงการพัฒนาเส้นทางเศรษฐกิจตะวันออก-ตะวันตก (East-West Economic Corridor)
ที่มา: สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ (2561)

จากที่กล่าวมาข้างต้นจึงก่อให้เกิดโครงการขยายเส้นทางรถไฟรางคู่ โดยมีจังหวัดพิษณุโลกเป็นศูนย์กลาง ดังภาพประกอบที่ 2.9 ดังนี้

- เส้นทางเหนือ จากจังหวัดพิษณุโลก ผ่านจังหวัดอุตรดิตถ์ จังหวัดแพร่ จังหวัดพะเยา เข้าสู่จังหวัดเชียงราย เพื่อไปยัง มณฑลยูนนาน ประเทศจีน
- เส้นทางตะวันตก จากจังหวัดพิษณุโลก ผ่านจังหวัดสุโขทัย ผ่านจังหวัดตาก เข้าสู่อำเภอแม่สอด ไปยัง ย่างกุ้ง
- เส้นทางตะวันออก จากจังหวัดพิษณุโลก ผ่านจังหวัดเพชรบูรณ์ มุ่งหน้าไปยังจังหวัดมุกดาหาร
- เส้นทางใต้ จากจังหวัดพิษณุโลก ผ่านจังหวัดพิจิตร จังหวัดนครสวรรค์ เข้าสู่กรุงเทพฯ



ภาพประกอบที่ 2.9 เส้นทางรถไฟรางคู่ เพื่อการเชื่อมโยงกับประเทศเพื่อนบ้าน
 ที่มา: การรถไฟแห่งประเทศไทย (2559)

4) โครงการพัฒนาเส้นทางบินภายในประเทศ และเส้นทางบินระหว่างประเทศ

นอกจากการพัฒนาทั้งในเส้นทางถนน และรางรถไฟ แล้วสิ่งที่จะขาดเสียมิได้ คือ เส้นทางอากาศ ด้วยศักยภาพของสนามบินพิษณุโลกที่สามารถรองรับเครื่องบินโดยสารพาณิชย์ขนาดใหญ่ และนโยบายของรัฐที่จะส่งเสริมให้จังหวัดพิษณุโลกเป็นศูนย์กลางการบินของภูมิภาค โดยมีผลักดันให้สายการบินพาณิชย์ทั้งภายในประเทศและนอกประเทศ หันมาใช้สนามบินพิษณุโลกในการเป็นประตูสู่ภาคเหนือและอีสาน โดยไม่ต้องผ่านสนามบินกรุงเทพฯ และสนามบินสุวรรณภูมิในอนาคต รวมทั้งการขนส่งสินค้าอุตสาหกรรมและการเกษตร โดยการสอดคล้องกับของโครงข่ายทางบก ดังแสดงเส้นทางการบินที่จะผ่านจังหวัดพิษณุโลกในอนาคตดังนี้

4.1) เส้นทางบินสากลที่บินผ่านพิษณุโลก ชื่อเรียกเส้นทางบิน G 473

ทิศตะวันออก จากพิษณุโลกไปยังอุบลราชธานี เพื่อบินต่อไปยัง ฮองกง เกาหลี ญี่ปุ่น จีน ใต้หวัน ระยะทางจากพิษณุโลก - อุบลราชธานี ระยะทาง 240 ไมล์ทะเล เครื่องบินขนาดความเร็ว 450 ไมล์ทะเล ใช้ระยะเวลา 30 นาที

ทิศตะวันตก จากพิษณุโลกไปยังแม่สอด เพื่อบินต่อไปยังประเทศพม่า อินเดีย ปากีสถาน ตะวันออกกลาง ยุโรป ระยะทางจากพิษณุโลก - แม่สอด 100 ไมล์ทะเล ใช้ระยะเวลา 13 นาที ระยะทางจากพิษณุโลก - ว่างกุ้ง 220 ไมล์ทะเล ใช้ระยะเวลา 28 นาที

ทิศตะวันออกเฉียงเหนือ จากพิษณุโลกไปยังเลย เชื่อมต่อไปยังเวียงจันทร์ ระยะทาง 152 ไมล์ทะเล ใช้ระยะเวลา 20 นาที

4.2) เส้นทางบินภายในประเทศที่บินผ่านพิษณุโลก

เส้นทางบินเดิม จากกรุงเทพฯ - พิษณุโลก เส้นทาง W 9 กรุงเทพฯ

เส้นทางบินทิศเหนือ

- จากพิษณุโลก เส้นทาง W 22 แพร่ เส้นทาง W 22 เชียงราย
- จากพิษณุโลก เส้นทาง G 473 แม่สอด เส้นทาง G 473 ร้างกึ่ง
- จากพิษณุโลก เส้นทาง W 22 แพร่ เส้นทาง W 25 น่าน R 215 หลวงพระ

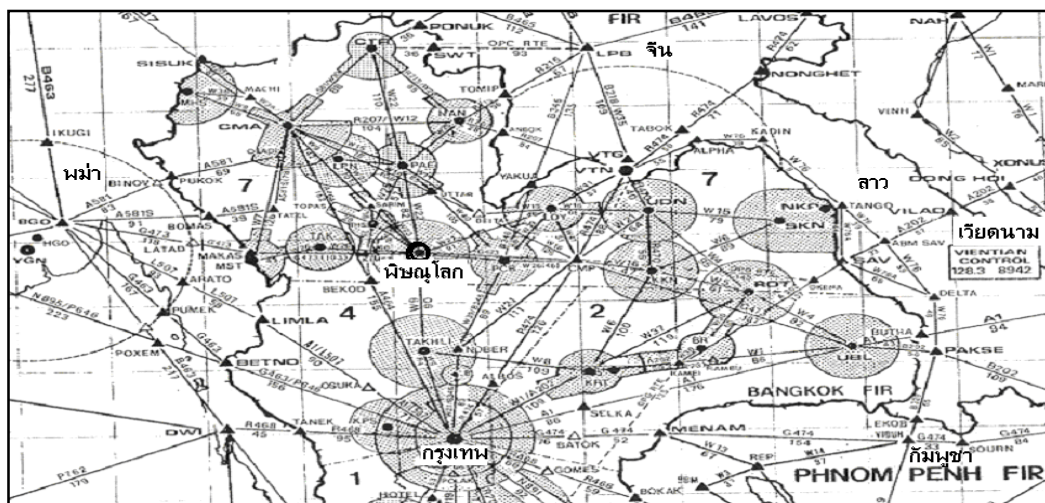
บาง

เส้นทางบินทิศตะวันออกเฉียงเหนือ

- จากพิษณุโลก เส้นทาง W 27 เลย เส้นทาง W 41 เวียงจันทร์
- จากพิษณุโลก เส้นทาง W 26 เพชรบูรณ์ เส้นทาง W 26 ชุมแพ เส้นทาง

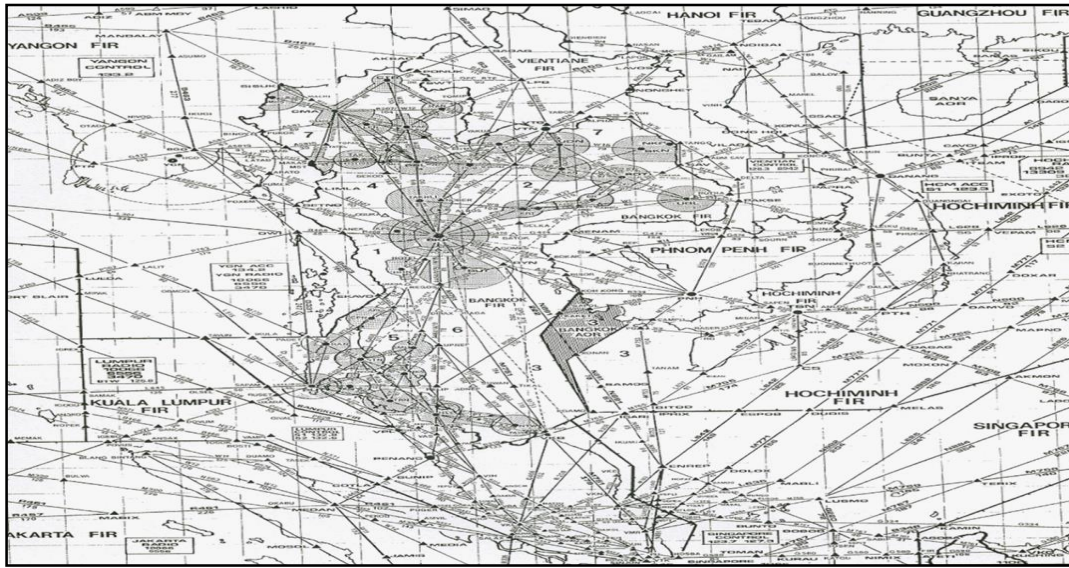
W 16 ขอนแก่น

- จากพิษณุโลก เส้นทาง G 473 อุบลราชธานี
- จากพิษณุโลก เส้นทาง W 21 อุครธานี เส้นทาง W 26 ชุมแพ
- จากพิษณุโลก เส้นทาง W 27 เลย เส้นทาง W 15 อุครธานี



ภาพประกอบที่ 2.10 เส้นทางการบินภายในประเทศ (ภาคเหนือ และภาคตะวันออกเฉียงเหนือ)

ที่มา: กรมการขนส่งทางอากาศ (2560)



ภาพประกอบที่ 2.11 เส้นทางการบินภายในภูมิภาค
ที่มา: กรมการขนส่งทางอากาศ (2560)

2.1.3 โครงการความร่วมมือทางเศรษฐกิจของประเทศในกลุ่มอนุภูมิภาคลุ่มน้ำโขงตอนล่าง

สำนักงานยุทธศาสตร์การพัฒนากลุ่มภาคเหนือตอนล่าง (2561) ได้กล่าวถึงมติคณะรัฐมนตรีเมื่อวันที่ 29 กรกฎาคม 2540 ได้สนับสนุนให้พัฒนาโครงการ “สี่แยกอินโดจีน” ตามความร่วมมือของอนุภูมิภาคลุ่มน้ำโขงตอนล่าง (GMS: Greater Mekong Sub-region) ที่เสนอโดยธนาคารเพื่อการพัฒนาเอเชีย (Asian Development Bank: ADB) ซึ่งประกอบไปด้วย ประเทศในกลุ่มน้ำโขงทั้ง 6 ประเทศ (กัมพูชา จีน ลาว พม่า เวียดนาม และ ไทย) วัตถุประสงค์ของโครงการนี้เพื่อสร้างความร่วมมือระหว่างประเทศ และความเจริญทางเศรษฐกิจ โดยมุ่งเน้นการพัฒนาการขนส่งและเส้นทางเศรษฐกิจ (Economic Corridor) การสื่อสาร การแลกเปลี่ยนพลังงาน การค้าข้ามพรมแดน การจัดการการลงทุน และส่งเสริมการลงทุนภาคเอกชน ประกอบด้วย โครงการพัฒนาเส้นทางเศรษฐกิจเหนือ-ใต้ (North-South Economic Corridor) และโครงการพัฒนาเส้นทางเศรษฐกิจตะวันออก-ตะวันตก (East-West Economic Corridor) ได้ถือกำเนิดขึ้นเพื่อตอบสนองวัตถุประสงค์ดังกล่าวอย่างเป็นรูปธรรม ซึ่งทั้ง 2 โครงการนี้เป็นโครงการที่สำคัญที่มีผลอย่างยิ่งต่อการเชื่อมเศรษฐกิจของทั้ง 6 ประเทศเข้าไว้ด้วยกัน ดังนี้



ภาพประกอบที่ 2.12 เส้นทางเศรษฐกิจของภูมิภาคเอเชีย

ที่มา: สำนักงานยุทธศาสตร์การพัฒนากลุ่มภาคเหนือตอนล่าง (2561)

1) โครงการพัฒนาเส้นทางเศรษฐกิจเหนือ-ใต้ (North-South Economic Corridor)

โครงการพัฒนาเส้นทางเศรษฐกิจ เหนือ-ใต้ เริ่มต้นที่เมืองคุนหมิง ประเทศจีนลงมาตอนใต้ ผ่านประเทศลาว พม่า และสิ้นสุดที่กรุงเทพฯ ประเทศไทย โดยโครงการพัฒนาเส้นทางเศรษฐกิจ เหนือ-ใต้ จะเป็นถนนเส้นหลักที่เชื่อมโยงเมืองเศรษฐกิจทางตอนเหนือของประเทศไทย และตอนใต้ของจีน รวมทั้งเป็นเส้นทางตัดผ่านเข้าสู่เมืองเกาะละแมงประเทศพม่า และตัดผ่านประเทศเวียดนาม ผ่านเมืองฮานอย และสิ้นสุดที่เมืองไฮฟอง ซึ่งเป็นเมืองท่าทางทะเล โดยแบ่งเป็น 4 เส้นทางหลัก ได้แก่ 1) เชียงราย-คุนหมิง ผ่านประเทศลาว 2) . เชียงราย-คุนหมิง ผ่านประเทศพม่า 3) ห้วยโก๋น (น่าน) – เมืองเงิน-ปากบาง (ลาว) – อุดมสาย-โบเตน- จิงหอง (จีน)- คุนหมิง และ 4) คุนหมิง-ฮานอย-ไฮฟอง ดังภาพประกอบที่ 2.13



ภาพประกอบที่ 2.13 เครือข่ายเส้นทางการคมนาคมของโครงการเส้นทางเศรษฐกิจเหนือ-ใต้
 ที่มา: ธนาคารพัฒนาเอเชีย (2560)



ภาพประกอบที่ 2.14 เส้นทางการคมนาคมตามโครงการเส้นทางเศรษฐกิจเหนือ-ใต้
 ที่มา: ธนาคารพัฒนาเอเชีย (2560)

สำหรับในประเทศไทยนั้น เส้นทางคมนาคมขนส่งภายในประเทศที่เชื่อมโยงกับเส้นทางเศรษฐกิจเหนือ-ใต้ จะเริ่มต้นที่จุดผ่านแดนที่จังหวัดเชียงราย ผ่านเข้ามาที่จังหวัดพิษณุโลก และเลยไปจนถึงกรุงเทพมหานคร ซึ่งเส้นทางคมนาคมขนส่งดังกล่าวนี้จะเชื่อมกับเส้นทางเศรษฐกิจตะวันออก-ตะวันตกที่จังหวัดพิษณุโลก ดังแสดงในภาพประกอบที่ 2.15



ภาพประกอบที่ 2.15 การเชื่อมโยงเส้นทางคมนาคมระหว่างโครงการเส้นทางเศรษฐกิจเหนือ-ใต้กับโครงการเส้นทางเศรษฐกิจ ตะวันออก-ตะวันตก
ที่มา: สำนักงานยุทธศาสตร์การพัฒนากลุ่มภาคเหนือตอนล่าง (2561)

สำนักงานศุลกากรภาคที่ 3 (2559) ได้สรุปภาพรวมการค้าชายแดนว่าเป็นสัดส่วนสำคัญของการค้าระหว่างประเทศกับประเทศเพื่อนบ้าน โดยมีมูลค่า 1,001,241 ล้านบาทในปี 2558 คิดเป็นสัดส่วนประมาณร้อยละ 70 ของการค้าระหว่างประเทศกับประเทศเพื่อนบ้าน ซึ่งในช่วงที่ผ่านมามูลค่าการค้าชายแดนเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง โดยในช่วงปี 2554-2558 เพิ่มขึ้นเฉลี่ยร้อยละ 3.0 ต่อปี ซึ่งแสดงถึงการขยายตัวของเศรษฐกิจที่เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วในภูมิภาคนี้ ดังนั้นการพัฒนาเส้นทางเศรษฐกิจเหนือ-ใต้ จะช่วยให้ประเทศไทย และประเทศเพื่อนบ้านสามารถเพิ่มกิจกรรมทางเศรษฐกิจให้มากขึ้น ไม่ว่าจะเป็นเรื่องของการค้าขาย การท่องเที่ยว การศึกษา และการแลกเปลี่ยนวัฒนธรรมต่อกัน ดังที่ได้แสดงในตารางที่ 2.5

ตารางที่ 2.5 การค้าชายแดนภาคเหนือ

รายการ	ปี					อัตราการขยายตัว เฉลี่ยต่อปี (2554- 2558) (%)	อัตราการขยายตัว เฉลี่ยต่อปี (2557- 2558) (%)
	2554	2555	2556	2557	2558		
มูลค่าการค้ารวม	890,668	910,501	924,237	987,572	1,001,241	3.0	1.4
ส่งออก	580,153	556,976	560,192	589,662	588,105	0.4	-0.3
นำเข้า	310,515	353,525	364,045	397,910	413,135	7.5	3.8
ดุลการค้า	269,638	203,451	196,147	191,752	174,970	-9.8	-8.8
ไทย-มาเลเซีย							
มูลค่าการค้ารวม	560,655	515,924	501,402	507,655	485,759	-3.5	-4.3
ส่งออก	379,364	303,020	288,051	274,992	250,049	-9.7	-9.1
นำเข้า	181,291	212,904	213,351	232,663	235,710	7.0	1.3
ดุลการค้า	198,073	90,116	74,700	42,329	14,339	-45.3	-66.1
ไทย-เมียนมา							
มูลค่าการค้ารวม	164,375	180,472	196,862	214,388	214,694	7.0	0.1
ส่งออก	60,599	69,976	79,447	94,007	100,819	13.6	7.2
นำเข้า	103,776	110,496	117,414	120,381	113,875	2.5	-5.4
ดุลการค้า	-43,177	-40,520	-37,967	-26,374	-13,056	23.4	50.5
ไทย-สปป.ลาว							
มูลค่าการค้ารวม	101,661	132,016	132,137	151,063	176,475	15.3	16.8
ส่งออก	81,125	109,059	108,605	123,937	132,734	13.8	7.1
นำเข้า	20,536	22,957	23,532	27,126	43,741	22.7	61.3
ดุลการค้า	60,589	86,102	85,074	96,811	88,993	11.7	-8.1
ไทย-กัมพูชา							
มูลค่าการค้ารวม	63,977	82,090	93,836	114,466	124,313	18.3	8.6
ส่งออก	59,065	74,922	84,088	96,726	104,504	15.5	8.0
นำเข้า	4,912	7,168	9,748	17,740	19,809	43.9	11.7
ดุลการค้า	54,153	67,754	74,339	78,986	84,694	12.1	7.2

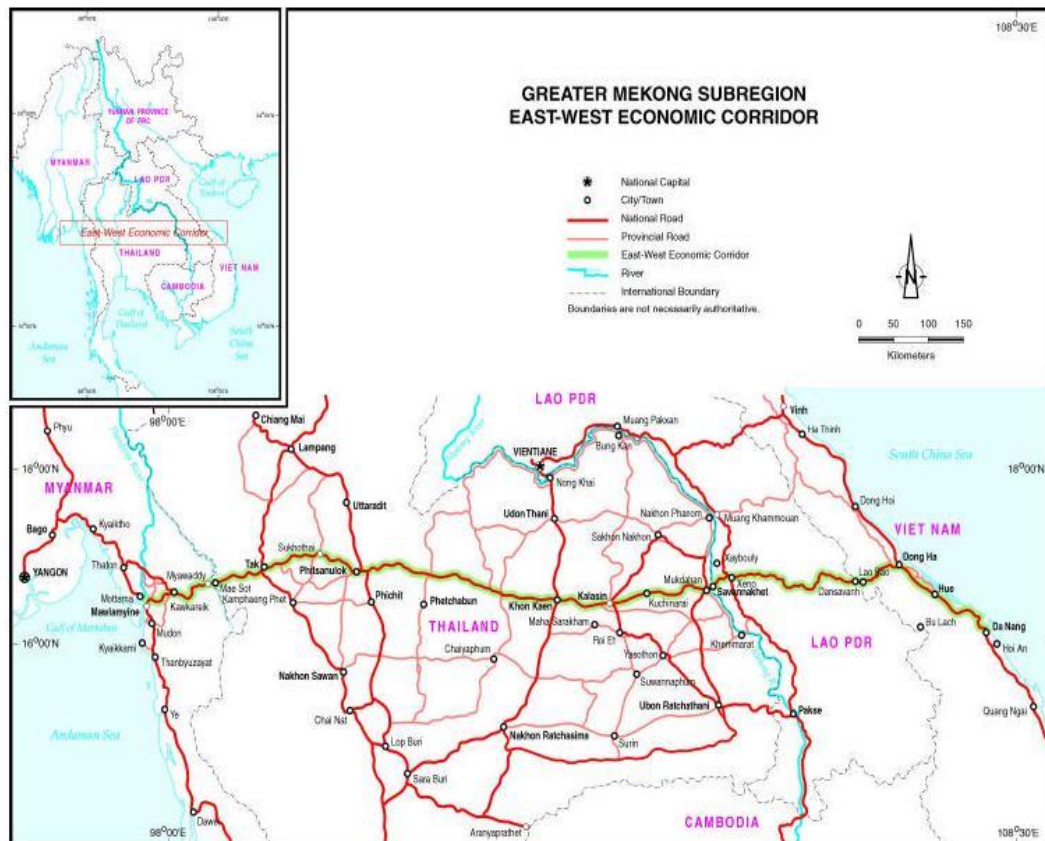
ที่มา: สำนักงานศุลกากรภาคที่ 3 (2559)

2) โครงการพัฒนาเส้นทางเศรษฐกิจตะวันออก-ตะวันตก (East-West Economic Corridor)

โครงการพัฒนาเส้นทางเศรษฐกิจตะวันออก-ตะวันตกมีระยะทาง 1,450 กิโลเมตร เริ่มต้นจากทางฝั่งตะวันออกที่ เมืองดานัง ประเทศเวียดนาม ไปสิ้นสุดที่ฝั่งตะวันตกที่เมืองเมะละแมง ประเทศพม่า ผ่านประเทศลาว และเขตภาคเหนือและภาคอีสานของประเทศไทย โดยจะเชื่อมโยงเข้ากับเส้นทางเศรษฐกิจเหนือ-ใต้ที่จังหวัดพิษณุโลกนอกจากนี้เส้นทางเศรษฐกิจตะวันออก-ตะวันตกยังเชื่อมมหาสมุทรแปซิฟิกกับมหาสมุทรอินเดียเข้าด้วยกัน ซึ่งเป็นทางเลือกใหม่ที่เพิ่มเข้ามาจากการขนส่งทางน้ำที่มีอยู่เดิม โดยเส้นทางนี้จะช่วยให้การค้าชายแดนกับประเทศเพื่อนบ้านมีการขยายตัวมากขึ้น

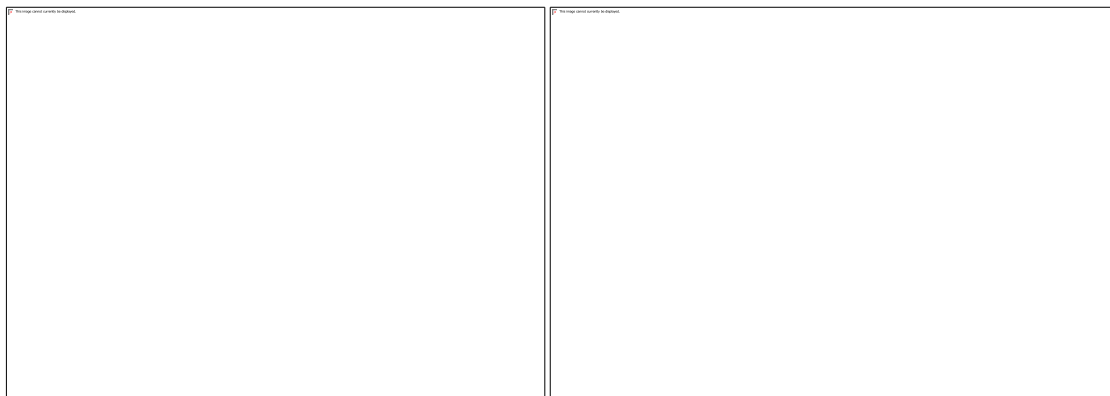


ภาพประกอบที่ 2.16 ภาพรวมเส้นทางเศรษฐกิจ ตะวันออก – ตะวันตก
ที่มา: ธนาคารพัฒนาเอเชีย (2560)



ภาพประกอบที่ 2.17 เส้นทางคมนาคมตามโครงการเส้นทางเศรษฐกิจ ตะวันออก – ตะวันตก
ที่มา: ธนาคารพัฒนาเอเชีย (2560)

เมื่อเชื่อมโยงโครงการพัฒนาเส้นทางเศรษฐกิจตามแนวเหนือ-ใต้ เข้ากับโครงการพัฒนาเส้นทางเศรษฐกิจตามแนวตะวันออก-ตะวันตก จะเห็นได้ว่าจังหวัดพิจญ์โลกได้ถูกกำหนดให้เป็นจุดเชื่อมต่อทางยุทธศาสตร์เพียงจุดเดียวที่สามารถเชื่อมโยงเส้นทางเศรษฐกิจทั้ง 2 เส้นเข้าด้วยกัน ดังนั้นการพัฒนาจังหวัดพิจญ์โลกให้เป็น “สี่แยกอินโดจีน” จึงเป็นสิ่งสำคัญอย่างยิ่ง เพื่อรองรับเส้นทางเศรษฐกิจทั้ง 2 เส้น ซึ่งเมื่อเสร็จสิ้นสมบูรณ์ตลอดทั้งสองเส้นทางจะทำให้เกิดการไหลเวียนของสินค้าและบริการ จากประเทศจีน พม่า และเวียดนาม ผ่านมาที่จังหวัดพิจญ์โลกเป็นจำนวนมาก ดังที่ได้แสดงตำแหน่งของสี่แยกอินโดจีน ณ จังหวัดพิจญ์โลก ดังแสดงในภาพประกอบที่ 2.18



ภาพประกอบที่ 2.18 ที่ตั้งสี่แยกอินโดจีน (จังหวัดพิษณุโลก)

ที่มา: ไทยโพสต์ (14 กันยายน 2562)

โดยสรุปได้ว่า จังหวัดพิษณุโลกมียุทธศาสตร์ทางภูมิศาสตร์ด้านพื้นที่ที่ตั้งอยู่ในภาคเหนือตอนล่าง ซึ่งมีลักษณะเด่นเฉพาะตัวเป็นเนื่องจากมีส่วนที่เชื่อมต่อระหว่างภาคกลางกับภาคเหนือ และภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศ เป็นจังหวัดที่มีลักษณะเชื่อมต่อไปยังประเทศต่างๆ ในภูมิภาคอินโดจีน พื้นที่ เขตเมืองของจังหวัดพิษณุโลกเป็นศูนย์กลางทางการค้าและบริการ โลจิสติกส์ของภาคเหนือตอนล่าง โดยเฉพาะโครงการคมนาคมขนส่งเชื่อมโยงอนุภูมิภาคุ่มแม่น้ำโขง (GMS) และเป็นศูนย์กลางเชื่อมโยงการคมนาคมในภูมิภาค ซึ่งเป็นที่ตั้งทางยุทธศาสตร์ของ EWEC และ NSEC อีกทั้ง เป็นศูนย์กลางของบริการสาธารณะ นอกจากนี้พิษณุโลกเป็นจังหวัดที่มีประวัติศาสตร์อันยาวนาน มีทำเลที่ตั้งที่ดี ซึ่งเป็นที่ตั้งของส่วนราชการทั้งระดับส่วนกลาง เขต ภาค และส่วนภูมิภาค รวมถึงสถาบันการเงิน องค์กรธุรกิจต่างๆ ที่สามารถให้บริการคำแนะนำและสนับสนุนการดำเนินงานด้านต่างๆ

2.2 การวิเคราะห์ข้อมูลพื้นฐานกลุ่มจังหวัดภาคเหนือตอนล่าง 1 และเส้นทางสายไหม

2.2.1 กลุ่มจังหวัดภาคเหนือตอนล่าง 1 (สำนักงานยุทธศาสตร์การพัฒนากลุ่มภาคเหนือตอนล่าง (2561)

1) จังหวัดตาก

1.1) ข้อมูลพื้นฐานทางด้านกายภาพ

จังหวัดตาก ตั้งอยู่ภาคเหนือตอนบนก่อนไปทางตะวันตก สภาพภูมิประเทศโดยทั่วไปเป็นป่าไม้และภูเขา มีพื้นที่ 16,406 ตารางกิโลเมตร หรือ 10.3 ล้านไร่ ใหญ่เป็นลำดับสอง

ของภาคเหนือรองจากจังหวัดเชียงใหม่ มีพรมแดนติดต่อกับสหภาพพม่าทางด้านตะวันตกของจังหวัด ยาว 535 กิโลเมตร อยู่ห่างจากกรุงเทพมหานคร 426 กิโลเมตร สภาพภูมิอากาศมีอุณหภูมิสูงสุดค่าเฉลี่ยปานกลาง 36.16 - 38.38 องศาเซลเซียส อุณหภูมิต่ำสุดปานกลาง 18.38 - 20.23 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ เฉลี่ยสูงสุดปานกลาง 92 - 96 เปอร์เซ็นต์ เฉลี่ยต่ำสุดปานกลาง 28 - 43 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณน้ำฝน เฉลี่ย 651.10 - 1,556.30 มิลลิเมตรและมีอาณาเขตติดต่อดังนี้

ทิศเหนือ	ติดกับจังหวัดจังหวัดแม่ฮ่องสอน เชียงใหม่ ลำพูนและลำปาง
ทิศตะวันออก	ติดกับจังหวัดสุโขทัย กำแพงเพชร นครสวรรค์และจังหวัดอุทัยธานี
ทิศใต้	ติดกับจังหวัดกาญจนบุรี
ทิศตะวันตก	ติดกับรัฐกะเหรี่ยง ประเทศพม่า โดยมีแม่น้ำเมยแบ่งเขตแดน

1.2) ข้อมูลทางด้านเศรษฐกิจ

ผลิตภัณฑ์มวลรวมจังหวัดตาก ปีพ.ศ. 2554 มีมูลค่า ณ ราคาประจำปี เท่ากับ 41,351 ล้านบาท เพิ่มขึ้นจาก 40,740 ล้านบาท ในปี 2553 เท่ากับ 611 ล้านบาท หรือเพิ่มขึ้นร้อยละ 15 และผลิตภัณฑ์ มวลรวมจังหวัดต่อหัว (GPP per capita) ในปี 2554 เท่ากับ 77,328 บาทต่อคนต่อปี เพิ่มขึ้นจาก 76,677 บาทในปี 2553 คิดเป็นร้อยละ 0.8 การผลิตของจังหวัด ขยายตัวร้อยละ 3.6 ชะลอตัวลงจากร้อย ละ 5.0 ในปี 2553 ตามลำดับ

1.3) การคมนาคมและขนส่ง

จังหวัดตากมีทางหลวงแผ่นดินและทางหลวงจังหวัดใช้เดินทางติดต่อภายในจังหวัด และติดต่อระหว่างจังหวัดได้โดยสะดวก มีเส้นทางติดต่อระหว่างตำบลและหมู่บ้านในชนบท ซึ่งสามารถใช้ในการเดินทาง และขนส่งผลผลิตต่าง ๆ ได้

2) จังหวัดสุโขทัย

2.1) ข้อมูลพื้นฐานทางด้านกายภาพ

จังหวัดสุโขทัย ตั้งอยู่บริเวณภาคเหนือตอนล่างของประเทศ อยู่ห่างจากกรุงเทพมหานครประมาณ 440 กิโลเมตร โดยทางรถยนต์ มีเนื้อที่ประมาณ 6,596.092 ตารางกิโลเมตร หรือประมาณ 4,122,557.5 ไร่ มีอาณาเขตติดต่อจังหวัดใกล้เคียง ดังนี้

อุตรดิตถ์	ทิศเหนือ	ติดต่อกับอำเภอวังชิ้น จังหวัดแพร่ และอำเภอลับแล จังหวัด
พิษณุโลก	ทิศตะวันออก	ติดต่อกับอำเภอพิชัยจังหวัดอุตรดิตถ์ และ อำเภอบางระกำจังหวัด
	ทิศใต้	ติดต่อกับอำเภอพรานกระต่าย จังหวัดกำแพงเพชร และอำเภอบาง
		ระกำ จังหวัดพิษณุโลก
	ทิศตะวันตก	ติดต่อกับอำเภอเมืองตาก จังหวัดตากและอำเภอเถิน จังหวัดลำปาง

พื้นที่ส่วนใหญ่ของจังหวัดสุโขทัย เป็นที่ราบลุ่ม มีแม่น้ำยมไหลผ่าน เป็นระยะทางประมาณ 170 กิโลเมตร พื้นที่ตอนเหนือเป็นที่ราบสูง มีภูเขาขาวเป็นพืดมาทางตะวันตก พื้นที่ตอนกลางเป็นที่ราบลุ่ม และตอนใต้เป็นที่ราบสูง จังหวัดสุโขทัย มีภูเขาขนาดย่อมอยู่หลายลูก ภูเขาที่สูงที่สุด คือ เขาหลวง ซึ่งสูงกว่าระดับน้ำทะเลประมาณ 1,185 เมตร

2.2) การคมนาคมและขนส่ง

จังหวัดสุโขทัยมีทางหลวงแผ่นดิน และทางหลวงจังหวัดใช้เดินทางติดต่อภายในจังหวัด และเดินทางสู่จังหวัดใกล้เคียงได้โดยสะดวก มีทางรถไฟสายเหนือแยกสู่อำเภอสวรรคโลก และอำเภอศรีนคร ซึ่งเป็นสถานีย่อยแยกมาจากสถานีรถไฟชุมทางบ้านดารา จังหวัดอุตรดิตถ์

2.3) สภาพเศรษฐกิจ

สภาพทางเศรษฐกิจของจังหวัดสุโขทัย ในปี 2553 พบว่าประชากรมีรายได้เฉลี่ยต่อหัว 32,000 บาทต่อปี เป็นอันดับที่ 52 ของประเทศ หรืออันดับที่ 11 ของภาคเหนือ โดยทั้งจังหวัดมีผลิตภัณฑ์มวลรวม 18,976 ล้านบาท รายได้ส่วนใหญ่ขึ้นอยู่กับสาขาการเกษตร มากที่สุดถึงร้อยละ 25.98 คิดเป็นมูลค่า 4,930 ล้านบาท รองลงมาเป็นสาขาการค้าส่งและค้าปลีกร้อยละ 19.85 คิดเป็นมูลค่า 3,767 ล้านบาท และสาขาการบริการร้อยละ 15.80 คิดเป็นมูลค่า 2,999 ล้านบาท อัตราการขยายตัวทางเศรษฐกิจ ร้อยละ 0.02

3) จังหวัดอุตรดิตถ์

3.1) ข้อมูลพื้นฐานทางด้านกายภาพ

จังหวัดอุตรดิตถ์ ตั้งอยู่ในเขตภาคเหนือตอนล่าง ระหว่างละติจูดที่ 17 องศา 37 ลิปดา และ 19 องศา 30 ลิปดาเหนือ และลองจิจูดที่ 100 องศา 05 ลิปดา และ 101 องศา 11 ลิปดาตะวันออก อยู่ห่างจากกรุงเทพมหานคร โดยทางรถไฟ 485 กม. และโดยทางรถยนต์ 491 กม. มีเนื้อที่รวมทั้งสิ้น 7,838.592 ตารางกิโลเมตร หรือ 4,899,120 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 4.62 ของพื้นที่ภาคเหนือ มีอาณาเขตติดต่อกับพื้นที่ใกล้เคียง ดังนี้

ทิศเหนือ	ติดต่อกับจังหวัดแพร่ และน่าน
ทิศตะวันออก	ติดต่อกับจังหวัดพิจิตร โลก และ สปป.ลาว
ทิศใต้	ติดต่อกับจังหวัดพิจิตร โลก
ทิศตะวันตก	ติดต่อกับจังหวัดสุโขทัย

จังหวัดอุตรดิตถ์มีประชากรประมาณร้อยละ 70 ประกอบอาชีพทางเกษตรกรรมและการปศุสัตว์ รองลงมาเป็นสาขาอุตสาหกรรม การค้าส่ง การค้าปลีก การบริการและเหมืองแร่ โดยตั้งอยู่ในทำเลที่เหมาะสม สามารถติดต่อกับจังหวัดในภาคเหนือตอนบน เช่นจังหวัดแพร่และจังหวัดน่าน จังหวัดในภาคเหนือตอนล่าง เช่น จังหวัดพิจิตร โลก และจังหวัดสุโขทัย โดยสะดวกทั้งทางรถยนต์และรถไฟ จึงทำให้เป็นเมืองที่มีความสำคัญในการพัฒนาของภาคเหนือตอนล่าง ประกอบกับมีพรมแดน ติดต่อกับประเทศสาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาว ถึง 135 กิโลเมตร รวมทั้งมีแหล่งน้ำธรรมชาติขนาดใหญ่ ได้แก่ ลำน้ำน่าน และเขื่อนสิริกิติ์

3.2) การคมนาคมและขนส่ง

จังหวัดอุตรดิตถ์ มีเส้นทางคมนาคมทางบก ได้แก่ ทางรถยนต์ และทางรถไฟ ทำให้สะดวกในการเดินทาง และการขนส่งสินค้า ทั้งเกษตรและอุตสาหกรรม ทางรถยนต์ ประกอบด้วยทางหลวงแผ่นดิน 2 สาย ทางหลวงจังหวัด 30 สาย ทางมาตรฐาน รพช. และทางพัฒนาแบบที่ 1 จำนวน 35 สาย ทางรถไฟ มีเส้นทางรถไฟสายเหนือ จากกรุงเทพฯ ถึงเชียงใหม่ ระยะทางจากกรุงเทพฯ ถึง อุตรดิตถ์ ประมาณ 485 กิโลเมตร และมีเส้นทางแยกจากสถานีชุมทางบ้านดาราในอำเภอพิชัย ไปสถานีสวรรคโลก อำเภอสวรรคโลก จังหวัดสุโขทัย

4) จังหวัดเพชรบูรณ์

4.1) ข้อมูลพื้นฐานทางด้านกายภาพ

จังหวัดเพชรบูรณ์ ตั้งอยู่ระหว่างละติจูดที่ 15 องศา 20 ลิปดา ถึง 17 องศา 10 ลิปดาเหนือ และ ลองจิจูดที่ 100 องศา 40 ลิปดา ถึง 101 องศา 45 ลิปดาตะวันออก ส่วนกว้างที่สุดของจังหวัดจากด้านตะวันออก ถึง ด้านตะวันตก กว้าง 55 กิโลเมตร ส่วนที่ยาวที่สุดจากด้านเหนือ ถึง ด้านใต้ ยาว 296 กิโลเมตร อยู่สูงจากระดับน้ำทะเลปานกลางประมาณ 114 เมตร มีพื้นที่ทั้งหมด 12,668.416 ตารางกิโลเมตร หรือ ประมาณ 7,917,760 ไร่ อยู่ห่างจากกรุงเทพมหานคร ตามเส้นทางหลวงแผ่นดินหมายเลข 1 และ 21 รวม 346 กิโลเมตร จังหวัดเพชรบูรณ์ มีอาณาเขตติดต่อ ดังนี้

ทิศเหนือ	ติดกับจังหวัดเลย
ทิศตะวันออก	ติดกับจังหวัดชัยภูมิ และ จังหวัดขอนแก่น
ทิศใต้	ติดกับจังหวัดลพบุรี

ทิศตะวันตก ติดกับจังหวัดพิษณุโลก จังหวัดนครสวรรค์ และ จังหวัดพิจิตร

ผลิตภัณฑ์มวลรวม (Gross Provincial Products : GPP) ของจังหวัดเพชรบูรณ์ ตามราคาประจำปี 2555 มีมูลค่า 30,966.91 ล้านบาท แยกตามภาคการเกษตร 10,650.16 ล้านบาท ร้อยละ 34.39 นอกภาคการเกษตร 20,316.75 ล้านบาท ร้อยละ 65.61 อัตราการขยายตัวทางเศรษฐกิจ (GR) ร้อยละ 0.92 รายได้เฉลี่ยต่อหัว 33,406 บาท/คน/ปีเป็นลำดับที่ 12 ของภาคและลำดับที่ 53 ของประเทศ ค่าใช้จ่ายทั้งสิ้นเฉลี่ย 6,184.97 บาท/ครัวเรือน/เดือน รายได้ทั้งสิ้นเฉลี่ย 9,547.52 บาท/ครัวเรือน/เดือน เงินฝากและเงินให้กู้ยืม ของธนาคารพาณิชย์ในจังหวัดปี 2546 ฝาก 12,799.00 ล้านบาท ให้กู้ยืม 9,637.00 ล้านบาท

4.2) สภาพเศรษฐกิจ

เศรษฐกิจจังหวัดเพชรบูรณ์ ปี 2555-56 อยู่ในภาวะฟื้นตัวหลังเกิดวิกฤตเศรษฐกิจอย่างรุนแรงในปี 2550 ภาคการผลิตที่สำคัญ ได้แก่ ภาคเกษตรกรรม การค้าส่ง/ค้าปลีก การบริการ และภาคการก่อสร้าง ภาวะเศรษฐกิจช่วงต้นปี 2557 จังหวัดประสบปัญหาภัยแล้ง ภาคการเกษตรอาจจะลดตัวลงเล็กน้อย ในปี 2556 จังหวัดเพชรบูรณ์ มีจำนวนสถานประกอบการอุตสาหกรรม 744 แห่ง จำนวนเงินลงทุน 3,300 ล้านบาท จำนวนผู้จดทะเบียนประกอบธุรกิจการค้า 1,369 ราย ประเภทบริษัท 217 แห่ง ห้างหุ้นส่วนจำกัด 1,007 แห่ง ห้างหุ้นส่วนสามัญนิติบุคคล 8 แห่ง และประเภททะเบียนพาณิชย์ 137 แห่ง ในปี 2555 สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ รายงานว่าจังหวัดเพชรบูรณ์มีมูลค่าผลิตภัณฑ์จังหวัด (GPP) ตามราคาประจำปี 30,967 ล้านบาท และมีรายได้เฉลี่ยต่อหัว 33,406 บาท อัตราการเติบโต (GR) ร้อยละ 0.92 จัดเป็นจังหวัดที่มีรายได้เฉลี่ยต่อหัวอันดับที่ 12 ของภาค และเป็นอันดับที่ 53 ของประเทศ

4.3) การคมนาคมและขนส่ง

ปัจจุบันจังหวัดเพชรบูรณ์มีการคมนาคมและการขนส่ง 2 ทาง คือทางบกและทางอากาศ สำหรับทางบก จากกรุงเทพฯ ใช้ทางหลวงแผ่นดินหมายเลข 1 ผ่านจังหวัดสระบุรี จนถึงกม. 125 แยกขวามือเข้าทางหลวงแผ่นดินหมายเลข 21(สายสระบุรี-หล่มสัก) เป็นสายหลักของจังหวัด และเนื่องจากจังหวัดเพชรบูรณ์ตั้งอยู่ระหว่างภาคเหนือ ภาคกลาง และภาคตะวันออกเฉียงเหนือ จึงมีเส้นทางหลวงแผ่นดินหลายเส้นทางที่เชื่อมระหว่างภาค และ จังหวัดใกล้เคียง รวมทั้งมีเส้นทางหลวงแผ่นดินภายในจังหวัดที่เชื่อมระหว่างอำเภอ และแหล่งท่องเที่ยวต่าง ๆ ส่วนทางอากาศ เมื่อปี 2553 จังหวัดเพชรบูรณ์ได้เปิดใช้ท่าอากาศยานเพชรบูรณ์ ซึ่งตั้งอยู่ที่อำเภอหล่มสัก โดยมีสายการบินไทยและสายการบินพีบี แอร์ เป็นผู้ให้บริการเส้นทางบิน ในเส้นทาง กรุงเทพฯ-เพชรบูรณ์

5.4) ข้อมูลเศรษฐกิจการพาณิชย์และการตลาด

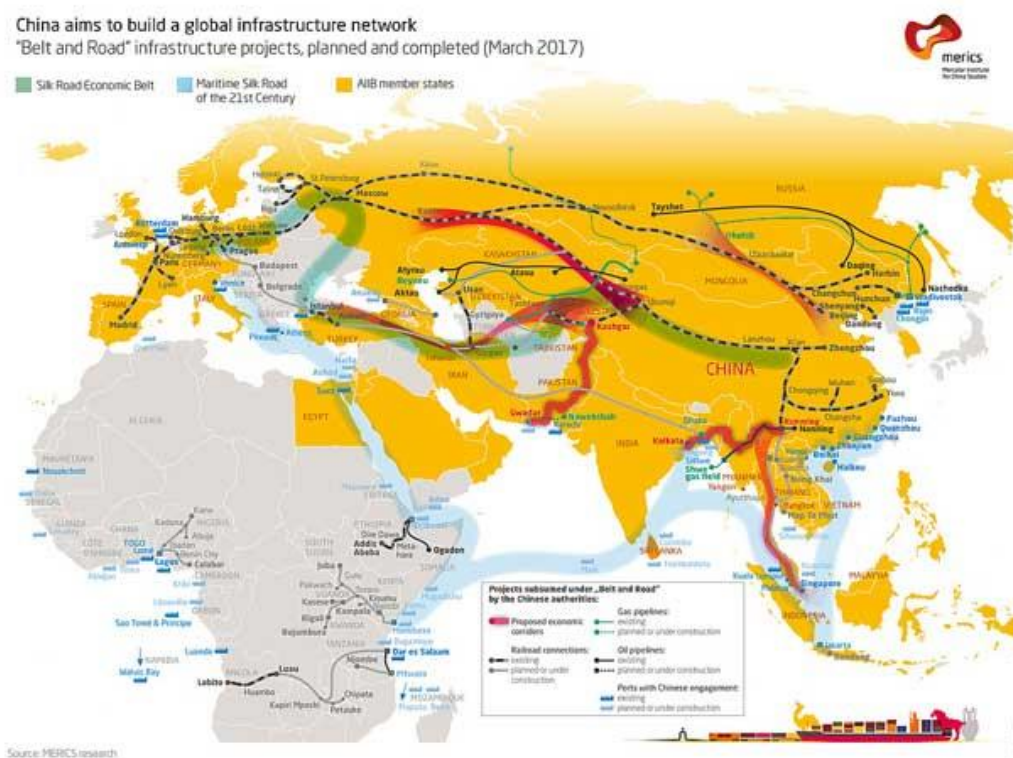
เศรษฐกิจของจังหวัดเพชรบูรณ์ ปี 2556 ขยายตัวต่อเนื่องจากปีก่อน ด้านการผลิต รายได้ของเกษตรกรปรับตัวดีขึ้นจากราคาผลผลิตทางการเกษตรอยู่ในเกณฑ์ดี เช่น ข้าวเปลือกนาปี และข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ อีกทั้งภาวะ การลงทุนประกอบธุรกิจการค้า การพาณิชย์กรมเพิ่มขึ้นจาก ปีก่อน ร้อยละ 37.5

2.2.2 เส้นทางสายไหมแห่งใหม่ของประเทศจีน

เส้นทางสายไหม คือเส้นทางทางการค้าและการแลกเปลี่ยนวัฒนธรรม ที่เคยได้เชื่อมโยง ภูมิภาคต่างๆ เข้าด้วยกันมาตั้งแต่อดีต ซึ่ง เอนก เหล่าธรรมทัศน์ (2560) ได้กล่าวว่าปัจจุบันภายใต้ การบริหารประเทศของประธานาธิบดีสีจิ้นผิง ได้มีแผนพัฒนา "เส้นทางสายไหม ใหม่ ภายใต้ ศตวรรษที่ 21 ขึ้น เพื่อกระชับความสัมพันธ์และพัฒนาเศรษฐกิจระหว่างประเทศอีกครั้ง โดย นโยบายเส้นทางสายไหมใหม่ศตวรรษที่ 21 (The New Silk Road) ชื่อ Belt and Road Initiative (BRI) หรือ ยุทธศาสตร์หนึ่งแถบหนึ่งเส้นทาง นับเป็นหนึ่งในนโยบายสำคัญของจีนในปัจจุบัน ครอบคลุมการพัฒนาและสร้างเส้นทางคมนาคม 2 เส้นทาง ได้แก่ 1) Silk Road Economic Belt ซึ่งเป็นเส้นทางสายไหมทางเศรษฐกิจทางบก มีลักษณะคล้ายแถบเส้นเข็มขัดที่ เชื่อมโยงจากฝั่ง ตะวันตกของจีน ผ่านเอเชียกลาง เอเชียตะวันตก (รัสเซีย) และไปสุดที่ยุโรป (ออสเตรีย) และ 2) 21st Century Maritime Silk Road ซึ่งเป็นเส้นทางสายไหมทางทะเล คือเส้นทางที่เชื่อมโยงจาก ท่าเรือทางตอนใต้ ของจีน ผ่านภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้เอเชียใต้ตะวันออกกลาง แอฟริกา ตะวันออก และไปสุดที่ยุโรป (เบลเยียม) ซึ่งเส้นทางสายไหมทางทะเล Maritime Silk Road ถือเป็น ยุทธศาสตร์สำคัญในการขยายผลประโยชน์ระหว่างจีนกับ ประเทศต่าง ๆ ครอบคลุมหลายภูมิภาค โดยเฉพาะอาเซียน และอาจกลายเป็นเส้นทางที่เอื้อประโยชน์ต่อการค้าและการ ลงทุนมากที่สุดอีก เส้นทางหนึ่งในอนาคต แนวคิดของประธานาธิบดีสีจิ้นผิง ภายใต้แผนพัฒนา "21st Century Maritime Silk Road" และอาเซียน ประเทศจีนมีนโยบายเส้นทางสายไหมมาตั้งแต่ยุคโบราณ เมื่อ 2 พันปีที่ผ่านมา ซึ่งเป็นเส้นทางการค้าทางทะเลครอบคลุมทวีปเอเชีย ยุโรป และแอฟริกา ปัจจุบัน ภายใต้การบริหารประเทศของประธานาธิบดีสีจิ้นผิง ได้มีแผนพัฒนา "21st Century Maritime Silk Road " ขึ้นเพื่อกระชับความสัมพันธ์และพัฒนาเศรษฐกิจระหว่างประเทศทั้งในระดับภูมิภาคและ ระดับโลก

ทั้งนี้ แนวคิดเพื่อการพัฒนาเส้นทาง 21st Century Maritime Silk Road ระหว่างจีนและ อาเซียน ให้เกิดประโยชน์สูงสุด ประกอบด้วย 1) ผลักดันการเชื่อมโยงระบบ โครงสร้างพื้นฐานใน ภูมิภาค ซึ่งเป็นอุปสรรคสำคัญของการพัฒนาเศรษฐกิจในภูมิภาค โดยหากอาเซียนมีความพร้อม ด้านโครงสร้างพื้นฐานก็จะส่งผลให้ต้นทุนการขนส่งลดลง และการไปมาหาสู่ระหว่างกันสะดวก

มากยิ่งขึ้น ซึ่งจีนในฐานะประเทศที่มีความพร้อมด้านเทคโนโลยีที่ทันสมัย มีความยินดีที่จะช่วยภูมิภาคอาเซียนพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานระหว่างกัน 2) กระชับความสัมพันธ์ทางเศรษฐกิจ ปัจจุบันเขตการค้าเสรีอาเซียน - จีน ถือเป็นเขตการค้าเสรีที่ใหญ่ที่สุดในโลก โดยจีนเป็นคู่ค้าอันดับ 1 ของอาเซียน (มีมูลค่าทางการค้าเพิ่มขึ้น 5 เท่า และมีมูลค่าการลงทุนเพิ่มขึ้น 3 เท่า ในช่วง 10 ปีที่ผ่านมา) และนับเป็นประเทศคู่ค้าที่สำคัญของไทยรองจากอาเซียน ซึ่งเห็นว่าเป็นเป้าหมายมูลค่าการค้าระหว่างอาเซียนและจีนจะสูงถึง 1 ล้านล้านเหรียญสหรัฐภายในปี 2563 (ค.ศ. 2020) และมีมูลค่าการลงทุนสูงกว่า 1 แสนล้าน เหรียญสหรัฐ (ปี 2557 มีมูลค่า 1 แสนล้านเหรียญสหรัฐ) โดยเฉพาะด้านการลงทุนนั้น อาเซียนและจีนยังมีศักยภาพประกอบที่จะขยายมูลค่าการลงทุนระหว่างกันได้อีกมาก และปัจจุบันจีนมีโครงการขนาดใหญ่จำนวนมากเพื่อกระตุ้นการขยายมูลค่า การลงทุนระหว่างกัน 3) พัฒนาเงินทุนระหว่างอาเซียนและจีน ปัจจุบันอาเซียนมีความต้องการเงินทุนเพื่อการพัฒนาสูงถึง 6 แสนล้านเหรียญสหรัฐ



ภาพประกอบที่ 2.19 ยุทธศาสตร์หนึ่งแถบหนึ่งเส้นทาง หรือ Belt and Road Initiative (BRI)
 ที่มา: เอนก เหล่าธรรมทัศน์ (2560)

นอกจากนี้ จีนได้มีนโยบายการจัดตั้งธนาคาร Asian Infrastructure Investment Bank (AIIB) เพื่อปล่อยเงินกู้แก่ประเทศอาเซียนในอัตราดอกเบี้ยต่ำจำนวน 1 หมื่นล้านเหรียญสหรัฐ รวมถึงมีการระดมเงินทุนระยะที่ 2 ของกองทุนความร่วมมือด้านการลงทุนจีน-อาเซียนมูลค่า 3 พันล้านเหรียญสหรัฐ และจัดเงินกู้สำหรับก่อสร้างสิ่งอำนวยความสะดวกขั้นพื้นฐาน 1 หมื่นล้านเหรียญสหรัฐ เพื่อการพัฒนาดังกล่าว นอกจากนี้ ยังมีกองทุนสำหรับการพัฒนาเส้นทางสายไหมใหม่ศตวรรษที่ 21 อีกจำนวน 4 หมื่นล้านเหรียญสหรัฐ ซึ่งปัจจัยดังกล่าวจะมีความสำคัญต่อการพัฒนาเศรษฐกิจ การค้า การลงทุน และการจ้างงานระหว่างกันในภูมิภาค โดยคาดว่าทุก 1,000 ล้านเหรียญสหรัฐ จะก่อให้เกิด การจ้างงานคน 1.8 หมื่นคน รวมทั้งโครงการจะมีอัตราการจ้างงานมากกว่า 7.2 แสนคน นอกจากนี้ ยังรวมถึงการส่งเสริมการใช้สกุลเงินหยวนในการดำเนินธุรกรรมระหว่างอาเซียนและจีนในอนาคต และ 4) กระชับความสัมพันธ์ฉันท์มิตรระหว่างจีนและอาเซียน ซึ่งเป็นการสนับสนุนภาคประชาชน อาทิ การแลกเปลี่ยนวัฒนธรรม การศึกษา และการท่องเที่ยว โดยปัจจุบันมีนักท่องเที่ยวจีนเดินทางมาท่องเที่ยวในภูมิภาค อาเซียนเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง สำหรับประเทศไทยในปี 2557 มีนักท่องเที่ยวจีนเดินทางมาประเทศไทยสูงถึงประมาณ 4.2 ล้านคน และคาดว่าปี 2558 จะมีนักท่องเที่ยวสูงถึง 5 ล้านคน โดยเฉพาะช่วงเทศกาลตรุษจีน ซึ่งเห็นว่าประเทศไทยควรมีนโยบายเพื่อรองรับปริมาณนักท่องเที่ยวจีนที่นับวันจะหลั่งไหลเข้ามาเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง อาทิ ระบบการออกวีซ่า (Visa on Arrival) ที่สนามบินสุวรรณภูมิที่นักท่องเที่ยวจีนเห็นว่าจะใช้เวลา 3 - 5 ชม. รวมถึงการเตรียมความพร้อมของจำนวนมัคคุเทศก์ที่มีความสามารถด้านภาษาจีน ซึ่งหากไม่เพียงพออาจก่อให้เกิดปัญหาไกด์เถื่อนตามมา เป็นต้น ทั้งนี้ ปัจจัยการพัฒนาด้านโครงสร้างพื้นฐานนั้น จะมีความสำคัญอย่างยิ่งต่อการส่งเสริมการเติบโตทาง เศรษฐกิจของภูมิภาค สำหรับด้านความร่วมมือระหว่างจีนกับไทยในปีที่ผ่านมา ได้มีการลงนามความร่วมมือก่อสร้างทางรถไฟ ระหว่างกันแล้ว โดยโครงการดังกล่าวจะเริ่มดำเนินการในปี 2558 นี้ รวมถึงทางจีนพร้อมที่จะให้การสนับสนุนการพัฒนานิคมอุตสาหกรรมระหว่าง 2 ข้างทางรถไฟ เพื่อผลักดันให้ไทยเป็นศูนย์กลางของการคมนาคมในภูมิภาคต่อไป ความสำคัญของเส้นทาง Silk Road Economic Belt ความสำคัญของ “Silk Road Economic Belt” หมายถึง การเป็นเส้นทางการค้า เส้นทางวัฒนธรรม และ เส้นทางเชื่อมโยงสัมพันธ์ไมตรีทางการทูต ทั้งนี้ เหตุผลที่ประธานาธิบดีสีจิ้นผิงเลือกใช้คำว่า “Silk Road Economic Belt” นั้น ก็เพื่อใช้เป็น Soft Power เสริมสร้างภาพลักษณ์ในเชิงบวกให้กับประเทศจีน อีกทั้งเห็นว่าประเทศจีนและอาเซียนมี Common Destiny และจะร่วมกันสร้าง community จีน โดยยุทธศาสตร์ Silk Road นั้นคือยุทธศาสตร์ที่ครอบคลุม 2 มหาสมุทร ทั้งทางบกและทางทะเล ตั้งแต่ภูมิภาคเอเชีย ตะวันออกกลาง และยุโรป ซึ่งรัฐบาลจีนได้ให้ความสำคัญกับยุทธศาสตร์ Silk Road โดยนำมาเป็นวาระแห่งชาติในการประชุมพรรคคอมมิวนิสต์จีน แนวคิด

ยุทธศาสตร์ “Belt and Road Initiative (BRI)” เป็นยุทธศาสตร์เพื่อการพัฒนา และการสร้างเส้นทางคมนาคม 2 เส้น ได้แก่ 1) Silk Road Economic Belt และ 2) 21st Century Maritime Silk Road ซึ่งประธานาธิบดีฯ ได้ให้ความสำคัญกับ Maritime Silk Road และเห็นว่า ภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้คือหนึ่งในเขตสำคัญของ Maritime Silk Road ซึ่งจีนพร้อมที่จะเพิ่มความร่วมมือทางทะเลกับอาเซียน โดยการตั้งกองทุนความร่วมมือทางทะเล (China-ASEAN Maritime Cooperation Fund) เป็นจำนวนเงิน 3,000 ล้านดอลลาร์ รวมถึงการจัดตั้งกองทุน Silk Road Fund มูลค่า 40,000 ล้านดอลลาร์สหรัฐ นอกจากนี้ ยังมีการจัดตั้ง Asian Infrastructure Investment Bank (AIIB) โดยมีเงินสนับสนุน 50,000 ล้านดอลลาร์สหรัฐ ซึ่ง AIIB จะเป็นธนาคารภูมิภาคแห่งใหม่เทียบเท่ากับธนาคาร Asian Development Bank (ADB) ที่ริเริ่มโดยญี่ปุ่น ทั้งนี้เส้นทางสายไหมทั้งสองเส้นทางจะช่วยให้จีนและอาเซียนเข้าสู่สิบปีแห่งยุคเพชร (Diamond Decade) หลังจากทศวรรษที่ผ่านมาถือเป็นยุค Golden decade ซึ่งทางรัฐบาลจีนมีนโยบายที่สำคัญ ได้แก่ กรอบความร่วมมือ 2+7 ซึ่งประกอบด้วย "2" ประเด็นเป้าหมายหลักคือ 1) การเพิ่มความเชื่อมั่นเป็นหุ้นส่วนทางยุทธศาสตร์ร่วมกัน (Strategic mutual trust) เพื่อเร่งพัฒนาความสัมพันธ์เพื่อนบ้านที่ดี (Good neighborly friendship) และ 2) การพัฒนาทางเศรษฐกิจและการขยายผลประโยชน์ร่วมกัน (Mutual benefit) และความร่วมมือในอีก "7" ด้าน ได้แก่ 1) การเจรจาเพื่อลงนามจัดทำสนธิสัญญาว่าด้วยความร่วมมือระหว่างประเทศฉันมิตร 2) การยกระดับความตกลงการค้าเสรีอาเซียน-จีน (ASEAN-China FTA) 3) การเชื่อมโยงด้านโครงสร้างพื้นฐานและการคมนาคม 4) การส่งเสริมความร่วมมือทางการเงินและการป้องกันความเสี่ยงในภูมิภาค 5) ความร่วมมือทางทะเล (21st Century Maritime Silk Road) 6) ความร่วมมือด้านความมั่นคงและทหาร และ 7) ความร่วมมือด้านการแลกเปลี่ยนบุคคลและวัฒนธรรม อย่างไรก็ตาม สำหรับประเทศไทย ควรพิจารณาอย่างรอบคอบว่า ปัจจุบันจีนใช้นโยบายเส้นทางสายไหมใหม่เพื่อขับเคลื่อนเป้าหมายได้อย่างแท้จริง และมีวงเงินในการพัฒนาร่วมกันเท่าใด โดยแผนพัฒนาเส้นทางสายไหมใหม่ นั้น อาจไม่ใช่เป็นเพียงแค่ FTA ทั่วไป แต่ครอบคลุมหลายมิติทั้งทางเศรษฐกิจ การเมือง สังคม และวัฒนธรรม ซึ่ง นโยบายเส้นทางสายไหมอาจเป็นโครงการสำคัญ ที่รัฐบาลจีนใช้กลยุทธ์แบบ win-win เพื่อผลักดันให้จีนขึ้นเป็น มหาอำนาจเบอร์หนึ่งของโลกในอนาคตก็เป็นได้ รูปแบบใหม่ของการพัฒนาทางเศรษฐกิจของจีน “รูปแบบใหม่ของการพัฒนาทางเศรษฐกิจของจีน” คือ การรักษาเสถียรภาพทางเศรษฐกิจในระยะยาว โดย มุ่งเน้นที่การพัฒนาเศรษฐกิจในเชิง "คุณภาพ" ซึ่งเน้นการชะลอการเติบโตด้านเศรษฐกิจ (จากเติบโตร้อยละ 11.7 ระหว่างปี 2551-54 เป็นร้อยละ 7.4 ในปี 2558) ควบคู่ไปกับการปรับโครงสร้างทางเศรษฐกิจในขณะเดียวกัน อาทิ การหันไปพึ่งพาการบริโภคภายในประเทศมากขึ้น การมุ่งเน้นการพัฒนาธุรกิจบริการ การลดช่องว่างและความเหลื่อมล้ำระหว่างเมืองกับชนบท และการพัฒนาเศรษฐกิจสร้างสรรค์ เป็นต้น ทั้งนี้ ปัจจุบันต้นทุน

การผลิตในประเทศจีนนั้นไม่ได้ต่ำเหมือนในอดีต แต่นักลงทุนยังคงเข้าไปลงทุนอย่างต่อเนื่อง โดยผู้ประกอบการจีนให้ความสำคัญกับคุณภาพมากกว่าปริมาณ อีกทั้งในอดีตนั้น การพัฒนาของจีนมุ่งไปที่ ผลประโยชน์ร่วมกันทั้งสองฝ่าย แต่ในอนาคตนั้นจะต้องเกิดความรับผิดชอบร่วมกันของทุกประเทศที่อยู่ตามเส้นทางสายไหมด้วย โดยแนวโน้มการลงทุนในปัจจุบันจะเปลี่ยนจากการลงทุนธุรกิจอสังหาริมทรัพย์ เป็นการลงทุนเพื่อขยายโครงสร้างพื้นฐาน ธุรกิจบริการ และการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม นอกจากนี้ ปัจจุบันจีนต้องการสร้างความร่วมมือทางวัฒนธรรมและการท่องเที่ยวกับไทย โดยเฉพาะเมืองทาง ชายฝั่งทะเลของจีน เช่น เมืองYulinมณฑลกว่างสีที่มีศักยภาพในการพัฒนาเป็นเขตพิเศษทางการท่องเที่ยวระหว่างไทยและจีน เพื่อให้เกิดการแลกเปลี่ยนทางวัฒนธรรมของจีนกับไทยในอนาคต รวมถึงเป็นการผลักดันให้นักท่องเที่ยวจีนเข้ามาใน ประเทศไทยมากขึ้น การเป็นมหาอำนาจโดยสมบูรณ์ของจีน ในศตวรรษที่ 21 - The Cultural Silk Road การเป็นมหาอำนาจโดยสมบูรณ์ของจีนในศตวรรษที่ 21 นั้น มีปัจจัยในการเป็นมหาอำนาจ 3 ประการคือ พลังอำนาจทางเศรษฐกิจ พลังอำนาจทางความมั่นคง (การทหาร) และความยอมรับในวัฒนธรรม ซึ่งปัจจุบันจีนมีพลังอำนาจทางเศรษฐกิจและทางความมั่นคงอย่างสมบูรณ์แล้วขาดเพียงความยอมรับในวัฒนธรรมจีนเท่านั้น (เอนก เหล่าธรรมทัศน์, 2560)

ดังนั้น จีนจึงได้ ดำเนินยุทธศาสตร์การสร้างความเป็นมหาอำนาจทางวัฒนธรรมผ่านการจัดตั้งสถาบันขงจื้อ (Confucius Institute) ใน ประเทศต่าง ๆ ทั่วโลกขึ้นเพื่อการเผยแพร่วัฒนธรรม สร้างความสัมพันธ์กับประเทศต่างๆ และสร้างความเข้าใจในความเป็นจีน ซึ่งเป้าหมายสำคัญของสถาบันขงจื้อ คือการสร้างค่านิยมในทุกอย่างที่เป็นจีน สร้างความยอมรับทางวัฒนธรรมจีน แผลขยายอิทธิพลและพลังอำนาจของจีน และก้าวเข้าสู่การเป็นมหาอำนาจทางวัฒนธรรมในศตวรรษที่ 21 ข้อสังเกต/ข้อเสนอแนะ 1) เส้นทางสายไหมใหม่ โดยเฉพาะเส้นทางสายไหมทางทะเล ถือเป็นเครื่องมือทางยุทธศาสตร์ครอบคลุมทุกด้าน ไทยจึงควรใช้โอกาสนี้เร่งผลักดันโครงการต่างๆ ที่เห็นว่าจะเป็นประโยชน์ร่วมกันของทั้งสองประเทศ อาทิ การอำนวยความสะดวกทางการลงทุน การท่องเที่ยว และวัฒนธรรมตามแนวเส้นทางสายไหมทางทะเล รวมถึงผลักดันให้เกิดความเชื่อมโยงกับกรอบความร่วมมืออื่นๆ ที่เกี่ยวเนื่อง อาทิ กรอบความร่วมมือทางเศรษฐกิจรอบอ่าวเป่ย์ปู้ หรืออ่าวตังเกี๋ย (Pan-Beibu Gulf Economic Cooperation: PBG) เป็นต้น 2) จีนควรมีความชัดเจนและมีมาตรการที่เป็นรูปธรรมในการผลักดันแนวคิด Maritime Silk Road ให้เกิดขึ้นได้จริง รวมถึงประสานความสัมพันธ์อย่างจริงจังกับประเทศตามแนวเส้นทางพัฒนาโดยเฉพาะอาเซียน เนื่องจากปัจจุบันยังมีความกังวลจากบางประเทศสมาชิกอาเซียน โดยเฉพาะเวียดนามและฟิลิปปินส์ในการยอมรับและให้ การสนับสนุนแนวคิดดังกล่าว เนื่องจากเกรงว่านโยบายของจีนอาจส่งผลกระทบต่อการค้าอำนาจอธิปไตยของสองประเทศได้ ซึ่งปัจจุบันทั้ง 2

ประเทศกำลังมีกรณีพิพาทกับจีนเรื่องเขตแดนในหมู่เกาะทะเลจีนใต้ ได้แก่ กรณีพิพาทเหนือหมู่เกาะ สแปรตลีย์และพาราเซล หรือหมู่เกาะซีซา ระหว่างจีนและเวียดนาม และกรณีพิพาทเหนือหมู่เกาะ หวงหยาน หรือแนวปะการังที่สการ์บอโรฟและแมคเคลล์ฟิลด์แบงค์ระหว่างจีนและฟิลิปปินส์

โดยสรุปแล้ว เส้นทางสายไหมใหม่ของจีนหรือหนึ่งแถบ (One belt) หรือ แถบเศรษฐกิจเส้นทางสายไหมใหม่ (New Silk Road Economic Belt) จะเป็นเครือข่ายเส้นทางบกจากจีนไปยัง 6 ภูมิภาค ได้แก่ เอเชียตะวันออก เอเชียตะวันออกเฉียงใต้ เอเชียกลาง ตะวันออกกลางและแอฟริกาเหนือ เอเชียใต้ และยุโรป แบ่งการพัฒนาออกเป็น 6 เส้นทาง/ระเบียบเศรษฐกิจ นอกจากนี้ในระเบียบเศรษฐกิจที่ติดกับชายฝั่งยังเชื่อมโยงเป็นเครื่องมือเดียวกับเส้นทางเดินเรือทะเล ซึ่งแต่ละระเบียบเศรษฐกิจนอกจากจะมุ่งสร้างโครงสร้างพื้นฐานเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการขนส่ง ได้แก่ ถนน รถไฟ รวมถึงท่าเรือและท่อส่งน้ำมัน นอกจากนี้ในจุดศูนย์กลางการกระจายสินค้า สิ่งอำนวยความสะดวกอื่น ๆ ถูกสร้างเพื่อพัฒนาขึ้นเพื่อรองรับการเจริญเติบโตทางการค้า เช่น เขตเศรษฐกิจพิเศษ การข้ามแดน ศุลกากร เป็นต้น

2.3 อุตสาหกรรมยางพาราแปรรูป

อมรรัตน์ จ่านอง (2551) ได้อธิบายถึง พืชเศรษฐกิจยางพาราที่มีความสำคัญต่อเศรษฐกิจของภาคใต้และของประเทศไทย โดยเฉพาะน้ำยาง (Latex) ซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์ได้จากต่อลำเลียงอาหารในสวนเปลือกของต้นยางพารา สามารถนำมาใช้เป็นวัตถุดิบในการทำผลิตภัณฑ์ยางชนิดต่างๆ สำหรับใช้ในอุตสาหกรรมหลายประเภทตั้งแต่อุตสาหกรรมหนัก เช่น การผลิตยางรถยนต์ ไปจนถึงอุปกรณ์ที่ใช้ในครัวเรือน น้ำยางที่ได้จากต้นยางพารามีคุณสมบัติบางอย่างที่ยางสังเคราะห์ (Synthetic Rubber) ไม่สามารถทำให้เหมือนได้ ดังนั้น ยางพาราจึงมีความสำคัญต่อประเทศไทยด้านต่างๆ ดังนี้

1) ความสำคัญทางเศรษฐกิจ

ยางพารามีความสำคัญทางเศรษฐกิจของประเทศไทยใน 3 ด้าน คือ

1.1) การฟื้นฟูเศรษฐกิจของประเทศ เนื่องจากยางพาราเป็นพืชที่ทำรายได้ให้กับประเทศเป็นจำนวนมาก โดยในปี พ.ศ. 2553 มีมูลค่าการส่งออกยางธรรมชาติ จำนวน 94,508 ล้านบาท (เดือนมกราคมถึงเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2553) ซึ่งมีจำนวนเพิ่มขึ้นร้อยละ 91.45 เมื่อเทียบกับช่วงเวลาเดียวกันในปี พ.ศ. 2552 โดยมีมูลค่าการส่งออกมากเป็นอันดับหนึ่งของประเทศ

1.2) การกระจายรายได้ของเกษตรกรที่ประกอบอาชีพทำสวนยางพารา จำนวนมากกว่า 6 ล้านคนทั่วประเทศ

1.3) เกษตรกรมีรายได้ที่แน่นอนและมีจำนวนเพิ่มขึ้น เมื่อพิจารณาจากสถิติ ยางพาราตั้งแต่ปี พ.ศ. 2509 ซึ่งผลผลิตเฉลี่ย 60 กิโลกรัมต่อไร่ต่อปี เมื่อมีการปลูกทดแทนด้วยยาง พันธุ์ดี จนถึงปัจจุบันในปี พ.ศ. 2552 มีการผลิตเฉลี่ยเพิ่มขึ้นถึง 276 กิโลกรัมต่อไร่ต่อปี ทำให้ เกษตรกรชาวสวนยางพารามีรายได้จากการทำสวนยางพาราเพิ่มขึ้น นอกจากนี้ยางพารายังเป็นพืชที่ ปลูกแล้วส่งผลให้มีรายได้สม่ำเสมอเกือบตลอดทั้งปี ราคาผันผวนไม่มากนัก จึงสร้างรายได้ที่ แน่นอนให้แก่เกษตรกรผู้ปลูกยางมากกว่าปลูกพืชชนิดอื่นๆ

2) ความสำคัญทางสังคม ยางพาราเป็นพืชที่ทำให้เกิดการสร้างงานและอาชีพในชนบท จึง สามารถช่วยลดและแก้ปัญหาการเคลื่อนย้ายของแรงงานจากชนบทสู่สังคมเมือง และส่งผลให้เกิด ความเข้มแข็งของชุมชนให้ครอบครัวมีความอบอุ่นมากขึ้น

3) การรักษาสภาพแวดล้อม ยางพาราเป็นพืชที่ให้อายุมากกว่า 20 ปี มีพื้นที่ปลูกทั่วประเทศ มากกว่า 12.3 ล้านไร่ กระจายอยู่ทุกจังหวัดในภาคใต้ ยางพาราจึงเป็นพืชทดแทนป่าไม้ที่มีจำนวน ลดลง และเป็นการเพิ่มพื้นที่สีเขียวของประเทศให้มากยิ่งขึ้น อีกทั้งภายในสวนยางพารายังมีพืชชนิด อื่นๆ ที่สามารถปลูกร่วมได้ จึงทำให้เกิดความหลากหลายทางชีวภาพมากขึ้น รวมทั้งเป็นที่อาศัย ของสัตว์ต่างๆ ตามธรรมชาติ

4) อุตสาหกรรมไม้ยางพารา เป็นอุตสาหกรรมที่เป็นอนาคตของประเทศไทย เนื่องจาก ประเทศต่างๆ เกือบทั่วโลกมีการปิดป่าทำให้เกิดการขาดแคลนไม้ในการบริโภค จึงส่งผลให้ไม้ ยางพาราเป็นที่ต้องการมากขึ้น นอกจากจะทำรายได้ให้เกษตรกรชาวสวนยางทางหนึ่งแล้วยังทำให้ เกิดรายได้เข้าประเทศมากขึ้นจากการส่งออกผลิตภัณฑ์จากไม้ยางพารา และมีแนวโน้มเพิ่มมากขึ้น ทุกปีด้วย โดยในเดือนเมษายน พ.ศ. 2553 ประเทศไทยส่งออกไม้ยางพาราและเฟอร์นิเจอร์จากไม้ ยางพารา คิดเป็นมูลค่า 1,454.80 ล้านบาท

5) อุตสาหกรรมยางพารา ผลผลิตของยางพารายังสามารถพัฒนาต่อไปในอนาคตได้ เนื่องจากผลิตภัณฑ์ยางพาราหลายประเภทได้นำมาใช้ในชีวิตประจำวันของคนทั่วโลก เช่น ยาง รถยนต์ และเครื่องมือแพทย์ เป็นต้น หากมีการผลิตผลิตภัณฑ์ใหม่ๆ เช่น เชื้ออเนก หรือใช้ยางพารา ทำถนน ก็จะทำให้มีการใช้ยางพารามากขึ้น ซึ่งจะทำให้ยางพารามีมูลค่าเพิ่มสูงขึ้น นอกจากนี้ยังเป็น โอกาสในการพัฒนาของประเทศไทยในฐานะผู้ผลิตยางพารามากเป็นอันดับหนึ่งของโลกด้วย

6. อุตสาหกรรมถุงมือยาง จะมีการขยายตัวได้ดีจากความต้องการถุงมือยางในตลาดโลกที่มี อย่างต่อเนื่อง อันเป็นผลมาจากกระแสความวิตกกังวลต่อการรักษาสุขภาพอนามัยของผู้บริโภค แม้ว่าช่วงต้นปี พ.ศ. 2553 ผู้ประกอบการผลิตถุงมือยางจะได้รับผลกระทบจากการที่ราคาน้ำยางขึ้น ซึ่งเป็นวัตถุดิบหลักปรับตัวสูงและขาดแคลน แต่มีการคาดว่าสถานการณ์ดังกล่าวจะดีขึ้นในช่วง

ระยะเวลาเมื่อเข้าสู่ฤดูกรีดยางพาราใหม่ โดยปริมาณส่งออกถุงมือยางในเดือนเมษายน พ.ศ. 2553 ทั้งประเทศ มีจำนวน 955.7 ล้านคู่ คิดเป็นมูลค่า 2,274.9 ล้านบาท

2.3.1 การใช้ประโยชน์และการแปรรูป

ยางพาราเป็นพืชยืนต้นใช้เวลาในการปลูกนานถึง 6 ปี จึงจะสามารถกรีดน้ำยางได้ปกติ ผลผลิตยางพาราจะออกสู่ตลาดเกือบทั้งปี โดยจะออกสู่ตลาดมากในช่วงปลายปีต่อเนื่องจนถึงต้นปี เนื่องจากเป็นช่วงปลายฤดูฝน ดินมีความชุ่มชื้น หลังจากนั้นผลผลิตจะลดลงในช่วงเดือนมีนาคมและเมษายน ซึ่งเป็นช่วงฤดูฝนที่ต้นยางผลัดใบจะได้น้ำยางน้อยกว่าปกติ เนื่องจากสภาพอากาศก่อให้เกิดความกระทบกระเทือนต่อการเจริญเติบโตของต้นยาง ชาวสวนจึงหยุดกรีดยางและผลผลิตจะกลับมาเพิ่มขึ้นอีกครั้งในช่วงเดือนพฤษภาคม-กันยายน จนกระทั่งในช่วงเดือนตุลาคม-พฤศจิกายน ซึ่งเป็นช่วงฤดูฝน การกรีดยางก็จะทำให้ยากลำบาก ประกอบกับน้ำฝนทำให้น้ำยางที่ได้มีคุณภาพต่ำ ดังนั้นชาวสวนยางจึงไม่นิยมกรีดยางในช่วงดังกล่าว ดังนั้นในปีหนึ่งๆ ชาวสวนจะกรีดยางได้เฉลี่ยประมาณ 120-180 วัน ซึ่งน้ำยางที่กรีดได้ประมาณร้อยละ 90 ถูกผลิตเป็นยางแผ่นดิบเพื่อนำไปแปรรูปเป็นยางแผ่นรมควัน ยางแท่ง ยางเครฟ และที่เหลือร้อยละ 10 จะถูกนำไปแปรรูปเป็นน้ำยางข้น แบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม คือ

- 1) ยางแท่ง ได้แก่ ยางแผ่นรมควัน ยางแท่ง ยางเครฟ ยางแผ่นผึ่งแห้ง และยางสกิม
- 2) ยางน้ำ ได้แก่ น้ำยางข้น หรือยางลาเท็กซ์

2.3.2 อุตสาหกรรมยางและเทคโนโลยีในการผลิต

2.4.2.1) อุตสาหกรรมยางแผ่นรมควันและยางแท่ง

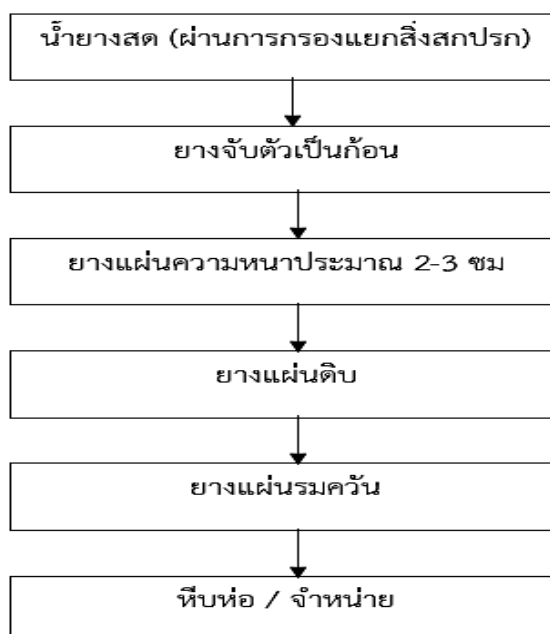
ปัจจุบันประเทศไทยเป็นผู้ผลิตยางแผ่นรมควันรายใหญ่ของโลก โดยชาวสวนยางพาราของไทยยังนิยมแปรรูปน้ำยางสดให้เป็นยางแผ่นดิบ เนื่องจากสวนยางพาราของไทยส่วนใหญ่เป็นสวนขนาดเล็ก มีผลผลิตไม่มากนัก เมื่อกรีดยางแล้วจึงนิยมแปรรูปเป็นยางแผ่นดิบแล้วเก็บไว้จนมากพอที่จะนำไปขายให้กับพ่อค้าหรือโรงงานรมควันทั่วไป ทำให้โครงสร้างทางการผลิตยางพาราของไทยเป็นการผลิตยางแผ่นมากกว่ายางชนิดอื่นๆ ถึงแม้ว่าในช่วงหลัง ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2530 เป็นต้นมา ชาวสวนยางพาราจะขายเป็นน้ำยางสดเข้าโรงงานผลิตยางข้นมากขึ้น แต่ก็ยังเป็นสัดส่วนที่น้อยเมื่อเปรียบเทียบกับการผลิตยางแผ่น

ส่วนยางแผ่นนั้น การผลิตเริ่มจากประเทศมาเลเซีย ซึ่งเป็นประเทศแรกที่พัฒนากรรมวิธีการผลิตยางพาราซึ่งเป็นยางแผ่นหรือยางเครฟมาเป็นยางแท่ง ตามด้วยประเทศอินโดนีเซียและประเทศไทย โดยยางแท่งที่ผลิตจาก 3 ประเทศผู้ผลิตหลัก จะต้องผ่านการทดสอบและอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานของสินค้า ตลอดจนมีการปรับปรุงคุณภาพให้ตรงความต้องการของผู้ใช้

สำหรับประเทศไทยเริ่มมีการส่งเสริมให้มีการผลิตยางแท่งตั้งแต่ปี พ.ศ. 2511 เป็นต้นมา โดยโรงงานยางแท่งแห่งแรกก่อตั้งอยู่ในภาคใต้ที่จังหวัดภูเก็ต และจังหวัดนราธิวาส ในระยะเริ่มต้นยางแท่งมีชื่อเรียกทางการว่า TTR ซึ่งย่อมาจากคำว่า Thai Tested Rubber ต่อมาในปี พ.ศ. 2539 ได้มีการเปลี่ยนชื่อเรียกเป็น STR หรือย่อมาจากคำว่า Standard Thai Rubber ซึ่งยางพาราแต่ประเภทมีขั้นตอนในการผลิตที่แตกต่างกัน อมรรัตน์ จ่านอง (2551) ดังนี้

1) ขั้นตอนการผลิตยางแผ่นรมควัน

กระบวนการผลิตยางแผ่นรมควัน เริ่มจากการรวบรวมน้ำยางสดจากสวนยางพารา แล้วนำมากรองเพื่อทำการแยกสิ่งสกปรกและสิ่งเจือปนออก จากนั้นนำน้ำยางลงถังพักเพื่อรวมน้ำยางที่มาจากหลายๆแหล่งผสมให้เป็นเนื้อเดียวกันและให้สิ่งเจือปนที่อาจเหลืออยู่ได้ตกตะกอนลงกันถึง หลังจากนั้นเจือจางน้ำยางให้เหมาะสมในการทำให้จับเป็นก้อนยางที่เหมาะสมกับกระบวนการต่อไป เมื่อเจือจางน้ำยางตามต้องการแล้วจึงเติมสารเคมีที่ทำให้น้ำยางจับเป็นก้อน แล้วนำไปรีดเป็นแผ่น ยางที่รีดได้จะมีความหนาประมาณ 2 ถึง 3 มิลลิเมตร จากนั้นนำแผ่นยางที่รีดออกแล้วมาล้างด้วยน้ำสะอาดเพื่อล้างน้ำกรดและสิ่งสกปรกที่ติดอยู่ตามผิวของแผ่นยางออกให้หมด และนำแผ่นยางมาผึ่งแห้งในที่ร่มใช้เวลาประมาณ 6 ชั่วโมง มีข้อห้ามคือห้ามนำไปผึ่งแดด เพราะจะทำให้ยางเสื่อมคุณภาพ จากนั้นจึงเก็บรวบรวมโดยพาดไว้บนราวในโรงเรือน เพื่อผึ่งให้แห้งใช้เวลาประมาณ 15 วัน และรอจำหน่ายต่อไป



ภาพประกอบที่ 2.20 ขั้นตอนการผลิตยางแผ่นรมควัน

ที่มา: สถาบันวิจัยยาง(2561)

ยางแผ่นดิบที่ได้จะถูกนำไปรมควันให้แห้งในโรงรมควันที่ใช้วิธีการเผาไหม้ โดยรมควันให้ยางแห้งที่อุณหภูมิประมาณ 50 ถึง 60 องศาเซลเซียส ใช้เวลาประมาณ 4 ถึง 10 วัน ทั้งนี้ขึ้นกับความหนาและปริมาณของยางแผ่นที่บรรจุในโรงรม ยางแผ่นรมควันที่ได้จากการผลิตจะต้องมีการตรวจสอบ เพื่อทำการจัดชั้นของยางแผ่นรมควันด้วยสายตา ซึ่งสามารถแบ่งชั้นของยางแผ่นรมควันได้ทั้งหมด 5 ชั้น คือ ยางแผ่นรมควันชั้น 1 ถึงชั้น 5 และชั้นตอนสุดท้ายของการผลิตยางแผ่นรมควันคือ การอัดเป็นก้อนน้ำหนัก ก้อนละประมาณ 111.11 กิโลกรัม ฉาบหรือเคลือบก้อนยางด้วยสารละลายยางผสมกับแป้ง เพื่อป้องกันยางติดกัน ในปี พ.ศ. 2553 มีอัตราการใช้กำลังการผลิตของอุตสาหกรรมยางแผ่นรมควันเฉลี่ยร้อยละ 40 ของกำลังการผลิตรวม รายละเอียดปรากฏตามตารางที่ 2.6

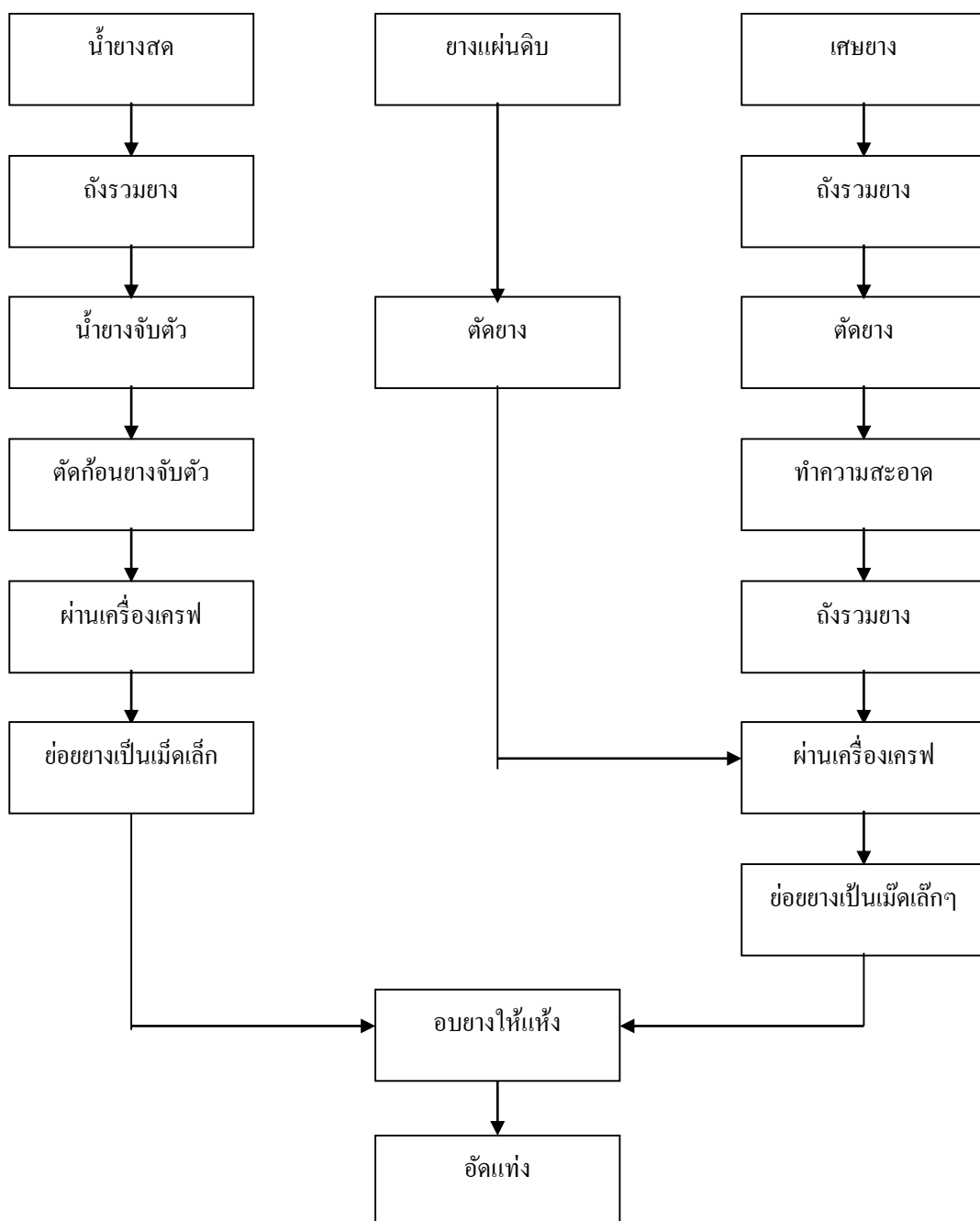
ตารางที่ 2.6 อัตราการใช้กำลังการผลิตของอุตสาหกรรมยาง

ยางพารา (2553)	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.
ปริมาณการผลิต (เมตริกตัน)					
ยางแท่ง	68,251.21	69,771.46	92,090.51	106,685.00	99,763.76
ราคาจำหน่าย (บาท/กิโลกรัม)					
ยางแผ่นรมควัน	117.90	124.20	108.12	103.35	102.19
ยางแท่ง	98.90	113.82	106.89	102.44	101.13

ที่มา: สำนักงานศุลกากรภาคที่ 4 (2554)

2) ขั้นตอนการผลิตยางแท่ง

วัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตยางแท่ง มี 2 อย่าง คือ ผลิตจากน้ำยางสดและจากยางแห้ง (ยางแผ่นดิบและขี้ยาง) ถ้าผลิตจากน้ำยางสดจะได้ยางแท่งที่มีคุณภาพดี ส่วนการผลิตจากยางแห้งจะได้ยางแท่งที่มีคุณสมบัติของวัตถุดิบที่ใช้ ซึ่งยางแท่งจะถูกแบ่งเป็นชั้นๆ ตามระดับของคุณภาพได้ทั้งหมด 5 ระดับ การผลิตยางแท่งของไทย ส่วนใหญ่ใช้ยางดิบเป็นวัตถุดิบ โดยมีขั้นตอนจากการตัดยางดิบให้เป็นชิ้นเล็กๆ ล้าง อบแห้ง และอัดเป็นแท่งที่สี่เหลี่ยมให้ได้ขนาดตามที่มาตรฐานได้กำหนดไว้



ภาพประกอบที่ 2.21 ขั้นตอนการผลิตยางแท่ง

ที่มา: สถาบันวิจัยยาง(2561)

ในปี พ.ศ. 2553 อัตราการใช้กำลังการผลิตของอุตสาหกรรมยางแท่ง เฉลี่ยร้อยละ 30 ของกำลังการผลิตรวม (โครงสร้างเศรษฐกิจภาคใต้) (อมรรัตน์ จำนง, 2551)

3) อุตสาหกรรมน้ำยางข้น

ประเทศไทยเริ่มมีการผลิตน้ำยางข้นอย่างจริงจัง เมื่อประมาณปี พ.ศ. 2510 ถึง 2511 และมีการขยายตัวอย่างก้าวกระโดดตั้งแต่ปี พ.ศ. 2529 เป็นต้นมา เนื่องจากมีการค้นคว้าวิทยาการสมัยใหม่ที่สามารถนำน้ำยางข้นไปใช้ผลิตผลิตภัณฑ์ยางพาราชนิดอื่นๆ ได้มากยิ่งขึ้น ประกอบกับการระบาดของโรคเอดส์ ทำให้ความต้องการใช้ถุงยางอนามัยและถุงมือทางการแพทย์ขยายตัวมาก นอกจากนี้ในช่วงปี พ.ศ. 2541 อุตสาหกรรมการผลิตถุงยางอนามัยในประเทศไทยขยายตัวมาก เนื่องจากมีการย้ายหลักฐานการผลิตเข้ามาในประเทศไทย ส่งผลต่อเนื้อให้ความต้องการน้ำยางข้นซึ่งเป็นวัตถุดิบเพิ่มขึ้นเป็นอย่างมาก ซึ่งประเทศไทยเป็นประเทศผู้ผลิตและส่งออกน้ำยางข้นอันดับหนึ่งของโลก ซึ่งมีมูลค่าการส่งออก 44,073.2 ล้านบาท มูลค่าการส่งออกยางแท่ง 53,324.8 ล้านบาท และมูลค่าการส่งออกยางแผ่นรมควัน 40,661.4 ล้านบาท (เดือนเมษายน พ.ศ. 2553) ดังนั้นในปี พ.ศ. 2553 อัตราการใช้กำลังการผลิตน้ำยางข้นเฉลี่ยร้อยละ 30 ของกำลังการผลิตรวม(อมรรัตน์ จำนง, 2551)

การผลิต

น้ำยางข้นเป็นวัตถุดิบสำคัญของการผลิตผลิตภัณฑ์จุ่มแบบพิมพ์ เช่น ถุงมือ ลูกโป่ง ถุงยางอนามัย หัวนมยาง และอุปกรณ์ทางการแพทย์ เป็นต้น และผลิตภัณฑ์ยางฟองน้ำ สายยางยืดแบบกลม ท่อยาง และกาว (สมาคมน้ำยางข้น)

วัตถุดิบ

วัตถุดิบหลักที่ใช้ในการผลิตน้ำยางข้น คือ น้ำยางสดโดยปกติเมื่อชาวสวนกรีดยางได้น้ำยางแล้ว จะนำน้ำยางไปแปรรูปเป็นยางแผ่นดิบ แต่จากการขยายตัวของตลาดน้ำยางข้น ซึ่งต้องใช้น้ำยางสดเป็นวัตถุดิบ ทำให้เกิดจุดรับซื้อน้ำยางกระจายตามแหล่งปลูกยางเพิ่มมากขึ้น และเกษตรกรหลายพื้นที่เลิกทำยางแผ่นดิบหันมาขายน้ำยางสดแทน

น้ำยางสด (Latex) ที่ได้จากการกรีดยางออกจากต้นยางใหม่ๆ จะอยู่ในสภาพประกอบที่เรียกว่า Colloids ซึ่งประกอบด้วยส่วนที่สำคัญดังนี้

- ส่วนที่เป็นน้ำ (Watery) ส่วนนี้ทำหน้าที่เป็นตัวกลาง (Medium) ของ (Colloids) มีอยู่ประมาณร้อยละ 60 ของน้ำยางบริสุทธิ์
- ส่วนที่เป็นของแข็งแต่ไม่ใช่ยาง (Non-rubber-solid) มีอยู่ทั้งสิ้นประมาณร้อยละ 5
- ส่วนที่เป็นยาง (Rubber Hydrocarbon) เป็นส่วนที่นำไปใช้ประโยชน์ได้ โดยส่วนนี้มีอยู่ในน้ำยางในปริมาณตั้งแต่ร้อยละ 22 ถึง 48 ขึ้นอยู่กับพันธุ์ อายุ ระบบกรีดยาง และฤดูกาล ดังนั้นในการ

ชื่อขายน้ำยางสดจึงคิดปริมาณจากน้ำหนักหรือปริมาณส่วนที่เป็นยาง ที่เรียกว่า DRC หรือ Dry Rubber Content แต่เพียงอย่างเดียว โดยทั่วไปแล้วน้ำยางสดจะมีส่วนเป็นยาง หรือ DRC เฉลี่ยประมาณร้อยละ 35

น้ำยางสดจะเริ่มเสียดสภาพหรือเริ่มบูดตั้งแต่ น้ำยางถูกกรีดออกจากลำต้น และระยะเวลาที่พ่อค้าคนกลางจะรวบรวมน้ำยางให้มีปริมาณเพียงพอต่อการนำส่งในแต่ละครั้งอาจมากกว่า 1 วัน ซึ่งจะทำให้ น้ำยางนั้นจับตัวเป็นก้อนเสียดหายได้ ดังนั้นพ่อค้าคนกลางจึงจำเป็นต้องใช้สารเพื่อรักษาสภาพให้น้ำยางคงความสดไว้ ซึ่งจะสามารถรักษาสภาพได้นาน 5 ถึง 7 วัน (อมรรัตน์ จันทง, 2551)

ขั้นตอนการผลิต

การทำน้ำยางข้น คือ จากการนำน้ำยางสดจากส่วนที่เป็นยาง (Dry Rubber Content) เฉลี่ยประมาณร้อยละ 35 สารละลายที่ไม่ใช่ยาง (Non-rubber-solid) ร้อยละ 5 และน้ำ (Watery) มาผ่านกระบวนการแปรรูปให้อยู่ในรูปของน้ำยางข้นที่มีเนื้อยางแห้งอย่างน้อยร้อยละ 60 น้ำยางที่ได้นี้จึงเรียกกันว่า “น้ำยางข้น” (Concentrated Latex) ซึ่งวิธีทำน้ำยางสดให้เป็นน้ำยางข้นอย่างง่าย ๆ มี 3 วิธีคือ

- วิธีการระเหยน้ำ โดยการให้ความร้อนเพื่อให้ส่วนที่เป็นน้ำระเหยออกไป เรียกว่า Evaporation Method น้ำยางข้นที่ได้ เรียกว่า Evaporation Latex

-วิธีทำให้เกิดครีม โดยการเสริมสารบางอย่าง (Creaming Agent) ลงไปเพื่อทำให้อนุภาค

โตขึ้นและหยุดการเคลื่อนที่เรียกว่า Creaming Method และน้ำยางที่ได้ เรียกว่า Creamed Latex

- วิธีใช้เครื่องปั่นหนีศูนย์กลาง โดยการแยกเอาส่วนที่ไม่ใช่ยาง ซึ่งมีทั้งส่วนที่เป็นน้ำและส่วนที่เป็นของแข็ง (Non-rubber-solid) ออกจากส่วนที่เป็นยาง โดยใช้แรงเหวี่ยง (Centrifuging Force) น้ำยางที่ได้เรียกว่า Centrifuged Latex วิธีนี้นิยมกันมากเพราะทำได้เร็วและน้ำยางข้นที่ได้มีความบริสุทธิ์สูงขึ้นด้วย

ปัจจุบันโรงงานในประเทศไทยทั้งหมดผลิตน้ำยางข้นด้วยวิธีใช้เครื่องปั่นหนีศูนย์กลาง ซึ่งมีขั้นตอนการผลิตดังนี้

- การรับน้ำยางสด น้ำยางสดจะถูกรักษาสภาพไม่ให้จับตัวด้วยแอมโมเนียและสารเคมีอื่น และถูกถ่ายผ่านตะแกรงกรองลงสู่รางรับน้ำยางสด และน้ำยางสดจะไหลจากรางรับน้ำยางสดลงสู่บ่อรับน้ำยางสด

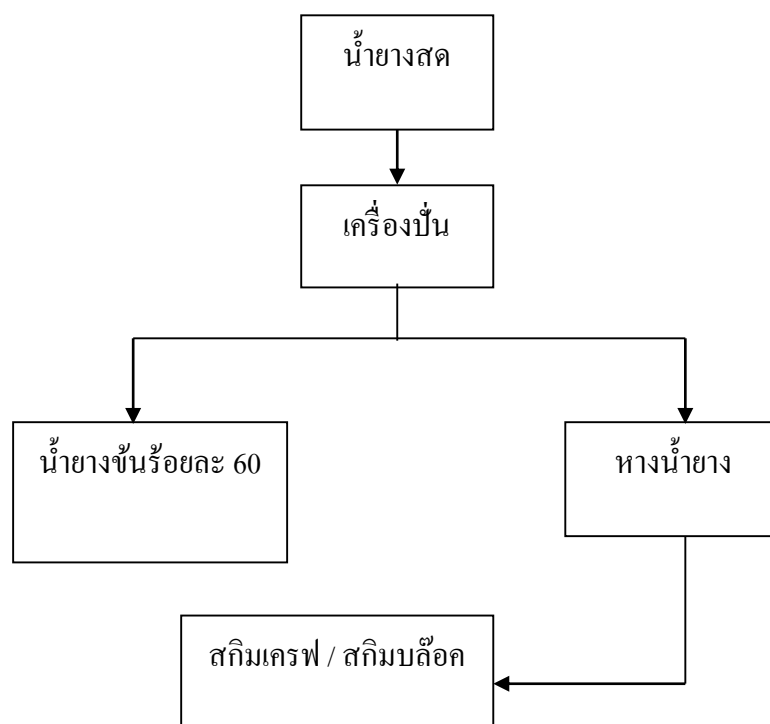
- การเตรียมน้ำยางสด มีการปรับสภาพน้ำยางสดให้เหมาะสมต่อกระบวนการปั่นแยกด้วยการเติมแอมโมเนีย เพื่อให้ น้ำยางมีปริมาณแอมโมเนียเกินกว่าร้อยละ 0.4 โดยมีน้ำหนัก และเติม

Diammonium Hydrogen Phosphate (DAP) เพื่อให้แมกนีเซียมตกตะกอนเป็นจีแป็งและทิ้งไว้ 1 คืน ก่อนจะนำน้ำยางเข้าเครื่องปั่น

- การปั่น การปั่นแยกน้ำยางสดจะได้น้ำยาง 2 ส่วน คือ หางน้ำยางและน้ำยางข้น ในการปั่นแยกจะมีการล้างเครื่องทุกๆ 2 หรือ 3 ชั่วโมง เนื่องจากการอุดตันของยางและกากจีแป็ง บริเวณหัวโบริวของเครื่องจักร

- การไล่แอมโมเนียในหางน้ำยาง หางน้ำยางที่ได้จากการปั่นจะถูกนำไปไล่แอมโมเนียออกเพื่อลดปริมาณการใช้กรดซัลฟูริกในการตกตะกอนเพื่อผลิตยางสกิม โดยการใช้กรดไล่แอมโมเนียหรือเครื่องกวน

- การผลิตยางสกิม หางน้ำยางที่ผ่านการไล่แอมโมเนียแล้วจะถูกเติมด้วยกรดซัลฟูริก เพื่อให้เนื้อยางจับตัวกัน ในขั้นตอนนี้จะได้อ่อนยางสกิมที่จับตัวกัน เพื่อนำไปผลิตเป็นยางสกิมเครพหรือสกิมบล็อกต่อไป



ภาพประกอบที่ 2.22 ขั้นตอนการผลิตน้ำยางข้น

ที่มา: สถาบันวิจัยยาง (2561)

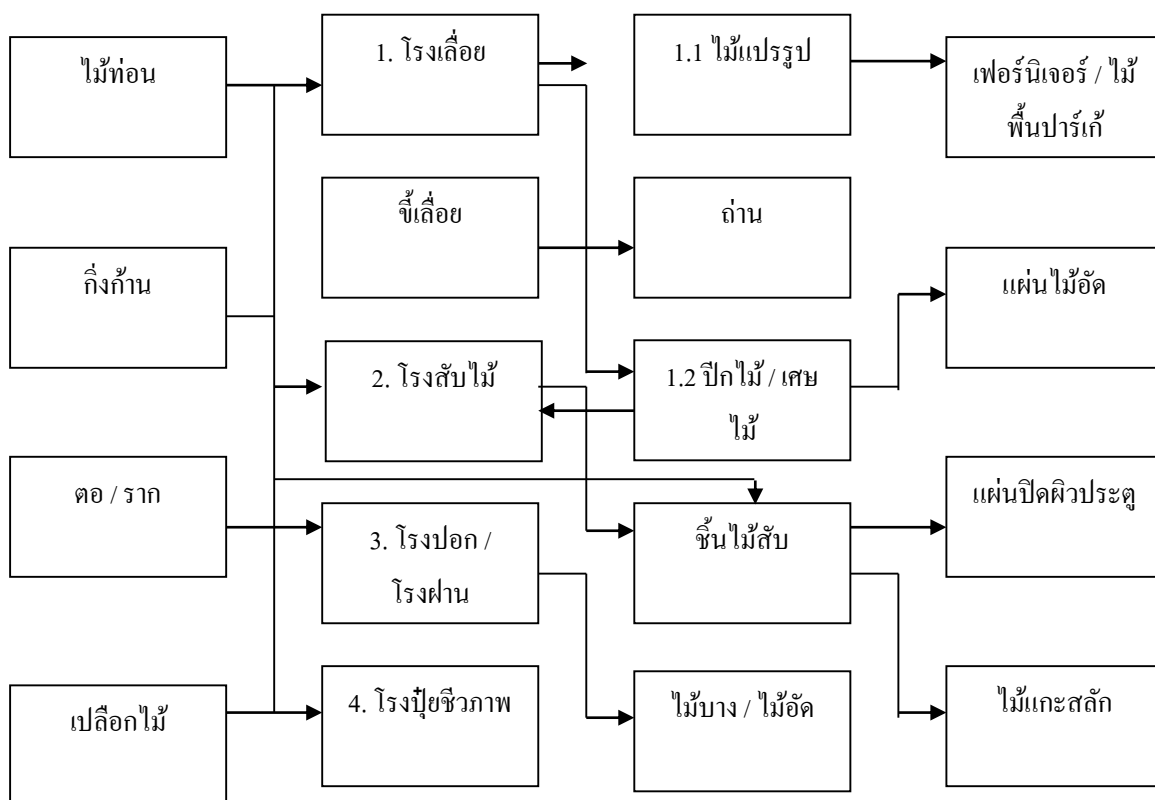
- การผลิตยางสกิมเครพ โดยการนำก้อนยางสกิมผ่านเครื่องตัดให้เป็นก้อนและล้างน้ำเพื่อชำระครดออก จากนั้นรีดยางให้เป็นแผ่นและนำไปอบในเตาก่อนบรรจุหีบห่อ

- การผลิตยางสกิมบล็อก โดยการนำก้อนยางสกิมผ่านเครื่องตัดให้เป็นก้อนและล้างน้ำเพื่อชำระครดออกจากก้อนยาง จากนั้นรีดยางให้เป็นแผ่นและนำไปตัดด้วยเครื่องตัดย่อยแล้วนำไปอบในเตาก่อนนำมาอัดแท่งและบรรจุหีบห่อ

ทั้งนี้ น้ำยางชั้นที่ได้หลังจากผ่านขั้นตอนการปั่นแล้ว จะต้องใช้เวลาบ่มประมาณ 22 วัน ก่อนนำไปจำหน่ายให้ลูกค้า (ธนาคารแห่งประเทศไทย สำนักงานภาคใต้, 2553)

4) อุตสาหกรรมไม้ยางพาราแปรรูป

ประเทศไทยถือได้ว่าเป็นผู้ปลูกยางพารามากที่สุดในโลก และมีการนำไม้ยางพารามาใช้ประโยชน์อย่างมีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้น ส่งผลให้อุตสาหกรรมต่อเนื่องของไม้ยางพาราเกิดขึ้นในประเทศเป็นจำนวนมาก โดยอุตสาหกรรมไม้ยางพาราครอบคลุมอุตสาหกรรมที่เกี่ยวข้องกับไม้ยางพาราอย่างครบวงจร ซึ่งประกอบด้วยอุตสาหกรรมย่อย 3 ส่วน อมรรัตน์ จำนง (2551) ดังนี้



ภาพประกอบที่ 2.23 ประโยชน์ของต้นยางพารา
ที่มา: สมาคมธุรกิจไม้ยางพารา (2559)

1) อุตสาหกรรมต้นน้ำ (Primary Industry) เริ่มต้นจากการปลูกสร้างสวน โดยเลือกปลูกพันธุ์ยางพาราที่ให้เนื้อไม้ได้ดี การโค่นต้นยางพาราในสวนยางพารา การเลื่อยไม้เป็นท่อน (log) การชักลากไม้ออกจากสวน และการขนส่งไม้จากสวนไปยังโรงเลื่อยไม้ มูลค่าของอุตสาหกรรมต้นน้ำจะเริ่มนับตั้งแต่ชาวสวนยางพาราขายไม้ในสวนยางพารา การโค่นไม้ยางพารา การชักลากไม้ การเลื่อยไม้เป็นท่อน และการขนไม้จากสวนยางพาราจนถึงโรงเลื่อยไม้

2) อุตสาหกรรมกลางน้ำ (Secondary Industry) ประกอบด้วยโรงเลื่อยไม้ โรงอบไม้ โรงงานผลิตแผ่นชิ้นไม้อัดและแผ่นใยไม้อัด เริ่มต้นจากการแปรรูปไม้ท่อนให้เป็นไม้แผ่นตามขนาดที่ต้องการและการแปรรูปไม้ขนาดเล็ก เช่น ปีกไม้ จี้เลื่อย จิ๊กบ ให้เป็นแผ่นชิ้นไม้อัด (particleboard) และแผ่นใยไม้อัด (Fiberboard)

3) อุตสาหกรรมปลายน้ำ (tertiary Industry) ประกอบด้วยกลุ่มผลิตเฟอร์นิเจอร์และชิ้นส่วนกับกลุ่มผลิตเครื่องเรือน อุตสาหกรรมปลายน้ำจะนำไม้ยางพาราแปรรูป แผ่นชิ้นไม้อัด และแผ่นใยไม้อัด มาผลิตเป็นผลิตภัณฑ์สำเร็จรูป เช่น เฟอร์นิเจอร์ เครื่องใช้ภายในบ้าน อุปกรณ์ก่อสร้าง กรอบรูป รูปแกะสลัก ของเล่น ฯลฯ เพื่อส่งขายทั้งภายในและต่างประเทศ

จากข้อมูลของกระทรวงพาณิชย์ ประเทศไทยส่งออกเฟอร์นิเจอร์และผลิตภัณฑ์ไม้จำหน่ายทั่วโลกและมีมูลค่าการส่งออกต่อเนื่องเกือบทุกปี เมื่อพิจารณาตามผลิตภัณฑ์พบว่ามูลค่าการส่งออกไม้และผลิตภัณฑ์ไม้มีอัตราการขยายตัวเฉลี่ยร้อยละ 12 ต่อปี ขณะที่มูลค่าการส่งออกเฟอร์นิเจอร์และชิ้นส่วนมีอัตราการขยายตัวเฉลี่ยร้อยละ 7 ต่อปี

การผลิต

โรงงานไม้ยางพาราในภาคใต้ โดยจังหวัดที่มีโรงงานไม้ยางพาราแปรรูปมากที่สุด ได้แก่ จังหวัดสุราษฎร์ธานี รองลงมาคือจังหวัดนครศรีธรรมราช สงขลาและจังหวัดตรัง โรงงานแปรรูปยางพาราในภาคใต้ส่วนใหญ่เป็นโรงงานขนาดเล็ก ไม่มีกระบวนการอัดน้ำยางและอบแห้งไม้ยางพารา ขณะที่โรงงานแปรรูปไม้ยางพาราขนาดใหญ่มีกระบวนการตั้งแต่การเลื่อย การแปรรูปจนถึงการอัดน้ำยางและอบแห้งนั้น มีจำนวนไม่มากนัก และส่วนใหญ่จะเป็น โรงงานที่ผลิตเพื่อการส่งออก ปัจจุบันอุตสาหกรรมไม้ยางแปรรูปมีอัตราการใช้กำลังการผลิตประมาณร้อยละ 60

วัตถุดิบ

วัตถุดิบหลักของอุตสาหกรรมไม้ยางแปรรูป คือ ไม้ยางพาราที่มีอายุมากซึ่งให้ปริมาณน้ำยางต่ำ ไม่คุ้มค่าทางเศรษฐกิจในการกรีดยาง ทำให้เกษตรกรต้องโค่นต้นยางพาราแล้วปลูกทดแทน ในแต่ละปี ประเทศไทยสามารถตัดโค่นไม้ยางพารา (ไม่รวมในเขตป่าสงวน) เพื่อปลูกทดแทนได้ปีละ 300,000 ไร่ ขึ้นกับนโยบายและเงินทุนสงเคราะห์ของสำนักงานกองทุนสงเคราะห์

การทำสวนยาง (สกย.) ซึ่งเป็นผู้ให้ทุนสงเคราะห์ในรูปของค่าแรง และวัสดุที่จำเป็นในการสร้างสวนยางพาราใหม่ทดแทนสวนยางพาราที่โค่นออกไป

ขั้นตอนและกระบวนการผลิต

การผลิตไม้ยางพาราแปรรูปเริ่มจากการนำไม้ยางพารามาจากสวนยางพารา โดยนายหน้าหรือเจ้าของโรงงานแปรรูปจะเข้าไปรับซื้อต้นยางพาราในลักษณะการขายยกสวน หลังจากตัดโค่นต้นยางพาราแล้วจะนำไม้ท่อนบรรทุกด้วยรถยนต์และนำไปขายให้โรงงานแปรรูป ระยะเวลาที่ดำเนินการตั้งแต่การตัดโค่นต้นยางพาราใช้เวลา 1 วันถึง 3 วัน เพื่อลดการถูกทำลายจากเชื้อราและแมลงมรณะจะทำลายไม้ยางพาราไม้ท่อนที่ได้จะเข้าสู่กระบวนการแปรรูปซึ่งมีขั้นตอนดังนี้

- การเลื่อย เป็นการนำไม้ยางพาราที่ตัดไว้แล้วมาทำการเลื่อย เพื่อเปิดปีกไม้และจัดไม้ให้ได้ขนาดตามต้องการ การเลื่อยเปิดปีกไม้จะต้องตัดเพื่อความหนาและความกว้างในแต่ละด้านๆ ละ 1 หุน หรือเท่ากับ 2.8 มิลลิเมตร เนื่องจากไม้จะเกิดการหดตัวเองขณะที่อบ

- การอัดน้ำยา ไม้ยางพาราที่ตัดจากสวนยางพาราจะต้องมีระยะเวลาไม่เกิน 3 วันหรือ 72 ชั่วโมง จะต้องรีบนำไปจุ่มหรืออัดน้ำยารักษาเนื้อไม้ เพื่อป้องกันแสงแดด มอด แมลง และเชื้อราทำลายเนื้อไม้ เนื่องจากไม้ยางพารามีเปอร์เซ็นต์ของน้ำตาล แป้ง และความชื้นสูง โดยจะนำไม้ที่เลื่อยเปิดปีกแล้วไปผ่านกระบวนการอัดน้ำยาเข้าไปในเนื้อไม้ด้วยวิธีสุญญากาศ ใช้เวลาเฉลี่ยประมาณ 2 ชั่วโมง

- การอบ ไม้ เนื่องจากไม้ยางพารามีความชื้นสูง ดังนั้น หลังจากอัดน้ำยาแล้วจะต้องรีบนำไม้ยางพาราเข้ากระบวนการอบ มิฉะนั้นไม้จะเปลี่ยนสีเป็นสีน้ำตาลหรือสีดำ ไม้ที่ผ่านการอัดน้ำยาแล้วจะเข้าโรงอบไม้ เพื่อกำจัดความชื้นออกจากเนื้อไม้ทำให้เนื้อไม้แห้งสนิท การอบอาจใช้เวลา 8 วันถึง 10 วัน ขึ้นกับขนาดของไม้ ไม้ที่ออกจากเตาอบควรมีความชื้นร้อยละ 8 ถึง 10 การนำไม้ยางพารามาอบจะทำให้ไม้ยางพาราหดตัว หลังจากอบแล้วควรเก็บไม้ไว้ในที่แห้ง มีหลังคาปกคลุม อากาศถ่ายเทได้สะดวก (ธนาคารแห่งประเทศไทย สำนักงานภาคใต้)

5) อุตสาหกรรมถุงมือยาง

อุตสาหกรรมถุงมือยางเป็นอุตสาหกรรมที่เน้นผลิตเพื่อส่งออกเป็นหลัก สามารถนำรายได้เข้าสู่ประเทศปีละ 20,000 ล้านบาท ในช่วงระยะเวลา 10 ปีที่ผ่านมา มูลค่าการส่งออกถุงมือยางมีอัตราการขยายตัวเฉลี่ยร้อยละ 13.7

การผลิตถุงมือยางในประเทศไทย เกิดขึ้นเมื่อประมาณ 20 ปีที่ผ่านมา จากเดิมที่ต้องนำเข้าเพื่อการบริโภคภายในประเทศ ประกอบกับคุณภาพของถุงมือยางในประเทศยังไม่เป็นที่ยอมรับเท่ากับถุงมือยางที่ผลิตจากต่างประเทศ ต่อมารัฐบาลให้การสนับสนุนลงทุนอุตสาหกรรมถุงมือยาง จึงมีผู้ประกอบการจากต่างประเทศเข้ามาลงทุน โดยเฉพาะจากประเทศมาเลเซีย และได้

นำเทคโนโลยีการผลิตถุงมือยางเข้ามาด้วย ส่งผลให้ปี พ.ศ. 2529 เป็นต้นมา ประเทศไทยสามารถผลิตถุงมือยางเพื่อการส่งออกไปจำหน่ายยังต่างประเทศได้มากขึ้น ประกอบกับมีความต้องการของตลาดต่างประเทศสูงขึ้นมาก สาเหตุมาจากปัญหาโรคเอดส์เริ่มระบาด จึงส่งผลดีต่อการส่งออกดังกล่าว

การผลิต

อุตสาหกรรมถุงมือยาง เป็นอุตสาหกรรมที่มีผู้ผลิตจำนวนมากราย และร้อยละ 90 ของการผลิตเป็นการผลิตเพื่อส่งออกไปต่างประเทศ ซึ่งส่วนใหญ่เป็นการรับจ้างผลิตภายใต้เครื่องหมายการค้าของลูกค้าและในปัจจุบันมีโรงงานผลิตถุงมือยางประมาณ 20 โรงงานทั่วประเทศไทย

ผู้ผลิตถุงมือยาง สามารถแบ่งกลุ่มการผลิตได้เป็น 2 กลุ่ม คือ โรงงานขนาดใหญ่ ซึ่งเป็นการลงทุนโดยบริษัทข้ามชาติ ที่ต้องใช้จ่ายเงินในการลงทุนจำนวนสูง และโรงงานขนาดย่อมและขนาดกลาง ซึ่งเป็นกิจการที่ลงทุนโดยคนไทยหรือเป็นการร่วมทุนกับชาวต่างชาติ เช่น ประเทศไต้หวัน มาเลเซีย ญี่ปุ่น สหรัฐอเมริกา ฮองกง เป็นต้น

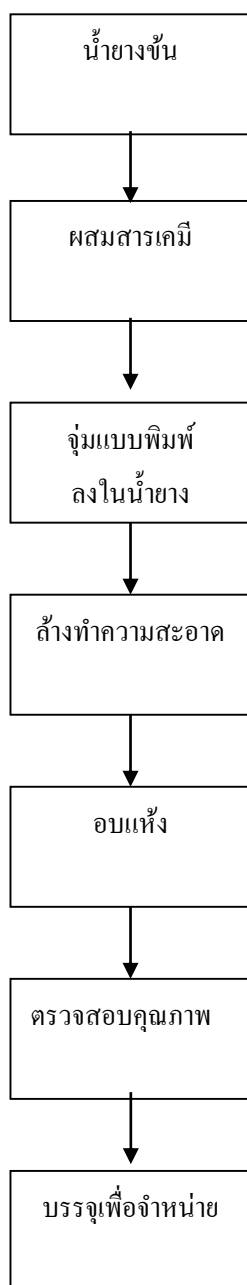
วัตถุดิบ

วัตถุดิบหลักที่ใช้ในการผลิตถุงมือยาง คือ น้ำยางข้น แต่อย่างไรก็ตามในช่วงระยะเวลา 4 ถึง 5 ปีที่ผ่านมา ราคาของน้ำยางข้นก็ยังคงผันผวน ต่อมาในปี พ.ศ. 2549 มีการเปลี่ยนวัตถุดิบในการผลิตจากยางพาราเป็นยางสังเคราะห์ และในปี พ.ศ. 2552 มีการเปลี่ยนแปลงมากที่สุดโดยมีการใช้ยางสังเคราะห์เป็นวัตถุดิบในการผลิตกว่า 40 เปอร์เซ็นต์ เนื่องจากราคารายพาราที่ราคาแพงมากเกินไป โรงงานผลิตจึงต้องปรับสูตรในการผลิตใหม่ แต่ยังคงใช้เครื่องจักรในการผลิตเหมือนเดิม และหากว่าราคารายพาราเพิ่มราคาสูงขึ้นไปอีก จะส่งผลกระทบต่ออุตสาหกรรมถุงมือยางเป็นอย่างมาก และในปี พ.ศ. 2553 ราคาน้ำยางข้นที่ตลาดกรุงเทพมหานคร 77.98 บาท (เดือนเมษายน พ.ศ. 2553)

ขั้นตอนการผลิต

วัตถุดิบหลักที่ใช้ในการผลิตถุงมือยาง คือ น้ำยางข้น และสารเคมีที่ช่วยให้น้ำยางจับตัว ซึ่งกรรมวิธีในการผลิตเริ่มจากการนำน้ำยางข้นไปปรับสภาพเพื่อให้ได้ส่วนประกอบของเนื้อยางร้อยละ 60 หลังจากนั้นจะผสมสารเคมีต่างๆ เข้าด้วยกัน เช่น โปแตสเซียมไฮดรอกไซด์ ไปแตสเซียมคลอไรด์ กำมะถัน สารป้องกันยางเสื่อม ซิงค์ออกไซด์ เป็นต้น เพื่อให้ น้ำยางอยู่ในสภาพประกอบที่เหมาะสมกับการขึ้นรูปเป็นถุงมือยาง หลังจากนั้นจะใช้วิธีการจุ่ม คือ นำพิมพ์ที่ทำจากพลาสติก โลหะหรือเซรามิก จุ่มลงในสารละลายที่ช่วยให้น้ำยางจับตัวก่อน เมื่อยกพิมพ์ขึ้นและรอให้แห้งหมาดๆ สารละลายที่ช่วยให้น้ำยางจับตัวจะเกิดเป็นฟิล์มบางๆ จับตัวเกาะอยู่ที่พิมพ์ และเมื่อนำพิมพ์

ไปจุ่มในน้ำยางที่ผสมสารเคมีแล้ว ใ้ยกพิมพ์ขึ้นช้าๆ फिल्मยางจะเคลือบพิมพ์ จากนั้นนำไปอบให้
 คงรูปในตู้อบที่อุณหภูมิ 120 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที



ภาพประกอบที่ 2.24 กระบวนการผลิตถุงมือยาง

ที่มา: สถาบันวิจัยยาง (2561)

สำหรับประเภทของถุงมือยาง แบ่งออกตามลักษณะการใช้งานได้ 3 ประเภท คือ

- ถุงมือยางสำหรับใช้ในทางการแพทย์ (Medical Glove) แบ่งย่อยเป็น Surgical Glove ถุงมือยางที่ใช้ในทางศัลยกรรม ใช้เพียงครั้งเดียวแล้วทิ้ง มีลักษณะเนื้อบาง แข็งแรง มีความยาวถึงข้อศอก และ Examination Glove เป็นถุงมือใช้ในงานตรวจโรคมีลักษณะบางกระชับมือ สั้นแค่ข้อมือ ไม่มีข้างซ้ายขวา ใช้ครั้งเดียวทิ้งเช่นกัน

- ถุงมือยางสำหรับใช้ในครัวเรือน (Household Glove) เป็นถุงมือยางใช้ในการทำความสะอาด ชักล้าง มีขนาดใหญ่ แข็งแรง ทนทานต่อการใช้งาน มีอายุการใช้งาน

ปัจจุบัน โรงงานผลิตถุงมือยางประมาณร้อยละ 90 ผลิตถุงมือยางประเภท Examination glove ที่ใช้ในการตรวจโรค เนื่องจากเป็นเครื่องมือที่ผลิตง่ายที่สุด ใช้เวลาในการผลิตสั้นและเป็นที่ต้องการของตลาดภายในประเทศและต่างประเทศ (ธนาคารแห่งประเทศไทย สำนักงานภาคใต้)

สรุปได้ว่า อุตสาหกรรมกลางน้ำของพาราและผลิตภัณฑ์ เป็นเป็นการนำผลผลิตยางขึ้นต้นจากเกษตรกรรมแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ยางขึ้นกลาง (Semi-finished products) อาทิ ยางแผ่นรมควัน ยางแท่ง น้ำยางข้น ยางผสม ยางสกิม กล่าวคือเป็นอุตสาหกรรมที่ทำการแปรรูปผลผลิตเบื้องต้นที่ได้จากอุตสาหกรรมต้นน้ำให้อยู่ในสถานะที่เหมาะสมและสะดวกต่อการนำไปใช้เป็นวัตถุดิบป้อนให้กับอุตสาหกรรมผลิตภัณฑ์ยางพาราต่อไป ได้แก่ โรงงานน้ำยางข้น โรงงานยางแผ่นรมควัน โรงงานยางแท่ง เป็นต้น ที่มีลักษณะและคุณสมบัติเหมาะสมสำหรับเป็นวัตถุดิบในการผลิตผลิตภัณฑ์ยางขึ้นปลายทั้งในและต่างประเทศ

2.3.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับอุตสาหกรรมยางพาราแปรรูป

อนัตตา ไชยชมภู (2549) ศึกษาสภาพปัจจุบันของอุตสาหกรรมการแปรรูปยางพาราและระบบโลจิสติกส์ในการส่งออกยางพาราของไทย ตลอดจนนำเสนอแนวทางในการพัฒนาระบบโลจิสติกส์ของการส่งออกยางพาราไปยังประเทศจีน โดยมีขอบเขตการศึกษาเฉพาะผลิตภัณฑ์ยางพาราประเภทยางแผ่นรมควันชั้น 3 (HS4001.210.309) และยางแท่ง (HS4001.292.107) การดำเนินการศึกษาวิจัยเป็นการศึกษาข้อมูลทุติยภูมิจากรายงานข้อมูลทางสถิติ ตลอดจนเอกสารวิจัยที่เกี่ยวข้องเพื่อเป็นข้อมูลประกอบการคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างของสินค้า รวมถึงผู้ประกอบการอุตสาหกรรม และการเก็บรวบรวมข้อมูลปฐมภูมิจากการสัมภาษณ์เชิงลึกในลักษณะกึ่งโครงสร้างกับผู้ประกอบการที่เป็นผู้ผลิตและส่งออกยางพาราที่ทำการศึกษาไปยังประเทศจีน ผลการศึกษาพบว่า ห่วงโซ่อุปทานของยางพาราประกอบด้วย ชาวสวน พ่อค้า สหกรณ์ โรงงานแปรรูป ผู้ส่งออก ผู้ขนส่ง ศูนย์กลาง และท่าเรือ/ด่านการค้าชายแดน โดยกระบวนการจัดการโลจิสติกส์เริ่มจากผู้ส่งออกได้รับคำสั่งซื้อจากประเทศจีน จากนั้น โรงงานแปรรูปทำการรวบรวมยางจากแหล่งต่างๆ ทำการแปรรูปยางแล้วขนส่งไปยังท่าเรือ/ด่านการค้าชายแดน ซึ่งมีต้นทุนโลจิสติกส์จากชาวสวนไปยังท่าเรือ

เซียงไฮ้ ประมาณ 26,750-42,410 บาทต่อตู้ หรือ 1.338-2.121 บาทต่อกิโลกรัม และไปยังท่าเรือชิงเต่า ประมาณ 26,030-43,130 บาทต่อตู้ หรือ 1.302-2.137 บาทต่อกิโลกรัม ระยะเวลาตั้งแต่ลูกค้าทำการสั่งซื้อจนกระทั่งถึงท่าเรือที่ประเทศจีนโดยเฉลี่ยประมาณ 18-27 วัน การพยากรณ์พื้นที่เพาะปลูกยางพาราของเกษตรกรในปี 2550-2555 พบว่ามีแนวโน้มทุกภาค ยกเว้นภาคใต้ตอนล่าง การพยากรณ์ปริมาณผลผลิตยางพาราของประเทศในปี 2549-2555 พบว่าปริมาณผลผลิตโดยรวมของประเทศมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นทุกปีโดยมีอัตราเพิ่มขึ้นจากปี 2548 เฉลี่ยร้อยละ 7.57 ต่อปี

สิริภัทร บุญสุยา(2553) ได้ศึกษาการวิเคราะห์แนวทางการพัฒนาท่าเรือสงขลาเพื่อเพิ่มศักยภาพในการส่งออกเป็นการศึกษาวิเคราะห์เพื่อศึกษาถึงรูปแบบเส้นทางการขนส่งยางพาราจนถึงสภาพปัญหา และอุปสรรคในการขนส่งยางพาราของจังหวัดสงขลา เพื่อนำมาวิเคราะห์การตัดสินใจลงทุนปรับปรุงขยายศักยภาพของท่าเรือสงขลา ตลอดจนนำเสนอแนวทางในการพัฒนาการขนส่งของจังหวัดสงขลา โดยการดำเนินการศึกษาค้นคว้าทำการศึกษาจากข้อมูลทุติยภูมิ ตลอดจนเอกสารวิจัยที่เกี่ยวข้องเพื่อเป็นข้อมูลในการกำหนดกลุ่มตัวอย่างเพื่อทำการสัมภาษณ์ผู้ที่อยู่ในระบบโลจิสติกส์ยางพาราของจังหวัดสงขลา และวิเคราะห์มูลค่าการลงทุนและประเมินผลประโยชน์จากการดำเนินโครงการขยายปรับปรุงท่าเรือสงขลาโดยวิเคราะห์มูลค่าปัจจุบันสุทธิ อัตราผลตอบแทนภายใน และอัตราผลตอบแทนต่อต้นทุน ผลการศึกษาพบว่า รูปแบบและเส้นทางการขนส่งยางพาราของจังหวัดสงขลา ทำการขนส่งด้วย 2 เส้นทางหลัก คือ โรงงาน – ท่าเรือสงขลา และ โรงงาน – ท่าเรือปีนัง โดยมีรูปแบบการขนส่งต่อเนื่องหลายรูปแบบ ปัญหาและอุปสรรคที่สำคัญของการขนส่งของจังหวัดสงขลา คือ ผู้ประกอบการผลิตเพื่อทำการส่งออกนั้นเลือกขนส่งผ่านท่าเรือปีนัง เนื่องจากต้นทุนการขนส่งรวมต่ำกว่าท่าเรือสงขลา ต้นทุนการขนส่งรวมสูงกว่าท่าเรือปีนังด้วยปัจจัยหลัก ๆ 2 ประการ คือ ผู้คอนเทนเนอร์เปล่าไม่เพียงพอต่อความต้องการทำให้ต้องเสียค่าใช้จ่ายในการลากตู้คอนเทนเนอร์เปล่า และการขาดแคลนอุปกรณ์หน้าท่าจึงเป็นข้อจำกัดสายเดินเรือที่จะเทียบท่าขนส่ง ณ ท่าเรือสงขลา ดังนั้นในการศึกษาจึงทำการวิเคราะห์การตัดสินใจลงทุน หากท่าเรือสงขลามีการปรับปรุงโดยมีการจัดหาเครื่องจักร และอุปกรณ์หน้าท่า โดยมีการกำหนดรูปแบบการลงทุนออกเป็นรูปแบบสัญญาที่ 1 รัฐเป็นลงทุนในกิจการ โดยให้เอกชนเข้ามาบริหารท่าเรือ โดยให้สัมปทานในการบริหารครั้ง 5 ปี โดยแบ่งรายได้ให้กับรัฐร้อยละ 40 ผลการศึกษาพบว่า มูลค่าปัจจุบันสุทธิเท่ากับ -502,013,373.69 บาท ซึ่งไม่เหมาะสมกับการลงทุน แต่หากรัฐมีการขยายระยะเวลาในสัญญาจะทำให้โครงการในรูปแบบสัญญาที่ 1 มีมูลค่าปัจจุบันสุทธิเท่ากับ 110,360,217.66 บาท อัตราผลตอบแทนภายในเท่ากับร้อยละ 12 และอัตราส่วนผลประโยชน์ต่อทุนเท่ากับ 11.95 โครงการนี้เหมาะสมในการลงทุน และในรูปแบบที่ 2 มูลค่าปัจจุบันสุทธิมีค่าน้อยกว่าศูนย์หรือติดลบ ในทุก ๆ กรณี

พิพัฒน์ เลิศวิทย์ยานนท์ (2557) ได้ศึกษาระบบโลจิสติกส์ของการส่งออกยางธรรมชาติจากภาคใต้ตอนบนของประเทศไทยไปประเทศจีน ซึ่งมีกลุ่มตัวอย่าง คือ บริษัทผู้ผลิตและส่งออกยางธรรมชาติไปประเทศจีนทางภาคใต้ตอนบนของประเทศไทย 7 จังหวัด ได้แก่ กระบี่ ชุมพร นครศรีธรรมราช พังงา ภูเก็ต ระนอง และสุราษฎร์ธานี โดยกลุ่มตัวอย่างเป็นผู้ที่มีประสบการณ์และเชี่ยวชาญด้านโลจิสติกส์รวมทั้งสิ้น 9 คน โดยการใช้ระเบียบวิธีวิจัยแบบการวิจัยเชิงคุณภาพแบบกรณีศึกษา และใช้วิธีการเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเฉพาะเจาะจงและแบบบอลล์หิมะ ผลการวิจัย พบว่า 1) ระบบโลจิสติกส์ของการส่งออกยางธรรมชาติเริ่มจากการรับซื้อวัตถุดิบยางแผ่นดิบและน้ำยางสดมาจากพ่อค้าคนกลาง กระบวนการของการผลิตจะผลิตตามความต้องการของลูกค้า ได้แก่ ยางแท่ง ยางแผ่นรมควัน และน้ำยางข้น การบรรจุภัณฑ์เพื่อส่งออก ยางแผ่นรมควันทำเป็นก้อนๆ ละ 111 กิโลกรัม ยางแท่งทำเป็นแท่งๆ ละ 35 กิโลกรัม และน้ำยางข้น บรรจุใส่ถังขนาด 200 ลิตรหรือถุง Flexi Bag ขนาด 20,000 กิโลกรัม การเก็บรักษาในคลังสินค้ายางแผ่นรมควันและยางแท่งจะจัดวางซ้อนกันไว้บนพาเลท และน้ำยางข้นจะเก็บไว้ในแทงค์ขนาดใหญ่ก่อน แต่จะมีการบรรจุใส่ถังหรือถุง Flexi Bag ในภายหลังก่อนการขนส่งไปยังท่าเรือส่งออกการขนส่งยางธรรมชาติไปยังท่าเรือส่งออกเพื่อส่งออกไปยังท่าเรือปลายทางที่ประเทศจีนสามารถขนส่งได้หลายทาง เช่น ทางถนน ทางรถไฟ และทางเรือชายฝั่ง โดยใช้ตู้คอนเทนเนอร์ขนาด 20 ฟุตในการขนส่ง ท่าเรือส่งออกมีท่าเรือกรุงเทพ ท่าเรือแหลมฉบัง ท่าเรือสงขลา และท่าเรือป็นัง และท่าเรือปลายทางที่ประเทศจีนที่มีการนำเข้ายางธรรมชาติมากที่สุด คือท่าเรือชิงเต่า รองลงมาเป็นท่าเรือเซี่ยงไฮ้ ท่าเรือหนานจิง ท่าเรือเซี่ยเหมิน และท่าเรือเทียนจิน 2) ปัญหาด้านการจัดการโลจิสติกส์ของการส่งออกยางธรรมชาติ ส่วนใหญ่จะเกิดปัญหาด้านระบบโครงสร้างพื้นฐานการขนส่ง คือ ทางถนนสภาพของผิวถนนขรุขระเป็นหลุม ทางรถไฟเวลาในการเดินรถขนส่งสินค้าไม่แน่นอน ทางน้ำท่าเรือมีขนาดเล็ก ไม่มีเรือระหว่างประเทศเข้า และด้านอื่นๆ เช่น ตู้คอนเทนเนอร์ไม่เพียงพอ เป็นต้น 3) แนวทางการแก้ไขปัญหาของการจัดการโลจิสติกส์ของการส่งออกยางธรรมชาติ รัฐบาลควรเข้ามามีบทบาทในการปรับปรุงและพัฒนาาระบบโลจิสติกส์ในด้านการขนส่งระบบราง เช่น การปรับปรุงทางรถไฟเป็นรางคู่ เปลี่ยนหัวรถจักรของรถไฟใหม่ เพื่อทำให้เกิดความรวดเร็วในการขนส่งสินค้า ระบบการขนส่งทางน้ำ เช่น มีการพัฒนาท่าเรือน้ำลึกทางภาคใต้ให้มีศักยภาพในการส่งออกสินค้าเท่าเทียมท่าเรือแหลมฉบัง เพื่อลดการพึ่งพาท่าเรือน้ำลึกป็นังมากเกินไปและช่วยบริษัทผู้ส่งออกในการลดต้นทุนโลจิสติกส์ และระบบการขนส่งทางถนน เช่น การปรับปรุงถนนหลวงสายเอเชียให้อยู่ในสภาพประกอบที่ได้อยู่เสมอปัจจุบันนี้ต้นทุนทางด้านโลจิสติกส์มีแนวโน้มสูงขึ้น

ทวีศักดิ์ บัวดี (2558) ศึกษาการจัดการโซ่อุปทานของธุรกิจยางพาราและแนวโน้มการลงทุนของยางพาราในอำเภอเชิงแส จังหวัดเชียงราย ซึ่งมีพื้นที่เพาะปลูกยางพารามากที่สุดใน

ภาคเหนือของประเทศไทย และประเทศไทยเป็นหนึ่งในประเทศผู้ผลิตยางพาราหลักของโลก จึงมีความจำเป็นที่จะต้องทราบถึงโซ่อุปทานของยางพารา เนื่องจากรัฐบาลไทยมีความต้องการให้ประเทศไทยเป็นประเทศผู้นำในการผลิต และส่งออกยางธรรมชาติ ซึ่งยังขาดความพร้อมที่จะก้าวสู่ตลาดโลก การศึกษาครั้งนี้เก็บข้อมูลจากแหล่งปฐมภูมิและทุติยภูมิ เพื่อทำการวิเคราะห์ข้อมูลทั้งเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพ โดยใช้ทฤษฎีแรงกดดัน 5 ประการ (Five Forces Model) ของ ไมเคิล อี พอตเตอร์ เป็นเครื่องมือวิเคราะห์สถานการณ์ปัจจุบันของตลาดยางพารา ร่วมกับการวิเคราะห์ SWOT (SWOT Analysis) ซึ่งใช้วิเคราะห์จุดแข็ง จุดอ่อน โอกาส และ อุปสรรคของธุรกิจยางพารารวมถึงข้อมูลทางสถิติซึ่งคำนึงถึงพื้นที่เพาะปลูก พื้นที่กรีดยาง ปริมาณผลผลิต และ มูลค่าของยางพาราโดยรวบรวมจากสำนักงานกองทุนสงเคราะห์การทำสวนยางในจังหวัดเชียงราย ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2554-2556 เพื่อใช้ในการวิเคราะห์แนวโน้มสถานการณ์ปัจจุบันของการลงทุนในธุรกิจยางพาราในการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณ

กัญญา อัครอารีย์ (2560) ศึกษาปัญหาของระบบการเก็บรวบรวมวัตถุดิบในอุตสาหกรรมยางพาราเพื่อเป้าหมายกำไรสูงสุดของระบบการเก็บรวบรวมวัตถุดิบ มีการวางแผนการตัดสินใจในด้านสถานที่ตั้งจุดรวบรวมวัตถุดิบ การจัดสรรจุดรวบรวมวัตถุดิบกับผู้ขาย การจัดการเส้นทางขนส่ง การคัดเลือกผู้ขายเป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่ต้องพิจารณาเนื่องจากผลกระทบของระบบแรงจูงใจโดยภายใต้เงื่อนไขของระบบแรงจูงใจที่ทางโรงงานกำหนดขึ้น ผู้เก็บรวบรวมวัตถุดิบจึงต้องเก็บวัตถุดิบให้มากขึ้นเพื่อที่จะได้ราคารับซื้อวัตถุดิบที่โรงงานที่สูงขึ้น ดังนั้น จึงมีความจำเป็นที่จะต้องคัดเลือกผู้ขายเข้ามาในระบบ อีกทั้งต้องคำนึงถึงขนาดของรถและระยะเวลาในการเก็บรวบรวมวัตถุดิบด้วย วัตถุประสงค์หลักของงานวิจัยเพื่อหากลุ่มผู้ขายที่เหมาะสมที่ทำให้ระบบการเก็บรวบรวมวัตถุดิบมีกำไรสูงสุด ซึ่งได้วิเคราะห์และสร้างโปรแกรมเชิงเส้นจำนวนเต็มแบบผสมและแบบทวิภาคสำหรับการแก้ปัญหาการจัดตั้งจุดรวบรวมวัตถุดิบและการจัดเส้นทางภายใต้เงื่อนไขระบบแรงจูงใจด้วยความซับซ้อนของปัญหาซึ่งมีความซับซ้อนอย่างมาก จึงได้พัฒนาฮิวริสติกซึ่งประกอบด้วย 3 ขั้นตอน คือ 1) การจัดตั้งและจัดสรรจุดรวบรวมวัตถุดิบกับผู้ขาย เป็นการสร้างคำตอบที่เป็นไปได้หนึ่งคำตอบ 2) การปรับปรุงเส้นทางเพื่อพัฒนาคุณภาพคำตอบในเชิงการลดต้นทุน และ 3) การคัดกรองผู้ขายเพื่อหากลุ่มผู้ขายที่มีศักยภาพประกอบที่จะให้คำตอบที่ดีกว่าคำตอบที่ได้จากขั้นตอนที่สอง ทั้งนี้การทดสอบด้านการคำนวณเพื่อวิเคราะห์คุณภาพคำตอบและเวลาที่ใช้ในการหาคำตอบ เมื่อเปรียบเทียบกับผลคำตอบกับปัญหาด้านฉบับ แลพบว่า ฮิวริสติกให้ผลคำตอบที่เทียบเท่ากับปัญหาด้านฉบับ โดยมีความแตกต่างเฉลี่ยน้อยกว่าร้อยละ 15.7 ในขณะที่ใช้เวลาหาคำตอบที่รวดเร็วกว่าปัญหาด้านฉบับ โดยมีความแตกต่างเฉลี่ยน้อยกว่าร้อยละ 99.8

ตารางที่ 2.7 สรุปการศึกษาของอุตสาหกรรมยางพาราแปรรูป

นักวิจัย	เนื้อหา
อนันดา ไชยชมภู (2549)	อุตสาหกรรมการแปรรูปยางพาราและระบบโลจิสติกส์ในการส่งออกยางพาราของไทยมีความสำคัญจากข้อมูลทฤษฎีจากรายงานข้อมูลทางสถิติ เพื่อนำเสนอกิจกรรมในห่วงโซ่อุปทานของยางพาราและการวิเคราะห์ต้นทุน ประกอบด้วย ชาวสวน พ่อค้า สหกรณ์ โรงงานแปรรูป ผู้ส่งออก ผู้ขนส่ง ศาลากลาง และท่าเรือ/ด่านการค้าชายแดน โดยผู้ส่งออกได้รับคำสั่งซื้อจากประเทศจีน
สิริภัทร บุญสุขยา(2553)	ศึกษาถึงรูปแบบเส้นทางการขนส่งยางพาราจนถึงสภาพปัญหาและอุปสรรคในการขนส่งยางพาราของจังหวัดสงขลา โดยการสัมภาษณ์ผู้ที่อยู่ในระบบ โลจิสติกส์ยางพาราของจังหวัดสงขลา และวิเคราะห์มูลค่าการลงทุนและประเมินผลประโยชน์ ซึ่งได้รูปแบบและเส้นทางการขนส่งยางพาราของจังหวัดสงขลา ทำการขนส่งด้วย 2 เส้นทางหลัก คือ โรงงาน – ท่าเรือสงขลา และ โรงงาน – ท่าเรือปีนัง โดยมีรูปแบบการขนส่งต่อเนื่องหลายรูปแบบ และถ้าหากท่าเรือสงขลาต้องการจะขยายการให้บริการ ทางภาครัฐจะต้องเป็นผู้ลงทุนในโครงการ และเปิดให้เอกชนเข้ามาบริหารท่าเรือสงขลา
พิพัฒน์ เลิศวิทยานนท์ (2557)	ศึกษาระบบโลจิสติกส์ของการส่งออกยางธรรมชาติจากภาคใต้ตอนบนของประเทศไทยไปประเทศจีน ซึ่งระบบโลจิสติกส์ของการส่งออกยางธรรมชาติเริ่มจากการรับซื้อวัตถุดิบยางแผ่นดิบและน้ำยางสดมาจากพ่อค้าคนกลาง โดยปัญหาส่วนใหญ่เกิดจากปัญหาด้านการจัดการ โลจิสติกส์ของการส่งออกยางธรรมชาติ ส่วนใหญ่จะเกิดปัญหาด้านระบบโครงสร้างพื้นฐานการขนส่ง ดังนั้น จึงต้องมีการปรับปรุงและพัฒนาสิ่งต่างๆ เหล่านี้จะช่วยทำให้บริษัทผู้ส่งออกสินค้ามีต้นทุนด้านโลจิสติกส์ลดลงมากกว่าในปัจจุบัน โดยเฉพาะอย่างยิ่งด้านระบบโลจิสติกส์ของการขนส่งสินค้า

ตารางที่ 2.7 สรุปการศึกษาของอุตสาหกรรมยางพาราแปรรูป (ต่อ)

นักวิจัย	เนื้อหา
ทวิศักดิ์ บัวดี (2558)	การจัดการโซ่อุปทานของธุรกิจยางพาราและแนวโน้มการลงทุนของยางพาราในอำเภอเชียงแสน จังหวัดเชียงราย ซึ่งมีศักยภาพในพื้นที่เพาะปลูก พื้นที่กรีดยาง ปริมาณผลผลิต และมูลค่าของยางพารา แต่ยังคงขาดความพร้อมที่จะก้าวสู่ตลาดโลก
กันยา อัครอารีย์ (2560)	ปัญหาของระบบการเก็บรวบรวมวัตถุดิบในอุตสาหกรรมยางพาราเพื่อเป้าหมายกำไรสูงสุดของระบบการเก็บรวบรวมวัตถุดิบ มีการวางแผนการตัดสินใจ ซึ่งได้วิเคราะห์และสร้างโปรแกรมเชิงเส้นจำนวนเต็มแบบผสมและแบบทวิภาคสำหรับการแก้ปัญหาการจัดตั้งจุดรวบรวมวัตถุดิบและการจัดเส้นทางภายใต้เงื่อนไขระบบแรงจูงใจ โดยการทดสอบด้านการคำนวณเพื่อวิเคราะห์คุณภาพคำตอบและเวลาที่ใช้ในการหาคำตอบ เมื่อเปรียบเทียบผลคำตอบกับปัญหาด้านฉบับ แลพบว่า อัลวิสติก ให้ผลคำตอบที่เทียบเท่ากับปัญหาด้านฉบับ โดยมีความแตกต่างเล็กน้อยกว่าปัญหาด้านฉบับ

2.4 การวิเคราะห์ตามลำดับชั้น

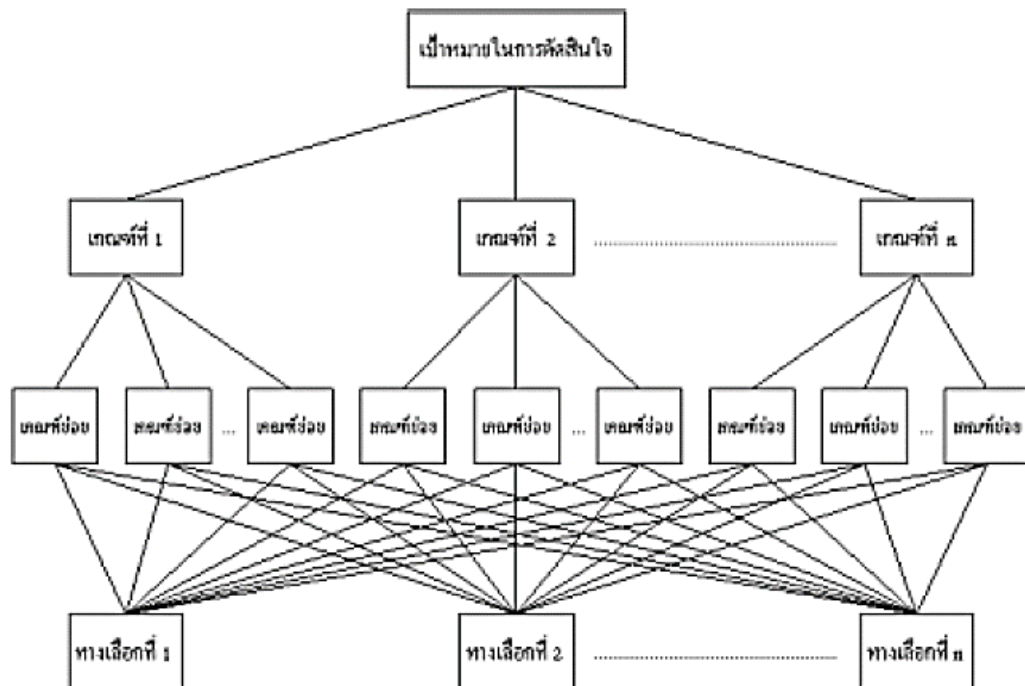
2.4.1 หลักการวิเคราะห์ตามลำดับชั้น (Analytic Hierachy Process)

ญานิกา ทวิพงศ์ศักดิ์ (2558) ได้อธิบายถึงกระบวนการวิเคราะห์ตามลำดับชั้น (Analytic Hierachy Process) หรือเรียกสั้นๆ ว่า AHP เป็นวิธีการหนึ่งที่ใช้ในการวิเคราะห์เพื่อการตัดสินใจเลือกทางเลือกที่ดีที่สุด (Best Alternatives) พัฒนาขึ้นโดย Saaty ในปี ค.ศ. 1970 เพื่อใช้เป็นเครื่องมือสำหรับผู้บริหาร โดยมีหลักการง่ายๆ คือ แบ่งโครงสร้างของปัญหาออกเป็นชั้นๆ ชั้นแรกคือ การกำหนดเป้าหมาย (Goal) แล้วจึงกำหนดเกณฑ์ (Criteria) เกณฑ์ย่อย (Subcriteria) และทางเลือก (Alternatives) ตามลำดับ (Saaty, T. L., 1994) แล้วจึงวิเคราะห์หาทางเลือกที่ดีที่สุด โดยการวิเคราะห์เปรียบเทียบ (Trade off) เกณฑ์ในการคัดเลือกทางเลือกทีละคู่ (Pairwise) เพื่อให้ง่ายต่อการตัดสินใจ ว่าเกณฑ์ไหนสำคัญกว่ากัน โดยการให้คะแนนตามความสำคัญหรือความชอบหลังจากให้คะแนนเพื่อจัดลำดับความสำคัญของเกณฑ์แล้วจึงค่อยพิจารณาวิเคราะห์ทางเลือกทีละคู่

ตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ที่ละเกณฑ์จนครบทุกเกณฑ์ ถ้าการให้คะแนนความสำคัญหรือความชอบนั้น สมเหตุสมผล (Consistency) จะสามารถจัดลำดับทางเลือกเพื่อหาทางเลือกที่ดีที่สุดได้ วิธี AHP เหมาะที่จะนำมาประยุกต์ใช้ในการวางโครงการชลประทานและการวิเคราะห์ทางเลือกในการจัดการน้ำชลประทาน ซึ่งต้องเลือกทางเลือกที่ดีที่สุดจากหลายทางเลือก และมีเกณฑ์ในการพิจารณาทางเลือกหลายเกณฑ์ AHP เป็นการวิเคราะห์เปรียบเทียบของทีละคู่ จึงทำให้การเลือกทางเลือกทำได้ง่ายและสะดวกขึ้น ปัจจุบัน AHP เป็นวิธีหนึ่งของกระบวนการตัดสินใจแบบหลายเกณฑ์ (Multicriteria Decision Making) ซึ่งมีผู้นิยมใช้กันมาก (Korpela, J., Lehmusvaara, A., & Nisonen, J., 2007) มีการพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อช่วยให้การวิเคราะห์ตัดสินใจทำได้ง่ายและสะดวกขึ้น การวิเคราะห์ตามลำดับชั้นมีสิ่งสำคัญที่ต้องพิจารณา 3 ประการ คือ การจัดลำดับชั้นในการวิเคราะห์การหาลำดับความสำคัญ (Priority) และการวิเคราะห์ความสมเหตุสมผลของข้อมูล ดังนี้

1) การจัดลำดับชั้นในการวิเคราะห์ (Structuring the Hierachy) ในการวิเคราะห์เพื่อตัดสินใจเลือกของหรือทางเลือกที่ดีที่สุด จะแบ่งการวิเคราะห์ ออกเป็นลำดับชั้นดังนี้คือ เป้าหมาย (Goal) เกณฑ์ (Criteria) เกณฑ์ย่อย (Subcriteria) และทางเลือก (Alternatives) โดยในแต่ละชั้นอาจมีหลายเกณฑ์ และในแต่ละเกณฑ์อาจมีหลายเกณฑ์ย่อย ได้ ดังแสดงในรูปที่ 1 ชั้นล่างสุดคือชั้นของทางเลือก

2) การคำนวณหาลำดับความสำคัญ (Calculation of Relative Priority) ในแต่ละชั้นผู้บริหารหรือผู้เชี่ยวชาญหรือผู้เกี่ยวข้องจะเป็นผู้ให้คะแนนความสำคัญ หรือความชอบโดยการเปรียบเทียบของ (เกณฑ์หรือทางเลือก) ทีละคู่ (Pairwise Comparison) โดย เริ่มจากชั้นบนลงสู่ชั้นล่าง โดยแบ่งระดับความสำคัญหรือความชอบ (AHP Measurement Scale) ออกเป็น 9 ระดับ ดังแสดงในตารางที่ 2.8 หลังจากที่เราทราบความเห็นที่ผู้บริหารหรือผู้เชี่ยวชาญหรือผู้เกี่ยวข้องในรูปของ คะแนนความสำคัญหรือความชอบจากการเปรียบเทียบของเป็นคู่ในชั้นนั้นแล้ว จะทำการคำนวณหาน้ำหนักความสำคัญ (Weight) หรือลำดับความสำคัญสัมพัทธ์ (Relative Priority) ของของในชั้นนั้น ทำการวิเคราะห์ในทำนองเดียวกันทีละชั้นจากชั้นบนลงสู่ชั้นล่างจนครบทุกชั้น จะทราบคะแนนความสำคัญรวมของทางเลือกตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ได้



ภาพประกอบที่ 2.25 โครงสร้างของกระบวนการวิเคราะห์ตามลำดับชั้น

ที่มา: วราวุธ วุฒิวิเศษ (2546)

ตารางที่ 2.8 สเกลในการเปรียบเทียบความสำคัญหรือความชอบของสองสิ่ง

เชิงคุณภาพ	เชิงปริมาณ
เท่ากัน (Equally Preferred)	1
เท่ากันถึงปานกลาง (Equally to Moderately)	2
ปานกลาง (Moderately Preferred)	3
ปานกลางถึงค่อนข้างมาก (Moderately to Strongly)	4
ค่อนข้างมาก (Strongly Preferred)	5
ค่อนข้างมากถึง มากกว่า (Strongly to Very Strongly)	6
มากกว่า (Very Strongly Preferred)	7
มากกว่าถึงมากที่สุด (Very Strongly to Extremely)	8
มากที่สุด (Extremely Preferred)	9

ที่มา: Fu, K., Xu, J., Zhang, Q., & Miao, Z. (2010)

ในที่นี้จะกล่าวถึงวิธีการสำหรับสถานการณ์ที่แนวคิดและความรู้สึกถูกกำหนดเป็นเชิงปริมาณด้วยมาตรวัดเชิงตัวเลขสำหรับแต่ละทางเลือกของการตัดสินใจ โดยแบ่งปัญหาออกเป็นระดับ (level) ตามเกณฑ์ (criteria) โดยการกำหนดค่าถ่วงน้ำหนัก สัมพัทธ์เพื่อจัดลำดับทางเลือก ถ้าปัญหาประกอบด้วยเกณฑ์ n เกณฑ์ แล้วจะต้องสร้าง เมทริกซ์เปรียบเทียบแต่ละคู่ของเกณฑ์ เรียกว่า เมทริกซ์ A ให้มีขนาด $n \times n$ และ n โดยที่

i แทนเกณฑ์ที่ $i = 1, 2, 3, \dots, n$

j แทนเกณฑ์ที่ $j = 1, 2, 3, \dots, n$

$A = [a_{ij}]_{n \times n}$ และ a_{ij} เป็นมาตรวัดเชิงตัวเลขที่บอกความสำคัญสัมพัทธ์ของเกณฑ์ i เปรียบเทียบกับเกณฑ์ j

วิธีกระบวนการวิเคราะห์เชิงลำดับชั้นจะกำหนดให้ a_{ij} มีค่าเป็นสเกลแบบเต็มหน่วย (discrete scale) จาก 1, 2, 3, ..., 9 โดยมีความหมาย ดังนี้

ถ้า $a_{ij} = 1$ แสดงว่า เกณฑ์ i สำคัญเท่ากับเกณฑ์ j

ถ้า $a_{ij} = 5$ แสดงว่า เกณฑ์ i สำคัญเท่ากับเกณฑ์ j มาก

ถ้า $a_{ij} = 9$ แสดงว่า เกณฑ์ i สำคัญเท่ากับเกณฑ์ j มากที่สุด

ค่าอื่น ๆ ของตัวเลขที่เหลือให้ความหมายในทำนองเดียวกับค่าตัวเลข ที่อธิบายข้างต้น นอกจากนี้ เพื่อให้ A มีคุณสมบัติของความต้องกัน ถ้า $a_{ij} = k$ แล้ว $a_{ji} = 1/k$ และ $a_{ii} = 1$ ถ้า $I = j$ (หรือ สมาชิกในแนวเส้นทแยงมุมของ A ต้องมีค่าเป็น 1)

กระบวนการวิเคราะห์เชิงลำดับชั้นจะคำนวณค่าถ่วงน้ำหนักสัมพัทธ์ของแต่ละเกณฑ์จากการหาค่าเฉลี่ยในแต่ละแถวของเมทริกซ์บรรทัดฐาน N ซึ่งคำนวณจากการหารสมาชิกแต่ละค่าในสดมภ์ด้วยผลบวกของสมาชิกในสดมภ์นั้นในทำนองเดียวกันค่าถ่วงน้ำหนักสัมพัทธ์ของแต่ละทางเลือกของเกณฑ์ที่พิจารณาจะคำนวณจากการหาค่าเฉลี่ยในแต่ละแถวของเมทริกซ์บรรทัดฐานของแต่ละเกณฑ์จากนั้นจึงคำนวณ ผลรวมของค่าถ่วงน้ำหนักสัมพัทธ์ของแต่ละทางเลือก

2.1) การคำนวณค่าน้ำหนักเป็นการใช้กระบวนการทางคณิตศาสตร์เพื่อคำนวณเวกเตอร์ลักษณะเฉพาะและค่าลักษณะเฉพาะที่มากที่สุดของแต่ละเมทริกซ์การเปรียบเทียบคู่เวกเตอร์ลักษณะเฉพาะจะให้ลำดับความสำคัญ (ค่าน้ำหนัก) ส่วนค่าลักษณะเฉพาะสามารถนำมาใช้เป็นมาตรวัดตัวหนึ่งในการตรวจสอบความสอดคล้องของดุลยพินิจ (Saaty, T. L., 1990 อ้างถึงใน ญานิกา ทวีพงศ์ศักดิ์, 2558)

2.2) การตรวจสอบความสอดคล้องของดุลยพินิจเป็นการวัดระดับความสอดคล้อง โดยการคำนวณอัตราส่วนความสอดคล้องในแต่ละเมทริกซ์การเปรียบเทียบคู่ หากอัตราส่วนความสอดคล้องมีค่าเท่ากับศูนย์หมายความว่าภายในชุดของดุลยพินิจนั้นมีความสอดคล้องอย่างสมบูรณ์

หากอัตราส่วนความสอดคล้องมีค่าเท่ากับหนึ่งหมายความว่าดุลยพินิจที่ได้จากการสุ่มไม่มีความสอดคล้อง ถ้าอัตราส่วนความสอดคล้องมีค่ามาก (โดยทั่วไปค่าวิกฤตจะอยู่ที่ 0.1) แสดงว่าดุลยพินิจนั้นไม่น่าเชื่อถือช่วงที่ยอมรับได้ของ อัตราส่วนความสอดคล้องขึ้นอยู่กับขนาดของเมทริกซ์ ตัวอย่างเช่น ถ้าเป็นเมทริกซ์ขนาด 3 x 3 อัตราส่วนความสอดคล้องไม่ควรเกิน 0.05 ถ้าเมทริกซ์ขนาด 4 x 4 อัตราส่วน ความสอดคล้องไม่ควรเกิน 0.08 และสำหรับเมทริกซ์มีขนาดมากกว่า 5 x 5 ขึ้นไป อัตราส่วนความสอดคล้องไม่ควรเกิน 0.1 (Saaty, T. L., 1994 อ้างถึงใน ญานิกา ทวีพงศ์ศักดิ์, 2558) ถ้าชุดดุลยพินิจของผู้ประเมินค่าอัตราส่วนความสอดคล้องเกินกว่าระดับที่กำหนด ผู้ประเมินควรจะต้อง ทบทวนดุลยพินิจคุณสมบัติในเชิงคณิตศาสตร์ของความสอดคล้องกันของเมทริกซ์เปรียบเทียบ A คือ เมทริกซ์เปรียบเทียบ A จะมีคุณสมบัติของความสอดคล้องถ้า

$$a_{ij} \times a_{jk} = a_{ik} ; \text{ for All } i, j \text{ และ } k$$

คุณสมบัติความสอดคล้องต้องการให้ทุก ๆ สดมภ์ (หรือแถว) ของเมทริกซ์เปรียบเทียบ A ขึ้นต่อกันเป็นเชิงเส้น โดยเฉพาะเมทริกซ์เปรียบเทียบขนาด 2 x 2 ซึ่ง สดมภ์ทั้ง 2 สดมภ์ขึ้นต่อกันดังนั้น เมทริกซ์เปรียบเทียบขนาด 2 x 2 จึงมีคุณสมบัติของ ความสอดคล้องเสมอ

ไม่จำเป็นว่าเมทริกซ์เปรียบเทียบ (ขนาดมากกว่า 2 x 2) ทุกเมทริกซ์ต้องมีความสอดคล้อง เพราะสมาชิกต่าง ๆ กำหนดมาจากความคิดเห็นจึงจำเป็นต้องหาการวัดเชิงปริมาณสำหรับเมทริกซ์เปรียบเทียบ A ว่ามีความไม่สอดคล้องกันในช่วงที่สมเหตุสมผลหรือยอมรับได้หรือไม่

ตัวอย่างเมื่อเมทริกซ์มีความสอดคล้องอย่างสมบูรณ์แบบถ้าทุก ๆ สดมภ์ของเมทริกซ์ N เหมือนกัน หรือ

$$N = \begin{bmatrix} w_1 & w_1 & \dots & w_1 \\ w_2 & w_2 & \dots & w_2 \\ \square & \square & & \square \\ W_n & w_n & \dots & w_n \end{bmatrix}$$

ดังนั้น เมทริกซ์ A ต้องถูกกำหนดดังนี้

$$A = \begin{bmatrix} 1 & w_1 / w_2 & w_1 / w_n \\ w_2 / w_1 & 1 & w_2 / w_n \\ \square & \square & \square \\ w_n / w_1 & w_n / w_2 & 1 \end{bmatrix}$$

จากนิยามของ A จะได้ว่า

$$\begin{bmatrix} 1 & w_1/w_2 & w_1/w_n \\ w_2/w_1 & 1 & w_2/w_n \\ \square & \square & \square \\ w_n/w_1 & w_n/w_2 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} w_1 \\ w_2 \\ \square \\ w_n \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} nw_1 \\ nw_2 \\ \square \\ nw_n \end{bmatrix}$$

เมื่อ w เป็นเวกเตอร์แนวตั้งของ W_i โดย w_i เป็นค่าถ่วงน้ำหนักสัมพัทธ์ของเกณฑ์หรือทางเลือก i ; $i=1, 2, 3, \dots, n$

หรือ $A_w = n_w$; เมื่อ A มีความสอดคล้อง

ถ้า A ไม่มีความสอดคล้องแล้ว w_i ประมาณจากค่าเฉลี่ยในแต่ละแถวของ เมทริกซ์บรรทัดฐาน N ให้ \underline{W} เป็นค่าประมาณที่คำนวณได้ดังนั้น $A\underline{W} = n_{\max} \underline{W}$ เมื่อ $n_{\max} \geq n$ ซึ่งยิ่ง n_{\max} เข้าสู่น n เท่าใดจะทำให้ A มีความสอดคล้องมากขึ้นผลที่ตามมา คือ กระบวนการวิเคราะห์เชิงลำดับชั้นจะคำนวณอัตราส่วนความสอดคล้องจาก

$$CR = CI / RI$$

เมื่อ CI แทน ดัชนีความสอดคล้องของ A

$$CI = \frac{n_{\max} - n}{n - 1}$$

และ RI แทน ดัชนีความสอดคล้องเชิงสุ่มของ A

$$RI = \frac{1.98(-2)}{n}$$

ถ้า $CI \leq 0.1$ จะยอมรับความไม่สอดคล้องของ A แต่ถ้า $CI > 0.1$ จะไม่ยอมรับความไม่สอดคล้องของ A และควรพิจารณาเมทริกซ์เปรียบเทียบ A ใหม่

$$\text{ค่า } n_{\max} \text{ คำนวณจาก } A\underline{W} = n_{\max} \underline{W}$$

พิจารณาสมการ

$$\sum_{j=1}^n a_{ij} \underline{w}_j ; i = 1, 2, 3, \dots, n$$

$$\text{เมื่อ } \sum_{i=1}^n \underline{w}_i = 1$$

$$\text{จะได้ว่า } \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n a_{ij} \underline{w}_j = n_{\max} \sum_{i=1}^n \underline{w}_i = n_{\max}$$

$$\text{หรือ } n_{\max} \text{ คำนวณจากผลบวกของสมาชิกในสดมภ์ของ } A\underline{W}$$

ดังนั้น กระบวนการตัดสินใจแบบวิเคราะห์เชิงลำดับชั้นเป็นหนึ่งในวิธีการตัดสินใจแบบหลายหลักเกณฑ์นั้นคือการตัดสินใจเลือกทางเลือกเมื่อมีเกณฑ์ในการพิจารณาหลายเกณฑ์ กระบวนการดังกล่าวจึงเป็นกระบวนการที่มีประสิทธิภาพและมีความสะดวกในการจัดลำดับความสำคัญและช่วยทำให้เกิดการตัดสินใจที่ดีในสถานการณ์ที่ต้องมีการเลือก (Benyoucef, L., Ding, H., & Xie, X., 2003; Ghodsypour, S. H., & O'Brien, C., 1998; Ho et al., 2009) สามารถใช้ได้กับการตัดสินใจที่มีความยุ่งยากซับซ้อนโดยใช้วิธีการเปรียบเทียบคู่ (Saaty, T. L. (1990) และเป็นทฤษฎีที่นิยมใช้ในการตัดสินใจอย่างแพร่หลายจนถึงปัจจุบัน

2.3) การสังเคราะห์เพื่อให้ได้ลำดับความสำคัญโดยรวมวิธีการสังเคราะห์ในแบบจำลองกระบวนการวิเคราะห์เชิงลำดับชั้นคล้ายกับวิธีที่ใช้คำนวณค่าความคาดหวังโดยวิธีผังรูปต้นไม้การตัดสินใจโครงสร้างลำดับความสำคัญในแต่ละระดับชั้นจะได้มาจากการคำนวณลำดับความสำคัญแบบครอบคลุม (global priorities) ระดับความสำคัญที่ได้จากชุดของกลยุทธ์แต่ละชุดจะถูกเรียกว่าลำดับความสำคัญแบบเฉพาะที่ (local priorities) ซึ่งเป็นลำดับความสำคัญที่อ้างอิงกับส่วนประกอบที่อยู่เหนือกว่าส่วนลำดับ ความสำคัญเมื่อเทียบกับวัตถุประสงค์รวมจะเรียกว่าลำดับความสำคัญแบบครอบคลุมซึ่งได้จากการคูณลำดับความสำคัญเฉพาะที่เข้ากับลำดับความสำคัญแบบครอบคลุมของส่วนประกอบที่อยู่เหนือขึ้นไป

2.4) การวิเคราะห์ความไว เมื่อได้ผลการสังเคราะห์แล้ว ผู้ตัดสินใจสามารถทำ การวิเคราะห์ความไวต่อไปได้ การวิเคราะห์ความไวเป็นการทดสอบเสถียรภาพของ ผลลัพธ์ โดยการเปลี่ยนแปลงลำดับความสำคัญของเกณฑ์ต่าง ๆ

3) การตรวจสอบความสมเหตุสมผลของข้อมูล (Consistency) ความเห็นผู้บริหารหรือผู้เชี่ยวชาญหรือผู้เกี่ยวข้องในรูปของคะแนนความสำคัญ ซึ่งได้จากการเปรียบเทียบของเป็นคู่ บางครั้งอาจไม่สมเหตุสมผลหรือมีข้อผิดพลาด (Error) ในการแสดงความเห็น เช่น เมื่อเปรียบเทียบระหว่าง นาย ก. และ นาย ข. ชอบนาย ก. เป็น 2 เท่าของ นาย ข. ถ้าเปรียบเทียบระหว่าง นาย ข. กับ นาย ค. ชอบนาย ข. เป็น 3 เท่าของ นาย ค. และเมื่อเปรียบเทียบระหว่าง นาย ก. กับ นาย ค. ชอบนาย ก. เป็น 5 เท่าของ นาย ค. เป็นต้น ซึ่งตามหลักของเหตุผลแล้วควรชอบนาย ก. เป็น 6 เท่าของ นาย ค. เป็นต้น ความไม่สมเหตุสมผลหรือข้อผิดพลาด เป็นสิ่งที่สามารถเกิดขึ้นได้ในการวิเคราะห์เปรียบเทียบของเป็นคู่จึงจำเป็นต้องมีการตรวจสอบความสมเหตุสมผลของข้อมูล โดยการคำนวณดัชนีความสมเหตุสมผลของข้อมูล (Consistency Index, CI) ถ้า $CI > 0.1$ แสดงว่าข้อมูลคะแนนความสำคัญที่ได้จากการเปรียบเทียบของเป็นคู่ไม่สมเหตุสมผลจะต้องปรับคะแนนความสำคัญในการเปรียบเทียบของเป็นคู่ใหม่ก่อนที่จะวิเคราะห์ในลำดับขั้นถัดไป

4) ขั้นตอนการวิเคราะห์ด้วย AHP การวิเคราะห์การตัดสินใจด้วย AHP มี 8 ขั้นตอน ดังนี้ (1) กำหนดทางเลือก ในแต่ละปัญหาจะมีทางเลือกในการแก้ไขที่หลากหลายในขั้นตอนนี้ ให้กำหนดทางเลือกต่างๆ ที่เกี่ยวข้องทั้งหมด (2) ระบุระดับของเกณฑ์ต่ำสุด (Threshold Level) ที่ต้องการของแต่ละทางเลือก (3) คัดเลือกทางเลือกเบื้องต้นจากทางเลือกที่กำหนดในขั้นที่ 1 โดยตรวจสอบกับเกณฑ์ต่ำสุด ถ้าทางเลือกใดต่ำกว่าเกณฑ์ให้คัดออก (4) ระบุเกณฑ์ (Criteria) หรือเกณฑ์ย่อย (Subcriteria) เพื่อใช้ในการตัดสินใจเลือกทางเลือกที่ดีที่สุดจากทางเลือกใน (3) (5) สร้างลำดับชั้นของการตัดสินใจ (Develop Decision Hierarchy) จากทางเลือกและ เกณฑ์ที่กำหนดไว้โดยอย่างน้อยจะมี 3 ลำดับชั้น คือ เป้าหมาย (Goal), เกณฑ์ (Criteria) และ ทางเลือก (Alternatives) (6) เปรียบเทียบเกณฑ์ที่ละคู่แล้วจึงเปรียบเทียบทางเลือกที่ละคู่ตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ที่ละเกณฑ์ จนครบทุกเกณฑ์ ในการเปรียบเทียบทางเลือกนั้นจะให้คะแนนเป็นเชิงปริมาณหรือคุณภาพก็ได้ (7) คำนวณลำดับความสำคัญของทางเลือกโดยการนำค่าน้ำหนัก (Weight) ของแต่ละทางเลือกในแต่ละเกณฑ์ คูณกับค่าน้ำหนักของเกณฑ์ แล้วหาผลรวม ถ้าเรียงลำดับผลลัพธ์ของแต่ละทางเลือก คะแนนจากมากไปน้อย ทางเลือกที่มีคะแนนมากที่สุดจะเป็นทางเลือกที่ดีที่สุด (8) วิเคราะห์ความอ่อนไหว (Sensitivity Analysis) ก่อนที่จะตัดสินใจเลือกทางเลือก จำเป็นต้องวิเคราะห์ความอ่อนไหวอันเกิดจากความไม่แน่นอนของข้อมูลที่ใช้ในการตัดสินใจ ถ้าหากมีการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักหรือความสำคัญของเกณฑ์แล้ว ทางเลือกที่ดีที่สุดจะยังคงเป็นทางเลือกที่ดีที่สุดหรือไม่ ถ้าเป็นจะทำให้เกิดความมั่นใจที่เลือกทางเลือกนั้น

5) ขั้นตอนการวิเคราะห์เชิงโอบล้อมข้อมูล (Data Envelopment Analysis-DEA) ซึ่ง Worthington, A. C. (2004) อธิบายว่า การวัดประสิทธิภาพหลักการโดยทั่วไปคือ การเปรียบเทียบระหว่างปัจจัยผลผลิต (output) กับปัจจัยนำเข้า (input) หรืออีกแง่มุมหนึ่งการวัดด้านต้นทุน (Cost) โดยเปรียบเทียบกับผลผลิต (หรือบริการ) โดยกำหนดให้ หน่วยผลิต เป็นหน่วยวิเคราะห์ (Decision Making Unit-DMU) ในช่วงสามทศวรรษที่ผ่านมามีความก้าวหน้าในทางวิชาการหลายสาขาทั้ง เศรษฐศาสตร์ การจัดการวิศวกรรม เป็นต้น เกี่ยวกับการวัดประสิทธิภาพของหน่วยงาน แบบจำลอง และ โปรแกรมคอมพิวเตอร์ถูกพัฒนาขึ้นเพื่อวัดประสิทธิภาพ โดยเปรียบเทียบแบบจำลองการวิเคราะห์เชิงโอบล้อมข้อมูลเป็นวิธีการวัดประสิทธิภาพทางเทคนิคที่ไม่ใช้พารามิเตอร์และเป็นการวิเคราะห์ที่ใช้ข้อมูลเชิงประจักษ์เพื่อค้นหาหน่วยงานแนวหน้าทั้งนี้วิธีการวัดประสิทธิภาพสองแบบ คือ แบบแรกวัดด้านการผลิต (production frontier) และแบบที่สองวัดด้านต้นทุน (cost frontier)

5.1) ตัวแบบการวิเคราะห์เชิงโอบล้อมข้อมูล เป็นเทคนิคที่อาศัยการสร้างตัวแบบการโปรแกรมเชิงเส้นเพื่อใช้ทำการประเมินประสิทธิภาพขององค์กร โดยผู้ที่ริเริ่มนำเสนอวิธีการนี้

คือ Charnes, A., Cooper, W. W., & Rhodes, E. (1978) ในแบบจำลองจะประกอบด้วยตัวแปรหลายตัวแปร ที่ใช้แทนปัจจัยต่าง ๆ (multi-factor) ซึ่งใช้เป็นเกณฑ์ในการวัดประสิทธิภาพของหน่วยงานหรือองค์กรที่มีคุณสมบัติแบบเดียวกัน โดยแต่ละหน่วยงานที่ถูกวัดนี้จะถูกเรียกว่า หน่วยการผลิต (Decision-Making Units-DMUs)

การคำนวณคะแนนประสิทธิภาพจะใช้อัตราส่วนระหว่างผลรวมถ่วงน้ำหนักของปัจจัยผลผลิตต่อผลรวมถ่วงน้ำหนักของปัจจัยนำเข้าซึ่งน้ำหนักของปัจจัยนำเข้าและปัจจัยผลผลิตของแต่ละหน่วยเป็นค่าน้ำหนักที่ทำให้คะแนนประสิทธิภาพของหน่วยนั้นมีค่าสูงสุดตัวแบบการวิเคราะห์เชิงโอบล้อมมีหลายลักษณะกรณีที่แบ่งตามลักษณะของเส้นประสิทธิภาพแบ่งได้เป็นตัวแบบพื้นฐาน 2 แบบ อัครพงษ์ อันทอง (2547) คือ

1. ตัวแบบซีอาร์เอส (Constant Returns to Scale-CRS) ตัวแบบนี้มีข้อสมมติว่าหน่วยงานมีการผลิตในระดับที่เหมาะสมคะแนนประสิทธิภาพจากตัวแบบนี้ใช้วัดประสิทธิภาพการดำเนินงานรวม (overall technical efficiency)

2. ตัวแบบวีอาร์เอส (Variable Return to Scale-VRS) ตัวแบบนี้ได้ปรับเส้นประสิทธิภาพให้มีความยืดหยุ่นเพื่อแก้ปัญหากรณีหน่วยงานไม่ได้มีระดับการผลิตที่เหมาะสมคะแนนประสิทธิภาพจากตัวแบบนี้ใช้วัดประสิทธิภาพด้านวิทยาการ (pure technical efficiency) อัตราส่วนระหว่างคะแนนประสิทธิภาพด้านวิทยาการต่อประสิทธิภาพการดำเนินงานรวมเรียกประสิทธิภาพขนาด (Scale Efficiency-SE) ถ้า SE เท่ากับ 1 แสดงว่าหน่วยงานนั้นมีขนาดการผลิตที่เหมาะสม แต่ถ้า SE น้อยกว่า 1 แสดงว่า หน่วยงานนั้นมีขนาดการผลิตไม่เหมาะสมซึ่งถ้าเป็นแบบไออาร์เอส (increasing return to Scale) แสดงว่า หน่วยงานนั้นมีขนาดการผลิตน้อยกว่าจุดที่เหมาะสมแต่ถ้าเป็นแบบ ดีอาร์เอส (decreasing return to Scale) แสดงว่าหน่วยงานนั้นมีขนาดการผลิตเกินจุดที่เหมาะสม

อย่างไรก็ตามทั้งตัวแบบซีอาร์เอสและวีอาร์เอสสามารถพิจารณาตามทิศทางการปรับเพื่อไปสู่เส้นประสิทธิภาพของหน่วยที่ไม่มีประสิทธิภาพ โดยจำแนกเป็นตัวแบบดังนี้

1. ตัวแบบมุมมองด้านปัจจัยนำเข้า (input-oriented) ใช้แนวคิดว่าจะผลิตอย่างไรให้ใช้ปัจจัยนำเข้าลดลงถ้าได้ผลผลิตเท่า ๆ กับหน่วยการผลิตอื่นนั่นคือคงจำนวนผลผลิตไว้และลดจำนวนปัจจัยนำเข้าลง

2. ตัวแบบมุมมองด้านปัจจัยผลผลิต (output-oriented) ใช้แนวคิดว่าจะผลิตอย่างไรจึงจะได้ผลผลิตเพิ่มขึ้นถ้าใช้ปัจจัยนำเข้าเท่า ๆ กับหน่วยการผลิตอื่นนั่นคือการปรับจะทำโดยการเพิ่มผลผลิตและใช้ปัจจัยนำเข้าคงเดิม

การวัดประสิทธิภาพของหน่วยผลิตในกรณีที่ใช้ปัจจัยนำเข้าและปัจจัยผลผลิตมากกว่า 1 ตัวแปรสามารถทำได้โดยใช้อัตราส่วนของผลบวกถ่วงน้ำหนักของปัจจัยผลผลิตและผลบวกถ่วงน้ำหนักของปัจจัยนำเข้า

Charnes, A., Cooper, W. W., & Rhodes, E. (1978) ได้นำเสนอแบบจำลองทางคณิตศาสตร์สำหรับการวัดประสิทธิภาพของหน่วยการผลิตจำนวน n หน่วย (n DMU) ที่มีการใช้ปัจจัย

นำเข้า m ปัจจัยแล้วได้ผลผลิต 5 ดังนั้นประสิทธิภาพของหน่วยการผลิตสามารถหาได้จากการแก้ปัญหแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ซึ่งแบบจำลองนี้เป็นการพิจารณามุมมองด้านปัจจัยนำเข้า (input-oriented) และมีลักษณะของผลตอบแทนต่อขนาดคงที่หรือ ซีอาร์เอส (Constant Returns to Scale-CRS) โดยทั่วไปแล้วการวัดประสิทธิภาพเชิงเปรียบเทียบของหน่วยการผลิตสามารถประเมินได้จาก

Weighted Sum of Outputs Relative Efficiency = Weighted Sum of Inputs

$$Relative\ Efficiency = \frac{Weighted\ Sum\ of\ Outputs}{Weighted\ Sum\ of\ Inputs}$$

หรือเขียนเป็นสมการคณิตศาสตร์ได้ดังนี้

$$Relative\ Efficiency\ ของหน่วยผลิตที่\ j = \frac{\sum_{r=1}^S U_r Y_{rj}}{\sum_{i=1}^S V_i X_{ij}}$$

โดยที่

Y_r คือ ปัจจัยผลผลิตที่ r ของหน่วยการผลิตที่ j

X_{ij} คือ ปัจจัยนำเข้าที่ i ของหน่วยการผลิตที่ j

u_r คือ น้ำหนักที่ให้กับปัจจัยผลผลิตที่ r

v_i คือ น้ำหนักที่ให้กับปัจจัยนำเข้าที่ i

n คือ จำนวนของหน่วยผลิต

s คือ จำนวนของปัจจัยผลผลิต

m คือ จำนวนของปัจจัยนำเข้า ; $j = 1, 2, \dots, n$; $r = 1, 2, \dots, S$; $i = 1, 2, \dots, m$

โดยมีเงื่อนไขคะแนนประสิทธิภาพของทุกหน่วยผลิตมีค่าระหว่าง 0 ถึง 1 ถ้าคะแนนประสิทธิภาพเท่ากับ 1 หน่วยการผลิตมีการผลิตอยู่บนเส้นพรมแดนหรือในระดับแนวหน้า (frontier) หมายความว่าหน่วยการผลิตมีประสิทธิภาพทางเทคนิคเต็มที่นั่นเองถ้าหากคะแนน

ประสิทธิภาพน้อยกว่า 1 หมายความว่าหน่วยการผลิตเป็นหน่วยงานที่ไม่มีประสิทธิภาพดังนั้นแบบจำลองภายใต้ข้อสมมติผลตอบแทนต่อขนาดคงที่ (CPS)

โดยพิจารณามุมมองด้านปัจจัยนำเข้า (input-oriented) ในการประเมินประสิทธิภาพของ หน่วยการผลิตที่ j_0 (DMU _{j_0}) คือ

$$\begin{aligned} \text{Max } \theta_{j_0} &= \sum_{r=1}^s U_r Y_{rj_0} \\ \text{Subject to } &\sum_{i=1}^m v_i x_{ij_0} \\ &\sum_{r=1}^s U_r Y_{rj} - \sum_{i=1}^m v_i x_{ij} \leq 0; j = 1, 2, \dots, n \\ &U_r \geq 0; r = 1, 2, \dots, s \\ &V_i \geq 0; i = 1, 2, \dots, m \end{aligned}$$

โดยที่

θ_{j_0} คือ คะแนนประสิทธิภาพหน่วยการผลิตที่ j_0

x_{ij} คือ ปัจจัยนำเข้าที่ i ของหน่วยการผลิตที่ j

Y_{ri} คือ ปัจจัยผลผลิตที่ r ของหน่วยการผลิตที่ j

u_r คือ น้ำหนักที่ให้กับปัจจัยผลผลิตที่ r

v_i คือ น้ำหนักที่ให้กับปัจจัยนำเข้าที่ i

n คือ จำนวนของหน่วยการผลิต

s คือ จำนวนปัจจัยผลผลิต

m คือ จำนวนปัจจัยนำเข้า

แบบจำลองข้างต้นเป็นรูปแบบทวีคูณ (multiplier form) ของการวิเคราะห์เชิง โอบล้อมข้อมูลเพื่อความสะดวกในการคำนวณประสิทธิภาพของหน่วยการผลิตจึงมีการนำปัญหาควบคู่ (dual problem) มาใช้ในการหาคำตอบทางคณิตศาสตร์โดยสามารถเขียนปัญหาควบคู่ของแบบจำลองได้ดังนี้

$$\begin{aligned} \text{Min } \phi_{j_0} \\ \text{Subject to } &\phi_{j_0} x_{ij_0} = \sum_{j=1}^n \lambda_j x_{ij} \geq 0; i = 1, 2, \dots, m \\ &\sum_{j=1}^n \lambda_j Y_{rj} - Y_{rj_0} = 0; r = 1, 2, \dots, s \\ &\lambda_j \geq 0; j = 1, \dots, n \end{aligned}$$

โดยค่าของ θ_{j_0} จะเป็นค่าประสิทธิภาพของหน่วยการผลิตที่ j_0 ซึ่ง θ_{j_0} มีค่าระหว่าง 0 ถึง 1 ถ้า θ_{j_0} เท่ากับ 1 หน่วยการผลิต (DMU) มีการผลิตอยู่บนเส้นพรมแดนหรือในระดับ

แนวหน้าหมายความว่าหน่วยผลิตมีประสิทธิภาพทางเทคนิคเต็มที่นั่นเอง ถ้าหาก θ_{j_0} น้อยกว่า 1 หมายความว่าหน่วยการผลิตเป็นหน่วยงานที่ไม่มีประสิทธิภาพดังนั้นแบบจำลองภายใต้ข้อสมมติผลตอบแทนต่อขนาดคงที่ผลลัพธ์เหมาะสมที่สุด (optimal solution) $\theta_{j_0} = \phi_{j_0}$ ดังนั้น จึงใช้ θ_{j_0} แทน ϕ_{j_0} ในตัวแบบควบคู่จะได้ตัวแบบป้อนเข้า หลังจากปรับให้อยู่ในรูปสมการโดยการเพิ่มตัวแปรช่วย (slack variables) ดังนี้

$$\begin{aligned} & \text{Min } \phi_{j_0} \\ & \text{Subject to} \\ & \theta_{j_0} X_{ij} - \sum_{j=1}^n \lambda_j X_{ij} - S_i^- = 0 \\ & \sum_{j=1}^n \lambda_j Y_{rj} - Y_{rj_0} - S_r^+ = 0 \\ & \lambda_j, S_i^-, S_r^+ \geq 0; j = 1, 2, \dots, n; r = 1, 2, \dots, s; i = 1, 2, \dots, m \end{aligned}$$

กำหนดให้ S_i^- คือ ป้อนเข้าส่วนเกินของหน่วยตัดสินใจ j_0 และ S_r^+ คือ ผลผลิตส่วนขาดของหน่วยตัดสินใจ j_0 หากหน่วยตัดสินใจ j_0 มีป้อนเข้าส่วนเกินหรือป้อนผลิตส่วนขาดจะส่งผลต่อค่าประสิทธิภาพของหน่วยตัดสินใจ 1 และเพิ่ม ข้อจำกัดค่าความโค้ง (convexity constraint) $\sum_{j=1}^n \lambda_j = 1$ เข้าไปในตัวแบบเพื่อให้มั่นใจว่าเป็นการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของหน่วยตัดสินใจขนาดเดียวกันอย่างแท้จริง ดังนี้ (พรณวิภา แซ่มเล็ก และพัชราภรณ์ เนียมมณี, 2556)

$$\begin{aligned} & \text{Min } \phi_{j_0} - \varepsilon \sum_{j=1}^n S_i^- + \sum_{r=1}^s S_r^+ \\ & \text{Subject to} \\ & \sum_{j=1}^n X_{ij} \lambda_j + S_i^- = \theta x_{ij_0} \quad i = 1, \dots, m; \\ & \sum_{j=1}^n Y_{rj} \lambda_j - S_r^+ = Y_{rj_0} \quad r = 1, \dots, s; \\ & \sum_{j=1}^n \lambda_j = 1 \\ & \lambda_j, S_i^-, S_r^+ \geq 0 \forall i, j, r \end{aligned}$$

เงื่อนไขจำเป็นและเพียงพอสำหรับหน่วยตัดสินใจ j_0 บรรลุประสิทธิภาพก็คือ $\theta^* = 1, S_i^- = S_r^+ = 0$ ซึ่งหน่วยตัดสินใจนี้มีค่าประสิทธิภาพเท่ากับ 1 หรืออยู่บนเส้นพรมแดน ส่วนค่าความไม่มีประสิทธิภาพของหน่วยตัดสินใจ j_0 สามารถหาได้จากการเพิ่มประสิทธิภาพของดีเอมยูที่ไม่ได้อยู่บนเส้นประสิทธิภาพ ($\theta^* < 1$) เพื่อให้มี ประสิทธิภาพ (เลื่อนดีเอมยูให้อยู่บนเส้นประสิทธิภาพ) สามารถทำได้ 2 ลักษณะ Seiford, L. (1996) ดังนี้

การปรับปัจจัยนำเข้า ทำโดย $x'_{ijo} = \theta^* X_{ij} - S_i^*$

การปรับปัจจัยผลผลิต ทำโดย $Y'_{ijo} = Y_{ij} + S_r^{**}$

เมื่อ $I = 1, \dots, m$; $r = 1, \dots, S$; $j = 1, \dots, n$

โดยที่

X_{ij} คือ ปริมาณของปัจจัยนำเข้าที่ i ของหน่วยการผลิต j

Y_{ij} คือ ปริมาณของปัจจัยผลผลิตที่ r ของหน่วยการผลิต j

θ^* คือ คะแนนประสิทธิภาพของหน่วยการผลิต j ,

x'_{ijo} คือ ปริมาณของปัจจัยนำเข้าที่ i ของหน่วยการผลิต j , ที่เหมาะสม

Y'_{ijo} คือ ปริมาณของปัจจัยผลผลิตที่ r ของหน่วยการผลิต j , ที่เหมาะสม

S_i^* คือ ปริมาณปัจจัยนำเข้าที่เกิน (input slack) ของปัจจัยนำเข้าที่ i

S_r^{**} คือ ปริมาณปัจจัยผลผลิตส่วนที่ขาด (output slack) ของปัจจัยผลผลิตที่ r

2.4.2 จุดเด่นของกระบวนการวิเคราะห์ตามลำดับชั้น

วิฑูรย์ ตันศิริคงกุล (2557) ได้กล่าวถึงไว้ ดังนี้

1. ง่ายในการสร้าง และสามารถนำเอาปัจจัยที่เป็นทั้งนามธรรมและรูปธรรม มาวินิจฉัยได้อย่างมีความสอดคล้องกันของเหตุผล
2. สามารถใช้ได้ทั้งบุคคลธรรมดาและหมู่คณะ
3. มีความคล้ายคลึงกับกระบวนการทางความคิดของมนุษย์
4. สนับสนุนการสร้างประชาคมติและการประนีประนอมเนื่องจากในโลกของความเป็นจริงต้องมีการได้มาเสียไป เพื่อที่จะรักษาประโยชน์ร่วมกัน
5. ไม่ต้องการผู้เชี่ยวชาญพิเศษมากอยควบคุมดังเช่นที่เกิดขึ้นกับการตัดสินใจโดยวิธีปกคิธรรมดากว้ไป

สรุปได้ว่า เทคนิคกระบวนการวิเคราะห์ห้มนุษย์ที่ใช้เหตุผลในการแก้ปัญหาโดยวิเคราะห์ด้วยความสำคัญตามเหตุและผลที่เหมาะสมกับปัญหานั้นๆ (หรือเป้าหมายที่ต้องการ) นอกจากนี้ยังเป็นเทคนิคที่ใช้ง่ายทั้งในลักษณะเป็นรายบุคคลหรือหมู่คณะก็ได้ มีผลที่น่าเชื่อถือ และแม่นยำอีกด้วย เหมาะสำหรับใช้เป็นส่วนหนึ่งของข้อมูลในการนำไปใช้ในกระบวนการการตัดสินใจ ทั้งในระดับรายบุคคลหรือหมู่คณะ

2.4.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องโดยวิธีกระบวนการวิเคราะห์เชิงลำดับชั้น

Fu, K., Xu, J., Zhang, Q., & Miao, Z. (2010) ใช้กระบวนการวิเคราะห์เชิงลำดับชั้นในการประเมินผู้ให้บริการ โลจิสติกส์บุคคลที่ 3 (Third Party Logistics-3PL) เนื่องด้วยในทศวรรษที่ผ่านมา เศรษฐกิจของประเทศจีนมีการเติบโตอย่างรวดเร็วทำให้บริการของ 3 พีแอล

เพิ่มขึ้นมาก 3 พีแอลเป็นปัจจัยอันหนึ่งที่ทำให้บริษัทประสบความสำเร็จ แต่ปัญหาของผู้ใช้บริการคือ ไม่สามารถหา 3 พีแอลที่ดีที่สุดได้ Fu et al. ได้เสนอเกณฑ์ในการตัดสินใจ คือ ความสามารถด้าน โลจิสติกส์ ชื่อเสียงและคุณภาพการบริการผลลัพธ์ที่ได้คือชื่อเสียงมีค่าน้ำหนักความสำคัญสูงสุด รองลงมา คือ คุณภาพการบริการและความสามารถด้าน โลจิสติกส์ตามลำดับ

Ho, W., Bennett, D. J., Mak, K. L., Chuah, K. B., Lee, C. K. M., & Hall, M. J. (2009) เสนอกลยุทธ์การเลือก 3 พีแอล โดยใช้วิธีกระบวนการวิเคราะห์เชิงลำดับชั้นควบคู่กับเทคนิคบ้านคุณภาพ (house of quality) ซึ่งเป็นเทคนิคหนึ่งของวิธีการแปลงหน้าที่เชิงคุณภาพ (Quality Function Deployment-OFD) คือ แปลงความต้องการของเจ้าของบริษัทหรือผู้ถือหุ้น (stakeholder) ให้เป็นเกณฑ์ในการการคัดเลือก 3 พีแอล ผู้วิจัยศึกษากรณีศึกษาบริษัทผลิตชิ้นส่วนคอมพิวเตอร์ที่มีโรงงานผลิตใน ประเทศฮ่องกง มีสำนักงานตั้งอยู่ประเทศสหรัฐอเมริกา ญี่ปุ่น เกาหลีและสิงคโปร์ โดยผู้ถือหุ้นของบริษัทต้องการเปลี่ยนวิธีการทำงานของบางแผนกในบริษัท คือ เปลี่ยนจากการจ้างพนักงานประจำเป็นการจ้างจากบริษัทภายนอกมาดำเนินการแทนเหตุผลในการเลือก 3 พีแอล ประการแรก คือ บริษัทไม่สามารถบริหารจัดการด้วยต้นทุนที่ต่ำ ประการที่สอง บริษัทต้องส่งสินค้าด่วนเป็นประจำตามความต้องการของลูกค้า ซึ่ง 3 พีแอลจะบริหารจัดการให้มีประสิทธิภาพในการส่งมอบดีกว่าทำการจัดส่งเอง และประหยัดเวลาในกระบวนการผ่านพิธีศุลกากร ประการสุดท้าย บริษัทมอบหมายให้ 3 พีแอลบริหารจัดการคลังสินค้าและควบคุมระดับสินค้าคงคลังให้เหมาะสมต่อการใช้งานการเลือก 3 พีแอล เพื่อจัดการตามความต้องการดังกล่าวจะประเมินจากผู้ถือหุ้นของบริษัท เกณฑ์ที่ได้จากการวิจัยนี้พบว่า ค่าน้ำหนักปัจจัยที่สำคัญมากที่สุด คือ การส่งมอบตรงเวลา รองลงมา คือ อุปกรณ์ที่ทันสมัยและสมรรถภาพเกี่ยวกับระบบสารสนเทศ

Xia, W., & Wu, Z. (2007) ศึกษาเกี่ยวกับการคัดเลือกซัพพลายเออร์โดยคำนึงถึงการได้รับส่วนลดจากมูลค่าของการสั่งซื้อและตัดสินใจโดยใช้เกณฑ์การตัดสินใจหลายเกณฑ์ทั้งปัจจัยเชิงปริมาณและคุณภาพในการเลือกให้ได้ซัพพลายเออร์ที่ดีที่สุดจึงเป็นสิ่งจำเป็นที่จะต้องพิจารณาทั้งปัจจัยที่จับต้องได้และจับต้องไม่ได้ ซึ่งแต่ละปัจจัยอาจจะมีคามขัดแย้งกันในสภาวะเช่นนี้ผู้จัดซื้อควรตัดสินใจ 2 ประการ คือ ซัพพลายเออร์รายใดเป็นรายที่ดีที่สุดและควรที่จะจัดซื้อในปริมาณเท่าใดจากแต่ละซัพพลายเออร์ที่เลือกมาโดยได้จำลองจำนวนซัพพลายเออร์และจำนวนปริมาณสินค้าที่สั่งมาจากแต่ละซัพพลายเออร์ในกรณีที่มีหลายแหล่งที่มา หลายผลิตภัณฑ์ หลายเกณฑ์การตัดสินใจ โดยที่ซัพพลายเออร์เสนอส่วนลดจากมูลค่าของการสั่งซื้อ โดยไม่คำนึงถึงปริมาณหรือความหลากหลายของผลิตภัณฑ์ที่สั่งซื้อจากซัพพลายเออร์สำหรับเกณฑ์ที่ใช้ในการตัดสินใจ คือ ต้นทุน (price) คุณภาพ (Quality) และการบริการ (Service) ค่าน้ำหนักที่ได้ดังนี้ ต้นทุน (0.432) คุณภาพ (0.235) และการบริการ (0.333)

Lui, F. F., & Hai, H. L. (2005) ศึกษาเรื่อง การลงคะแนนเลือกซัพพลายเออร์โดยกระบวนการตัดสินใจแบบวิเคราะห์ลำดับชั้น โดยใช้โปรแกรมการจัดซื้อช่วยในการคัดเลือกซัพพลายเออร์และแสดงวิธีการที่อ้างถึงการใช้กระบวนการวิเคราะห์เชิงลำดับชั้นของ Saaty ในการตัดสินใจแบบหลายหลักเกณฑ์เพื่อจัดอันดับซัพพลายเออร์ งานวิจัยนี้แสดงถึงการให้ค่าน้ำหนักความสำคัญในการเปรียบเทียบคู่โดยวิธีกระบวนการวิเคราะห์เชิงลำดับชั้นและเกณฑ์ที่ใช้มีทั้งหมด 8 เกณฑ์ คือ คุณภาพ (quality) การตอบสนอง (responsiveness) วินัย (discipline) การส่งมอบ (delivery) การเงิน (financial) การจัดการ (management) สมรรถภาพทางด้านเทคนิค (technical capability) และสิ่งอำนวยความสะดวก (facility) ซึ่งเกณฑ์ที่ได้ค่าน้ำหนักที่มากที่สุด คือ การส่งมอบ (0.146) รองลงมาคือ การตอบสนอง (0.135) คุณภาพ (0.130) วินัย (0.128) อุปกรณ์อำนวยความสะดวก (0.117) การจัดการ (0.116) การเงิน (0.115) และสมรรถภาพทางด้านเทคนิค (0.113) ตามลำดับ

Wang, G., Huang, S. H., & Dismukes, J. P. (2004) ใช้กระบวนการวิเคราะห์เชิงลำดับชั้นร่วมกับแบบจำลองอ้างอิงการดำเนินการโซ่อุปทาน (Supply Chain Operation Reference--SCOR model) ในการจัดลำดับความสำคัญของมาตรวัดในกระบวนการหลักของโซ่อุปทาน 4 หมวด คือ ความเชื่อถือได้ในการส่งมอบ (delivery reliability) ความยืดหยุ่นและการตอบสนอง (flexibility and responsiveness) ต้นทุน (Cost) และสินทรัพย์ (assets) โดยแบ่งกลยุทธ์โซ่อุปทานออกเป็น 3 กลยุทธ์ ได้แก่ กลยุทธ์โซ่อุปทานแบบ Lean กลยุทธ์โซ่อุปทานแบบ Agile และกลยุทธ์โซ่อุปทานแบบ Hybrid โดยได้ค่าน้ำหนักความสำคัญของมาตรวัดสำหรับ Lean ค่าน้ำหนักในการความเชื่อถือได้ในการส่งมอบ (0.243) ความยืดหยุ่นและการตอบสนอง (0.046) ต้นทุน (0.640) และสินทรัพย์ (0.072) สำหรับ Agile ค่าน้ำหนักในการความเชื่อถือได้ในการส่งมอบ (0.187) ความยืดหยุ่นและการตอบสนอง (0.647) ต้นทุน (0.082) และสินทรัพย์ (0.057) สำหรับ Hybrid ค่าน้ำหนักในการความเชื่อถือได้ในการส่งมอบ (0.198) ความยืดหยุ่นและการตอบสนอง (0.387) ต้นทุน (0.275) และสินทรัพย์ (0.140)

Ghodspour, S. H., & O'Brien, C. (1998) ศึกษาเกี่ยวกับ การใช้กระบวนการตัดสินใจแบบวิเคราะห์ลำดับชั้น (AHP) และกำหนดการเชิงเส้น (linear programming) ในการตัดสินใจคัดเลือกซัพพลายเออร์เพื่อหาซัพพลายเออร์ที่ดีที่สุดและปริมาณสินค้าที่เหมาะสมในการซื้อแต่ละครั้ง โดยจะเลือกซัพพลายเออร์เมื่อมีซัพพลายเออร์รายใหม่ที่สามารถตอบสนองความต้องการของผู้จัดซื้อทั้งในด้านปริมาณและการส่งมอบ เป็นต้น และเลือกซัพพลายเออร์รายใหม่เมื่อซัพพลายเออร์เดิมมีข้อจำกัดและไม่สามารถตอบสนองความต้องการของผู้จัดซื้อ เช่น สินค้าไม่เพียงพอต่อความต้องการของผู้จัดซื้อ หรือสินค้านี้มีคุณภาพต่ำ เป็นต้น เกณฑ์ในการตัดสินใจ คือ

ต้นทุน (cost) คุณภาพ (quality) และการบริการ (Service) พบว่า ต้นทุนให้ค่าน้ำหนักความสำคัญสูงที่สุด (0.630) ตาม ด้วยคุณภาพ (0.218) และการบริการ (0.151) และใช้กำหนดการเชิงเส้นในการหาปริมาณสั่งซื้อที่เหมาะสมที่สุด

ภัชรี นิ่มศรีกุล และอภิชาติ โสภางแดง (2551) ได้นำเสนองานวิจัยการคัดเลือกพื้นที่จัดตั้งศูนย์กลางโลจิสติกส์ด้านการขนส่งสินค้าในประเทศไทยบนแนวระเบียงเศรษฐกิจเหนือ-ใต้ โดยได้คัดกรองกลุ่มจังหวัดจากจังหวัดที่อยู่บนแนวระเบียงเศรษฐกิจเหนือ-ใต้ (north-south economics Corridor) ตามแนวทางของธนาคารเพื่อพัฒนาเอเชีย (Asian Development Bank--ADB) ซึ่งประกอบด้วยจังหวัดเชียงใหม่ เชียงราย ลำพูน ลำปาง พิชญ โลก นครสวรรค์ และจังหวัดพระนครศรีอยุธยา ให้เป็นกลุ่มจังหวัดทางเลือก ทั้งนี้เพื่อให้ได้มาซึ่งพื้นที่ที่เหมาะสมมากที่สุด ในมุมมองเชิงวิศวกรรมจึงได้ประยุกต์ใช้การตัดสินใจแบบหลายหลักเกณฑ์ด้วยวิธีการ TOPSIS (Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution) และวิธีการกระบวนการวิเคราะห์เชิงลำดับชั้นซึ่งรูปแบบโครงสร้างหลักเกณฑ์ในการพิจารณามี 4 หลักเกณฑ์หลัก คือ หลักเกณฑ์ด้านภูมิศาสตร์ (geographical) หลักเกณฑ์ด้านปริมาณสินค้าที่ขนส่ง (trade volume) หลักเกณฑ์ด้านโครงสร้างพื้นฐาน (Infrastructure) และหลักเกณฑ์เกี่ยวกับธุรกิจด้านโลจิสติกส์ (logistics service provider) โดยประกอบไปด้วย 11 หลักเกณฑ์รอง และ 14 หลักเกณฑ์ย่อย ซึ่งผลจากการวิเคราะห์สามารถระบุกลุ่มจังหวัดที่มีความเหมาะสมในการเป็นศูนย์กลางโลจิสติกส์ในประเทศไทยบนแนวระเบียงเศรษฐกิจเหนือ-ใต้ได้โดยผลจากการวิเคราะห์สามารถระบุกลุ่มจังหวัดที่เหมาะสมออกได้ 3 กลุ่ม ซึ่งกลุ่มที่มีค่าคะแนนความเหมาะสมมากเป็นอันดับ 1 คือ กลุ่มจังหวัดเชียงใหม่และเชียงราย อันดับ 2 คือ กลุ่มจังหวัดพิชญ โลก และพระนครศรีอยุธยา และอันดับ 3 คือ กลุ่มจังหวัดลำปาง นครสวรรค์ และลำพูน ตามลำดับ

อรพินทร์ จีรวาสกุล และธัญญาวาสุศรี (2550) ได้ศึกษาการประยุกต์ใช้กระบวนการวิเคราะห์เชิงลำดับชั้นในการประเมินผลการดำเนินงานผู้ให้บริการขนส่งทางเรือของบริษัทผลิตเครื่องใช้ไฟฟ้าแห่งหนึ่ง จำนวน 7 บริษัท โดยใช้เกณฑ์คุณภาพบริการและต้นทุนที่นำเสนอโดย Banomyonget ซึ่งศึกษาปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการตัดสินใจเลือกผู้ให้บริการโลจิสติกส์ของผู้ประกอบการในประเทศไทยโดยใช้การวิเคราะห์ความถดถอย (regression analysis) และกรอบแนวคิดคุณภาพบริการและต้นทุนคุณภาพบริการประกอบด้วยปัจจัย 5 ด้าน คือ สิ่งที่มีมองเห็นในการบริการ/ความเป็นรูปธรรมของบริการ ความน่าเชื่อถือของบริการ การตอบสนองความต้องการของผู้รับบริการ ความเชื่อมั่นและการเอาใจใส่ ผลการศึกษาพบว่าปัจจัยที่มีผลต่อการดำเนินงานของผู้ให้บริการขนส่งทางเรือมากที่สุด คือ ต้นทุนการขนส่งและความน่าเชื่อถือ

รองลงมา คือ การตอบสนองความต้องการสิ่งที่มองเห็นในการบริการความเชื่อมั่นและการเอาใจใส่ตามลำดับ

ธราธร ปิ่นทอง (2550) ศึกษาเรื่องการใช้การวิเคราะห์แบบมีลำดับขั้นในการวิเคราะห์ปัจจัยและเลือกผู้ให้บริการ โลจิสติกส์ลำดับที่ 3 ในอุตสาหกรรมเหล็กม้วนเพื่อวิเคราะห์และคัดเลือกปัจจัยที่ส่งผลอย่างมีนัยสำคัญต่อการเลือกผู้ให้บริการ โลจิสติกส์ ลำดับที่ 2 ในอุตสาหกรรมเหล็กม้วนและใช้เป็นเกณฑ์ในการพิจารณาและเป็นการคัดเลือกผู้ให้บริการ โลจิสติกส์ลำดับที่ 3 ซึ่งผู้วิจัยใช้แบบทดสอบในการเก็บรวบรวมข้อมูลผลที่ได้ คือ ทำให้ทราบถึงปัจจัยที่มีความสำคัญต่อการเลือกผู้ให้บริการและช่วยพัฒนาขั้นตอนรวมไปถึงระเบียบวิธีการเลือกผู้ให้บริการที่เป็นระบบมากขึ้น

แก้วดา เจริญเจริญ (2549) ศึกษาเรื่อง พยากรณ์พฤติกรรมกรรมการเลือกใช้บริการ โลจิสติกส์ลำดับที่ 3 ของผู้ประกอบการเพื่อพยากรณ์พฤติกรรมและศึกษาถึงปัจจัยที่มีผลต่อการเลือกผู้ให้บริการ โลจิสติกส์ลำดับที่ 3 โดยกลุ่มตัวอย่างเป็นผู้ประกอบการที่อยู่ในเขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือจำนวน 120 ตัวอย่าง โดยใช้ผลของระดับความสำคัญของปัจจัยทั้ง 26 ตัวอย่างในแบบสอบถามผลการวิจัยพบว่าแบบจำลองสามารถพยากรณ์ได้ถูกต้องร้อยละ 89 โดยที่มีปัจจัยที่เป็นตัวกำหนดพฤติกรรมกรรมการเลือกใช้บริการ ของผู้ประกอบการอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติได้แก่ ปัจจัยด้านสิ่งสนับสนุนปัจจัยที่เกี่ยวกับตัวผู้ให้บริการและปัจจัยทางด้านราคาโดยปัจจัยที่เป็นตัวกำหนดพฤติกรรมกรรมการเลือกผู้ที่ดีที่สุด คือ ปัจจัยทางด้านสิ่งสนับสนุนหรือสิ่งอำนวยความสะดวกที่ผู้ประกอบการมีให้และปัจจัยด้านราคา

นันทกานต์ ก้อนทองคำ (2549) ศึกษาเรื่อง การคัดเลือกผู้ให้บริการ โลจิสติกส์ลำดับที่ 3 โดยใช้เทคนิคการวิเคราะห์แบบมีลำดับขั้นเพื่อศึกษาน้ำหนักของปัจจัยที่ใช้ คัดเลือกผู้ให้บริการลำดับที่ 3 ของกลุ่มผู้ผลิตรายใหญ่และรายเล็ก 10 ราย โดยผู้วิจัยได้ออกแบบสอบถามและสัมภาษณ์แบบตัวต่อตัวได้เกณฑ์ปัจจัยของการคัดเลือก 3 พีแอล ทั้งหมด 6 ปัจจัย คือ (1) ราคา (2) ความหลากหลายของการให้บริการ (3) เกี่ยวกับตัวผู้ให้บริการ (4) คุณภาพการให้บริการ (5) การให้ข้อมูลและคำแนะนำ และ (6) การตามงาน และการแก้ปัญหา ผลการวิจัยพบว่า กลุ่มผู้ผลิตทั้งรายใหญ่และรายเล็กให้น้ำหนักปัจจัยในอันดับที่เหมือนกัน คือ ปัจจัยราคาเป็นอันดับ 1 ปัจจัยด้านคุณภาพการให้บริการเป็นอันดับ 2 ปัจจัยด้านความหลากหลายของการให้บริการเป็นอันดับ 3 และปัจจัยการให้ข้อมูลและคำแนะนำเป็นอันดับ 6 ส่วนปัจจัยที่เหลื่อกลุ่มผู้ผลิตรายใหญ่จะให้อันดับ 4 และอันดับ 5 เป็นปัจจัยเกี่ยวกับตัวผู้ให้บริการและการตามงานและการแก้ปัญหาส่วนกลุ่มผู้ผลิตรายเล็กจะให้อันดับ 4 และอันดับ 5 เป็นปัจจัยการตามงานและการแก้ปัญหา

ศุภลักษณ์ ใจสูง (2554) ศึกษาเรื่องการคัดเลือกผู้ให้บริการ โลจิสติกส์ของบริษัท านาไมโครอิเล็กทรอนิกส์ จำกัด (มหาชน) เขตนิคมอุตสาหกรรมภาคเหนือ โดยใช้กระบวนการ ตัดสินใจแบบวิเคราะห์ลำดับชั้นซึ่งใช้กระบวนการตัดสินใจแบบวิเคราะห์ลำดับชั้นและลำดับ ความสำคัญของเกณฑ์หลักที่ใช้ในการคัดเลือกผู้ให้บริการ โลจิสติกส์อันดับแรก คือ เกณฑ์ทางด้าน ต้นทุน รองลงมา คือ เกณฑ์ทางด้านความน่าเชื่อถือในการส่งมอบ การตอบสนอง ความมั่นคง ทางด้านการเงิน และเทคโนโลยีสารสนเทศ ตามลำดับ

พิศาล อริยเดชาวิช (2552) ศึกษาวิเคราะห์หาน้ำหนักความสำคัญของปัจจัยที่ใช้ใน การตัดสินใจจัดลำดับโครงการรถไฟฟ้าขนส่งมวลชนของผู้บริหารที่มีอำนาจในการตัดสินใจมีส่วน ร่วมในการบวนการตัดสินใจวางแผนพัฒนา โดยแบ่งออกเป็น 4 กลุ่มดังนี้ กลุ่มนักการเมือง กลุ่ม ผู้บริหารหน่วยงานภาครัฐ กลุ่มผู้บริหารองค์กรเอกชน และกลุ่มผู้บริหารบริษัทที่ปรึกษาโดยใช้ วิธีการ วิเคราะห์เชิงลำดับชั้นหรือ analytic hierarchy process AHP ซึ่งปัจจัยที่นำมาใช้ในการ ตัดสินใจจัดลำดับโครงการรถไฟฟ้าขนส่งมวลชน ของผู้บริหารที่มีอำนาจในการตัดสินใจหรือมี ส่วนร่วมในกระบวนการตัดสินใจวางแผนพัฒนา โดยแบ่งออกเป็น 4 กลุ่มดังนี้ กลุ่มนักการเมือง กลุ่มผู้บริหาร หน่วยงานภาครัฐ กลุ่มผู้บริหารองค์กรเอกชน และกลุ่มผู้บริหารบริษัทที่ปรึกษา โดย ใช้วิธีการวิเคราะห์เชิงลำดับชั้นหรือ analytic hierarchy process ซึ่ง ปัจจัยที่นำมาใช้ในการตัดสินใจ จัดลำดับโครงการรถไฟฟ้าขนส่งมวลชนมีทั้งหมด 26 ปัจจัย และได้จัดกลุ่มเป็น 6 กลุ่ม ปัจจัยหลัก คือ ปัจจัยด้านเศรษฐกิจและการเงิน ปัจจัยด้านสังคม ปัจจัยด้านการเมือง ปัจจัยด้านเทคโนโลยี วิศวกรรมและผังเมือง ปัจจัยด้านสิ่งแวดล้อมและ ปัจจัยด้านการจราจรและขนส่ง จากการศึกษา พบว่า ปัจจัยหลักที่มีความสำคัญมากคือปัจจัยด้านเศรษฐกิจและการเงิน ปัจจัยด้านสังคมและปัจจัย ด้านการจราจร และขนส่ง โดยมีค่าน้ำหนักความสำคัญคือ 0.329 และ 0.235 และ 0.143 ตามลำดับ และปัจจัยย่อยที่มีความสำคัญมาก คือ ความคุ้มค่าทางเศรษฐกิจ คุณภาพชีวิตและ ความเสมอภาคใน การใช้บริการ โดยมีค่าน้ำหนักความสำคัญ 0.159 0.073 และ 0.062 ตามลำดับ การวิจัยนี้ได้สรุปค่า น้ำหนักความสำคัญของปัจจัยที่ประยุกต์ใช้ในการจัดลำดับโครงการ เพื่อให้ผู้บริหารในอนาคต สามารถนำน้ำหนักของปัจจัยไปใช้เป็นแนวทาง ประกอบการตัดสินใจจัดลำดับโครงการต่อไป

สถาพร โอภาสานนท์และภัทรกมล เลิศสันติ (2552) ศึกษาและจัดเก็บข้อมูลปฐม ภูมิโดยการศึกษาขั้นตอนการดำเนินงานในแต่ละกิจกรรม การสัมภาษณ์เชิงลึกกับผู้เกี่ยวข้อง และ การให้ผู้ทรงคุณวุฒิทำการจัดลำดับความสำคัญของประเด็นปัญหาที่เกิดขึ้นด้วยวิธีการบวนการ วิเคราะห์เชิงลำดับชั้น (Analytical Hierarchy Process: AHP) เพื่อประเมินถึงความเร่งด่วนในการ ดำเนินการแก้ไขตามมุมมองของบริษัท โดยการวิเคราะห์ความสำคัญของประเด็นปัญหาจะวัดจาก ผลกระทบที่เกิดต่อ (1) ค่าใช้จ่ายด้านลอจิสติกส์ ; (2) การตอบสนองความต้องการของลูกค้า ; (3)

ความน่าเชื่อถือของการใช้บริการ และ (4) ความคุ้มค่าในการใช้ประโยชน์จากทรัพยากรที่มีอยู่จากการศึกษาพบว่า การพัฒนาตัวชี้วัดประสิทธิภาพด้าน โลจิสติกส์ควรมีการดำเนินการเป็นอันดับแรก รองลงมาคือ การปรับปรุงกระบวนการทำงานภายในการวางแผนเส้นทางเดินรถ การออกแบบโครงข่ายการขนส่งและการบริหารสินค้าคงคลัง ผลการศึกษาถูกใช้เป็นแนวทางการเตรียมความพร้อมของบริษัทในการปรับปรุงประสิทธิภาพการดำเนินงานด้านโลจิสติกส์หลังจากการย้ายที่ตั้งศูนย์ฯ ต่อไป

กัณฑ์ธมน สุขกระจ่าง (2558) ศึกษาการประยุกต์ใช้วิธีการวิเคราะห์ตามลำดับชั้นของกระบวนการตัดสินใจในการคัดเลือกผู้ให้บริการขนส่งของผลิตภัณฑ์สิ่งทอ และเพื่อสร้างแบบจำลองในการประยุกต์ใช้วิธีการวิเคราะห์ตามลำดับชั้นของกระบวนการคัดเลือกผู้ให้บริการขนส่งของผลิตภัณฑ์สิ่งทอ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษา คือ ผู้บริหารหรือผู้ที่มีอำนาจ ในการตัดสินใจในกระบวนการคัดเลือกผู้ให้บริการขนส่งของผลิตภัณฑ์สิ่งทอ จำนวนทั้งสิ้น 5 ราย โดยการเลือกตัวอย่างแบบเจาะจง (Purposive sampling) ใช้วิธี AHP ในวิเคราะห์เพื่อจัดลำดับความสำคัญ โดยการนำข้อมูลจากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องมาทำการสร้างแบบจำลองเพื่อทำการเปรียบเทียบค่าน้ำหนักของปัจจัยหลักและปัจจัยรอง จากผลการวิเคราะห์น้ำหนักของปัจจัยหลักพบว่า ค่าน้ำหนักความสำคัญของปัจจัยหลัก คือ ด้านรายละเอียดทั่วไป ด้านคุณภาพ และด้านความสามารถ ตามลำดับ

ชัยวัฒน์ แก้ววิจิตร และพรณี ชีวินศิริวัฒน์ (2559) ได้ศึกษาการประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ร่วมกับกระบวนการวิเคราะห์เชิงลำดับชั้นในการหาพื้นที่ศักยภาพในการสร้างท่าเรือบก (Dry Port) ในพื้นที่จังหวัดนครราชสีมา โดยท่าเรือบกนี้จะมียุทธศาสตร์เหมือนท่าเรือชายฝั่ง มีฟังก์ชันของสถานีบรรจุและแยกสินค้ากล่อง รวมถึงศูนย์บริการขนส่งร่วมรูปแบบและโลจิสติกส์ โดยเชื่อมโยงท่าเรือบกเข้ากับท่าเรือแหลมฉบังด้วยรถไฟขนส่งสินค้า ผลการวิจัยสามารถสรุปสาระสำคัญได้ออกเป็น 3 ส่วนดังนี้ส่วนแรกเกี่ยวกับค่าความสำคัญของปัจจัย โดยปัจจัยหลักด้านคมนาคมขนส่งและปัจจัยรองการเข้าถึงโครงข่ายคมนาคมขนส่ง ที่มีค่าความสำคัญสูงสุดในแต่ละกลุ่ม เท่ากับ 0.449 และ 0.33 ตามลำดับ ส่วนปัจจัยพื้นที่เสี่ยงอุทกภัย เป็นปัจจัยย่อยที่มีค่าความสำคัญสูงสุด เท่ากับ 0.276 ส่วนที่สองเกี่ยวกับพื้นที่ที่เหมาะสมในการสร้างท่าเรือบก พบว่า จังหวัดนครราชสีมา มีพื้นที่เหมาะสมสูงสุดในการสร้างท่าเรือบก 1,253.25 ตารางกิโลเมตร คิดเป็นร้อยละ 6.24 ของพื้นที่ทั้งหมด โดยพื้นที่ที่มีคะแนนรวมความเหมาะสมสูงสุดและนำมาพิจารณาเป็นพื้นที่ศักยภาพคือ อำเภอบัวใหญ่, อำเภอสูงเนิน, อำเภอสีคิ้ว และอำเภอปากช่อง ซึ่งมีพื้นที่เหมาะสมสูงสุด 0.541, 0.516, 0.174, และ 0.093 ตารางกิโลเมตร ตามลำดับ สำหรับส่วนที่สามพบว่าพื้นที่ศักยภาพในการสร้างท่าเรือบกคือ พื้นที่อำเภอบัวใหญ่ บริเวณใกล้กับสถานีรถไฟบัวใหญ่ซึ่งมีขนาดพื้นที่ประมาณ 0.541 ตารางกิโลเมตร

พัทชา มากสมบูรณ์ (2559) ศึกษาวิเคราะห์ปัจจัยที่ใช้ในการคัดเลือกซัพพลายเออร์ที่เหมาะสมที่สุดของร้านรักษณิย์นวดไทยและสปาและเพื่อพัฒนาระบบสนับสนุนการตัดสินใจการคัดเลือกซัพพลายเออร์ของร้านรักษณิย์นวดไทยและสปา การดำเนินงานวิจัยครั้งนี้รวบรวมข้อมูลโดยการสัมภาษณ์เชิงลึกจากเจ้าของกิจการร้านรักษณิย์นวดไทยและสปาและนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์หาค่าน้ำหนักความสำคัญของปัจจัยและทางเลือกโดยใช้เทคนิควิธีการวิเคราะห์เชิงลำดับชั้น (Analytic Hierarchy Process: AHP) และนำผลการวิเคราะห์ที่ได้มาพัฒนาระบบสนับสนุนการตัดสินใจ (Decision Support System: DSS) ด้วยโปรแกรม Microsoft Excel ในการสร้างฐานข้อมูลซัพพลายเออร์ในการวิเคราะห์หาซัพพลายเออร์ที่เหมาะสมของกิจการ

ฉัตรมณี ไชยวงศ์ และสุรีนา มะดาหยง (2560) ศึกษาและนำทฤษฎีวิเคราะห์เชิงลำดับชั้น (Analytical Hierarchy Process: AHP) มาเป็นเครื่องมือในการช่วยการตัดสินใจเพื่อการติดตั้งระบบห้องสมุดอัตโนมัติภายในสถาบันการศึกษาให้แก่ผู้บริหาร โดยการวิเคราะห์หาค่าน้ำหนักความสำคัญที่เป็นปัจจัยหลักและปัจจัยรองซึ่งผลการวิจัยพบว่า ปัจจัยลำดับแรกที่มีความสำคัญต่อการติดตั้งระบบคือปัจจัยด้านองค์กร โดยมีค่าร้อยละ 62.5 รองลงมาคือ ปัจจัยด้านตัวระบบ ค่าร้อยละ 23.8 และลำดับสุดท้ายคือปัจจัยด้านคุณลักษณะของระบบ ค่าร้อยละ 13.6 ผลของงานวิจัยนี้บ่งบอกให้เห็นถึงทัศนคติในการให้ค่าน้ำหนัก และลำดับความสำคัญของผู้บริหารสถาบันการศึกษาที่เห็นถึงความสำคัญของการนำระบบห้องสมุดอัตโนมัติเข้ามาใช้งานเพื่อให้เกิดประโยชน์สูงสุดแก่สถาบันการศึกษาไทยต่อไป

2.4.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องโดยใช้วิธีการวิเคราะห์เชิงโอบล้อมข้อมูล

สมยศ มีผล (2551) ศึกษาเรื่องการประเมินประสิทธิภาพผู้รับเหมาก่อสร้างสถานีสานักพิมพ์เคลื่อนที่มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาและเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการดำเนินงานของบริษัทรับเหมาก่อสร้างสถานีสานักพิมพ์เคลื่อนที่จำนวน 4 บริษัท โดยใช้เครื่องมือ 3 ชนิดที่เป็นมาตรฐานและสามารถใช้งานได้โดยทั่วไป คือ แบบสอบถาม การวิเคราะห์ทางการเงิน วิธีดีอีเอ ผลการศึกษาพบว่า การประเมินโดยใช้แบบสอบถามและการวิเคราะห์การเงินนั้นไม่สามารถหาประสิทธิภาพเชิงเปรียบเทียบได้ซึ่งแบบสอบถามจะได้ผลการประเมินเป็นระดับความพึงพอใจซึ่งเป็นผลมาจากการใช้ทรัพยากรและการดำเนินการอย่างมีประสิทธิภาพ ส่วนการวิเคราะห์การเงินจะได้ผลการประเมินเป็นระดับความสามารถในการดำเนินธุรกิจ ความมั่นคงทางการเงินและการเจริญเติบโตของธุรกิจ ในขณะที่การประเมินโดยดีอีเอสามารถหาประสิทธิภาพทางด้านเทคนิค (technical efficiency) ประสิทธิภาพด้านขนาด (Scale efficiency) ประสิทธิภาพด้านราคา (cost efficiency) และ ประสิทธิภาพโดยรวม (allocative efficiency) ซึ่งได้ผลการประเมินโดยเฉลี่ยของกลุ่ม มีดังนี้ ประสิทธิภาพทางเทคนิคเฉลี่ยร้อยละ 77 ประสิทธิภาพโดยรวมเฉลี่ยร้อยละ 63 และ

ประสิทธิภาพทางต้นทุนร้อยละ 47 บริษัทที่มีประสิทธิภาพดีที่สุด คือ บริษัท เนื่องจากมีประสิทธิภาพทั้งสามด้าน การเปรียบเทียบผลการประเมินประสิทธิภาพโดยรวมที่ได้ จากเครื่องมือ ทั้ง 3 ชนิด พบว่า 3 ใน 4 หรือร้อยละ 75 มีผลการประเมินเหมือนกัน

ประสพชัย พสุนนท์ (2549) ศึกษาเรื่อง ฟังก์ชัน โลจิสติกในการจำแนก ประสิทธิภาพบริษัทประกันวินาศภัยในประเทศไทยจากวิธีการ Data Envelopment Analysis มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินประสิทธิภาพบริษัทประกันวินาศภัยของประเทศไทยโดยใช้การวิเคราะห์เชิงโอบล้อมข้อมูลด้วยตัวแบบซีอาร์เอสและพีซีซีทำการจำแนกบริษัทประกันวินาศภัยที่ทราบผลการดำเนินงานจากตัวแบบของวิธีดีอีเอด้วยการวิเคราะห์การถดถอยโลจิสติกส์ (Logistic Regression Analysis-LRA) สำหรับข้อมูลที่ใช้ในการประเมินประสิทธิภาพ คือ ข้อมูลผลการดำเนินงานของบริษัทประกันวินาศภัยใน ปี พ.ศ. 2546 จำนวน 71 บริษัท จากปัจจัยนำเข้า 3 ปัจจัย และปัจจัยด้าน ผลผลิต 2 ปัจจัย ผลการวิจัยสรุปได้ดังนี้ เมื่อประเมินด้วยตัวแบบซีอาร์เอสมีบริษัทประกันวินาศภัย 11 บริษัทที่มีประสิทธิภาพแต่หากประเมินด้วยตัวแบบพีซีซี พบว่า มีบริษัทประกันวินาศภัย 20 บริษัท ที่มีประสิทธิภาพ และอัตราการจำแนกถูกต้องด้วยวิธี LIRA เท่ากับ 88.7 ในทั้ง 2 ตัวแบบที่ได้จากวิธีดีอีเอ

ปรัดละ สุนทราราววิทย์ (2543) ศึกษาเรื่อง การวัดประสิทธิภาพของสำนักงาน กองทุนสงเคราะห์การทำสวนยาง มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาสภาพการดำเนินงานทั่วไปและวิเคราะห์ ประสิทธิภาพสัมพัทธ์ในการดำเนินงานของสำนักงานกองทุนสงเคราะห์การทำสวนยางระดับ จังหวัดเพื่อเสนอแนวทางในการปรับปรุงประสิทธิภาพการดำเนินงานของสำนักงานฯ ที่ไม่มี ประสิทธิภาพโดยใช้ข้อมูลในการดำเนินงานและผลผลิตของสำนักงานกองทุนสงเคราะห์การทำ สวนยางระดับจังหวัด ย้อนหลัง 3 ปี ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2539 - 2541 จำนวน 19 แห่ง นำไปวิเคราะห์ด้วย วิธีดีอีเอแบบจำลองซีอาร์เอส ใช้ตัวแปรปัจจัย การผลิต 3 ชนิดประกอบด้วย จำนวนเงินงบประมาณที่ ใช้ในการดำเนินงานในการสงเคราะห์ การปลูกสวนยางพาราจำนวนเงินงบประมาณที่เกี่ยวกับ เงินเดือนของพนักงานและจำนวนเงินงบประมาณในการบริหารงานทั่วไปของสำนักงาน ส่วนตัว แปรด้านผลผลิตมี 2 ชนิด คือ จำนวนเนื้อที่สวนยางพาราที่พ้นจากการสงเคราะห์และปริมาณการรับ ซื่อยาง ในตลาดประมูลยางพาราระดับท้องถิ่นผลการศึกษาพบว่าโดยเฉลี่ย 3 ปี มีสำนักงานกองทุน สงเคราะห์การทำสวนยางระดับจังหวัดเพียง 6 แห่งที่มีประสิทธิภาพเต็มที่ ส่วนอีก 13 แห่งไม่มี ประสิทธิภาพเต็มที่ สำหรับสำนักงานกองทุนสงเคราะห์การทำสวนยางระดับจังหวัดที่มี ประสิทธิภาพไม่เต็มที่นั้นสามารถปรับปรุงประสิทธิภาพโดยพิจารณาจากแนวทางการดำเนินงาน ของสำนักงานกองทุนสงเคราะห์การทำสวนยางระดับจังหวัดที่มีประสิทธิภาพเต็มที่ที่อยู่ในกลุ่ม อ้าอิงของแต่ละแห่ง

สมคิด สมบัติภัทรา (2549) ศึกษาเรื่องสถานภาพการให้บริการและการเลือก Third Logistics Outsourcing ในประเทศไทยเพื่อที่จะศึกษาสถานะภาพข้อมูลการให้บริการของกลุ่มผู้ให้บริการโลจิสติกส์และเสนอแนะแนวทางการประเมินผู้ให้บริการทางโลจิสติกส์กรณีที่มีตัวแปรต้นหลายตัวในการพิจารณา โดยใช้โปรแกรมทางเทคนิคที่เรียกว่าดีอีเอมาช่วยในการตัดสินใจในการเลือกผู้ให้บริการ โลจิสติกส์วิธีการดำเนินการวิจัย คือ การเก็บข้อมูลการให้บริการทางโลจิสติกส์ โดยการออกแบบสอบถามไปยังกลุ่มบริษัทที่ จดทะเบียนในตลาดหลักทรัพย์แห่งประเทศไทยและการสร้างตัวแบบหรือ โมเดลสำหรับประเมินผู้ให้บริการทางโลจิสติกส์โดยใช้เทคนิคดีอีเอ ผลการวิจัยแบ่งออกเป็น 2 ส่วน โดยส่วนแรกประกอบด้วยจำนวนผู้ให้บริการทางโลจิสติกส์ ทุนจดทะเบียน จำนวนพนักงาน รายได้ประเภทการให้บริการ แหล่งข้อมูลในการตัดสินใจเลือกกระดပ်และปัจจัยที่มีส่วนในการตัดสินใจเลือกใช้ส่วนที่ 2 เป็นตัวแบบหรือ โมเดลสามารถคัดกรองและเลือกผู้ให้บริการให้เหลือน้อยลง

ปัญญาศ คำล้งดี (2554) ได้ศึกษาระบบสนับสนุนการตัดสินใจการคัดเลือกซัพพลายเออร์ด้วยวิธีดีอีเอ กรณีศึกษานี้มีจุดประสงค์ในการเสนอแนวทางการประเมินความสามารถของกลุ่มค้าโดยการใช้เทคนิคการวิเคราะห์เชิงโอบล้อมข้อมูลซึ่งเป็นเทคนิคที่อาศัยการสร้างตัวแบบการโปรแกรมเชิงเส้นที่ไม่ซับซ้อน จึงสามารถใช้แก้ปัญหาการประเมินความสามารถของกลุ่มค้าได้ โดยใช้ข้อมูลของบริษัท ฟุจิเอช จำกัด ซึ่งเป็น บริษัทผลิตเกี่ยวกับบรรจุภัณฑ์ต่าง ๆ และได้ติดต่อกับกลุ่มค้าไว้ 6 บริษัท ให้เป็นผู้จัดส่งวัสดุประเภทแผ่นฟิล์มซึ่งเป็นวัตถุดิบสำคัญในการผลิต การประเมินประสิทธิภาพของกลุ่มค้าทั้ง 6 บริษัท ฝ่ายจัดซื้อได้ใช้เกณฑ์ปัจจัยนำเข้าด้านราคา คุณภาพ และความน่าเชื่อถือในการส่งมอบ ผลลัพธ์ที่ได้จากการประเมินบ่งชี้ว่ามีกลุ่มค้าอยู่เพียง 3 บริษัทเท่านั้นที่จัดว่ามีประสิทธิภาพเชิงเปรียบเทียบส่วนกลุ่มค้าอีก 3 บริษัทที่เหลือไม่ถือว่ามีประสิทธิภาพ

พรณ วิภา แซ่มเล็กและพัชรารณณ์ เนียมมณี (2556) ได้ศึกษาการประเมินประสิทธิภาพตัวแทนดำเนินพิธีการศุลกากรด้วยเทคนิคการวิเคราะห์เชิงโอบล้อมข้อมูลกรณีศึกษานี้มีจุดประสงค์ในการเสนอวิธีการประเมินความสามารถของตัวแทนดำเนินพิธีการศุลกากรโดยการใช้เทคนิคการวิเคราะห์เชิงโอบล้อมข้อมูลโดยเทคนิคการวิเคราะห์เชิงโอบล้อมข้อมูลอาศัยการสร้างตัวแบบทางคณิตศาสตร์เชิงเส้นซึ่งไม่ซับซ้อนใช้แก้ปัญหาการประเมินความสามารถของตัวแทนดำเนินพิธีการศุลกากรได้ง่ายในการประเมิน ประสิทธิภาพของตัวแทนดำเนินพิธีการศุลกากรทั้ง 4 บริษัทนี้ ฝ่ายนำเข้าส่งออกได้นำปัจจัยนำเข้า คือ อัตราค่าบริการ อัตราสินค้าเสียหายหรือสูญหาย อัตราการส่งมอบผิดเวลา และอัตราความผิดพลาดของใบขนสินค้าขาเข้าเป็นเกณฑ์ ผลลัพธ์ที่ได้จากการประเมินบ่งชี้ว่ามีตัวแทนดำเนินพิธีการศุลกากรมีเพียง 2 บริษัทเท่านั้น ที่จัดว่ามีประสิทธิภาพเชิงเปรียบเทียบ

Korpela, J., Lehmusvaara, A., & Nisonen, J. (2007) ได้ศึกษาการเลือกผู้ประกอบการ คลังสินค้าโดยวิธีกระบวนการวิเคราะห์เชิงลำดับชั้นและวิธีการวิเคราะห์เชิงโอบล้อมข้อมูลมาใช้ร่วมกัน ผู้ประกอบการคลังสินค้าจะใช้วิธีกระบวนการวิเคราะห์เชิงลำดับชั้นเป็นทางเลือกในการประเมินเชิงคุณภาพและเชิงปริมาณ โดยผลของวิธีกระบวนการวิเคราะห์เชิงลำดับชั้น แบ่งเกณฑ์หลักออกเป็น 2 เกณฑ์หลักดังนี้ เกณฑ์หลักความน่าเชื่อถือ ประกอบด้วย เวลาในการส่ง คุณภาพและปริมาณ และเกณฑ์หลักความยืดหยุ่น ประกอบด้วย การส่งมอบเร่งด่วน ความถี่ในการส่งมอบ การส่งมอบเร่งด่วน จำนวน ความจุ เป็นความชอบที่สำคัญสำหรับผู้ประกอบการที่จะใช้เป็นทางเลือกส่วนวิธีดีอีเอนั้นนำมาใช้เพื่อแก้ปัญหาเกณฑ์ทางเลือกทั้งหลายของวิธีกระบวนการวิเคราะห์เชิงลำดับชั้น โดยพัฒนาวิธีดีอีเอขึ้นมาเพื่อวัดประสิทธิภาพของผู้ประกอบการคลังสินค้า โดยใช้ข้อมูลของวิธีกระบวนการวิเคราะห์เชิงลำดับชั้นและข้อมูลเกี่ยวกับปัจจัยกระบวนการผลิตมาใช้เป็นข้อมูลป้อนเข้า

Sueyoshi, T., Shang, J., & Chiang, W. (2009) ได้ศึกษาการสนับสนุนการตัดสินใจในการจัดลำดับความสำคัญในการตรวจสอบภายในในบริษัทรถเช่าโดยการนำวิธี AHP และ วิธี DEA มาใช้งานร่วมกัน วัตถุประสงค์ของกรณีศึกษานี้คือ การพัฒนาเกณฑ์การตัดสินใจที่มีประสิทธิภาพเพื่อที่จะนำมาใช้ในการตรวจสอบภายในของบริษัทโดยมุ่งเน้นไปที่ความน่าเชื่อถือของข้อมูลทางบัญชีและการเงินการดำเนินงานและการปฏิบัติตามสามารถประเมินความเสี่ยงของการสูญเสียทรัพย์สินและระบุถึงการปรับปรุงประสิทธิภาพและประสิทธิผลได้

ตารางที่ 2.9 สรุปการศึกษาของการวิเคราะห์ตามลำดับชั้นและการวิเคราะห์เชิงโอบล้อมข้อมูล

นักวิจัย	เนื้อหา
การวิเคราะห์ตามลำดับชั้น	
Fu, K., Xu, J., Zhang, Q., & Miao, Z. (2010)	วิเคราะห์ปัญหาของผู้ใช้บริการ คือ ไม่สามารถหา 3 PL ดีที่สุด โดยใช้ความสามารถด้านโลจิสติกส์ ชื่อเสียงและคุณภาพการบริการ ผลลัพธ์ที่ได้คือชื่อเสียงมีค่าน้ำหนักความสำคัญสูงสุด
Ho, W., Bennett, D. J., Mak, K. L., Chuah, K. B., Lee, C. K. M., & Hall, M. J. (2009)	ใช้กลยุทธ์การเลือก 3 พีแอล โดยวิธีการแปลงหน้าที่เชิงคุณภาพและเกณฑ์ในการการคัดเลือก 3 พีแอล ซึ่งมีค่าน้ำหนักปัจจัยที่สำคัญมากที่สุด คือ การส่งมอบตรงเวลา รองลงมา คือ อุปกรณ์ที่ทันสมัยและสมรรถภาพเกี่ยวกับระบบสารสนเทศ

ตารางที่ 2.9 สรุปการศึกษาของการวิเคราะห์ตามลำดับชั้นและการวิเคราะห์เชิงโอบอ้อมข้อมูล (ต่อ)

นักวิจัย	เนื้อหา
Xia, W., & Wu, Z. (2007)	การคัดเลือกซัพพลายเออร์โดยคำนึงถึงการได้รับส่วนลดจากมูลค่าของการสั่งซื้อ โดยใช้เกณฑ์การตัดสินใจ ซึ่งซัพพลายเออร์รายใดเป็นรายที่ดีที่สุดและควรที่จะสั่งซื้อในปริมาณเท่าใดจากแต่ละซัพพลายเออร์ที่เลือกมาโดยได้จำลองจำนวนซัพพลายเออร์และจำนวนปริมาณสินค้าที่สั่งมาจากแต่ละซัพพลายเออร์ในกรณีที่มีหลายแหล่งที่มาหลายผลิตภัณฑ์ หลายเกณฑ์การตัดสินใจ
Lui, F. F., & Hai, H. L. (2005)	วิเคราะห์โดยใช้การลงคะแนนเลือกซัพพลายเออร์โดยกระบวนการตัดสินใจแบบวิเคราะห์ลำดับชั้น โดยใช้โปรแกรมการจัดซื้อช่วยในการคัดเลือกซัพพลายเออร์ ซึ่งให้ค่าน้ำหนักความสำคัญในการเปรียบเทียบคู่และมีเกณฑ์ที่ใช้มีทั้งหมด 8 เกณฑ์ คือ คุณภาพ การตอบสนอง วินัย การส่งมอบ การเงิน การจัดการ สมรรถภาพทางด้านเทคนิค และสิ่งอำนวยความสะดวก
Wang, G., Huang, S. H., & Dismukes, J. P. (2004)	วิเคราะห์แบบผสมกับแบบจำลองอ้างอิงการดำเนินการโซ่อุปทาน ในการจัดลำดับความสำคัญของมาตรวัดในกระบวนการหลักของโซ่อุปทาน 4 หมวด คือ ความเชื่อถือได้ในการส่งมอบ ความยืดหยุ่นและการตอบสนอง ต้นทุน และสินทรัพย์ โดยแบ่งกลยุทธ์โซ่อุปทานออกเป็น 3 กลยุทธ์ ได้แก่ กลยุทธ์โซ่อุปทานแบบ Lean กลยุทธ์โซ่อุปทานแบบ Agile และกลยุทธ์โซ่อุปทานแบบ Hybrid
Ghodsypour, S. H., & O'Brien, C. (1998)	การใช้กระบวนการตัดสินใจและกำหนดการเชิงเส้น(ในการตัดสินใจคัดเลือกซัพพลายเออร์เพื่อหาซัพพลายเออร์ที่ดีที่สุดและปริมาณสินค้าที่เหมาะสมในการซื้อแต่ละครั้ง โดยจะเลือกซัพพลายเออร์เมื่อมีซัพพลายเออร์รายใหม่ที่สามารถตอบสนองความต้องการของผู้จัดซื้อทั้งในด้านปริมาณและการส่งมอบ
ภัชร นิ้มศรีกุล และอภิชาติ โสภานแดง (2551)	การคัดเลือกพื้นที่จัดตั้งศูนย์กลางโลจิสติกส์ด้านการขนส่งสินค้าในประเทศไทยบนแนวระเบียงเศรษฐกิจเหนือ-ใต้ เพื่อให้ได้มาซึ่งพื้นที่ที่เหมาะสมมากที่สุด ในมุมมองเชิงวิศวกรรมจึงได้ประยุกต์ใช้การตัดสินใจแบบหลายหลักเกณฑ์ด้วยวิธีการ TOPSIS ซึ่งรูปแบบ โครงสร้างหลักเกณฑ์ในการพิจารณามี 4 หลักเกณฑ์หลัก คือ หลักเกณฑ์ด้านภูมิศาสตร์ หลักเกณฑ์ด้านปริมาณสินค้าที่ขนส่ง หลักเกณฑ์ด้านโครงสร้างพื้นฐาน และหลักเกณฑ์เกี่ยวกับธุรกิจด้าน โลจิสติกส์

ตารางที่ 2.9 สรุปการศึกษาของการวิเคราะห์ตามลำดับชั้นและการวิเคราะห์เชิงโอบอ้อมข้อมูล (ต่อ)

นักวิจัย	เนื้อหา
อรพินทร์ จีรวาสกุล และธัญญาวาสุศรี (2550)	การประยุกต์ใช้กระบวนการวิเคราะห์เชิงลำดับชั้นในการประเมินผลการดำเนินงานผู้ให้บริการขนส่งทางเรือของบริษัทผลิตเครื่องใช้ไฟฟ้าแห่งหนึ่ง โดยใช้การวิเคราะห์ความถดถอย ประกอบด้วยปัจจัย 5 ด้าน คือ สิ่งที่มีมองเห็นในการบริการ/ความเป็นรูปธรรมของบริการ ความน่าเชื่อถือของบริการ การตอบสนองความต้องการของผู้รับบริการ ความเชื่อมั่นและการเอาใจใส่
ชราธร ปิ่นทอง (2550)	วิเคราะห์แบบมีลำดับชั้นในการวิเคราะห์ปัจจัยและเลือกผู้ให้บริการ โลจิสติกส์ลำดับที่ 3 ในอุตสาหกรรมเหล็กม้วน ใช้เป็นเกณฑ์ในการพิจารณาและเป็นการคัดเลือกผู้ให้บริการ โลจิสติกส์ลำดับที่ 3 ทำให้ทราบถึงปัจจัยที่มีความสำคัญต่อการเลือกผู้ให้บริการและช่วยพัฒนาขั้นตอนรวมไปถึงระเบียบวิธีการเลือกผู้ให้บริการที่เป็นระบบมากขึ้น
แก้วตา เจริญเจริญ (2549)	พยากรณ์พฤติกรรมการเลือกผู้ให้บริการ โลจิสติกส์ลำดับที่ 3 ของผู้ประกอบการ โดยใช้ผลของระดับความสำคัญของปัจจัยทั้ง 26 ตัวอย่าง ในแบบสอบถาม โดยมีปัจจัยด้านสิ่งสนับสนุนปัจจัยที่เกี่ยวกับตัวผู้ให้บริการและปัจจัยทางด้านราคาโดยปัจจัยที่เป็นตัวกำหนดพฤติกรรมการเลือกใช้ได้ที่ดีที่สุด คือ ปัจจัยทางด้านสิ่งสนับสนุนหรือสิ่งอำนวยความสะดวกที่ผู้ประกอบการมีให้และปัจจัยด้านราคา
นันทกานต์ ก้อนทองคำ (2549)	การคัดเลือกผู้ให้บริการ โลจิสติกส์ ลำดับที่ 3 โดยใช้เทคนิคการวิเคราะห์แบบมีลำดับชั้น โดยให้น้ำหนักปัจจัยในอันดับที่เหมือนกัน คือ ปัจจัยราคาเป็นอันดับ 1 ปัจจัยด้านคุณภาพการให้บริการเป็นอันดับ 2 ปัจจัยและด้านความหลากหลายของการให้บริการเป็นอันดับ 3
ศุกลักษณ์ ใจสูง (2554)	ใช้กระบวนการตัดสินใจแบบวิเคราะห์ลำดับชั้นซึ่งใช้กระบวนการตัดสินใจแบบวิเคราะห์ลำดับชั้นและลำดับความสำคัญของเกณฑ์หลักที่ใช้ในการคัดเลือกผู้ให้บริการ โลจิสติกส์อันดับแรก คือ เกณฑ์ทางด้านต้นทุน รองลงมา คือ เกณฑ์ทางด้านความน่าเชื่อถือในการส่งมอบ การตอบสนอง ความมั่นคงทางการเงิน และเทคโนโลยีสารสนเทศ

ตารางที่ 2.9 สรุปการศึกษาของการวิเคราะห์ตามลำดับชั้นและการวิเคราะห์เชิงโอบอ้อมข้อมูล (ต่อ)

นักวิจัย	เนื้อหา
พิศาล อริยเดชาวิช (2552)	<p>วิเคราะห์หาน้ำหนักความสำคัญของปัจจัยที่ใช้ในการตัดสินใจจัดลำดับโครงการรถไฟฟ้าขนส่งมวลชนของผู้บริหารที่มีอำนาจในการตัดสินใจมีส่วนร่วมในการบวนการตัดสินใจวางแผนพัฒนา ได้จัดกลุ่มเป็น 6 กลุ่ม ปัจจัยหลักคือ ปัจจัยด้านเศรษฐกิจและการเงิน ปัจจัยด้านสังคม ปัจจัยด้านการเมือง ปัจจัยด้านเทคโนโลยี วิศวกรรมและผังเมือง ปัจจัยด้านแวดล้อมและ ปัจจัยด้านการจราจรและขนส่ง จากการศึกษาพบว่า ปัจจัยหลักที่มีความสำคัญมากคือปัจจัยด้านเศรษฐกิจและการเงิน ปัจจัยด้านสังคมและปัจจัยด้านการจราจร และขนส่ง โดยมีค่าน้ำหนักความสำคัญของปัจจัยที่ประยุกต์ใช้ในการจัดลำดับโครงการ เพื่อให้ผู้บริหารในอนาคตสามารถนำน้ำหนักของปัจจัยไปใช้เป็นแนวทาง ประกอบการตัดสินใจจัดลำดับโครงการ</p>
สถาพร โอภาสานนท์และภัทรกมล เลิศสันติ (2552)	<p>การจัดลำดับความสำคัญของประเด็นปัญหาที่เกิดขึ้นด้วยวิธีการกระบวนการวิเคราะห์เชิงลำดับชั้น</p> <p>ประเมินถึงความเร่งด่วนในการดำเนินการแก้ไขตามมุมมองของบริษัท</p> <p>การพัฒนาตัวชี้วัดประสิทธิภาพด้านโลจิสติกส์ควรมีการดำเนินการเป็นอันดับแรก รองลงมาคือ การปรับปรุงกระบวนการทำงานภายใน การวางเส้นทางเดินรถ การออกแบบโครงข่ายการขนส่งและการบริหารสินค้าคงคลัง</p>
กันต์ธมน สุขกระจ่าง (2558)	<p>วิธีการวิเคราะห์ตามลำดับชั้นของกระบวนการตัดสินใจในการคัดเลือกผู้ให้บริการขนส่งของผลิตภัณฑ์สิ่งทอ</p> <p>โดยการนำข้อมูลจากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องมาทำการสร้างแบบจำลองเพื่อทำการเปรียบเทียบค่าน้ำหนักของปัจจัยหลักและปัจจัยรอง จากผลการวิเคราะห์น้ำหนักของปัจจัยหลัก พบว่า ค่าน้ำหนักความสำคัญของปัจจัยหลัก คือ ด้านรายละเอียดทั่วไป ด้านคุณภาพและด้านความสามารถ</p>

ตารางที่ 2.9 สรุปการศึกษาของการวิเคราะห์ตามลำดับชั้นและการวิเคราะห์เชิงโอบอ้อมข้อมูล (ต่อ)

นักวิจัย	เนื้อหา
ชัยวัฒน์ แก้ววิจิตร และพรณี ชีวินศิริวัฒน์ (2559)	ประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ร่วมกับกระบวนการวิเคราะห์เชิงลำดับชั้นในการหาพื้นที่ศักยภาพในการสร้างท่าเรือบก (Dry Port) ในพื้นที่จังหวัดนครราชสีมา โดยปัจจัยหลักด้านคมนาคมขนส่งและปัจจัยรองการเข้าถึงโครงข่ายคมนาคมขนส่ง ที่มีค่าความสำคัญสูงสุด ส่วนที่สองเกี่ยวกับพื้นที่ที่เหมาะสมในการสร้างท่าเรือบก สำหรับส่วนที่สาม พบว่าพื้นที่ศักยภาพในการสร้างท่าเรือบกคือ พื้นที่อำเภอบัวใหญ่ บริเวณใกล้กับสถานีรถไฟบัวใหญ่
พิชชา มากสมบูรณ์ (2559)	วิเคราะห์ปัจจัยที่ใช้ในการคัดเลือกซอฟต์แวร์ที่เหมาะสมที่สุดของร้านรักษณีย่นวดไทยและสปา โดยนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์หาค่าน้ำหนักความสำคัญของปัจจัยและทางเลือกด้วยโปรแกรม Microsoft Excel ในการสร้างฐานข้อมูลซอฟต์แวร์ในการวิเคราะห์หาซอฟต์แวร์ที่เหมาะสมของกิจการ
ฉัตรมณี ไชยวงศ์ และสุรีนา มะตาหยง (2560)	วิเคราะห์เชิงลำดับชั้นเข้ามาช่วยการตัดสินใจเพื่อการติดตั้งระบบห้องสมุดอัตโนมัติภายในสถาบันการศึกษาให้แก่ผู้บริหาร โดยการวิเคราะห์ค่าน้ำหนักความสำคัญที่เป็นปัจจัยหลักและปัจจัยรอง ซึ่งปัจจัยลำดับแรกที่มีความสำคัญต่อการติดตั้งระบบคือปัจจัยด้านองค์กร ปัจจัยด้านตัวระบบ และปัจจัยด้านคุณลักษณะของระบบ ทำให้เห็นถึงทัศนคติในการให้ค่าน้ำหนัก และลำดับความสำคัญของผู้บริหารสถาบันการศึกษาที่เห็นถึงความสำคัญของการนำระบบห้องสมุดอัตโนมัติเข้ามาใช้งานเพื่อให้เกิดประโยชน์สูงสุดแก่สถาบันการศึกษาไทย
การวิเคราะห์เชิงโอบอ้อมข้อมูล	
สมยศ มีผล (2551)	การประเมินประสิทธิภาพผู้รับเหมาก่อสร้างสถานี โทรศัพท์เคลื่อนที่ซึ่งแบบสอบถามจะได้ผลการประเมินเป็นระดับความพึงพอใจซึ่งเป็นผลมาจากการใช้ทรัพยากรและการดำเนินการอย่างมีประสิทธิภาพและการประเมิน โดยดีอีเอสามารถหาประสิทธิภาพทางด้านเทคนิค ประสิทธิภาพด้านขนาด ประสิทธิภาพด้านราคา และประสิทธิภาพโดยรวม

ตารางที่ 2.9 สรุปการศึกษาของการวิเคราะห์ตามลำดับชั้นและการวิเคราะห์เชิงโอบอ้อมข้อมูล (ต่อ)

นักวิจัย	เนื้อหา
ประสพชัย พสุนนท์ (2549)	ฟังก์ชันโลจิสติกในการจำแนกประสิทธิภาพบริษัทประกันวินาศภัยในประเทศไทยจากวิธีการ Data Envelopment Analysis จากปัจจัยนำเข้า 3 ปัจจัย และปัจจัยด้านผลผลิต 2 จัย ซึ่งประเมินด้วยตัวแบบซีซีอาร์มีบริษัทประกันวินาศภัย 11 บริษัทที่มีประสิทธิภาพ
ปรัดตะ สุนทราราวีทย (2543)	การวัดประสิทธิภาพของสำนักงานกองทุนสงเคราะห์การทำสวนยาง ใช้ตัวแปรปัจจัย การผลิต 3 ชนิดประกอบด้วย จำนวนเงินงบประมาณที่ใช้ในการดำเนินงานในการสงเคราะห์ การปลูกสวนยางพาราจำนวนเงินงบประมาณที่เกี่ยวกับเงินเดือนของพนักงานและจำนวนเงินงบประมาณในการบริหารงานทั่วไปของสำนักงาน
สมคิด สมบัติภัทรา (2549)	สถานภาพการใช้บริการและการเลือก Third Logistics Outsourcing ในประเทศไทย โดยส่วนแรกประกอบด้วยจำนวนผู้ใช้บริการทางโลจิสติกส์ ทุนจดทะเบียน จำนวนพนักงาน ส่วนที่ 2 เป็นตัวแบบหรือโมเดลสามารถคัดกรองและเลือกผู้ให้บริการให้เหลือน้อยลง
ปัญญาภศ กำลังดี (2554)	ระบบสนับสนุนการตัดสินใจการคัดเลือกซัพพลายเออร์ด้วยวิธีดีอีเอ โดยใช้เทคนิคที่อาศัยการสร้างตัวแบบการ โปรแกรมเชิงเส้นที่ไม่ซับซ้อน และใช้เกณฑ์ปัจจัยนำเข้าด้านราคา คุณภาพ และความน่าเชื่อถือในการส่งมอบ ผลลัพธ์ที่ได้จากการประเมินบ่งชี้ว่ามีคู่ค้าอยู่เพียง 3 บริษัทเท่านั้นที่จัดว่ามีประสิทธิภาพเชิงเปรียบเทียบส่วนคู่ค้าอีก 3 บริษัทที่เหลือไม่ถือว่ามีประสิทธิภาพ
พรรณวิภา แซ่มเล็กและ พิชราภรณ์ เนียมมณี (2556)	การประเมิน ประสิทธิภาพตัวแทนดำเนินพิธีการศุลกากรด้วยเทคนิคการวิเคราะห์เชิงโอบอ้อมอาศัยการสร้างตัวแบบทางคณิตศาสตร์เชิงเส้น ซึ่งการประเมินบ่งชี้ว่ามีตัวแทนดำเนินพิธีการศุลกากรมีเพียง 2 บริษัทเท่านั้น ที่จัดว่ามีประสิทธิภาพเชิงเปรียบเทียบ
Korpela, J., Lehmusvaara, A., & Nisonen, J. (2007)	การเลือกผู้ประกอบการ คลังสินค้าโดยวิธีกระบวนการวิเคราะห์เชิงลำดับชั้นและวิธีการวิเคราะห์เชิงโอบอ้อมข้อมูลมาใช้ร่วมกัน ผู้ประกอบการคลังสินค้าซึ่งเกณฑ์หลักความน่าเชื่อถือ ประกอบด้วย เวลาในการส่ง คุณภาพและปริมาณ และเกณฑ์หลักความยืดหยุ่น โดยพัฒนาวิธีดีอีเอขึ้นมาเพื่อวัดประสิทธิภาพของผู้ประกอบการคลังสินค้าโดยใช้ข้อมูลของวิธีกระบวนการวิเคราะห์เชิงลำดับชั้นและข้อมูลเกี่ยวกับปัจจัยกระบวนการผลิตมาใช้เป็นข้อมูลป้อนเข้า

ตารางที่ 2.9 สรุปการศึกษาของการวิเคราะห์ตามลำดับชั้นและการวิเคราะห์เชิงโอบอ้อมข้อมูล (ต่อ)

นักวิจัย	เนื้อหา
Sueyoshi, T., Shang, J., & Chiang, W. (2009)	การสนับสนุนการตัดสินใจในการจัดลำดับความสำคัญในการตรวจสอบภายในบริษัทรถเช่าโดยการนำวิธี AHP และ วิธี DEA มาใช้ งานร่วมกัน โดยมุ่งเน้นไปที่ความน่าเชื่อถือของข้อมูลทางบัญชีและการเงินการดำเนินงานและการปฏิบัติตามสามารถประเมินความเสี่ยงของการสูญเสียทรัพย์สินและระบุถึงการปรับปรุงประสิทธิภาพและประสิทธิผล

2.5 การวิเคราะห์และออกแบบระบบ

การวิเคราะห์และออกแบบระบบ (System Analysis) เป็นการศึกษาถึงปัญหาที่เกิดขึ้นในระบบงานปัจจุบัน (Current) เพื่อออกแบบ ระบบการทำงานใหม่ (New System) นอกจากออกแบบสร้างระบบงานใหม่แล้ว เป้าหมายในการวิเคราะห์ระบบต้องการปรับปรุงและแก้ไขระบบงานเดิมให้มีทิศทางที่ดีขึ้น โดยก่อนที่ระบบงานใหม่ยังไม่นำมาใช้งาน ระบบงานที่ดำเนินการอยู่ในปัจจุบันเรียกว่า ระบบปัจจุบัน แต่ถ้ามีการพัฒนาระบบ สารสนเทศใหม่และนำมาใช้งาน เราจะเรียกว่าระบบปัจจุบันที่เคยใช้นั้นว่า ระบบงานเก่า (Old System) ซึ่งการวิเคราะห์และออกแบบระบบ จะเป็นวิธีการที่ใช้ในการสร้างระบบสารสนเทศขึ้นมาใหม่ในองค์กรหนึ่งหรือระบบย่อยของธุรกิจ นอกจากการสร้างระบบ สารสนเทศใหม่แล้ว การวิเคราะห์ระบบ ช่วยในการแก้ไขระบบสารสนเทศเดิมที่มีอยู่แล้วให้ดีขึ้นด้วยก็ได้ ซึ่ง วิทวัฒน์ พัฒนา (2553) ได้กล่าวว่าเป็นวิธีการที่ใช้ใน การสร้างระบบสารสนเทศขึ้นมาใหม่ในองค์กรหนึ่งหรือระบบย่อยของธุรกิจ นอกจากการสร้างระบบ สารสนเทศใหม่แล้ว การวิเคราะห์ระบบ ช่วยในการแก้ไขระบบสารสนเทศเดิมที่มีอยู่แล้วให้ดีขึ้นด้วยก็ได้ ดังนี้

2.5.1 วงจรการพัฒนากระบวน (System Development Life Cycle: SDLC)

วงจรการพัฒนากระบวน คือ กระบวนการทางความคิด (Logical Process) พัฒนา ระบบสารสนเทศเพื่อแก้ไขปัญหาทางธุรกิจและ ตอบสนองความต้องการของผู้ใช้ โดยการแบ่งขั้นตอนกระบวนการพัฒนาระบบงาน หรือระบบเทคโนโลยีสารสนเทศด้วย เพื่อช่วยแก้ปัญหาทางธุรกิจหรือตอบสนองความต้องการขององค์กร โดยระบบที่จะพัฒนานั้นอาจเป็นการพัฒนาระบบใหม่หรือการปรับปรุงระบบเดิมให้ดีขึ้นก็ได้ วงจรพัฒนาระบบมีทั้งหมด 7 ขั้นตอน ดังนี้

1. เข้าใจปัญหา (Problem Recognition) การที่จะแก้ไขระบบเดิมที่มีอยู่ แล้วไม่ใช่เรื่องที่น่ายาก หรือแม้แต่การสร้างระบบใหม่ ดังนั้นควรจะมีการศึกษาเสียก่อนว่า ความต้องการของเราเพียงพอที่เป็นไปได้หรือไม่ ได้แก่ “การศึกษาความเป็นไปได้” (Feasibility Study)

2. ศึกษาความเป็นไปได้ (Feasibility Study) จุดประสงค์ของการศึกษา ความเป็นไปได้นี้คือการกำหนดว่าปัญหาคืออะไรและตัดสินใจว่าการพัฒนาระบบสารสนเทศ หรือการแก้ไขระบบสารสนเทศเดิมมีความเป็นไปได้หรือไม่ โดยเสียค่าใช้จ่ายและเวลาน้อยที่สุด และได้ผลเป็นที่น่าพอใจ ปัญหาต่อไปคือ นักวิเคราะห์ระบบจะต้องกำหนดให้ได้ว่า การแก้ไขปัญหาดังกล่าว มีความเป็นไปได้ทางเทคนิคและบุคลากร ปัญหาทางเทคนิคก็จะเกี่ยวข้องกับเรื่องคอมพิวเตอร์ และเครื่องมือเก่าๆถ้ามี รวมทั้งเครื่องคอมพิวเตอร์ ซอฟต์แวร์ด้วยตัวอย่างคือ คอมพิวเตอร์ ที่ใช้อยู่ในองค์กรเพียงพอหรือไม่ คอมพิวเตอร์อาจจะมีเนื้อที่ของฮาร์ดดิสก์ไม่เพียงพอรวมทั้งซอฟต์แวร์ว่า อาจจะต้องซื้อใหม่หรือพัฒนาขึ้นมาใหม่ เป็นต้น ความเป็นไปได้ทางด้านบุคลากร คือ องค์กรมีบุคคลที่เหมาะสมที่จะพัฒนาและติดตั้งระบบเพียงพอหรือไม่ ถ้าไม่มีจะหาได้หรือไม่ จากที่ใด เป็นต้น นอกจากนี้ควรจะทำให้ความสนใจว่าผู้ใช้ระบบมีความคิดเห็นอย่างไรกับการเปลี่ยนแปลง รวมทั้งความเห็นของผู้บริหารด้วย

3. วิเคราะห์ระบบ (Analysis) เริ่มเข้าสู่การวิเคราะห์ระบบ การวิเคราะห์ ระบบเริ่มตั้งแต่ การศึกษาระบบการทำงานขององค์กรนั้นในกรณี ระบบที่เราศึกษานั้นเป็นระบบ สารสนเทศอยู่แล้วจะต้องศึกษาว่าทำงานอย่างไร เพราะเป็นการยากที่จะออกแบบระบบใหม่โดยที่ไม่ ทราบว่าระบบงานเดิมทำงานอย่างไร หรือองค์กรดำเนินการอย่างไร หลังจากนั้นกำหนดความต้องการ ของระบบใหม่ ซึ่งนักวิเคราะห์ระบบจะต้องใช้เทคนิคในการเก็บข้อมูล ได้แก่ ศึกษาเอกสารที่มีอยู่ ตรวจสอบวิธีการทำงานในปัจจุบัน สัมภาษณ์ ผู้ใช้และผู้จัดการที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับระบบ เอกสารที่มีอยู่ได้แก่ คู่มือการใช้งาน แผนผังใช้งานขององค์กร รายงานต่างๆที่หมุนเวียนในระบบการศึกษา วิธีการทำงานในปัจจุบันจะทำให้ให้นักวิเคราะห์ระบบรู้ว่าระบบจริงๆทำงานอย่างไร ซึ่งบางครั้งค้นพบ ข้อผิดพลาดได้

4. ออกแบบระบบ (Design) ในระยะแรกของการออกแบบ นักวิเคราะห์ ระบบจำเป็นต้องตัดสินใจ ของฝ่ายบริหารที่ได้จากขั้นตอนการวิเคราะห์การเลือกซื้อคอมพิวเตอร์ ฮาร์ดแวร์ และซอฟต์แวร์ด้วย หลังจากนั้นนักวิเคราะห์ระบบจะนำแผนภาพต่างๆที่เขียนขึ้นในขั้นตอน การวิเคราะห์มาเปลี่ยนแปลงเป็นแผนภาพลำดับขั้น (แบบต้นไม้) เพื่อให้มองเห็นภาพลักษณะที่แน่นอนของโปรแกรมว่ามีความสัมพันธ์กันอย่างไร และโปรแกรมอะไรบ้างที่จะต้องเขียนในระบบ หลังจากนั้น ก็เริ่มตัดสินใจว่าจะจัดโครงสร้างจากโปรแกรมอย่างไร การเชื่อมระหว่างโปรแกรมควรจะทำ อย่างไร ในขั้นตอนการวิเคราะห์ นักวิเคราะห์ระบบต้องหาว่า "จะต้องทำอะไร

(What)" แต่ในขั้นตอน การออกแบบต้องรู้ว่า"จะต้องทำอะไร (How)" ในการออกแบบโปรแกรม ต้องคำนึงถึงความ ปลอดภัย (Security) ของระบบด้วย เพื่อป้องกันการผิดพลาดที่อาจจะเกิดขึ้น เช่น "รหัส" สำหรับผู้ใช้ ที่มีสิทธิสำรองไฟล์ข้อมูลทั้งหมด เป็นต้น ถัดมาระบบจะต้องออกแบบ วิธีการใช้งาน เช่น กำหนดว่า การป้อนข้อมูลจะต้องทำอย่างไรจำนวนบุคลากรที่ ต้องการในหน้าที่ ต่างๆ แต่ถ้านักวิเคราะห์ระบบ ตัดสินใจว่าการซื้อซอฟต์แวร์ ดีกว่าการเขียนโปรแกรม ขั้นตอนการ ออกแบบก็ไม่จำเป็นเลย เพราะ สามารถนำซอฟต์แวร์ สำเร็จรูปมาใช้งานได้ทันทีสิ่งที่นักวิเคราะห์ ระบบออกแบบมาทั้งหมดในขั้นตอน ที่กล่าวมาทั้งหมดจะนำมาเขียนรวมเป็นเอกสารชุดหนึ่ง เรียกว่า "ข้อมูลเฉพาะของการออกแบบระบบ " (System Design Specification) เมื่อสำเร็จแล้ว โปรแกรมเมอร์ สามารถใช้เป็นแบบในการเขียน โปรแกรม ได้ทันทีสำคัญก่อนที่จะส่งถึงมือ โปรแกรมเมอร์เราควรตรวจสอบกับผู้ใช้ว่าพอใจหรือไม่ และตรวจสอบกับทุกคนในทีมว่า ถูกต้องสมบูรณ์หรือไม่ และแน่นอนที่สุดต้องส่งให้ฝ่ายบริหารเพื่อตัดสินใจว่าจะดำเนินการ ต่อไป หรือไม่ ถ้าอนุมัติก็ผ่านเข้าสู่ขั้นตอนการสร้างหรือพัฒนาระบบ (Construction)

5. สร้างหรือพัฒนาระบบ (Construction) ในขั้นตอนนี้โปรแกรมเมอร์ จะเริ่มเขียนและ ทดสอบโปรแกรมว่า ทำงานถูกต้องหรือไม่ต้องมีการทดสอบกับข้อมูลจริงที่เลือกแล้ว ถ้า ทุกอย่าง เรียบร้อย เราจะได้โปรแกรมที่พร้อมที่จะนำไปใช้งานจริงต่อไป หลังจากนั้นต้องเตรียมคู่มือ การใช้ และการฝึกอบรมผู้ใช้งานจริงของระบบ โปรแกรมเมอร์ เขียนโปรแกรมตามข้อมูลที่ได้จาก เอกสาร ข้อมูลเฉพาะของการออกแบบ(Design Specification) ปกติแล้วนักวิเคราะห์ระบบ ไม่มีหน้าที่ เกี่ยวข้องในการเขียนโปรแกรม แต่ถ้าโปรแกรมเมอร์คิดว่าการเขียนอย่างอื่นคิดว่าจะต้องปรึกษานักวิเคราะห์ระบบเสียก่อน เพื่อที่ว่่านักวิเคราะห์จะบอกได้ว่าโปรแกรมที่จะแก้ไขนั้นมีผลกระทบ กับ ระบบทั้งหมดหรือไม่ โปรแกรมเมอร์เขียนเสร็จแล้วต้องมีการทบทวนกับนักวิเคราะห์ระบบ และ ผู้ใช้งาน เพื่อค้นหาข้อผิดพลาด วิธีการนี้เรียกว่า "Structure Walkthrough" การทดสอบ โปรแกรม จะต้องทดสอบกับข้อมูลที่เลือกแล้วชุดหนึ่ง ซึ่งอาจจะเลือกโดยผู้ใช้ การทดสอบเป็น หน้าที่ของ โปรแกรมเมอร์ แต่นักวิเคราะห์ระบบต้องแน่ใจว่า โปรแกรมทั้งหมดจะต้องไม่มี ข้อผิดพลาด

6. การปรับเปลี่ยน (Conversion) ขั้นตอนนี้บริษัทนำระบบใหม่มาใช้แทน ของเก่าภายใต้ การดูแลของนักวิเคราะห์ระบบ การป้อนข้อมูลต้องทำให้เรียบร้อย และในที่สุดบริษัท เริ่มต้นใช้ งานระบบใหม่นี้ได้ การนำระบบเข้ามาควรจะทำอย่างค่อยเป็นค่อยไปที่ละน้อย ที่ดีที่สุดคือ ใช้ ระบบใหม่ควบคู่ไปกับระบบเก่าไปสักระยะหนึ่ง โดยใช้ข้อมูลชุดเดียวกันแล้วเปรียบเทียบผลลัพธ์ ว่า ตรงกันหรือไม่ ถ้าเรียบร้อยก็เอาระบบเก่าออกได้ แล้วใช้ระบบใหม่ต่อไป

7. บำรุงรักษา (Maintenance) การบำรุงรักษาได้แก่ การแก้ไขโปรแกรม หลังจากการใช้งานแล้ว สาเหตุที่ต้อง แก้ไขโปรแกรมหลังจากใช้งานแล้ว สาเหตุที่ต้องแก้ไขระบบส่วน ใหญ่มี 2 ข้อ 1.) มีปัญหาในโปรแกรม (Bug) 2.) การดำเนินงานในองค์กรหรือธุรกิจเปลี่ยนไป จากสถิติของระบบที่พัฒนาแล้วทั้งหมดประมาณร้อยละ 40 ของค่าใช้จ่ายในการแก้ไขโปรแกรม เนื่องจากมี "Bug" ดังนั้นนักวิเคราะห์ระบบควรให้ความสำคัญกับการบำรุงรักษา ซึ่งปกติ จะคิดว่าไม่มีความสำคัญมากนักเมื่อธุรกิจขยายตัวมากขึ้น ความต้องการของระบบอาจจะเพิ่มมากขึ้น เช่น ต้องการ รายงานเพิ่มขึ้น ระบบที่ดีควรจะแก้ไขเพิ่มเติมสิ่งที่ต้องการได้การบำรุงรักษาระบบควรจะอยู่ภายใต้ การดูแลของนักวิเคราะห์ระบบ เมื่อผู้บริหารต้องการแก้ไขส่วนใดนักวิเคราะห์ระบบต้องเตรียม แผนภาพต่าง ๆ และศึกษาผลกระทบต่อระบบ และให้ผู้บริหารตัดสินใจต่อไปว่าควรจะแก้ไขหรือไม่

2.5.2 เครื่องมือที่ใช้ในการออกแบบระบบ

2.5.2.1 แผนผังระบบงาน (Flowchart) คือ แผนภาพประกอบที่มีการใช้สัญลักษณ์รูปภาพ และลูกศรที่แสดงถึงขั้นตอนการทำงานของโปรแกรมหรือระบบทีละขั้นตอน รวมไปถึงทิศทาง การไหล ของข้อมูลตั้งแต่แรกจนได้ผลลัพธ์ตามต้องการ

1. ประโยชน์ของผังงาน

1.1 เรียงขั้นตอนการทำงานของระบบ สามารถนำไปเขียน โปรแกรมได้สะดวก โดยไม่สับสนลำดับการทำงาน

1.2 ทำให้ง่ายต่อการตรวจสอบ และแก้ไขโปรแกรมเมื่อเกิดข้อผิดพลาด

1.3 ช่วยให้ผู้ใช้งาน สามารถศึกษาการทำงานของระบบได้ง่าย และรวดเร็ว

2) สัญลักษณ์ของผังงาน การเขียนผังงานจะประกอบไปด้วยการใช้ สัญลักษณ์ต่างๆ ที่เรียกว่า สัญลักษณ์ ANSI (American National Institute) ในการสร้างผังงาน

2.5.2.2 แผนภาพกระแสการไหลของข้อมูล (Data Flow Diagram: DFD) เป็นเครื่องมือที่ใช้ในการแสดงทิศทาง การส่งผ่านข้อมูลภายในระบบ เพื่ออธิบายว่าในระบบประกอบด้วยกระบวนการทำงาน (Process) ย่อยๆอะไรบ้าง แต่ละกระบวนการมีการนำข้อมูลเข้า (Input Data) และข้อมูลส่งออก (Output Data) อย่างไร รวมทั้งแต่ละกระบวนการมีความสัมพันธ์กันอย่างไรบ้าง เพื่อให้เกิดความเข้าใจที่ตรงกันระหว่างทีมนักวิเคราะห์ กับ โปรแกรมเมอร์และนักวิเคราะห์ระบบกับผู้ใช้ระบบ

1) การใช้แผนภาพการไหลของข้อมูล การจัดทำ DFD นั้นมีประโยชน์ดังนี้

- นักวิเคราะห์ระบบได้รายละเอียดขั้นตอนการปฏิบัติงานของ ระบบอย่างถูกต้อง

- ผู้ใช้ไม่เกิดความรู้สึกว่าเป็น flow ที่แสดงเทคนิคเกี่ยวกับ คอมพิวเตอร์สามารถทำความเข้าใจได้ง่ายสามารถให้ข้อคิดเห็น เพิ่มเติมแก้ไขได้ดี

- สร้างความคุ้นเคยกับ รูปแบบของไคอะแกรมตั้งแต่ขั้นตอนการ วิเคราะห์ระบบ เมื่อผู้วิเคราะห์ใช้แผนภาพนี้ในขั้นตอนการ ออกแบบ ผู้ใช้จะเข้าใจและให้ข้อคิดเห็นที่ดี

- DFD สามารถจัดสิ่งที่ไม่ถูกต้องกับ ระบบงานที่กำลังวิเคราะห์ ออกไปและแสดง functions และข้อมูลที่ผู้ใช้ต้องปฏิบัติในระบบ ออกมาให้เห็นอย่างชัดเจน

- อาจใช้ DFD แสดงกระบวนการปฏิบัติงานภายในหน่วยงานของผู้ใช้ เพื่อเป็นสื่อในการทำความเข้าใจการทำงานระหว่างผู้ใช้และ นักวิเคราะห์

2) ส่วนประกอบของ Data flow Diagram

- กระแสข้อมูล (Data flow) คือเส้นทางที่แสดงการเคลื่อนที่ของข้อมูล ซึ่งการเคลื่อนที่อาจจะเคลื่อนที่จากแหล่งภายนอกไปสู่ ส่วนประกอบของระบบหรือจะเคลื่อนจากส่วนประกอบของระบบไปยังแหล่งภายนอกหรือระหว่างส่วนประกอบของระบบด้วยกันในการตั้งชื่อกระแสข้อมูล ชื่อกระแสข้อมูลจะต้องตั้งในลักษณะคำนาม เช่น ใบสั่งซื้อใบส่งของใบสมัครสมาชิก

- โพรเซส (Process) คือกิจกรรมในการเปลี่ยนรูปแบบของข้อมูลจากแบบหนึ่งไปยังอีกแบบหนึ่ง นั่นคือข้อมูลจะไหลเข้าสู่โพรเซส โพรเซสจะทำหน้าที่เปลี่ยนแปลงข้อมูลเหล่านั้นออกมาเป็นข้อมูลลักษณะใดลักษณะหนึ่งในการตั้งชื่อโพรเซส ชื่อโพรเซสจะต้องสอดคล้องกับกิจกรรมที่ทำและต้องตั้งชื่อในลักษณะของคำกริยา เช่น คำนำณเกรดเฉลี่ย คำนำณภานี พิมพ์สติป

- แหล่งเก็บข้อมูล (Data store) คือที่ซึ่งจะเก็บข้อมูลที่ไคจากการ ประมวลผลแล้วไว้สำหรับใช้ในการผลิตสารสนเทศต่อไป ในการตั้งชื่อแหล่งเก็บข้อมูล ชื่อแหล่งเก็บ ข้อมูล จะต้องเป็นคำนามเช่น พนักงาน บัญชีสมาชิก มีความหมายเหมือนกับเพิ่มข้อมูล หรือ ฐานข้อมูล

- เอนทิตีภายนอก (External entity) คือสิ่งต่าง ๆ (คน องค์กร ระบบ หรืออื่น ๆ) ที่อยู่ภายนอกระบบ แต่มีความเกี่ยวข้องกับ ระบบในฐานะที่เป็นผู้ส่งข้อมูลเข้าสู่ระบบหรือเป็นผู้รับข้อมูลจาก ระบบ ถ้าเอนทิตีเป็นแหล่งที่มาของข้อมูลเราเรียกว่า Source ถ้า เอนทิตีเป็นแหล่งที่รับข้อมูลอันเป็นผลจากการประมวลผลเรา เรียกว่า Sink

2.5.2.3 แผนภาพการทำงานของระบบ (Use Case Diagram) เป็นแผนภาพประกอบที่ใช้แสดงให้เห็นทราบว่าระบบทำงานหรือมีหน้าที่ใดบ้าง โดยมี สัญลักษณ์รูปวงรีแทน Use Case และสัญลักษณ์รูปคน (Stick Man Icon) แทน Actor สำหรับชื่อ Use Case นั้น ให้ใช้คำกริยาหรือกริยาวิ (คำกริยามีกรรมมารองรับ) นอกจากนี้ หากกล่าวถึง Use Case Diagram ในด้านการพัฒนาระบบ นอกเหนือจากการนำมาใช้เก็บรวบรวมความต้องการ ต่างๆ แล้ว Use Case Diagram ยังถูกนำไปใช้

เป็นพื้นฐานเพื่อการสร้างแผนภาพ (Diagram) ชนิดอื่นในขั้นตอนต่อไป และทีมงานยังสามารถใช้ Use Case Diagram เพื่อติดตามผลการดำเนินงานได้อีกด้วย

1) สัญลักษณ์และความสัมพันธ์ใน Use Case Diagram สัญลักษณ์ที่สำคัญของ Use Case Diagram มีดังต่อไปนี้

1.1 Use Case คือ หน้าທີ່ระบบต้องกระทำ ใช้สัญลักษณ์รูปวงรี พร้อมทั้งเขียนชื่อ Use Case ซึ่งต้องใช้คำกริยาหรือกริยาวิเศษณ์ได้

1.2 Actor คือ ผู้เกี่ยวข้องกับระบบ ซึ่งรวมทั้ง Primary Actor และ Stakeholder Actor ที่เป็นมนุษย์ในที่นี้จะใช้สัญลักษณ์รูปคน (Stick Man Icon) เหมือนกัน พร้อมทั้งเขียนชื่อ Actor ไว้ด้านล่าง ของสัญลักษณ์ ด้วย แต่หากเป็น Actor ที่ไม่ใช่มนุษย์ เช่น ระบบงานอื่นที่อยู่ นอกเหนือระบบที่เราสนใจ จะใช้รูปสี่เหลี่ยมแล้ว เขียนคำว่า “<>” ไว้ด้านบน

1.3 System Boundary เส้นแบ่งขอบเขตระหว่างระบบกับผู้กระทำต่อ ระบบ (Use Case กับ Actor) ใช้รูปสี่เหลี่ยมเป็นสัญลักษณ์ พร้อมทั้งเขียนชื่อระบบไว้ด้านบน

1.4 Connection คือ เส้นที่ลากเชื่อมต่อระหว่าง Actor กับ Use Case ที่มีปฏิสัมพันธ์กัน ใช้เส้นตรงไม่มีหัวลูกศรเป็นสัญลักษณ์ ของ Connection ส่วน Connection ที่ใช้เชื่อมต่อระหว่าง Use Case กับ Use Case กรณีที่ Use Case นั้นมีความสัมพันธ์ซึ่งกันและกัน จะใช้สัญลักษณ์ เส้นตรงมีหัวลูกศร พร้อมทั้งเขียนชื่อความสัมพันธ์ไว้ ตรงกลางเส้นด้วย โดยเขียนไว้ภายในเครื่องหมาย <<... >>

2) Extend Relationship เป็นความสัมพันธ์แบบขยายหรือเพิ่ม เกิดขึ้นในกรณีที่บาง Use Case ดำเนินกิจกรรมของตนเองไปตามปกติ แต่อาจจะมีเงื่อนไขหรือสิ่งกระตุ้นบางอย่างที่ ส่งผลให้กิจกรรม ตามปกติของ Use Case นั้นถูกรบกวนจนเบี่ยงเบนไป ซึ่งเราสามารถแสดง เงื่อนไขหรือสิ่งกระตุ้น เหล่านั้นได้ในรูปของ “Use Case” และเรียกความสัมพันธ์ระหว่าง Use Case ในลักษณะนี้ว่า “Extend Relationship” โดยเรียก Use Case ที่ถูกรบกวนหรือ Use Case ที่ดำเนินงาน ตามปกติว่า “Base Use Case” และเรียก Use Case ที่ทำหน้าที่รบกวนหรือกระตุ้น Base Use Case ว่า “Extending Use Case”

กล่าวโดยสรุป ก็คือ Use Case หนึ่งทำหน้าที่ตามปกติ เมื่อเกิด เหตุการณ์ผิดปกติ ขึ้น จะต้องทำหน้าที่พิเศษเพิ่ม โดยหน้าที่พิเศษที่เพิ่มขึ้นก็คือ “Extending Use Case” นั่นเอง ดังนั้น อาจกล่าวได้ว่า Use Case ที่เป็น Extending Use Case จะเกิดขึ้นเพียงบางครั้งที่เท่านั้น (ไม่ได้เกิดขึ้น ทุกครั้งที่ดำเนินกิจกรรมตาม Base Use Case) การวาดเส้น Connection เชื่อมระหว่าง Use Case ทั้ง สอง ให้เริ่มต้นลากเส้น ตรงจาก Extending Use Case หันลูกศรชี้ไปที่ Base Use Case

3) การเขียนคำอธิบาย Use Case ปัจจุบันมีรูปแบบแตกต่างกันออกไป แต่ในที่นี้จะเขียนคำอธิบายโดยมีส่วนประกอบ 2 ส่วนสำคัญ ได้แก่ Main Flow และ Exceptional Flow

3.1 Main Flow คือ ลำดับกิจกรรม เมื่อ Use Case ดำเนินกิจกรรม ตามปกติ โดยการเขียนคำอธิบายในลักษณะเป็นย่อหน้า (Paragraph) และ Main Flow จะต้องมีย่อหน้าเพียงหนึ่งเดียวเท่านั้น

3.2 Exceptional Flow คือ ลำดับกิจกรรม เมื่อ Use Case ดำเนิน กิจกรรม ผิดจากปกติ โดยสามารถมีมากกว่า 1 Flow ได้ทั้ง Main Flow และ Exceptional Flow จะต้อง ระบุถึงสาเหตุของการเริ่มต้นและสิ้นสุดกิจกรรมด้วยเสมอ นอกจากการระบุถึง Main Flow และ Exceptional Flow แล้ว เราสามารถเพิ่มเติมส่วนประกอบอื่นๆ ได้ตามความเหมาะสม โดยในที่นี้จะ เพิ่ม Use Case Title, Use Case Id, Primary Actor และ Stakeholder Actor ด้วย

2.5.3 เครื่องมือที่ช่วยในการพัฒนาระบบ (System Develop Tools)

2.5.3.1 Script Languages เป็นการแสดงข้อความรูปภาพหรือไฮเปอร์ลิงก์ (Hyperlink) เพื่อการเชื่อมโยง เว็บเพจต่างๆ บนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ถึงแม้จะสามารถนำแท็ก (Tag) ของภาษา HTML มาจัดการได้ แต่ถ้ามีการให้เว็บเพจมีคุณลักษณะที่น่าสนใจแล้ว อาจจะต้องอาศัยเทคโนโลยีอื่นร่วม ด้วย ภาษาที่เป็นที่นิยมได้แก่ ภาษาสคริปต์ ภาษาสคริปต์ อาจเขียนรวมอยู่กับไฟล์ HTML หรือ อาจแยกออกมาต่างหากก็ได้ขึ้นอยู่กับกลไกการทำงานบนฝั่งเซิร์ฟเวอร์ (Server Side) หรือฝั่งไคลเอ็นต์ (Client Side) หากใช้ภาษาสคริปต์ทำงานบนฝั่งเซิร์ฟเวอร์ ไฟล์นามสกุลที่ได้ จะไม่อยู่ในรูปแบบ .html แต่ อาจจะเป็นอย่างอื่นแทน เช่น .asp, .shtml เป็นต้น แต่ หากใช้ ภาษาสคริปต์บนฝั่งไคลเอ็นต์ ก็จะช่วยลดภาระการทำงานของเซิร์ฟเวอร์ให้น้อยลง เช่น การจัดการฟอร์มรูปภาพ ภาพเคลื่อนไหวและ เมฆนำทาง เป็นต้น ภาษาที่นิยมใช้ งานได้ แก่ java Script, VBScript, ASP, PHP และ JSP เป็นต้น

2.5.3.2 Javascript (Object Oriented Programming) เป็นเป้าหมายในการออกแบบและพัฒนาโปรแกรมในระบบอินเทอร์เน็ต สำหรับผู้เขียนด้วยภาษา HTML สามารถทำงาน ข้ามแพลตฟอร์มได้ โดยทำงานร่วมกับ ภาษา HTML และภาษา Java ได้ทั้งฝั่ง Client และ 19 Server JavaScript คือภาษายุคใหม่ที่ถูกพัฒนาขึ้นโดย (Netscape Communications Corporation) โดยใช้ชื่อว่า Live Script เพื่อใช้สร้างเว็บเพจโดยติดต่อกับเซิร์ฟเวอร์ แบบ Live Wire ต่อมาเน็ตสแคป จึงได้ร่วมมือกับ บริษัท ซันไมโครซิสเต็มส์ ปรับปรุงระบบของบราวเซอร์เพื่อให้ สามารถติดต่อใช้งานกับภาษาจาวาได้ และสามารถทำงานให้การสร้างเว็บเพจ มีลูกเล่นต่าง ๆ มากมาย และยังสามารได้ตอบกับผู้ใช้ ได้อย่างทันที เช่น การใช้เมาส์คลิก หรือ การกรอกข้อความ ในฟอร์ม

2.5.3.3 Appserv 2.5.10 โดย Apache พัฒนามาจาก HTTPD Web Server ที่มีกลุ่มผู้พัฒนาอยู่ก่อนแล้ว โดย ร็อบ แม็คคูล (Rob McCool) ที่ NCSA (National Center for Supercomputing Applications) มหาวิทยาลัยอิลลินอยส์ เออร์แบนา - แชมเปญน์ สหรัฐอเมริกา แต่หลังจากที่แม็คคูล ออกจาก NCS และหันไปให้ความสนใจกับโครงการอื่นๆ มากกว่าทำให้ HTTPD เว็บเซิร์ฟเวอร์ ถูกปล่อยทิ้ง ไม่มีผู้พัฒนาต่อ แต่เนื่องจากเป็นซอร์ฟแวร์ที่อยู่ภายใต้ลิขสิทธิ์คือ ทุกคนมีสิทธิ์ที่จะนำเอา Source code ไปพัฒนาต่อได้ โปรแกรม Appserv ถูกพัฒนาขึ้นเพื่อช่วยในการติดตั้งโปรแกรม PHP และฐานข้อมูล MySQL ให้มีความสะดวกและรวดเร็วยิ่งขึ้น (ใช้เวลาในการติดตั้งไม่น้อยกว่า 3 ชั่วโมง) และเป็นที่ยอมรับอย่างแพร่หลายในการนำไปใช้งานสร้างเว็บไซต์ต่างๆ Appserv เป็นโปรแกรมเพื่อจำลองเครื่องคอมพิวเตอร์ของผู้ใช้ให้เป็น Server ชั่วคราวและเก็บข้อมูลต่างๆ เป็น โปรแกรมรวม Apache, MySQL, PHP ไว้ด้วยกัน โดยส่งต่อให้เครื่องในลูกข่าย (Clients) ได้นำข้อมูลไปใช้ต่อไป

2.5.3.4 Apache เป็น Web server พัฒนามาจาก HTTPD Web Server โดย Apache นี้จะทำหน้าที่ในการจัดเก็บ Homepage และส่ง Homepage ไปยัง Browser ที่มีการเรียกเข้ายัง Web server ที่เก็บ HomePage นั้นอยู่ ซึ่งปัจจุบันจัดได้ว่าเป็น web server ที่มีความ น่าเชื่อถือมาก เนื่องจากเป็นที่นิยมใช้ กันทั่วโลกอีกทั้งอาปาเซยังเป็นซอฟต์แวร์แบบโอเพ่นซอร์ส ที่ เปิดให้บุคคลทั่วไปสามารถเข้าร่วมพัฒนาส่วนต่างๆ ของอาปาเซ ได้ซึ่งทำให้เกิดเป็น โมดูล ที่เกิด ประโยชน์มากมาย เช่น mod_perl, mod_python หรือ mod_php และทำงานร่วมกับภาษาอื่นได้ แทนที่จะเป็นเพียงเซิร์ฟเวอร์ที่ให้บริการเพียงแค่ HTML อย่างเดียว

2.5.3.5 PhpMyAdmin เป็น โปรแกรมหนึ่ง ที่ติดมากับ AppServ เพื่อใช้สำหรับจัดการฐานข้อมูล เช่น สร้าง/ลบฐานข้อมูล สร้าง/ลบเทเบิล จัดการฟิลด์ต่าง ๆ ของข้อมูลรวมทั้งการประมวลผลคำสั่ง SQL สามารถโหลดเท็กซ์ไฟล์เข้าไปเก็บไว้ข้อมูลในตารางได้ และสามารถหาสรุป (Query) ด้วยคำสั่งและอื่นๆ อีกหลายความสามารถ

2.5.4.6 PHP (Personal Home Page Tool) เป็น ภาษาคอมพิวเตอร์ ในลักษณะ เซิร์ฟเวอร์ – ไซด์ สคริปต์ โดยลิขสิทธิ์อยู่ในลักษณะ โอเพ่นซอร์ส ภาษาพีเอชพีใช้สำหรับจัดทำเว็บไซต์ และแสดงผลออกมาในรูปแบบ HTML โดยมีรากฐาน โครงสร้างคำสั่งมาจากภาษา ภาษาซี ภาษาจาวาและภาษาเพิร์ล ด้วย 20 PHP สามารถทำงานเป็นตัวประมวลผล CGI ด้วย และด้วย

PHP มีอิสรภาพในการเลือกระบบปฏิบัติการและเว็บเซิร์ฟเวอร์ นอกจากนี้คุณยังสามารถใช้สร้างโปรแกรม โครงสร้าง สร้างโปรแกรมเชิงวัตถุ (OOP) หรือสร้างโปรแกรมที่รวมทั้งสองอย่างเข้าด้วยกัน แม้ว่า ความสามารถของคำสั่ง OOP มาตรฐานในเวอร์ชันนี้ยังไม่สมบูรณ์ แต่

ตัวไลบรารีทั้งหลายของ โปรแกรม และตัวโปรแกรมประยุกต์ (รวมถึง PEAR library) ได้ถูกเขียนขึ้นโดยใช้รูปแบบการเขียน แบบ OOP เท่านั้น

PHP สามารถทำงานร่วมกับฐานข้อมูลได้หลายชนิด ซึ่งฐานข้อมูลส่วนหนึ่งที่รองรับ ได้แก่ Oracle dBase PostgreSQL IBM DB2 MySQL Informix ODBC โครงสร้างของฐานข้อมูลแบบ DBX ซึ่งทำให้พีเอชพีใช้กับฐานข้อมูลอะไรก็ได้ที่รองรับรูปแบบนี้ และ PHP ยังรองรับ ODBC (Open Database Connection) ซึ่งเป็นมาตรฐานการเชื่อมต่อฐานข้อมูลที่ใช้กันแพร่หลาย อีกด้วย คุณสามารถเชื่อมต่อกับฐานข้อมูลต่างๆ ที่รองรับมาตรฐานโลกนี้ได้

ลักษณะเด่นของภาษา PHP

- PHP เป็น Open Source สามารถดาวน์โหลดได้ ฟรีไม่มีปัญหาลิขสิทธิ์
- PHP มีการแปลภาษาและทำการประมวลผลได้อย่างรวดเร็ว
- PHP สามารถทำงานได้หลายระบบปฏิบัติการ เช่น Windows, UNIX
- PHP ง่ายต่อการศึกษาและพัฒนาเป็นเว็บแอปพลิเคชัน
- PHP เป็นโปรแกรมภาษาที่พัฒนาระบบงานบนเว็บที่ได้รับความนิยม

2.6.3.7 MySQL (My Structured Query Language) เป็น โปรแกรมระบบจัดการฐานข้อมูล (Database Management System) หรือที่เรียกว่า ดิบีเอ็มเอส (DBMS) โดยใช้ภาษา SQL MySQLได้รับความนิยมเป็นอย่างมากเนื่องจากทำงานได้เร็ว โดยเฉพาะการทำงานร่วมกับ Apache และ PHP จากการที่เราได้ติดตั้ง LAMP server ซึ่งเท่ากับเราได้ติดตั้ง MySQL ไปแล้ว และได้เซสท์รหัสผ่านให้กับผู้ใช้งาน ที่ชื่อ root ไปแล้วในขั้นตอนติดตั้งซึ่งผู้ใช้ root เป็นผู้มิตินสูงสุด ในฐานข้อมูลในการใช้งาน MySQL ร่วมกับ Apache และ PHP เราไม่จำเป็นต้องรู้ MySQL อย่าง ลึกซึ้งก็ได้แค่สร้างฐานข้อมูลได้ก็สามารถติดตั้งโปรแกรมต่างๆ ที่พัฒนาด้วยภาษา PHP ได้แล้วเช่น Drupal, PHP Nuke, Joomla ฯลฯ เพราะโปรแกรมเหล่านี้จะมีระบบการนำเข้าฐานข้อมูลให้อยู่แล้ว เราเพียงสร้างฐานข้อมูลเปล่าให้กับระบบเท่านั้นก็พอยิ่งกว่านั้นถ้าได้ติดตั้ง phpMyAdmin ก็ ยิ่งสะดวกเข้าไปใหญ่ แต่การใช้งานคำสั่งต่างๆของ MySQL ส่วนตัวผู้เขียนเองคิดว่ายังมีความจำเป็นอยู่ ในการเขียนโปรแกรมบนเว็บเราต้องมีการเก็บข้อมูลบางอย่างเอาไว้เพื่อนำไปใช้ต่อซึ่งการเขียนระบบ ฐานข้อมูลด้วยตัวเองนั้นเราจะต้องออกแบบของการเก็บข้อมูลเองและในการนำข้อมูลจากฐานข้อมูล ไปใช้นั้นย่อมเกิดความผิดพลาดได้ถ้าเราเขียน โปรแกรมไม่รัดกุมพอ ในการเขียนโปรแกรมบนเว็บยุค แรกๆ การเก็บข้อมูลนั้น โดยมักจะใช้ Text File ในการเก็บและควบคุม Text File นั้นถ้าหากว่าการควบคุม Binary File ที่มี File และ Record มาช่วยควบคุมและมี โอกาสในการเกิด ข้อผิดพลาดในการควบคุม Text File นั้นมากกว่า

2.5.3.8 Adobe Flash CS เวอร์ชัน 6 (ในชื่อเดิมชื่อกเวฟแฟลช - Shockwave Flash และ แมโครมีเดียแฟลช - Macromedia Flash) เป็นโปรแกรมที่ใช้ในการเขียนสื่อมัลติมีเดียที่เอาไว้ใช้ สร้างเนื้อหาเกี่ยวกับ Flash ซึ่งตัว Flash Player พัฒนาและเผยแพร่โดย อะโดบีซิสเต็มส์ (เริ่มต้นพัฒนาโดยบริษัท ฟิวเจอร์แวร์ ตอนหลังเปลี่ยนเป็นแมโครมีเดีย ซึ่งภายหลังถูกควมรวม กิจการเข้ากับอะโดบี) ซึ่งเป็นโปรแกรมที่ทำให้ เว็บเบราว์เซอร์ สามารถแสดงตัวมันได้ ซึ่งมันมี ความสามารถในการรองรับ ภาพแบบเวกเตอร์ และภาพแบบแรสเตอร์ และมีภาษาสคริปต์ที่เอาไว้ ใช้เขียน โดยเฉพาะเรียกว่า แอ็กชันสคริปต์ (ActionScript) และยังสามารถเล่นเสียงและวิดีโอ แบบ สเตริโอได้แต่ในความหมายจริงๆ แล้ว แฟลช คือโปรแกรมแบบ integrated development environment (IDE) และ Flash Player คือ virtual machine ที่ใช้ในการทำงานงานของไฟล์ แฟลช ซึ่งในภาษาพูด เราจะเรียกทั้งสองคำนี้ในความหมายเดียวกัน "แฟลช" ยังสามารถความความถึง โปรแกรมเครื่องมือต่างๆ ตัวแสดงไฟล์หรือไฟล์โปรแกรม

2.5.3.9 Adobe Dreamweaver CS5.5 หรือ Macromedia Dreamweaver CS เวอร์ชัน 5.5 เป็นโปรแกรมแก้ไข HTML พัฒนาโดยบริษัทแมโครมีเดีย (ปัจจุบันควบกิจการร่วมกับบริษัท อะโดบีซิสเต็มส์) สำหรับการออกแบบเว็บ ไซด์ในรูปแบบ WYSIWYG กับการควบคุมของส่วนแก้ไขรหัส HTML ในการพัฒนาโปรแกรมที่มีการรวมทั้งสองแบบเข้าด้วยกันแบบนี้ทำให้ดริมวีฟเวอร์เป็นโปรแกรมที่แตกต่างจาก โปรแกรมอื่นๆ ในประเภทเดียวกัน ในช่วงปลายปี ทศวรรษ 2533 จนถึงปี พ.ศ. 2544 ดริมวีฟเวอร์ มีสัดส่วนตลาดโปรแกรมแก้ไข HTML อยู่มากกว่าร้อยละ 70 ดริมวีฟเวอร์มีทั้งในระบบปฏิบัติการแมคอิน ทอชและไมโครซอฟท์วินโดวส์ ดริมวีฟเวอร์ยังสามารถทำงานบนระบบปฏิบัติการแบบยูนิกซ์ผ่าน โปรแกรมจำลองอย่าง WINE ได้รุ่นล่าสุดคือ ดริมวีฟเวอร์ CS6

การทำงานกับภาษาต่างๆ ของดริมวีฟเวอร์ สามารถทำงานกับภาษาคอมพิวเตอร์ ในการเขียนเว็บ ไซด์แบบไดนามิก ซึ่งมีการใช้ HTML เป็นตัวแสดงผลของเอกสาร เช่น ASP, ASP.NET, PHP, JSP และ ColdFusion รวมถึงการจัดการฐานข้อมูลต่างๆ อีกด้วย และในเวอร์ชันล่าสุด (เวอร์ชัน CS6) ยังสามารถทำงานร่วมกับ XML และ CSS ได้ง่าย

2.5.3.10 Adobe Photoshop CS6 เป็นโปรแกรมทางด้านกราฟิกที่ คิดค้นโดยบริษัท Adobe ที่ใช้กันในอุตสาหกรรมกราฟิกระดับโลก เป็นที่รู้จักกันดีในกลุ่มนัก ออกแบบสื่อสิ่งพิมพ์ทั่วไป และสามารถแลกเปลี่ยนไฟล์ต่างๆ และนำไปใช้งานร่วมกับ โปรแกรมอื่นๆ ได้ โปรแกรม Adobe Photoshop เริ่มออกมาเวอร์ชันแรก คือ Photoshop 2 และมีการพัฒนามา เป็นเวอร์ชัน เวอร์ชัน 8 หรือ Photoshop CS และล่าสุดได้พัฒนามาเป็น Photoshop CS6 โดยได้ พัฒนาขีดความสามารถในการใช้งานในลักษณะต่างๆ ให้มีประสิทธิภาพมากขึ้นรวมถึงเวอร์ชันที่ เปลี่ยนไปของ Adobe

Photoshop CS6 ก็คือ User Interface หรือหน้าตาของตัวโปรแกรม ที่ต้องมี เปลี่ยนแปลงไป Single Column Toolbar หรือส่วนของเมนูจะเปลี่ยนไปจากเวอร์ชัน CS3 เช่น Camera Raw คือพีเจอร์ในการตกแต่งภาพจากกล้องดิจิทัล ที่ยังคงรักษาคุณภาพของภาพไว้ร้อยละ 100

สรุปได้ว่า การที่องค์กรมีการดำเนินการตามแนวทางวงจรการพัฒนาจะช่วยให้สามารถดำเนินการได้อย่างมีประสิทธิภาพ มีแนวทางและขั้นตอนในการดำเนินงานที่ชัดเจน สามารถควบคุมเวลาและงบประมาณได้ง่าย โดยจะเลือกดำเนินการตามแนวทางทั้งหมดหรือเพียงบางส่วน ซึ่งอาจมีความแตกต่างกันไปตามวิธีการหรือขั้นตอนที่จะนำมาใช้ ซึ่งสามารถปรับเปลี่ยนเพื่อให้เหมาะสมกับความพร้อมของแต่ละองค์กรได้ และควรมีการทำซ้ำในขั้นตอนการติดตาม ประเมินผล และหาวิธีการปรับปรุงอย่างต่อเนื่อง เพื่อการพัฒนาที่ดียิ่งๆ ขึ้นไป

2.6 ขั้นตอนวิธีการพัฒนาระบบ

2.6.1 ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับขั้นตอนวิธีการ (Algorithm)

ขั้นตอนวิธีการ (Algorithm) หมายถึง ขั้นตอนหรือลำดับการประมวลผลในการแก้ปัญหาใดปัญหาหนึ่งซึ่งจะช่วยให้ผู้พัฒนาโปรแกรมเห็นขั้นตอนการเขียนโปรแกรมอย่างง่ายขึ้น กล่าวคือ เป็นแนวคิดอย่างมีเหตุผลที่ผู้พัฒนาโปรแกรมใช้ในการอธิบายวิธีการทำงานอย่างเป็นขั้นตอนตามลำดับในการที่จะพัฒนาโปรแกรมนั้นๆ ให้กับผู้ที่สนใจหรือผู้ที่ป็นเจ้าของงาน หรือผู้ที่รับผิดชอบได้ทราบถึงขั้นตอนต่างๆ ในการเขียนหรือพัฒนาโปรแกรมขณะเดียวกันสามารถช่วยให้ผู้ที่เป็นเจ้าของงาน หรือผู้ที่รับผิดชอบได้ตรวจสอบขั้นตอนต่างๆ ในการทำงาน และความถูกต้องในแต่ละขั้นตอนการทำงาน โดยผู้ที่เป็นเจ้าของงานหรือผู้ที่รับผิดชอบนั้นๆ ไม่จำเป็นต้องเขียนโปรแกรมเป็น

2.6.2 หลักการเขียนขั้นตอนวิธีการ

1. กระบวนการสำคัญเริ่มต้นที่จุดจุดเดียวในการมีจุดเริ่มต้นหลายที่จะทำให้กระบวนการวิธีสับสน จนในที่สุดอาจทำให้ผลลัพธ์ที่ได้ไม่ตรงกับความต้องการ หรืออาจทำให้ขั้นตอนวิธีการนั้นไม่สามารถทำงานได้เลย

2. กำหนดการทำงานเป็นขั้นเป็นตอนอย่างชัดเจน การกำหนดขั้นตอนวิธีการที่ดีควรมีขั้นตอนที่ชัดเจนไม่คลุมเครือ เสร็จจากขั้นตอนหนึ่ง ไปยังขั้นตอนที่สองมีเงื่อนไขการทำงานอย่างไร ควรกำหนดให้ชัดเจน

3. การทำงานแต่ละขั้นตอนควรสั้นกระชับ เพราะการกำหนดขั้นตอนการทำงานให้สั้นกระชับนอกจากจะทำให้โปรแกรมทำงานได้รวดเร็วแล้ว ยังเป็นประโยชน์ต่อผู้อื่นที่มาพัฒนาโปรแกรมต่อยังเพราะสามารถศึกษาขั้นตอนวิธีการจากโปรแกรมที่เขียนไว้ได้ง่าย

4. ผลลัพธ์ในแต่ละขั้นตอนควรต่อเนื่องกัน การออกแบบขั้นตอนที่ดีนั้นผลลัพธ์จากขั้นตอนแรกควรเป็นข้อมูลสำหรับนำเข้า ให้กับข้อมูลในขั้นต่อไป ต่อเนื่องกันไปจนกระทั่งได้ผลลัพธ์ตามที่ต้องการ

5. การออกแบบขั้นตอนวิธีการที่ดี ควรออกแบบให้ครอบคลุมการทำงานในหลายรูปแบบ เช่น การออกแบบโดยคิดว่าล่วงหน้าว่าหากผู้ใช้โปรแกรมป้อนข้อมูลเข้าผิดประเภท โปรแกรมจะมีการเตือนว่าผู้ใช้งานมีการใส่ข้อมูลที่ผิดประเภทโดยโปรแกรมจะไม่รับข้อมูลนั้น เพื่อให้ใส่ข้อมูลใหม่อีกครั้ง เพื่อป้องกันการเกิดจุดบกพร่องของโปรแกรมได้

2.6.3 รูปแบบของขั้นตอนวิธีการ

การเขียนขั้นตอนวิธีการมีหลายรูปแบบ โดยผู้เขียนสามารถใช้ขั้นตอนวิธีการหลายรูปแบบประกอบกันในการออกแบบขั้นตอนวิธีการนั้นเพื่อใช้ในการแก้ปัญหาการเขียนโปรแกรมได้

1. แบบลำดับ (Sequential) มีลักษณะการทำงานจะเป็นไปตามขั้นตอน ก่อน-หลัง ต่อเนื่องกันไปเป็นลำดับ โดยการทำงานแต่ละขั้นตอนต้องทำให้เสร็จก่อน แล้วจึงไปทำขั้นตอนต่อไป

2. แบบทางเลือก (Decision) ขั้นตอนวิธีการรูปแบบนี้ มีเงื่อนไขเป็นตัวกำหนดเส้นทางการทำงานของกระบวนการแก้ปัญหา โดยตัวเลือกนั้นอาจจะมีตั้งแต่ 2 ตัวขึ้นไป เช่น สอบข้อเขียน คะแนนเต็ม 50 ได้คะแนน 30 สอบผ่าน ถ้าต่ำกว่า 30 สอบไม่ผ่าน

2.7.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับขั้นตอนวิธีการ

รุจิรา ธรรมสมบัติ (2554) พัฒนาระบบสนับสนุนการตัดสินใจในการเลือกใช้แพคเกจอินเทอร์เน็ตมือถือ โดยใช้ต้นไม้ตัดสินใจ และเป็นแนวทางในการตัดสินใจเลือกใช้แพคเกจอินเทอร์เน็ตมือถือจากพฤติกรรมของผู้ใช้บริการแต่ละคน โดยการเปรียบเทียบโมเดลที่ถูกสร้างขึ้นจากอัลกอริทึมต้นไม้ตัดสินใจ คือ ID3 และ C4.5 (J48) เพื่อหาโมเดลที่มีค่าความถูกต้องมากที่สุดก่อนนำมาพัฒนาระบบ ในการพัฒนาระบบใช้ภาษา ASP.NET ด้วย C# และฐานข้อมูล SQL Server 2008 โดยพัฒนาขึ้นในลักษณะของเว็บแอปพลิเคชัน (Web-Based Application) และใช้โปรแกรม Weka 3.6.2 เพื่อตรวจสอบความถูกต้องของโมเดลที่ระบบได้สร้างขึ้นมา ผลที่ได้คือ โมเดลที่ถูกสร้างจาก อัลกอริทึมต้นไม้ตัดสินใจ ID3 มีค่าความถูกต้องมากกว่า C4.5 (J48) โดยมีค่าความถูกต้อง (Correctly Classified Instances) เมื่อทดสอบกับกลุ่มข้อมูลสำหรับการเรียนรู้ (Training Data)

จำนวน 1,000 ชุดเท่ากับร้อยละ 92.3 และเมื่อนำอัลกอริทึมต้นไม้ตัดสินใจ ID3 ไปทดสอบกับชุดข้อมูลทดสอบ (Testing Data) จำนวน 500 ชุดให้ผลการทดสอบโดยมีค่าความถูกต้องเท่ากับร้อยละ 92.2 และเมื่อพิจารณาค่า Confusion Matrix พบว่าผลของการทำนายจากโมเดลมีจำนวนข้อมูลค่าจริงกับจำนวนข้อมูลจากการทำนายของโมเดลมีผลลัพธ์ตรงกัน ได้ค่าเฉลี่ยรวมเท่ากับร้อยละ 83.06 ซึ่งเป็นค่าเฉลี่ยที่อยู่ในระดับค่อนข้างสูง สามารถนำโมเดลที่ได้ไปพัฒนาระบบต่อไป

สถิตย์พงษ์ วงศ์สง่าและคณะ (2555) ศึกษาวิธีการฮิลโคลมิงในขั้นตอนวิธีการ (HCA) เป็นวิธีการหาค่าที่เหมาะสมแบบฮิวริสติก โดยอาศัยหลักการคำนวณคล้ายกับการปีนภูเขาของนักปีนเขาซึ่งมีโครงสร้างการทำงานที่เรียบง่ายและสามารถนำมาใช้ในการแก้ปัญหาที่ต้องการหาค่าความเหมาะสม ในการศึกษานี้ได้ประยุกต์ใช้ HCA เพื่อหาอัตราส่วนที่เหมาะสมของเก้าอี้คนตาบดละเอียดที่มีขนาดอนุภาคแตกต่างกันในงานคอนกรีตสำหรับการออกแบบกำลังอัดที่อายุ 7, 28, 90 และ 180 วัน จากการศึกษาพบว่าฮิลโคลมิงขั้นตอนวิธีการสามารถนำมาประยุกต์ใช้ในการหาอัตราส่วนที่เหมาะสมของเก้าอี้คนตาบดละเอียดได้สะดวกรวดเร็ว ซึ่งช่วยให้ประหยัดเวลาในการออกแบบอัตราส่วนผสมของคอนกรีตที่ผสมเก้าอี้คนตาบดละเอียดที่ได้ต้นทุนราคาต่ำที่สุด

ไพจิตร อุปถัมภ์ (2556) การศึกษาเส้นทางที่เหมาะสมในการจัดเก็บขยะ: กรณีศึกษาองค์การบริหารส่วนตำบลท่าศาลา อำเภอมัญจาคีรี จังหวัดขอนแก่น โดยใช้วิธีเจเนติกขั้นตอนวิธีการ (Genetic Algorithm: GA) และเปรียบเทียบผลทดสอบกับการเดินรถจัดเก็บขยะแบบดั้งเดิม ผลการศึกษาพบว่าผลรวมระยะทาง 4 สัปดาห์โดยวิธีเจเนติก ขั้นตอนวิธีการสั้นกว่าแบบดั้งเดิมเท่ากับ 9.252 กิโลเมตร (ร้อยละ 6.25) ผลรวมระยะเวลาในการปฏิบัติงานโดยวิธีเจเนติก ขั้นตอนวิธีการน้อยกว่าแบบดั้งเดิมเท่ากับ 6 ชั่วโมง 20 นาที (ร้อยละ 6.55) และผลรวมน้ำมัน 1 ปีงบประมาณโดยวิธีเจเนติก ขั้นตอนวิธีการมีค่าเท่ากับ 1,595.52 ลิตร แบบจำลองโมเดลเส้นทาง การเดินรถจัดเก็บขยะโดยวิธีเจเนติก ขั้นตอนวิธีการ (Genetic Algorithm: GA) เป็นประโยชน์อย่างมากในการจัดเก็บขยะซึ่งทำให้ระยะเวลาการปฏิบัติงานของพนักงานลดลง และองค์การบริหารส่วนตำบลท่าศาลาสามารถประมาณค่าใช้จ่ายน้ำมันเชื้อเพลิงในอนาคตได้

ดวงเดือน อัสวสุธีร์กุล (2558) ศึกษากระบวนการให้บริการข้อมูลการเดินทางเฉพาะบุคคลสำหรับการท่องเที่ยวไทย โดยการคัดเลือกสถานที่และวางแผนการท่องเที่ยวให้ตรงกับความต้องการจัดเป็นขั้นตอนที่นักท่องเที่ยวส่วนใหญ่เสียเวลาค่อนข้างมากก่อนการเดินทาง งานวิจัยนี้นำเสนอแนวคิดกระบวนการวางแผนการเดินทางอัตโนมัติ เพื่อแนะนำแผนการเดินทางที่เหมาะสมกับข้อจำกัดของนักท่องเที่ยวแต่ละคน การวิเคราะห์แนวกันชนรอบเส้นทางและการวิเคราะห์เชิงลำดับชั้นถูกนำมาประยุกต์ในการคัดเลือกสถานที่ท่องเที่ยวแนะนำ ขั้นตอนวิธีการหาจุดใกล้เคียงที่สั้นที่สุดสำหรับแก้ปัญหาค้นหาการเดินทางของพนักงานขายถูกนำมาใช้ในหาเส้นทางของแผนการ

เดินทางร่วมกับการวิเคราะห์เชิงเวลาสำหรับพิจารณาแผนการท่องเที่ยวแนะนำ กระบวนที่นำเสนอสามารถแนะนำแผนการเดินทางได้ทั้งแบบวันเดียวและหลายวัน ผลการทำงานนำเสนอผ่านกรณีศึกษา 2 กรณี การประเมินการใช้งานระบบผ่านเว็บแอปพลิเคชันโดยกลุ่มตัวอย่างนักท่องเที่ยวชาวไทยอยู่ในระดับความพึงพอใจมากทั้งด้านผลการแนะนำและการใช้งานระบบ

นคร ไชยวงศ์ศักดา และคณะ (2558) ศึกษาการจัดเส้นทางรถขนส่งน้ำดื่ม โดยการแบ่งพื้นที่ในการให้บริการแล้วนำลูกค้าในแต่ละพื้นที่มาจัดเส้นทางโดยวิธีเซฟวิ่งขั้นตอนวิธีการ หลังจากนั้นนำเส้นทางที่ได้มาจัดลำดับในการขนส่งใหม่โดยใช้โปรแกรมเชิงเส้นตรงตัวแบบปัญหาการเดินทางของพนักงานขาย ซึ่งวิธีการนี้จะช่วยให้ปัญหามีขนาดที่เล็กลงสามารถแก้ปัญหาโดยใช้ Solver ใน Microsoft Excel ได้โดยตัวแบบปัญหาการเดินทางของพนักงานขายจะให้คำตอบที่ดีที่สุดคือระยะทางที่สั้นที่สุดในแต่ละเส้นทาง ซึ่งผลจากการศึกษาเส้นทางตัวอย่างจากโซนพื้นที่ที่ 1 จำนวน 6 เส้นทาง การจัดเส้นทางโดยตัวแบบปัญหาของพนักงานขายทำให้ระยะทางลดลงกว่าขั้นตอนวิธีการเซฟวิ่งร้อยละ 4.16

วารินทร์รัตน์ รินมุกดา และคณะ (2559) ศึกษาแนวทางในการปรับปรุงพัฒนาระบบการขนส่งสินค้าให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น เพื่อลดต้นทุนค่าขนส่งสินค้า โดยเริ่มจากการศึกษาการจัดเส้นทางรถขนส่งของบริษัทกรณีศึกษา จากนั้นจึงนำวิธีการจัดเส้นทางแบบประหยัดมาประยุกต์ใช้ และเมื่อได้เส้นทางที่เหมาะสมแล้ว จึงนำทั้ง 2 วิธีมาเปรียบเทียบต้นทุนค่าขนส่ง ผลการวิจัยพบว่า วิธีการที่นำเสนอสามารถลดต้นทุนที่ใช้ในการขนส่งรวมร้อยละ 17.20 คิดเป็นระยะทางที่ลดลง 646 กิโลเมตร อีกทั้งอัตราการใช้รถขนส่งยังลดลง ร้อยละ 33.33 อีกด้วย

วิมล สุวรรณเกษาวงษ์ และคณะ (2559) ศึกษาประเมินการใช้ Thai Algorithm สำหรับการติดตามอาการไม่พึงประสงค์จากการใช้ยา งานวิจัยนี้จัดทำขึ้นเพื่อเป็นข้อมูลแสดงถึงความตรง และความเที่ยงของ Thai Algorithm ที่พัฒนาขึ้นโดยศูนย์เฝ้าระวังความปลอดภัยด้านผลิตภัณฑ์สุขภาพ และ Naranjo's Algorithm ซึ่งเป็นเครื่องมือที่ได้รับความนิยมใช้โดยเครือข่ายงานเฝ้าระวังความปลอดภัยด้านยาโดยมีเกณฑ์การประเมินความสัมพันธ์เชิงสาเหตุขององค์การอนามัยโลกเป็นมาตรฐานเทียบด้วยการแบ่งการดำเนินการออกเป็น 2 ระยะ ระยะที่ 1 เป็นการประเมินรายงาน ADRs ที่คัดเลือกจากวารสารทางวิชาการที่มีการตีพิมพ์ในหรือต่างประเทศด้วยเครื่องมือทั้ง 3 ชนิด โดยผู้เชี่ยวชาญ ในขณะที่ระยะที่ 2 เป็นการประเมิน ADRs ที่ศูนย์เฝ้าระวังความปลอดภัยด้านผลิตภัณฑ์สุขภาพได้รับจากเครือข่ายจากสถานการณ์จริง ด้วยเครื่องมือทั้ง 3 ชนิด โดยเภสัชกรที่ปฏิบัติงานติดตาม/รายงาน ADRs นอกจากนี้ ยังทำการประเมินการยอมรับ Thai algorithm เพื่อใช้ในงานประจำ

ตารางที่ 2.10 การศึกษาของขั้นตอนวิธีการพัฒนาระบบ

นักวิจัย	เนื้อหา
รุจิรา ธรรมสมบัติ (2554)	พัฒนาระบบสนับสนุนการตัดสินใจในการเลือกใช้แพคเกจอินเทอร์เน็ตมือถือ โดยใช้ต้นไม้ตัดสินใจ โดยพัฒนาขึ้นในลักษณะของเว็บแอปพลิเคชัน (Web-Based Application) และใช้โปรแกรม Weka 3.6.2 การทำนายจากโมเดลมีจำนวนข้อมูลค่าจริงกับจำนวนข้อมูลจากการทำนายของโมเดลมีผลลัพธ์ตรงกัน
สถิตย์พงษ์ วงศ์สง่าและคณะ (2555)	ศึกษาวิธีการฮิลโคลมิงในขั้นตอนวิธีการ (HCA) เป็นวิธีการหาค่าที่เหมาะสมแบบฮิวริสติก โดยอาศัยหลักการคำนวณคล้ายกับการปีนภูเขาของนักปีนเขา ซึ่งวิธีการนี้สามารถนำมาประยุกต์ใช้ในการหาอัตราส่วนที่เหมาะสมของเก้าอี้คนตาบดละเอียดได้สะดวกรวดเร็ว
ไพจิตร อุปถัมภ์ (2556)	การศึกษาเส้นทางที่เหมาะสมในการจัดเก็บขยะ โดยใช้วิธีเจเนติก ขั้นตอนวิธีการ ซึ่งวิธีเจเนติก ขั้นตอนวิธีการสั้นกว่าแบบดั้งเดิม
ดวงเดือน อัสวสุธีรกุล (2558)	ระบบการให้บริการข้อมูลการเดินทางเฉพาะบุคคลสำหรับกาท่องเที่ยวไทย โดยการวิเคราะห์แนวกันชนรอบเส้นทางและการวิเคราะห์เชิงลำดับชั้น ซึ่งการประเมินการใช้งานระบบผ่านเว็บแอปพลิเคชันโดยกลุ่มตัวอย่างนักท่องเที่ยวชาวไทยอยู่ในระดับความพึงพอใจมากทั้งด้านผลการแนะนำและการใช้งานระบบ
นคร ไชยวงศ์ศักดิ์ และคณะ (2558)	ศึกษาการจัดเส้นทางรถขนส่งน้ำดื่ม โดยการแบ่งพื้นที่ในการให้บริการแล้วนำลูกค้าโดยใช้โปรแกรมเชิงเส้นตรงตัวแบบปัญหาการเดินทางของพนักงานขาย ด้วย Microsoft Excel ซึ่งการจัดเส้นทางโดยตัวแบบปัญหาของพนักงานขายทำให้ระยะทางลดลงกว่าขั้นตอนวิธีการเซฟวิง

ตารางที่ 2.10 การศึกษาของขั้นตอนวิธีการพัฒนาระบบ (ต่อ)

นักวิจัย	เนื้อหา
วารินทร์รัตน์ รินมุกดา และคณะ (2559)	ศึกษาแนวทางในการปรับปรุงพัฒนาระบบการขนส่งสินค้า นำวิธีการจัดเส้นทางแบบประหยัดมาประยุกต์ใช้ และเมื่อได้เส้นทางที่เหมาะสม ซึ่งสามารถลดต้นทุนที่ใช้ในการขนส่งและอัตราการใช้รถขนส่งยังลดลง
วิมล สุวรรณเกษาวงษ์ และคณะ (2559)	ศึกษาประเมินการใช้ Thai Algorithm สำหรับการติดตามอาการไม่พึงประสงค์จากการใช้ยา โดยมีเกณฑ์การประเมินความสัมพันธ์เชิงสาเหตุขององค์การอนามัยโลกเป็นมาตรฐานเทียบด้วยการแบ่งการดำเนินการ

2.7 ระบบสนับสนุนการตัดสินใจ

2.7.1 ความหมายระบบสนับสนุนการตัดสินใจ

Scott (1971) อ้างถึงใน กิตติ ภัคดีวัฒน์กุล (2546) ได้อธิบายว่า “ระบบสนับสนุนการตัดสินใจ หมายถึง ระบบที่มีการทำงานร่วมกับคอมพิวเตอร์ ซึ่งคอมพิวเตอร์นี้จะช่วยให้ผู้ตัดสินใจสามารถนำข้อมูล และแบบจำลองต่าง ๆ มาใช้ประโยชน์เพื่อการแก้ปัญหาที่ไม่มีโครงสร้างได้”

Keen and Scott (1978) อ้างถึงใน กิตติ ภัคดีวัฒน์กุล (2546) ได้อธิบายว่า “ระบบสนับสนุนการตัดสินใจ หมายถึง ระบบที่ถูกเชื่อมโยงกันระหว่างทรัพยากรสมองของมนุษย์ให้ทำงานร่วมกับความสามารถของคอมพิวเตอร์ เพื่อต้องการปรับปรุงคุณภาพของการตัดสินใจให้ดีที่สุด กล่าวคือ ระบบสนับสนุนการตัดสินใจ เป็นระบบหนึ่ง ที่ต้องใช้คอมพิวเตอร์คอยช่วยเหลือ และให้การสนับสนุน เพื่อให้บุคคลผู้ทำหน้าที่ตัดสินใจสามารถจัดการกับปัญหาทั้งโครงสร้าง (Semistructured) ได้อย่างมีประสิทธิภาพ”

Bonczek (1980) อ้างถึงใน กิตติ ภัคดีวัฒน์กุล (2546) กล่าวว่า ระบบสนับสนุนการตัดสินใจ คือ ระบบที่ใช้คอมพิวเตอร์เข้ามาช่วยโดยประกอบด้วยส่วนการทำงาน 3 ส่วนที่ทำงานโต้ตอบกันดังนี้

1. ระบบภาษาใช้สื่อสารระหว่างผู้ใช้กับส่วนประกอบอื่น ๆ ของระบบ
2. ระบบความรู้ ได้แก่ ข้อมูลหรือกระบวนการในการดำเนินงาน

3. ระบบประมวลผลปัญหาใช้เชื่อมโยงระหว่างส่วนประกอบสองส่วนข้างต้นเข้าด้วยกันและมีความสามารถที่ช่วยในการสนับสนุนการตัดสินใจ

กิตติ ภัคดีวัฒนกุล (2546) ได้กล่าวว่าเป็นระบบที่ถูกเชื่อมโยงกันระหว่างทรัพยากรสมองของมนุษย์ให้ทำงานร่วมกับความสามารถของคอมพิวเตอร์ เพื่อต้องการปรับปรุงคุณภาพของการตัดสินใจให้ดีที่สุด กล่าวคือ ระบบสนับสนุนการตัดสินใจ เป็นระบบหนึ่งที่ต้องใช้เครื่องคอมพิวเตอร์คอยช่วยเหลือ และให้การสนับสนุน เพื่อให้บุคคลผู้ทำหน้าที่ตัดสินใจ สามารถจัดการกับปัญหาทั้งโครงสร้าง ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

รุจิจันทร์ พิริยะสงวนพงษ์ (2549) กล่าวว่า ระบบคอมพิวเตอร์ที่สามารถใช้ได้ตอบปรับเปลี่ยน และจะต้องมีความยืดหยุ่นในการทำงานหรือในการสร้างระบบเพื่อใช้สนับสนุนการตัดสินใจ ในการหาแนวทางแก้ปัญหาด้านการจัดการที่มีลักษณะไม่เป็นโครงสร้างได้ดีขึ้น โดยระบบสนับสนุนการตัดสินใจ สามารถจัดการเชื่อมโยงระหว่างข้อมูลในคอมพิวเตอร์กับผู้ใช้ให้สามารถใช้งานระบบได้ง่ายขึ้น เพื่อสนับสนุนการตัดสินใจในทุกขั้นตอนของกระบวนการตัดสินใจได้เป็นอย่างดี

สรุปได้ว่า ระบบสนับสนุนการตัดสินใจเป็นระบบที่จะต้องเป็นระบบที่มีความถูกต้อง และเชื่อถือได้ และง่ายต่อการเข้าใจ เพื่อนำสารสนเทศที่ได้ประกอบการตัดสินใจของผู้บริหาร และจะต้องตอบสนองความต้องการของผู้ใช้ได้ ซึ่งข้อมูลที่ได้จากระบบจะต้องเป็นข้อมูลที่ผ่านการประมวลผลแล้วทำการแสดงออกมาโดยจะต้องเข้าใจง่าย เช่น แสดงผลรูปแบบตาราง กราฟ ข้อมูลเชิงตัวตัวเลข หรือเป็นข้อมูลที่ถูกจัดเรียงลำดับขั้นตอน ซึ่งงานวิจัยชิ้นนี้มีส่วนเกี่ยวข้องกับการพัฒนาระบบสนับสนุนการตัดสินใจโดยตรง

2.7.2 ความสามารถของระบบสนับสนุนการตัดสินใจ

ระบบสนับสนุนการตัดสินใจ จะต้องมีความสามารถดังต่อไปนี้

1. ระบบสนับสนุนการตัดสินใจ จะต้องมีความสามารถแก้ไขปัญหา อันเกิดจากข้อมูล ที่มีอยู่มากมายจนผู้บริหารไม่สามารถวิเคราะห์เพื่อนำมาตัดสินใจในเวลาจำกัดได้
2. ระบบสนับสนุนการตัดสินใจ จะต้องรองรับการใช้งานของผู้บริหารทุกระดับ และจะต้องมีความยืดหยุ่นสูงในการใช้งาน
3. ระบบสนับสนุนการตัดสินใจ จะต้องสนับสนุนรูปแบบการใช้งานได้หลากหลายและมีประสิทธิภาพ
4. ระบบสนับสนุนการตัดสินใจ เป็นระบบที่วิเคราะห์ข้อมูลเพื่อช่วยสนับสนุนการตัดสินใจของผู้บริหารเท่านั้น ไม่ได้ทำหน้าที่แทนการตัดสินใจของผู้บริหาร

5. ระบบสนับสนุนการตัดสินใจ จะต้องเข้าถึงข้อมูลที่หลากหลายที่เกี่ยวข้องกับการตัดสินใจในแต่ละเรื่อง

6. ระบบสนับสนุนการตัดสินใจ จะต้องมีรูปแบบในการตัดสินใจอย่างเป็นขั้นตอน เพื่อให้ได้ข้อมูลที่เชื่อถือได้ ซึ่งเป็นปัจจัยที่สำคัญในการนำข้อมูลไปประกอบการตัดสินใจของผู้บริหารในแต่ละระดับ

7. ระบบสนับสนุนการตัดสินใจ จะต้องนำข้อมูลหลายด้านที่เกี่ยวข้องมาเป็นปัจจัยเพื่อดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลต่อไป

2.7.3 ประเภทของการตัดสินใจ

กิตติ ภัคดีวัฒนะกุล (2546) ได้จำแนกประเภทของการตัดสินใจออกเป็น 3 ลักษณะ คือ การจำแนกตามจำนวนผู้ตัดสินใจ จำแนกตามโครงสร้างของปัญหาและจำแนกตามลักษณะการบริหารงานในองค์กร สามารถสรุปได้ดังนี้

ประเภทที่ 1 การตัดสินใจจำแนกตามจำนวนผู้ตัดสินใจ

1. การตัดสินใจส่วนบุคคล (Personal Decision) คือ การตัดสินใจเพียงคนเดียว ซึ่งจะเป็น การตัดสินใจที่ไม่มีปัญหาซับซ้อนมากนัก เป็นการตัดสินใจที่ไม่มีผลกระทบต่อบุคคลอื่นหรือองค์กร หรือเป็นการตัดสินใจในอำนาจและหน้าที่ของตัวเอง เช่น การขึ้นเงินเดือนพนักงานของผู้บริหาร

2. การตัดสินใจแบบกลุ่ม (Group Decision) คือ การตัดสินใจที่ต้องอาศัยผู้ตัดสินใจหลายคน ซึ่งจะเป็นการเสนอแนวคิดจากบุคคลหลายคนที่เกี่ยวข้องกับการตัดสินใจ การตัดสินใจประเภทนี้มักได้มุมมองที่หลากหลาย ซึ่งจะทำให้การตัดสินใจมีประสิทธิภาพสูง แต่ต้องใช้เวลาในการตัดสินใจ

ประเภทที่ 2 การตัดสินใจจำแนกตามโครงสร้างปัญหา

1. การตัดสินใจแบบมีโครงสร้าง (Structured Decision) คือ การตัดสินใจที่มีการกำหนดขั้นตอนการตัดสินใจไว้เป็นอย่างดี และใช้ในการแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นประจำ โดยเป็นวิธีการที่เป็นมาตรฐาน ซึ่งมีการกำหนดขั้นตอนการแก้ไขปัญหาไว้ล่วงหน้า

2. การตัดสินใจแบบไม่มีโครงสร้าง (Unstructured Decision) คือ การตัดสินใจแก้ปัญหา ที่มีความคลุมเครือซับซ้อน และเป็นปัญหาที่ไม่เคยทำการแก้ไขมาก่อน โดยการแก้ไขปัญหโดยวิธีอาศัยสัญชาตญาณเป็นพื้นฐาน

3. การตัดสินใจแบบกึ่งโครงสร้าง (Semistructured Decision) คือ การตัดสินใจที่กึ่งทั้งสองแบบทั้งแบบปัญหาที่มีโครงสร้าง และแบบปัญหาไม่มีโครงสร้าง การแก้ไขต้องอาศัยทั้งแบบผสมผสานกัน

ประเภทที่ 3 ประเภทการตัดสินใจจำแนกตามระดับการจัดการในองค์กร

1. การตัดสินใจเชิงกลยุทธ์ (Strategic Decision) คือ เป็นการตัดสินใจของผู้บริหารระดับสูง โดยเป็นการตัดสินใจในเชิงนโยบาย ที่เกี่ยวข้องกับการดำเนินงานขององค์กร

2. การตัดสินใจเพื่อควบคุมการบริหาร (Management Control Decision) คือ การตัดสินใจในเชิงเทคนิควิธี (Tactical Decision) เป็นการตัดสินใจของผู้บริหารระดับกลางขององค์กร โดยเป็นการตัดสินใจในการวางแผนการทำงาน ซึ่งอาจถือได้ว่าเป็นการตัดสินใจแบบกลยุทธ์ในระยะเริ่มต้น

3. การตัดสินใจระดับปฏิบัติการ (Operation Decision) คือ การตัดสินใจของผู้บริหารระดับล่างที่เกี่ยวกับการตัดสินใจในระดับปฏิบัติการ ซึ่งมีผลกระทบต่อองค์กรน้อย หรือมีผลกระทบต่อองค์กรบางส่วนเท่านั้น

ธวัชชัย พงษ์สนาม (2556) ได้อธิบายเกี่ยวกับประเภทของการตัดสินใจ ขั้นตอนของกระบวนการตัดสินใจ และองค์ประกอบของระบบสนับสนุนการตัดสินใจไว้ดังนี้

1. ประเภทของการตัดสินใจ สามารถจำแนกได้ 3 ประเภทตามโครงสร้างของปัญหาดังนี้

1.1 การตัดสินใจแบบมีโครงสร้าง (Structured Decision) เป็นการตัดสินใจแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นเป็นประจําและเป็นปัญหาที่มีโครงสร้างแน่นอนไม่ซับซ้อน มีขั้นตอนและวิธีการในการแก้ปัญหาที่ชัดเจนและเป็นมาตรฐาน

1.2 การตัดสินใจแบบไม่มีโครงสร้าง (Unstructured Decision) เป็นการตัดสินใจแก้ไขปัญหาที่มีลักษณะคลุมเครือและซับซ้อนและเป็นปัญหาที่มีรูปแบบการแก้ไขที่ไม่แน่นอน ในการตัดสินใจแก้ไขปัญหาในลักษณะนี้จะต้องใช้วิจารณญาณและประสบการณ์ของผู้เชี่ยวชาญในด้านนั้น ๆ

1.3 การตัดสินใจแบบกึ่งโครงสร้าง (Semi-structured Decision) เป็นการตัดสินใจแก้ไขปัญหาที่มีลักษณะที่ก้ำกึ่งระหว่างปัญหาแบบมีโครงสร้างและแบบไม่มีโครงสร้างวิธีการแก้ไขปัญหาลักษณะนี้ จะใช้การผสมผสานกันระหว่างกระบวนการแก้ไขปัญหาที่เป็นมาตรฐาน ร่วมกับการตัดสินใจโดยอาศัยประสบการณ์และวิจารณญาณของผู้เชี่ยวชาญในเรื่องนั้น

จากข้อดีและคุณลักษณะของระบบสนับสนุนการตัดสินใจ แสดงให้เห็นถึงความเหมาะสมในการนำระบบสนับสนุนการตัดสินใจมาใช้กับผู้ใช้บริการ โลจิสติกส์ของธุรกิจยางพาราแปรรูปในพื้นที่สี่แยกอินโดจีน ผู้ใช้บริการ โลจิสติกส์จะทราบถึงข้อมูลที่ทันสมัยเป็นปัจจุบัน สำหรับใช้ประกอบการตัดสินใจ เช่น เส้นทาง ต้นทุน รูปแบบการขนส่ง ประเภทของคลังสินค้า ด้วยเวลาที่รวดเร็ว และสามารถลดต้นทุน อันส่งผลดีต่อการดำเนินธุรกิจได้อย่างเหมาะสม

2. ขั้นตอนของกระบวนการตัดสินใจ สามารถแบ่งออกได้เป็น 5 ขั้นตอนดังนี้

2.1 การรับรู้ปัญหาเป็นขั้นตอนในการเก็บรวบรวมข้อมูล ข้อเท็จจริง และสารสนเทศต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับปัญหาที่ต้องการตัดสินใจ

2.2 การวิเคราะห์ปัญหาเป็นขั้นตอนที่ผู้มีอำนาจในการตัดสินใจทำการวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหาและปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับปัญหา จากข้อมูล ข้อเท็จจริง และสารสนเทศที่ได้จากขั้นตอนแรก

2.3 การกำหนดทางเลือกเป็นขั้นตอนที่ผู้มีอำนาจในการตัดสินใจพยายามค้นหาทางเลือกที่จะใช้ในการแก้ไขปัญหา ตามสาเหตุของปัญหาและปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับปัญหานั้น

2.4 การประเมินและเปรียบเทียบทางเลือก เป็นขั้นตอนที่ผู้มีอำนาจในการตัดสินใจทำการพิจารณาทางเลือก ในการแก้ไขปัญหาที่เหมาะสมที่สุด ด้วยวิธีการประเมินและเปรียบเทียบถึงผลลัพธ์ที่ได้จากข้อดี ข้อเสียของแต่ละทางเลือก

2.5 การเลือกทางเลือกไปปฏิบัติเป็นขั้นตอน ที่ผู้มีอำนาจในการตัดสินใจนำทางเลือกในการแก้ไขปัญหาที่คิดว่าเหมาะสมที่สุด ไปดำเนินการเพื่อแก้ไขปัญหาที่มีอยู่ให้ประสบความสำเร็จ การตัดสินใจของผู้บริหารไม่ว่าจะอยู่ในระดับใดก็ตาม จะมีทั้งแบบที่มีโครงสร้าง แบบที่ไม่มีโครงสร้าง และแบบกึ่งโครงสร้าง

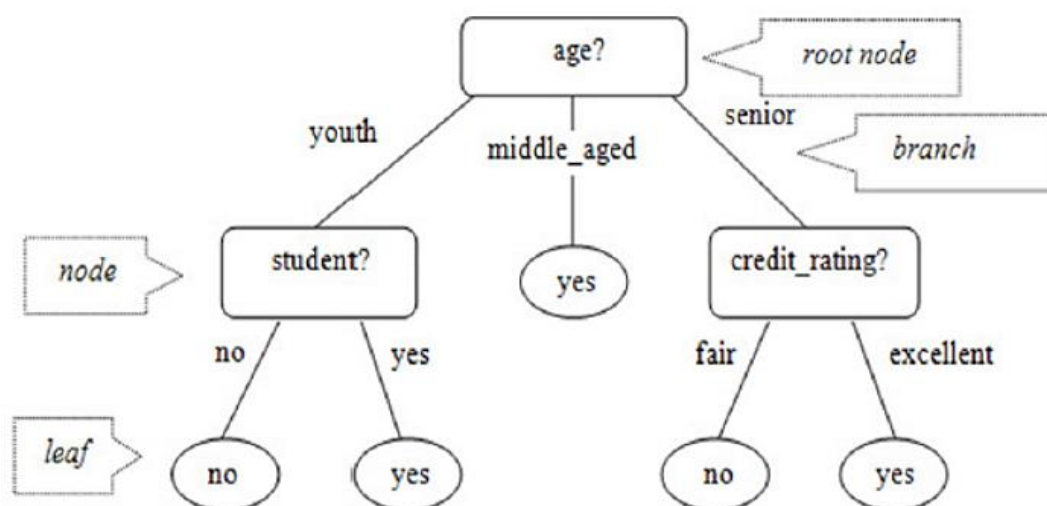
3. องค์ประกอบของระบบสนับสนุนการตัดสินใจ ประกอบด้วย 4 ส่วนสำคัญ คือ ส่วนจัดการข้อมูล (Data Management) ส่วนจัดการแบบจำลอง (Model Management) ส่วนการจัดการองค์ความรู้ (Knowledge Management) และส่วนจัดการติดต่อกับผู้ใช้ (User Interface Management)

จากที่กล่าวมาข้างต้น ระบบสนับสนุนการตัดสินใจ หมายถึง ระบบที่สามารถทำงานร่วมกับคอมพิวเตอร์ซึ่งคอมพิวเตอร์นี้จะช่วยทำให้ผู้บริหารสามารถนำข้อมูลและแบบจำลองต่าง ๆ มาใช้ประโยชน์เพื่อการแก้ปัญหาที่ซับซ้อนโดยอำนวยความสะดวกและได้เพิ่มความรวดเร็วให้ผู้ตัดสินใจ ตัดสินใจได้รวดเร็วขึ้นเมื่อนำมาใช้ในธุรกิจผลิตรองเท้าเป็นปัญหาที่จัดอยู่ในรูปแบบเป็นประเภทของปัญหาที่มีส่วนใกล้เคียงกับปัญหาแบบกึ่งโครงสร้าง

2.7.4 ตัวแบบต้นไม้ตัดสินใจ

Kaewchinporn C. (2010), Quinlan R. (1986), Landwehr N., Hall M. and Frank E. (2005) ได้อธิบายเกี่ยวกับตัวแบบต้นไม้ตัดสินใจเป็นเทคนิคที่ให้ผลลัพธ์ในลักษณะของโครงสร้างต้นไม้ ซึ่งเมื่อมีข้อมูลที่ต้องการจัดกลุ่มก็จะนำคุณลักษณะต่าง ๆ ของข้อมูลนั้นไปเทียบกับเส้นทางในต้นไม้จนกระทั่งคลาสปลายทางซึ่งก็คือกลุ่มของข้อมูลที่เหมือนกัน ภายในต้นไม้จะประกอบไปด้วยโหนด (Node) ซึ่งแต่ละโหนดจะมีคุณลักษณะ เป็นตัวทดสอบ กิ่งของต้นไม้ (Branch) แสดงถึง

ค่าที่เป็นไปได้ของคุณลักษณะที่ถูกเลือกทดสอบ และใบ (Leaf) ซึ่งเป็นสิ่งที่อยู่ล่างสุดของต้นไม้ตัดสินใจแสดงถึงกลุ่มของข้อมูล (Class) ก็คือ ผลลัพธ์ที่ได้จากการทำนาย โหนดที่อยู่บนสุดของต้นไม้เรียกว่าโหนดราก (Root Node) ซึ่งโครงสร้างตัวแบบต้นไม้ตัดสินใจ แสดงดังภาพประกอบที่ 2.26



ภาพประกอบที่ 2.26 แสดงโครงสร้างต้นไม้ตัดสินใจ

ที่มา : Uhm, D. H. Kim and J. Kim (2007)

ต้นไม้ตัดสินใจมีค่าวัดความสามารถของการจัดกลุ่มของแต่ละคุณลักษณะหรือปัจจัยดังต่อไปนี้ Gini Index ค่าที่บ่งบอกว่าคุณลักษณะหรือปัจจัยใดควรนำมาใช้เป็นคุณลักษณะในการแบ่งกลุ่มของอัลกอริทึม J48 และ CART

$$\text{Gini}(t_i) = 1 - \sum_{i=1}^N [p(t_i)]^2 \quad (1)$$

Entropy ค่าคาดคะเนของข้อมูลเป็นค่าที่แยกโดยใช้ลักษณะประจำของขั้นตอนวิธีการ

ID3

$$\text{Entropy}(t_i) = 1 - \sum_{i=1}^N [p(t_i)] \log_2 p(t_i) \quad (2)$$

โดยที่

t_i คือ คุณลักษณะที่นำมาวัดค่า Entropy

$P(t_i)$ คือ สัดส่วนของจำนวนสมาชิกของกลุ่ม i กับจำนวน สมาชิกทั้งหมดของกลุ่มตัวอย่าง

ต้นไม้ตัดสินใจมีค่าวัดความสามารถของการจัดกลุ่มของแต่ละคุณลักษณะหรือปัจจัยซึ่งแต่ละขั้นตอนวิธีการจะให้ผลของโครงสร้างต้นไม้ตัดสินใจที่แตกต่างกันไป ซึ่งเทคนิคต้นไม้ตัดสินใจ (ภรณ์ยา ปาลวิสุทธิ, 2559) ดังนี้

1. J48 หรือขั้นตอนวิธีการของ C4.5 เป็นขั้นตอนวิธีการในการสร้างต้นไม้ตัดสินใจ จากกลุ่มของข้อมูลฝึกสอน โดยใช้ความถูกต้องของแต่ละคุณลักษณะของข้อมูล เพื่อใช้ในการตัดสินใจแบ่งกลุ่มข้อมูลกลุ่มย่อยๆ โดยพิจารณาจากค่าความแตกต่างใน Entropy ผลลัพธ์จากการเลือกคุณลักษณะสำหรับแบ่งกลุ่มข้อมูล ด้วยค่า Normalized information gain ที่สูงสุดนั้นคือการสร้างการตัดสินใจ

2. Iterative Dichotomiser 3 (ID3) เป็นขั้นตอนวิธีการในการสร้างต้นไม้ตัดสินใจ โดยใช้หลักการทฤษฎีสารสนเทศค่าที่วัดได้จะนำมาใช้ตัดสินใจว่าจะใช้ตัวแปรใดในการแบ่งข้อมูล โดยวิธีกำหนดโครงสร้างต้นไม้ตัดสินใจจะเป็นการเลือกข้อมูลตามลำดับของตัวชี้วัดหรือค่าเกน (Gain) สูงที่สุดเป็นข้อมูลเริ่มต้นและข้อมูลถัดไปมีค่าลดหลั่นกันตามลำดับ

3. Logistic Model Trees (LMT) เป็นการรวมกันของเทคนิคต้นไม้ (Trees) และการถดถอยโลจิสติก (Logistic Regression)

4. Classification and Regression Trees (CART) เป็นขั้นตอนวิธีการในการสร้างต้นไม้ตัดสินใจแบบ Binary ซึ่งประกอบด้วย กิ่งหรือแขนง 2 กิ่งสำหรับแต่ละโหนด เทคนิคนี้จะทำการแบ่งระเบียบในชุดข้อมูลฝึกสอนออกเป็น ระเบียบย่อยที่ให้ค่าเป้าหมายที่เหมือนกัน

5. Random Forest (RF) เป็นชุดของการจำแนกประเภทแบบไม่ตัดแต่งกิ่ง (unpruned) หรือต้นไม้ถดถอย (Regression Trees) ซึ่งถูกสร้างจากการนำข้อมูลฝึกสอนไปสุ่มเลือกตัวอย่างข้อมูลและคุณลักษณะข้อมูลแล้วนำมาสร้างเป็นต้นไม้ตัดสินใจ ซึ่งมีตัวอย่างส่วนหนึ่งที่ไม่ถูกเลือก เรียกข้อมูลส่วนนี้ว่า Out-of-Bag (OOB) จะถูกนำมาใช้ในการทดสอบต้นไม้ตัดสินใจ

ปัจจุบันเทคนิคต้นไม้ตัดสินใจที่นิยมนำมาใช้ในปัจจุบันได้แก่ J48 หรือขั้นตอนวิธีการของ C4.5 (ภรณ์ยา ปาลวิสุทธิ, 2559; Ekkachai N., Jatsada S., Nittaya K., and Kittisak K., 2012; Nittaya K., Ekkachai N., Jatsada S., Wilairat Y., Chusak Y., and Kittisak K., 2012) ดังนั้นเทคนิคดังกล่าวจึงถูกนำมาใช้สำหรับการทดสอบพยากรณ์ของตัวแบบต้นไม้ตัดสินใจกับชุดข้อมูลทดสอบ

2.7.5 การวัดประสิทธิภาพ

ในการคำนวณประสิทธิภาพของตัวแบบได้ใช้ Confusion Matrix คือ ตารางสรุปจำนวนข้อมูลที่ตัวแบบมีการจำแนกได้อย่างถูกต้องและไม่ถูกต้อง ดังแสดงในตารางที่ 2.10

ตารางที่ 2.11 ค่า TP, FP, TN, และ FN สำหรับ Class 0 โดยใช้ Multi-class Confusion

Know Class. d	0	1	2	...	j
0	TP	FN	FN	FN	FN
1	FP	TN	FN	FN	FN
2	FP	FN	TN	FN	FN
...	FP	FN	FN	TN	FN
j	FP	FN	FN	FN	TN

สำหรับวิธีการวัดประสิทธิภาพของวิธีการที่นำเสนอมีรายละเอียด Zheng, W. and Ye, Q. (2009) ดังนี้

การวัดประสิทธิภาพของระบบสืบค้นเอกสารมีอยู่หลายวิธี แต่วิธีที่นิยมตามมาตรฐานของระบบสืบค้นเอกสารคือวิธีที่ได้กล่าวมาข้างต้น ซึ่ง Miao, D., Duan, Q., Zhang, H., and Jiao, N. (2009) ได้อธิบายเกี่ยวกับการประเมินประสิทธิภาพการสืบค้นสารสนเทศ ดังนี้

1. ค่าความแม่นยำ (Accuracy) เป็นการวัดประสิทธิภาพการพยากรณ์ของตัวแบบโดยรวม ดังสมการที่ 3

$$Accuracy = \frac{TP+TN}{TP+FP+FN+TN} \times 100 \quad (3)$$

2. ค่าความไว (Sensitivity) หรือ True-Positive Rate เป็นค่าความน่าจะเป็นหรืออัตราส่วนการพยากรณ์ถูกต้องในกลุ่มที่สนใจ ดังสมการที่ 4

$$Sensitivity = \frac{TP}{TP+FN} \times 100 \quad (4)$$

3. ค่าความจำเพาะ (Specificity) หรือ True-Negative Rate เป็นค่าความน่าจะเป็นหรืออัตราส่วนการพยากรณ์ถูกต้องในกลุ่มอื่น ๆ ดังสมการที่ 5

$$Specificity = \frac{TN}{TN+FP} \times 100 \quad (5)$$

เมื่อ

TP คือ ค่าที่พยากรณ์ถูกต้องในกลุ่มที่สนใจ

FP คือ ค่าที่พยากรณ์ผิดในกลุ่มที่สนใจ

TN คือ ค่าที่พยากรณ์ถูกต้องในกลุ่มอื่น ๆ

FN คือ ค่าที่พยากรณ์ผิดในกลุ่มอื่น ๆ

2.7.6 วิธีการวิเคราะห์ความแม่นยำตรงของตัวแบบ K-fold cross-validation

Kohavi (1995) ได้อธิบายว่า การตรวจสอบไขว้กัน (Cross Validation) เป็นวิธีการตรวจสอบค่าความผิดพลาดในการคาดการณ์ของตัวแบบ โดยพื้นฐานของวิธีการตรวจสอบไขว้กันคือ การสุ่มตัวอย่างโดยเริ่มจากแบ่งชุดข้อมูลออกเป็นส่วนๆ และนำบางส่วนจากชุดข้อมูลนั้นมาตรวจสอบ ผลลัพธ์จากการทำการตรวจสอบไขว้กันมักถูกใช้เป็นตัวเลือกในการกำหนดตัวแบบ ในกรณีการทำ K - fold cross-validation จะแบ่งข้อมูลออกเป็น K ชุดเท่าๆ กัน เช่น 5 ชุด จะทำการคำนวณค่าความผิดพลาด 5 รอบ โดยแต่ละรอบการคำนวณข้อมูลชุดหนึ่งจากข้อมูล 5 ชุดจะถูกเลือกออกมาเพื่อเป็นข้อมูลทดสอบ และข้อมูลอีก 4 ชุดจะถูกใช้เป็นข้อมูลสำหรับการเรียนรู้ แสดงดังภาพประกอบที่ 2.27

Iteration 1: train on	2	3	4	5	test on	1
Iteration 1: train on	1	3	4	5	test on	2
Iteration 1: train on	1	2	4	5	test on	3
Iteration 1: train on	1	2	3	5	test on	4
Iteration 1: train on	1	2	3	4	test on	5

ภาพประกอบที่ 2.27 5 - fold Cross Validation

ที่มา : Kohavi (1995)

2.7.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับระบบสนับสนุนการตัดสินใจ

หนึ่งนุช ธนาสุภวัฒน์ (2546) ศึกษาการออกแบบและพัฒนาระบบสนับสนุนการตัดสินใจ ในการวางแผนงานด้านการบริหารจัดการทรัพยากรบุคคล ที่สามารถวิเคราะห์ และคาดการณ์ความต้องการบุคลากรขององค์กรในอนาคต ซึ่งสามารถนำไปใช้เป็นข้อมูลสนับสนุน และประกอบการตัดสินใจของผู้บริหาร ในการวางแผนบริหารบุคลากรขององค์กรได้อย่าง

เหมาะสม โดยนำมาทดลองประยุกต์ใช้ในระดับของภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในงานวิจัยนี้ ได้มีการออกแบบและพัฒนาระบบสนับสนุนการวางแผนกำลังคน โดยมีการแบ่งกระบวนการออกเป็น 2 ส่วนด้วยกัน คือ ส่วนของการกำหนดข้อมูล/ค่าเริ่มต้น ซึ่งเป็นส่วนในการนำเข้าสู่ข้อมูลเบื้องต้น และส่วนในการดำเนินการ ซึ่งเกี่ยวข้องกับการวิเคราะห์และประเมินกำลังคน ตั้งแต่ การกำหนดทิศทางกลยุทธ์ การวิเคราะห์ข้อมูลด้านกำลังคน การกำหนดแผนการปฏิบัติงานด้านกำลังคน และการติดตามแผนการปฏิบัติงานด้านกำลังคน โดยมีวัตถุประสงค์ในการตัดสินใจของระบบสนับสนุน เพื่อที่จะจัดหาบุคลากรให้เพียงพอต่อความต้องการด้านบุคลากร ทั้งในด้านจำนวนกำลังคนและคุณสมบัติของบุคลากร ที่สอดคล้องตามกฎ ระเบียบ และการวางแผนเงินงบประมาณของหน่วยงาน นอกจากนั้น โปรแกรมประยุกต์ที่ได้ทำการพัฒนาขึ้นมา นี้ ยังสามารถแสดงรายงานหรือสรุปผลการวิเคราะห์ข้อมูลต่างๆ ซึ่งจะเป็นประโยชน์ต่อการตัดสินใจ ในการวางแผนงานทางด้านกำลังคนด้วย

อรรถพร สิงห์เมือง (2553) ศึกษาการทำงานของระบบโดยนำข้อมูลลูกค้าโทรศัพท์พื้นฐาน ข้อมูลลูกค้าอินเทอร์เน็ตความเร็วสูง ข้อมูลการใช้งานอินเทอร์เน็ตความเร็วสูง ข้อมูลเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตความเร็วสูง ข้อมูลจำนวนระยะโครงข่าย นำข้อมูลทั้งหมดเข้าที่פקข้อมูล และทำการประมวลผลข้อมูลสรุปออกมาเป็นรายงานให้ผู้บริหาร โดยโปรแกรมที่ใช้ในการพัฒนา คือ โปรแกรม Macromedia Dreamweaver CS6 พัฒาร่วมกับโปรแกรม ProClarity 1.0 เป็นเครื่องมือแสดงผลแบบหลายมิติและ Microsoft SQL Server 2005 ในการจัดการฐานข้อมูล เขียนโปรแกรมด้วย ภาษาพีเอชพี(PHP)

เบญจภัก จงหมื่น ไวย์ (2553) ศึกษาการออกแบบและพัฒนาระบบสนับสนุนการตัดสินใจสำหรับผู้บริหารในอุตสาหกรรมผลิตเสื้อผ้าสำเร็จรูปโดยระบบได้นำเสนอแบบจำลองการได้กำไรขององค์กร เพื่อใช้ในการวางแผนตามเป้าหมายและวางแผนตามสถานการณ์ตามความต้องการของผู้บริหาร ซึ่งในการออกแบบแบบจำลองนั้น ได้คำนึงถึงความสัมพันธ์ของทุกฝ่ายในองค์กรในการวางแผนตามความต้องการนั้น นอกจากนั้น การวิจัยยังได้มีการประเมินความถูกต้องและประสิทธิภาพของระบบสนับสนุนการตัดสินใจกับประชากรกลุ่มตัวอย่างของอุตสาหกรรมผลิตเสื้อผ้าสำเร็จรูปในประเทศไทย ผลการทดลองพบว่าแบบจำลองการได้กำไรขององค์กรมีความเที่ยงตรงของตัวแบบมากกว่าร้อยละ 91.73 และจากการประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญ ระบบสนับสนุนการตัดสินใจสำหรับผู้บริหารในอุตสาหกรรมผลิตเสื้อผ้าสำเร็จรูป ได้รับความพึงพอใจในการใช้งานเท่ากับ 3.38 ผู้ประกอบการกิจการอุตสาหกรรมผลิตเสื้อผ้าสำเร็จรูป สามารถนำระบบที่พัฒนาขึ้นไปประยุกต์ใช้ในการคาดการณ์และวิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับรายได้ต้นทุน และกำไรแล้ว

นำข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์ ดังกล่าวมาพัฒนาองค์กร นอกจากนี้ ระบบยังช่วยให้ผู้บริหารสามารถนำข้อมูลไปใช้ประกอบ การตัดสินใจได้อย่างสะดวกและรวดเร็วอีกด้วย

รุจิรา ธรรมสมบัติ (2554) พัฒนาระบบสนับสนุนการตัดสินใจในการเลือกใช้แพคเกจอินเทอร์เน็ตมือถือโดยใช้ต้นไม้ตัดสินใจ และเป็นแนวทางในการตัดสินใจเลือกใช้แพคเกจอินเทอร์เน็ตมือถือจากพฤติกรรมของผู้ใช้บริการแต่ละคน โดยการเปรียบเทียบโมเดลที่ถูกสร้างขึ้นจากอัลกอริทึมต้นไม้ตัดสินใจ คือ ID3 และ C4.5 (J48) เพื่อหาโมเดลที่มีค่าความถูกต้องมากที่สุดก่อนนำมาพัฒนาระบบ ในการพัฒนาระบบใช้ภาษา ASP.NET ด้วย C#และฐานข้อมูล SQL Server 2008 โดยพัฒนาขึ้นในลักษณะของเว็บแอปพลิเคชัน (Web-Based Application) และใช้โปรแกรม Weka 3.6.2 เพื่อตรวจสอบความถูกต้องของโมเดลที่ระบบได้สร้างขึ้นมา ผลที่ได้คือ โมเดลที่ถูกสร้างจากอัลกอริทึมต้นไม้ตัดสินใจ ID3 มีค่าความถูกต้องมากกว่า C4.5 (J48)โดยมีค่าความถูกต้อง(Correctly Classified Instances) เมื่อทดสอบกับกลุ่มข้อมูลสำหรับการเรียนรู้ (Training Data) จำนวน 1,000 ชุดเท่ากับร้อยละ 92.3 และเมื่อนำอัลกอริทึมต้นไม้ตัดสินใจ ID3 ไปทดสอบกับชุดข้อมูลทดสอบ (Testing Data) จำนวน 500 ชุดให้ผลการทดสอบโดยมีค่าความถูกต้องเท่ากับร้อยละ 92.2 และเมื่อพิจารณาค่า Confusion Matrix พบว่าผลของการทำนายจากโมเดลมีจำนวนข้อมูลค่าจริงกับจำนวนข้อมูลจากการทำนายของโมเดลมีผลลัพธ์ตรงกัน ได้ค่าเฉลี่ยรวมเท่ากับร้อยละ 83.06 ซึ่งเป็นค่าเฉลี่ยที่อยู่ในระดับค่อนข้างสูง สามารถนำโมเดลที่ได้ไปพัฒนาระบบต่อไป

พิมพ์วรรณ สุริยะวงศ์ (2556) ศึกษากระบวนการสนับสนุนการตัดสินใจสั่งซื้อหนังสือโดยใช้ขั้นตอนวิธีการ ซี 4.5 สำหรับร้านเช่าหนังสือวินวิน โดยการนำเทคนิคของเหมืองข้อมูลหลักการต้นไม้ตัดสินใจและขั้นตอนวิธีการที่ชื่อว่า C4.5 มาประยุกต์ใช้เพื่อช่วยสนับสนุนข้อมูลในด้านการตัดสินใจสั่งซื้อหนังสือของร้าน เมื่อเลือกประเภทหนังสือที่ต้องการ และกรอกข้อมูลประเภทหนังสือ ราคา สำนักพิมพ์ต่าง ๆ ระบบจะทำการเลือกหนังสือที่ตรงตามความต้องการ โดยโปรแกรมที่ใช้พัฒนาคือ โปรแกรม Microsoft Visual Studio 2010 ในการพัฒนาร่วมกับ โปรแกรม WEKA เวอร์ชัน 3.6.9 ในการนำเสนอข้อมูล และใช้โปรแกรม Microsoft SQL Server 2008 R2 ในการจัดการฐานข้อมูล

ธัญชนก คำวินิจ (2556) ศึกษาการทำงานของระบบสนับสนุนการตัดสินใจสำหรับการระบุตำแหน่งที่ตั้งโรงเรียนในพื้นที่เสี่ยงภัย ได้ทำการเก็บข้อมูลความยากลำบากของการคมนาคม ความขาดแคลนสาธารณูปโภค ความเสี่ยงภัย ความชุกชุมของโรคภัยไข้เจ็บ เพื่อทำการประมวลผลและประเมินตำแหน่งของโรงเรียน เป็นพื้นที่เสี่ยงภัยด้วยหรือไม่ซึ่งผู้ใช้โปรแกรมสามารถ เพิ่ม ลบ แก้ไขค้นหาข้อมูลการประเมิน ออกรายงานแผนภูมิวงกลมแสดงข้อมูลพื้นที่เสี่ยงภัย และรายงาน

ต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องในระบบ โดยโปรแกรมที่ใช้ในการพัฒนา คือโปรแกรม Macromedia Dreamweaver CS6 โดยมีระบบเว็บแมพเซอร์วิสพัฒนาร่วมกัน ภาษาที่ใช้ในการพัฒนา PHP5.2 โดยมีโปรแกรม MySQL 5.0 ใช้ในการจัดการฐานข้อมูล

นันทนา เดชพลมาตย์ (2556) พัฒนาระบบสนับสนุนการตัดสินใจแบบระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์บนเว็บ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อให้ระบบสามารถแสดงและเปรียบเทียบราคาสินค้าของเทสโก้ โลตัส, ท็อปส์, บิ๊กซี, แม็กซ์แวลู, ฟู้ดแลนด์, กูร์เมต์มาร์เก็ตและโฮมเฟรชมาร์เก็ต รวมทั้งวิเคราะห์เส้นทางในการเดินทางไปยังซูเปอร์มาร์เก็ตที่ใกล้ที่สุดหรือตามที่ผู้ใช้เลือก ซึ่งการดำเนินงานพัฒนาระบบนั้นต้องใช้ความรู้ในการเขียนโปรแกรมด้วยภาษา HTML, CSS, JavaScript และ jQuery โดยใช้ Bootstrap เป็นโครงสร้างในการพัฒนาหน้าตาของเว็บไซต์ การพัฒนาระบบจะแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนของแผนที่และส่วนของร้านค้า ในส่วนของแผนที่นั้น ผู้ศึกษาต้องเขียนโปรแกรมเพื่อเรียกใช้คุณสมบัติ Geolocation ของ HTML เวอร์ชันที่ 5 ในการแสดงตำแหน่งปัจจุบันของผู้ใช้งานลงบนแผนที่ Google Maps ที่ต้องเขียนโปรแกรมเพื่อเรียกใช้แผนที่ดังกล่าวลงบนเว็บไซต์เช่นกัน จากนั้นจึงเชื่อมโยงกับฐานข้อมูลตำแหน่งที่ตั้งของซูเปอร์มาร์เก็ตแต่ละรายที่ได้สร้างไว้เพื่อแสดงหมวดสาขาลงบนแผนที่ และเขียนฟังก์ชัน เพื่อคำนวณระยะทางจากตำแหน่งปัจจุบันของผู้ใช้ไปยังซูเปอร์มาร์เก็ตสาขาต่างๆและจัดอันดับระยะทางที่คำนวณได้จากใกล้ที่สุดไปจนถึงใกล้ที่สุดเพื่อแสดงในรูปแบบของ thumbnail บริเวณด้านข้างแผนที่ รวมทั้งเรียกใช้ฟังก์ชันจัดเส้นทางของ Google Maps เพื่อทำงานในส่วนของการนำทางไปยังซูเปอร์มาร์เก็ตสาขาที่ผู้ใช้ต้องการ ในส่วนของร้านค้านั้น ผู้ศึกษาได้พัฒนาโดยปรับปรุงและเพิ่มเติมจากโค้ดระบบตะกร้าและร้านค้าที่มีอยู่เดิมให้เหมาะสมกับการทำงานมากขึ้น พร้อมทั้งปรับแต่งหน้าตาของเว็บไซต์ด้วยรูปภาพและสีสรรต่างๆให้มีความสวยงามน่าใช้งานผลจากการดำเนินงานนั้นคาดว่าหากมีการนำไปพัฒนาต่อยอดเพื่อใช้จริงจะสามารถช่วยเหลือผู้บริโภคในการเปรียบเทียบราคาสินค้าที่วางขายในซูเปอร์มาร์เก็ตรายต่างๆได้อย่างสะดวกสบายมากขึ้น โดยไม่จำเป็นต้องสำรวจราคาสินค้าด้วยตนเอง นอกจากนี้ ผู้ใช้ยังสามารถเข้าถึงระบบแผนที่แสดงตำแหน่งที่ตั้งของซูเปอร์มาร์เก็ตแต่ละรายในกรุงเทพมหานครที่สามารถแนะนำให้ผู้ใช้ทราบถึงสาขาที่อยู่ใกล้เคียงตำแหน่งปัจจุบันมากที่สุดพร้อมกับให้ระบบช่วยจัดเส้นทางไปยังซูเปอร์มาร์เก็ตสาขาที่ต้องการอันจะช่วยอำนวยความสะดวกในการวางแผนเดินทางไปยังร้านค้า ณ สถานที่จริงมากขึ้น

กุลกัญญา ศรีสุข และคณะ (2557) ศึกษาพัฒนาระบบสนับสนุนการตัดสินใจเพื่อการจัดการอุตสาหกรรมพลาสติกกรีไซเคิล มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) พัฒนาตัวแบบระบบสนับสนุนเพื่อการจัดการอุตสาหกรรมพลาสติกกรีไซเคิล 2) พัฒนาด้านแบบระบบสนับสนุนการตัดสินใจเพื่อการจัดการอุตสาหกรรมพลาสติกกรีไซเคิล และ 3) ประเมินการยอมรับด้านแบบระบบสนับสนุนการตัดสินใจ

เพื่อจัดการอุตสาหกรรมพลาสติกกรีไซเคิลเพื่อให้ได้มาซึ่งสารสนเทศที่มีประโยชน์ในการนำไปใช้เพื่อสนับสนุนการจัดการอุตสาหกรรมพลาสติกกรีไซเคิล งานวิจัยนี้ใช้แบบสอบถามความต้องการแบบเลือกตอบ 5 ระดับ ที่ระดับความเชื่อมั่น 0.05 เป็นเครื่องมือในการวิจัยสำหรับเก็บข้อมูล แล้วนำข้อมูลมาวิเคราะห์สรุปผลด้วยการหาค่าเฉลี่ยค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานและค่าไคสแควร์เพื่อหาความสัมพันธ์ของข้อมูล ผลการวิจัยพบว่ากลุ่มตัวอย่างทั้งสามกลุ่มมีความต้องการใช้งานสารสนเทศระบบสนับสนุนการตัดสินใจเพื่อจัดการอุตสาหกรรมพลาสติกกรีไซเคิลอยู่ในระดับมากการประเมินการยอมรับตัวแบบระบบสนับสนุนการตัดสินใจเพื่อจัดการอุตสาหกรรมพลาสติกกรีไซเคิลและการประเมินการยอมรับต้นแบบระบบสนับสนุนการตัดสินใจเพื่อจัดการอุตสาหกรรมพลาสติกกรีไซเคิลอยู่ในระดับมาก นอกจากนี้ ผลการทดสอบทางสถิติยังพบว่าการให้การยอมรับต้นแบบระบบสนับสนุนการตัดสินใจเพื่อจัดการอุตสาหกรรมพลาสติกกรีไซเคิลของกลุ่มตัวอย่างมีระดับการยอมรับแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ข้อค้นพบการวิจัยคือ 1) ตัวแบบระบบสนับสนุนการตัดสินใจเพื่อจัดการอุตสาหกรรมพลาสติกกรีไซเคิล 2) ต้นแบบระบบสนับสนุนการตัดสินใจเพื่อจัดการอุตสาหกรรมพลาสติกกรีไซเคิล 3) ผลการประเมินการยอมรับต้นแบบระบบสนับสนุนการตัดสินใจเพื่อจัดการอุตสาหกรรมพลาสติกกรีไซเคิล

พรรณรต กุลมัย และวราวิรัตน์ ทองกวอด (2558) พัฒนาระบบสนับสนุนการตัดสินใจเลือกซื้อบ้านจัดสรรบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต สำหรับผู้ที่ต้องการซื้อบ้านจัดสรรเพื่อใช้เป็นข้อมูลประกอบการตัดสินใจ เลือกซื้อบ้านจัดสรรให้ตรงตามเงื่อนไขที่ต้องการ ได้แก่ระยะห่างจากจุดที่ต้องการ ระยะห่างจาก โรงเรียนในพื้นที่ ระยะห่างจากตลาด ระยะห่างจากห้างสรรพสินค้า และระยะห่างจากโรงพยาบาล ระบบถูกพัฒนาขึ้นในลักษณะของเว็บแอปพลิเคชัน โดยใช้ภาษา HTML, PHP, JavaScript, Google Maps API และระบบจัดการฐานข้อมูล โดย PostgreSQL/PostGIS สำหรับกระบวนการตัดสินใจงานวิจัยนี้ได้นำเอาหลักการให้ค่าลำดับความสำคัญด้วยวิธีจัดลำดับ (Ranking Method) มาเพื่อคำนวณค่าน้ำหนักของแต่ละเงื่อนไขในการเลือกซื้อบ้าน ผู้วิจัยได้พัฒนาขั้นตอนวิธีการในการเรียกข้อมูลระยะทางตามเส้นทางถนนจากเงื่อนไขปัจจัยต่างๆ โดยใช้บริการของ Google Maps API/Distance Matrix Service เพื่อนำมาใช้ในการเลือกบ้านที่เหมาะสมที่สุดตามน้ำหนักปัจจัยของเงื่อนไขที่กำหนด ผลการทดสอบการใช้งานระบบพบว่า ระบบสนับสนุนการตัดสินใจเลือกซื้อบ้านจัดสรรบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต สามารถวิเคราะห์หาหมู่บ้านจัดสรรได้ตรงตามความต้องการของผู้ใช้และสามารถช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการตัดสินใจของผู้ใช้มากยิ่งขึ้น

ปิยะพงษ์ ตรีสิรินิติโชติ (2558) ศึกษาประสิทธิภาพของระบบสนับสนุนการตัดสินใจที่ส่งผลกระทบต่อกระบวนการการบริหารงาน โครงการด้านต่าง ๆ ของผู้บริหารในองค์กร ซึ่งมี 4 ปัจจัย ได้แก่ 1) ความถูกต้อง 2) ความรวดเร็ว 3) ความง่ายในการใช้งาน 4) การยอมรับของพนักงาน โดย

กลุ่มตัวอย่างในครั้งที่ใช้ศึกษาคือ กลุ่มผู้บริหารตำแหน่ง ผู้จัดการ ในบริษัท ทีโอที จำกัด (มหาชน) จำนวน 400 คน ผู้วิจัยเลือกใช้วิธีการสุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง (Purposive Sampling) เฉพาะกลุ่มผู้บริหารในบริษัท ทีโอที จำกัด (มหาชน) โดยใช้แบบสอบถามเป็นเครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูลสถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ คือ ค่าความถี่ ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน และใช้การวิเคราะห์ถดถอยเชิงพหุ (Multiple Regression) เพื่อทดสอบอิทธิพลของตัวแปรผลการศึกษาคือ ผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง มีอายุ 51 – 60 ปี มีการศึกษาระดับปริญญาโท มีตำแหน่งในองค์กรระดับผู้จัดการส่วน มีรายได้เฉลี่ย 75,001 – 90,000 บาท/ เดือนผลการทดสอบสมมติฐาน พบว่าประสิทธิภาพของระบบสนับสนุนการตัดสินใจด้านความถูกต้อง ด้านความรวดเร็ว ด้านความง่ายในการใช้งาน และด้านการยอมรับของพนักงานส่งผลกระทบต่อกระบวนการ การบริหารงาน โครงการด้านของผู้บริหารในองค์กรทุกด้าน ได้แก่ด้านการวางแผน ด้านการตัดสินใจ ด้านการควบคุมและติดตามผล และด้านการสื่อสารอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ดวงธิดา โรจน์กนก (2558) ออกแบบระบบสนับสนุนการตัดสินใจสำหรับการจัดตารางรถบรรทุกเพื่อลดระยะเวลาในการขนส่งไม้สับ ข้อมูลจริงถูกนำมาใช้ในการวิเคราะห์ ออกแบบ และเปรียบเทียบประสิทธิภาพกับผลที่ได้จากระบบสนับสนุนการตัดสินใจ ผลที่ได้จากการ ออกแบบคือ 1) แผนภาพการใช้งาน 2) กรอบการทำงานของระบบ 3) ตัวแบบการจัดตารางรถบรรทุกที่สามารถลดระยะเวลาการขนส่งไม้สับ 4) ผังงานของระบบ และ 5) แผนภาพความสัมพันธ์ระหว่างเอนทิตีโดยตัวแบบการจัดตารางรถบรรทุกของงานวิจัยนี้ถูกสร้างขึ้นเพื่อช่วยลดระยะเวลาการขนส่งไม้สับ 3 ส่วน ได้แก่ 1) ลดระยะเวลาการรอขึ้นสินค้า 2) ลดระยะเวลาการรอลงสินค้า และ 3) ลดระยะเวลาการเดินทาง ข้อมูลกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ทดสอบมีทั้งหมด 168 เทียวยใช้ระยะเวลาการเก็บข้อมูล 5 เดือน การประเมินประสิทธิภาพของตัวแบบการจัดตารางรถบรรทุก แบ่งเป็น 3 ส่วน คือ 1) การประเมินตารางจำลองระยะเวลาการรอคอยของแต่ละสถานีด้วยค่าเฉลี่ย ร้อยละ ความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์แบบสมมาตร 2) การประเมินประสิทธิภาพของตัวแบบจากการจำลองสถานการณ์ด้วยข้อมูลรถบรรทุก 1 คัน และ 3) การประเมินประสิทธิภาพของตัวแบบจากการจำลองสถานการณ์ด้วยข้อมูลรถบรรทุกทั้งหมดที่ใช้ในการทดสอบ ผลการทดสอบระยะเวลา รอคอยในแต่ละช่วงเวลาของแต่ละสถานีพบว่าค่าเฉลี่ยของทุกสถานีอยู่ที่ 25.07 ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ ผลของการประเมินประสิทธิภาพของตัวแบบการจัดตารางรถบรรทุกได้ทำการประเมิน 2 ด้าน คือด้านระยะเวลาการขนส่งที่ลดลง และด้านจำนวนเที่ยวรถที่มีระยะเวลาขนส่งที่ลดลง ซึ่งผลของการประเมินพบว่า ค่าร้อยละประสิทธิภาพของตัวแบบในแง่ระยะเวลาการขนส่งเฉลี่ยของทุกเดือนคือ ร้อยละ 11.14 ซึ่งต่ำกว่าสมมติฐานของงานวิจัยนี้ แต่หากพิจารณาถึงค่าร้อยละ

ประสิทธิภาพของตัวแบบในแง่จำนวนเที่ยวรถนั้น พบว่ามีค่าร้อยละประสิทธิภาพเฉลี่ยทุกเดือนสูงถึง 54.44

เด่นเดือน เลิศทยากุล (2558) ศึกษากระบวนการสนับสนุนการตัดสินใจเพื่อการเลือกโฆษณาทางเว็บไซต์ และกล่าวว่าประสิทธิภาพของสื่ออินเทอร์เน็ตที่สามารถเสนอขายสินค้าและบริการได้ตลอด 24 ชั่วโมง เข้าถึงกลุ่มผู้บริโภคได้แบบเจาะจงเป็นรายบุคคล ประกอบกับอัตราค่าใช้จ่ายในการแพร่กระจายสื่อโฆษณาทางสื่ออินเทอร์เน็ตนั้นยังต่ำกว่าสื่อโฆษณาประเภทอื่น จึงทำให้สื่ออินเทอร์เน็ตกลายเป็นสื่อโฆษณารูปแบบใหม่ที่ผู้ประกอบการพาณิชย์อิเล็กทรอนิกส์ และผู้ประกอบการทั่วไปให้ความสนใจมากขึ้น ซึ่งในการโฆษณาทางอินเทอร์เน็ตนั้น ผู้ประกอบการต้องคำนึงถึงเว็บไซต์ และหมวดหมู่ในเว็บไซต์รวมไปถึงงบประมาณในการโฆษณาที่สามารถตอบสนองความต้องการของกลุ่มผู้บริโภคเป้าหมายได้ บทความนี้จึงนำเสนอกระบวนการตัดสินใจเพื่อการเลือกโฆษณาทางเว็บไซต์ โดยคำนึงถึงปัจจัยสำคัญด้านลักษณะประชากรศาสตร์ของผู้บริโภคกลุ่มเป้าหมาย และหมวดหมู่ในเว็บไซต์ที่เหมาะสมกับกลุ่มผู้บริโภคเป้าหมาย โดยระบบได้นำเสนอการทำเหมืองข้อมูลโดยใช้แบบจำลองต้นไม้ประกอบการตัดสินใจเพื่อใช้เลือกหมวดหมู่ในเว็บไซต์ที่เหมาะสม ซึ่งผลที่ได้จากการทดสอบพบว่า การเลือกหมวดหมู่ในการโฆษณาทางเว็บไซต์เหล่านั้นมีความถูกต้องตรงกับกลุ่มผู้บริโภคเป้าหมายได้สูงถึงร้อยละ 84.74 และจากการประเมินความสามารถในการใช้งานได้ของระบบจากกลุ่มตัวอย่าง 3 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มผู้ประกอบการพาณิชย์อิเล็กทรอนิกส์ กลุ่มผู้ประกอบการทั่วไป และกลุ่มผู้ให้บริการโฆษณาทางเว็บไซต์ จากการใช้แบบสอบถามออนไลน์โดยรวม พบว่า กลุ่มตัวอย่างมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก โดยพึงพอใจมากด้านประสิทธิภาพของระบบในส่วนที่ระบบที่สามารถประมวลผลได้รวดเร็ว ผู้ใช้สามารถใช้งานได้ทันทีโดยไม่ต้องเรียนรู้ใหม่ เมื่อกลับมาใช้งานระบบอีกครั้ง ระบบสามารถวางแผนโฆษณาได้ตรงตามงบประมาณที่ผู้ใช้งานกำหนดสามารถคาดการณ์ค่าใช้จ่ายในการโฆษณาได้ ช่วยในการวางแผนการโฆษณาทางเว็บไซต์ได้

เกียรติศักดิ์ จันทร์แก้วและจัก พิริยะพรศิริ (2560) ศึกษากระบวนการสนับสนุนการตัดสินใจเพื่อการเลือกซื้อกรรมธรรม์ประกันชีวิต เป็นระบบที่ช่วยให้ผู้ที่ต้องการเลือกซื้อกรรมธรรม์ประกันชีวิต มีข้อมูลสนับสนุนในการตัดสินใจ เช่น บริษัทผู้ขาย ชนิดกรรมธรรม์ ชื่อกรรมธรรม์ รายละเอียดเงื่อนไขในการทำกรรมธรรม์ ข้อมูลติดต่อกับบริษัทกรรมธรรม์ รวมถึงข้อมูล ข่าวสารกรรมธรรม์ใหม่ ๆ ทำให้ผู้ที่ต้องการเลือกซื้อกรรมธรรม์ประกันชีวิต มีทางเลือกในการตัดสินใจทำประกันชีวิตที่เหมาะสมต่อตนเองและสามารถเปรียบเทียบข้อมูลแบบกรรมธรรม์ประกันชีวิตที่ระบบคัดเลือกจากเงื่อนไขที่ผู้ใช้งานได้ระบุไว้ งานวิจัยได้ทำการพัฒนาระบบเพื่อช่วยให้ผู้ใช้งานมีความสะดวกในการตัดสินใจ มีความสะดวกในการสืบค้น วิเคราะห์ข้อมูล และสามารถแสดงผลลัพธ์เกี่ยวกับ

รูปแบบ กรมธรรม์ประกันชีวิตที่เหมาะสมกับผู้ช้มากที่สุด 3 อันดับ วิจัยนี้ได้ใช้เทคนิค Rule – Base เข้ามาช่วยในการพัฒนาระบบสนับสนุนการตัดสินใจ ผู้วิจัยได้ใช้แบบประเมินหาความพึงพอใจ ซึ่งผลการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญได้ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.43 และค่าเฉลี่ยส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.45 ผลการประเมินจากผู้ช้ระบบทั่วไปได้ค่าเฉลี่ย 4.30 และค่าเฉลี่ยส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.65 ซึ่งสามารถสรุปได้ว่าระบบที่พัฒนาขึ้นมีความพึงพอใจอยู่ในระดับดี

Jayaraman, V. and Ross, A. (2003) พัฒนาการออกแบบระบบการขนส่งไม้สับ ซึ่งมีวัตถุประสงค์เพื่อลดต้นทุนการขนส่งทางด้านการจัดการขนส่ง ด้วยขั้นตอนวิธีการ จำลองการอบ เหนียว (Simulated Annealing Algorithm) อย่างไรก็ตามงานวิจัยนี้ ยังมีข้อจำกัดในเรื่องของ สมมติฐานที่ไม่สามารถนำไปใช้จริงได้

Gunnarsson, H., Ronnqvist, M., and Lundgren T. J. (2004) พัฒนาแบบจำลองเพื่อใช้ เป็นเครื่องมือในการวิเคราะห์กลยุทธ์และการวางแผนการผลิตพลังงานชีวมวลเพื่อช่วยลดต้นทุน การผลิตพลังงานชีวมวลทางด้านการดำเนินงานและเวลา และยังศึกษาการลดต้นทุนการขนส่งใน เรื่องของเส้นทางขนส่งวัตถุดิบชีวมวลด้วยวิธีฮิวริสติก (Heuristic)

Rummer, B. (2008) ศึกษากระบวนการลดต้นทุนการขนส่งทางด้านการจัดการจาก แนวคิดของผู้ชำนาญการหลักฐานการถ่ายโอนข้อมูลวิธีการทางบัญชีและการวิเคราะห์ต้นทุนทาง วิศวกรรม เพื่อนำไปวิเคราะห์การลดต้นทุนเกี่ยวกับเชื้อเพลิงในการขนส่งไม้สับ งานวิจัยพบว่า วิธีการในปัจจุบันยังไม่สามารถทำนายขนาดของ โครงการและการลดพลังงานเชื้อเพลิงได้ดี เนื่องจากเป็นการอ้างอิงข้อมูลในอดีต

Spinellia, R. and Visser, J. M. R. (2009) ศึกษากระบวนการลดต้นทุนในการผลิต ด้านการดำเนินงานการเพาะปลูกไม้ยูคาลิปตัส ซึ่งเป็นวัตถุดิบที่สำคัญของการผลิตไม้สับ โดยทำการ สร้างรูปแบบของต้นทุนซึ่งสามารถตรวจสอบกำไรของการจัดการภายใต้สภาวะงานที่แตกต่างกัน ผลของงานวิจัยพบว่า การตัดไม้ยูคาลิปตัสทั้งหมดเพื่อนำไปผลิตไม้สับนั้น จะมีต้นทุนด้านการเก็บ เกี่ยวและการขนส่งที่ต่ำกว่า การตัดตามความยาวอย่างไรก็ตามงานวิจัยนั้นสามารถใช้ได้เฉพาะบาง เขตพื้นที่

Spinelli, R., Ward, M. S., and Owende, M. (2009) ได้ศึกษากระบวนการลด ต้นทุนการผลิตทางด้านเวลา เนื่องจากงานวิจัยพบว่าความล่าช้าเป็นตัวแปรที่จำกัดความสามารถใน การผลิตไม้สับ อย่างไรก็ตามเวลาดำเนินงานที่แน่นอนจะมีประสิทธิภาพมากที่สุดเมื่อจำนวนข้อมูลมี จำกัด

Salam, M. A. and Khan, S. A. (2015) พัฒนาระบบสนับสนุนการตัดสินใจ โดยใช้ แบบจำลองสถานการณ์เพื่อให้ได้คำตอบที่ดีที่สุด งานวิจัยนี้มีจุดประสงค์เพื่อเข้าใจและอธิบายถึง

การใช้ระบบสนับสนุนการตัดสินใจด้วยแบบจำลองสถานการณ์สำหรับการหาคำตอบของอรรถประโยชน์การใช้พื้นที่ในตู้คอนเทนเนอร์ โดยพิจารณาถึงการโหลดสินค้าเข้าตู้คอนเทนเนอร์จากผลลัพธ์โดยการใช้แบบจำลองสถานการณ์ พบว่าการใช้ระบบสนับสนุนการตัดสินใจด้วยแบบจำลองสถานการณ์สามารถลดปริมาณการส่งมอบด้วยการใช้ตู้คอนเทนเนอร์ และลดต้นทุนโลจิสติกส์ และเวลาในการส่งมอบได้ นอกจากนี้ งานวิจัยนี้ยังเพิ่มประสิทธิภาพในแผนการโหลดสินค้า โดยการใช้โปรแกรมซอฟต์แวร์การหาคำตอบที่ดีที่สุด อีกทั้งยังวิเคราะห์ความร่วมมือระหว่างผู้ซื้อและผู้ผลิตและผู้ส่งมอบวัตถุดิบเพื่อเวลาและทำให้กระบวนการตั้งราคาของการส่งมอบมีความโปร่งใสมากขึ้น

Qaiser, F. H., Ahmed, K., Sykora, M., and Choudhary, A. (2016) พัฒนาระบบสนับสนุนการตัดสินใจสำหรับโลจิสติกส์โดยการวิเคราะห์อย่างเป็นระบบด้วย Bibliometric ผู้วิจัยกล่าวว่าการตัดสินใจนั้นเป็นส่วนหนึ่งของกิจการโลจิสติกส์ที่ซับซ้อนสำหรับองค์กรใดๆ ซึ่งเกี่ยวข้องกับการตัดสินใจเชิงกลยุทธ์และในระดับการปฏิบัติการ จุดประสงค์ของงานวิจัยนี้เพื่อเสาะหาการใช้ระบบสนับสนุนการตัดสินใจสำหรับโลจิสติกส์เพื่อเกิดความยั่งยืน สำหรับการวิเคราะห์ Bibliometric นั้น มีข้อสมมุติฐานว่าสามารถทำให้กิจกรรมโลจิสติกส์เกิดความยั่งยืนโดยมีการนำไปใช้ในประเทศสหรัฐอเมริกาและประเทศสหราชอาณาจักร นอกจากนี้ มีการนำขบวนการทำงานที่สกัดข้อมูลจากฐานข้อมูลขนาดใหญ่ เพื่อให้ได้สารสนเทศและการค้นหาคำที่ถูกระบุกำหนดขึ้นเพื่อเป็นตัวแทนเนื้อหาสารสนเทศมาใช้

ตารางที่ 2.12 การศึกษาของระบบสนับสนุนการตัดสินใจ

นักวิจัย	เนื้อหา
หนึ่งนุช ธนาศุกววัฒน์ (2546)	การออกแบบและพัฒนาระบบสนับสนุนการตัดสินใจ ในการวางแผนงานด้านการบริหารจัดการทรัพยากรบุคคล โดยมีการออกแบบและพัฒนาระบบสนับสนุนการวางแผนกำลังคน ซึ่งโปรแกรมประยุกต์ที่ได้ทำการพัฒนาขึ้นมา นี้ ยังสามารถแสดงรายงานหรือสรุปผลการวิเคราะห์ข้อมูลต่างๆ ซึ่งจะเป็นประโยชน์ต่อการตัดสินใจ ในการวางแผนงานทางด้านกำลังคน
อรรถพร ลิงห์เมือง (2553)	การออกแบบระบบโดยโปรแกรมที่ใช้ในการพัฒนา คือ โปรแกรม Macromedia Dreamweaver CS6 พัฒนาร่วมกับ โปรแกรม ProClarity 1.0 เป็นเครื่องมือ แสดงผลแบบหลายมิติและ Microsoft SQL Server 2005 ในการจัดการฐานข้อมูล เขียนโปรแกรมด้วย ภาษาพีเอชพี(PHP)

ตารางที่ 2.12 การศึกษาของระบบสนับสนุนการตัดสินใจ (ต่อ)

นักวิจัย	เนื้อหา
เบญจภัค จงหมื่นไวย (2553)	ศึกษาการออกแบบและพัฒนาระบบสนับสนุนการตัดสินใจสำหรับผู้บริหารในอุตสาหกรรมผลิตเสื้อผ้าสำเร็จรูปโดยระบบได้นำเสนอแบบจำลองการได้กำไรขององค์กร ซึ่งแบบจำลองการได้กำไรขององค์กรมีค่าความเที่ยงตรง สามารถนำระบบที่พัฒนาขึ้นไปประยุกต์ใช้ในการคาดการณ์และวิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับรายได้ต้นทุน และกำไร
รุจิรา ธรรมสมบัติ (2554)	พัฒนาระบบสนับสนุนการตัดสินใจในการเลือกใช้แพคเกจอินเทอร์เน็ตมือถือโดยใช้ต้นไม้ตัดสินใจ โดยการเปรียบเทียบโมเดลที่ถูกสร้างขึ้นจากอัลกอริทึมต้นไม้ตัดสินใจ คือ ID3 และ C4.5 (J48) ซึ่งพัฒนาขึ้นในลักษณะของเว็บแอปพลิเคชัน (Web-Based Application) และใช้โปรแกรม Weka 3.6.2 เพื่อตรวจสอบความถูกต้องของโมเดลที่ระบบได้สร้างขึ้นมา การทำนายจากโมเดลมีจำนวนข้อมูลค่าจริงกับจำนวนข้อมูลจากการทำนายของโมเดลมีผลลัพธ์ตรงกัน
พิมพ์วรรณ สุริยะวงศ์ (2556)	ศึกษาระบบสนับสนุนการตัดสินใจสั่งซื้อหนังสือโดยใช้ขั้นตอนวิธีการ ซี 4.5 สำหรับร้านเช่าหนังสือวินวิน โดยการนำเทคนิคของเหมืองข้อมูลหลักการต้นไม้ตัดสินใจและขั้นตอนวิธีการที่ชื่อว่า C4.5 มาประยุกต์ใช้เพื่อช่วยสนับสนุนข้อมูลในด้านการตัดสินใจสั่งซื้อหนังสือของร้าน
ชัยชนก คำวินิจ (2556)	การทำงานของระบบสนับสนุนการตัดสินใจสำหรับการระบุตำแหน่งที่ตั้งโรงเรียนในพื้นที่เสี่ยงภัย โดยโปรแกรมสามารถเพิ่มลบ แก้ไขค้นหาข้อมูลการประเมิน ออกรายงานแผนภูมิวงกลม แสดงข้อมูลพื้นที่เสี่ยงภัย ซึ่งโปรแกรมที่ใช้ในการพัฒนา คือ โปรแกรม Macromedia Dreamweaver CS6

ตารางที่ 2.12 การศึกษาของระบบสนับสนุนการตัดสินใจ (ต่อ)

นักวิจัย	เนื้อหา
นันทนา เดชพลมาตย์ (2556)	พัฒนาระบบสนับสนุนการตัดสินใจแบบระบบสารสนเทศ ภูมิศาสตร์บนเว็บ โดยระบบสามารถแสดงและเปรียบเทียบราคาราคาสินค้าของเทสโก้ โลตัส, ท็อปส์, บิ๊กซี, แม็กซ์แวลู, ฟู้ดแลนด์, กูร์เมต์ มาร์เก็ต และ โฮมเฟรชมาร์ท รวมทั้งวิเคราะห์เส้นทางในการเดินทางไปยังซูเปอร์มาร์เก็ตที่ใกล้ที่สุดหรือตามที่ผู้ใช้เลือก การพัฒนาระบบที่ใช้โปรแกรมด้วยภาษา HTML, CSS, JavaScript และ jQuery โดยใช้ Bootstrap เป็นโครงสร้างในการพัฒนาหน้าตาของเว็บไซต์
กุลกันยา ศรีสุข และคณะ (2557)	ศึกษาระบบสนับสนุนการตัดสินใจเพื่อการจัดการอุตสาหกรรมพลาสติกกรีไซเคิล โดยใช้แบบสอบถามความต้องการแบบเลือกตอบ 5 ระดับ ซึ่งการให้การยอมรับต้นแบบระบบสนับสนุนการตัดสินใจเพื่อจัดการอุตสาหกรรมพลาสติกกรีไซเคิลของกลุ่มตัวอย่างมีระดับการยอมรับแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ
ทรรณรต กุลมัย และวารรัตน์ ทองกวอด (2558)	พัฒนาระบบสนับสนุนการตัดสินใจเลือกซื้อบ้านจัดสรรบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต สำหรับผู้ที่ต้องการซื้อบ้านจัดสรรในลักษณะของเว็บแอปพลิเคชัน โดยใช้ภาษา HTML, PHP, JavaScript, Google Maps API และระบบจัดการฐานข้อมูลโดย PostgreSQL/PostGIS โดยได้นำเอาหลักการให้ค่าลำดับความสำคัญด้วยวิธีจัดลำดับ ซึ่งสามารถวิเคราะห์หาหมู่บ้านจัดสรรได้ตรงตามความต้องการของผู้ใช้และสามารถช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการตัดสินใจของผู้ใช้มากยิ่งขึ้น
ปิยะพงษ์ ตรีสิรินิธิโชติ (2558)	ศึกษาประสิทธิภาพของระบบสนับสนุนการตัดสินใจที่ส่งผลต่อกระบวนการ การบริหารงาน โครงการด้านต่าง ๆ ของผู้บริหารในองค์กร โดยใช้แบบสอบถาม และใช้การวิเคราะห์ถดถอยเชิงพหุ ซึ่งประสิทธิภาพของระบบสนับสนุนการตัดสินใจด้านความถูกต้อง ด้านความรวดเร็ว ด้านความง่ายในการใช้งาน และด้านการยอมรับของพนักงานส่งผลต่อกระบวนการ การบริหารงาน โครงการด้านของผู้บริหารในองค์กรทุกด้าน

ตารางที่ 2.12 การศึกษาของระบบสนับสนุนการตัดสินใจ (ต่อ)

นักวิจัย	เนื้อหา
ดวงธิดา โรจน์กนก (2558)	ออกแบบระบบสนับสนุนการตัดสินใจสำหรับการจัดตารางรถบรรทุกเพื่อลดระยะเวลาในการขนส่งไม้สับ โดยตัวแบบการจัดตารางรถบรรทุกของงานวิจัยนี้ถูกสร้างขึ้นเพื่อช่วยลดระยะเวลาการขนส่งไม้สับ 3 ส่วน ได้แก่ 1) ลดระยะเวลาการรอขึ้นสินค้า 2) ลดระยะเวลาการรอลงสินค้า และ 3) ลดระยะเวลาการเดินทาง ซึ่งผลของการประเมินประสิทธิภาพของตัวแบบการจัดตารางรถบรรทุกได้ทำการประเมิน 2 ด้าน คือด้านระยะเวลาการขนส่งที่ลดลง และด้านจำนวนเที่ยวรถที่มีระยะเวลาขนส่งที่ลดลง
เด่นเดือน เลิศทยากุล (2558)	ศึกษาระบบสนับสนุนการตัดสินใจเพื่อการเลือกโฆษณาทางเว็บไซต์ และกล่าวว่าประสิทธิภาพของสื่ออินเทอร์เน็ต โดยคำนึงถึงปัจจัยสำคัญด้านลักษณะประชากรศาสตร์ของผู้บริโภค กลุ่มเป้าหมายและหมวดหมู่ในเว็บไซต์ที่เหมาะสมกับกลุ่มผู้บริโภคเป้าหมาย ซึ่งการเลือกหมวดหมู่ในการโฆษณาทางเว็บไซต์เหล่านั้นมีความถูกต้องตรงกับกลุ่มผู้บริโภคเป้าหมาย ในส่วนของระบบที่สามารถประมวลผลได้รวดเร็ว ผู้ใช้สามารถใช้งานได้ทันทีโดยไม่ต้องเรียนรู้ใหม่ เมื่อกลับมาใช้งานระบบอีกครั้ง
เกียรติศักดิ์ จันทร์แก้วและจักพิริยะพรศิริ (2560)	ศึกษาระบบสนับสนุนการตัดสินใจเพื่อการเลือกซื้อกรรมธรรม์ประกันชีวิต โดยใช้เทคนิค Rule – Base เข้ามาช่วยในการพัฒนาระบบสนับสนุนการตัดสินใจ ซึ่งการพัฒนาระบบเพื่อช่วยให้ผู้ใช้งานมีความสะดวกในการตัดสินใจ มีความสะดวกในการสืบค้น วิเคราะห์ข้อมูล และสามารถแสดงผลลัพธ์เกี่ยวกับรูปแบบกรรมธรรม์ประกันชีวิตที่เหมาะสมกับผู้ใช้งานมากที่สุด
Jayaraman, V. and Ross, A. (2003)	พัฒนาการออกแบบระบบการขนส่งไม้สับ ที่จะสามารถลดต้นทุนการขนส่งทางด้านการจัดการขนส่ง ด้วยขั้นตอนวิธีการ จำลองการอบเหนียว (Simulated Annealing Algorithm) อย่างไรก็ตามงานวิจัยนี้ ยังมีข้อจำกัดในเรื่องของสมมติฐานที่ไม่สามารถนำไปใช้จริงได้

ตารางที่ 2.12 การศึกษาของระบบสนับสนุนการตัดสินใจ (ต่อ)

นักวิจัย	เนื้อหา
Gunnarsson, H., Ronnqvist, M., and Lundgren T. J. (2004)	พัฒนาแบบจำลองเพื่อใช้เป็นเครื่องมือในการวิเคราะห์กลยุทธ์และการวางแผนการผลิตพลังงานชีวมวลด้วยวิธีฮิวริสติก (Heuristic) ซึ่งสามารถช่วยลดต้นทุนการผลิตพลังงานชีวมวลทางด้านการดำเนินงานและเวลา
Rummer, B. (2008)	ศึกษาระบบเกี่ยวกับการลดต้นทุนการขนส่งทางด้านการจัดการจากแนวคิดของผู้ชำนาญการหลักฐานการถ่ายโอนข้อมูลวิธีการทางบัญชีและการวิเคราะห์ต้นทุนทางวิศวกรรม วิธีการในปัจจุบันยังไม่สามารถทำนายขนาดของโครงการและการลดพลังงานเชื้อเพลิงได้ดีเนื่องจากการอ้างอิงข้อมูลในอดีต
Spinellia, R. and Visser, J. M. R. (2009)	ศึกษาระบบเกี่ยวกับการลดต้นทุนในการผลิตด้านการดำเนินงานการเพาะปลูกไม้ยูคาลิปตัส เพื่อนำไปผลิตไม้สับนั้น จะมีต้นทุนด้านการเก็บเกี่ยวและการขนส่งที่ต่ำกว่า การตัดตามความยาวอย่างไรก็ตามงานวิจัยนั้นสามารถใช้ได้เฉพาะบางเขตพื้นที่
Spinelli, R., Ward, M. S., and Owende, M. (2009)	ศึกษาระบบเกี่ยวกับการลดต้นทุนการผลิตทางด้านเวลา เนื่องจากงานวิจัยพบว่าความล่าช้าเป็นตัวแปรที่จำกัดความสามารถในการผลิตไม้สับ อย่างไรก็ตามเวลาดำเนินการที่แน่นอนจะมีประสิทธิภาพมากที่สุดเมื่อจำนวนข้อมูลมีจำกัด
Salam, M. A. and Khan, S. A. (2015)	พัฒนาระบบสนับสนุนการตัดสินใจโดยใช้แบบจำลองสถานการณ์เพื่อให้ได้คำตอบที่ดีที่สุด โดยพิจารณาถึงการไหลดสินค้าเข้าสู่คอนเทนเนอร์ จากผลลัพธ์โดยใช้แบบจำลองสถานการณ์ สามารถเพิ่มประสิทธิภาพในแผนการไหลดสินค้าโดยใช้โปรแกรมซอฟต์แวร์การหาคำตอบที่ดีที่สุด อีกทั้งยังวิเคราะห์ความร่วมมือระหว่างผู้ซื้อและผู้ผลิตและผู้ส่งมอบวัตถุดิบเพื่อเวลาและทำให้กระบวนการตั้งราคาของการส่งมอบมีความโปร่งใสมากขึ้น

ตารางที่ 2.12 การศึกษาของระบบสนับสนุนการตัดสินใจ (ต่อ)

นักวิจัย	เนื้อหา
Qaiser, F. H., Ahmed, K., Sykora, M., and Choudhary, A. (2016)	พัฒนาระบบสนับสนุนการตัดสินใจสำหรับโลจิสติกส์โดยการวิเคราะห์อย่างเป็นระบบด้วย Bibliometric โดยมีการนำไปใช้ในประเทศสหรัฐอเมริกาและประเทศสหราชอาณาจักร ซึ่งมีการนำขบวนการทำงานที่สกัดข้อมูลจากฐานข้อมูลขนาดใหญ่เพื่อให้ได้สารสนเทศ และการค้นหาคำที่ถูกรำหนดขึ้นเพื่อเป็นตัวแทนเนื้อหาสารสนเทศ มาใช้

นอกจากนี้ผู้วิจัยยังได้ศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาระบบสนับสนุนการตัดสินใจ เช่น งานวิจัยของ ธนาฉัตติ กล้าหาญ (2559), เกียรติศักดิ์ จันทร์แก้ว และจัก พิริยะพรสิริ (2560), จีรศักดิ์ พุ่มเจริญ, กมลวรรณ แต่งสุข และลักษณันท์ พลอยวัฒนาวงศ์ (2562) และงานวิจัยของ Klein, M. & Methlie, L., (2009)

ตารางที่ 2.13 สรุปการศึกษาของการทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

ผู้วิจัย การพัฒนาระบบ	วิเคราะห์ เชิงเนื้อหา/	การกำหนด ปัญหา	การ วิเคราะห์	การ ออกแบบ	การพัฒนา ขั้นตอน วิธีการ	การ พัฒนา ระบบ	การ ทดสอบ	การติดตั้ง และการใช้ งาน	การบำรุง รักษา
อุตสาหกรรมยางพาราแปรรูป									
อนัตตา ไชยชมภู (2549)	X		X						
สิริกัทร บุญสุขยา(2553)	X	X	X		X				
พิพัฒน์ เลิศวิทยานนท์ (2557)	X		X						
ทวิศักดิ์ บัวดีบ (2558)	X								
กันยา อัครอารีย์ (2560)	X	X	X	X	X		X		
การวิเคราะห์ตามลำดับชั้น									
ภัษรี นิ่มศรีกุล และอภิชาติ โสภางแดง (2551)	X	X		X	X	X	X		
อรพินทร์ จีรวัดสกุล และ ธนัญญา วสุศรี (2549)		X	X	X	X	X			
ธราธร ปิ่นทอง (2550)	X	X		X	X	X	X		
แก้วดา เหมชัยเจริญ (2549)		X	X		X	X	X		
นันทกานต์ ก้อนทองคำ (2549)	X	X		X	X	X	X		
ศุภลักษณ์ ใจสูง (2554)		X	X	X	X	X			
พิศาล อริยเดชมณีข (2552)		X	X	X	X				
สถาพร โอภาสานนท์ และภัทรกมล เลิศสันติ (2552)		X	X	X	X				

ตารางที่ 2.13 สรุปการศึกษาของการทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง (ต่อ)

ผู้วิจัย การพัฒนาาระบบ	วิเคราะห์ เชิงเนื้อหา/ ปัญหา	การกำหนด ปัญหา	การ วิเคราะห์	การ ออกแบบ	การพัฒนา ขั้นตอน วิธีการ	การพัฒนา ระบบ	การ ทดสอบ	การติดตั้ง และการใช้ งาน	การบำรุง รักษา
กันต์ธมน สุขกระจ่าง (2558)	X	X		X	X	X			
ชัยวัฒน์ แก้ววิจิตร และพรณี ชีวินศิริวัฒน์ (2559)		X		X	X	X			
พัทธมา มากสมบูรณ์ (2559)	X	X		X	X	X	X		
นัศรมณี ไชยวงศ์ และสุรีนา มะตาหยง (2560)		X		X	X	X			
Fu, K., Xu, J., Zhang, Q., & Miao, Z. (2010)	X	X	X	X		X	X		
Ho, W., Bennett, D. J., Mak, K. L., Chuah, K. B., Lee, C. K. M., & Hall, M. J. (2009)	X	X		X	X	X	X		
Xia, W., & Wu, Z. (2007)	X	X		X	X	X	X		
Lui, F. F., & Hai, H. L. (2005)	X	X		X	X	X	X		
Wang, G., Huang, S. H., & Dismukes, J. P. (2004)		X	X		X	X			
Ghodsypour, S. H., & O'Brien, C. (1998)		X	X		X	X	X	X	
การวิเคราะห์เชิงโอบล้อมข้อมูล									
สมยศ มีผล (2551)	X	X		X	X	X	X		
ประสพชัย พสุนนท์ (2549)	X	X		X	X				

ตารางที่ 2.13 สรุปการศึกษายของการทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง (ต่อ)

ผู้วิจัย การพัฒนาระบบ	วิเคราะห์ เชิงเนื้อหา/ ปัญหา	การกำหนด ปัญหา	การ วิเคราะห์	การ ออกแบบ	การพัฒนา ขั้นตอน วิธีการ	การพัฒนา ระบบ	การ ทดสอบ	การติดตั้ง และการใช้ งาน	การบำรุง รักษา
ปรัดถะ สุนทราราววิทย์ (2543)	X	X		X	X		X		
สมคิด สมบัติภัทรา (2549)	X	X		X	X				
ปัญญาส กำลังดี (2554)		X		X	X	X	X		
พรรณวิภา แซ่มเล็กและพัชราภรณ์ เนียมมณี (2556)	X	X		X	X		X		
Korpela, J., Lehmusvaara, A., & Nisonen, J. (2007)		X	X		X	X	X		
Sueyoshi, T., Shang, J., & Chiang, W. (2009)			X	X		X	X	X	
ขั้นตอนวิธีการพัฒนาระบบ									
รุจิรา ธรรมสมบัติ (2554)		X	X	X	X		X		
สทิพย์พงษ์ วงศ์สง่าและคณะ (2555)		X	X	X	X		X		
ไพจิตร อุปถัมภ์ (2556)		X	X	X	X		X		
ดวงเดือน อัสวสุธีรกุล (2558)		X	X	X	X	X	X	X	
นคร ไชยวงศ์ศักดิ์และคณะ (2558)		X	X	X	X		X		

ตารางที่ 2.13 สรุปการศึกษาของการทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง (ต่อ)

ผู้วิจัย การพัฒนาาระบบ	วิเคราะห์ เชิงเนื้อหา/ ปัญหา	การกำหนด ปัญหา	การ วิเคราะห์	การ ออกแบบ	การพัฒนา ขั้นตอน วิธีการ	การพัฒนา ระบบ	การ ทดสอบ	การติดตั้ง และการใช้ งาน	การบำรุง รักษา
วารินทร์รัตน์ รินมุกดา และคณะ (2559)		X	X	X	X		X		
วิมล สุวรรณเกษาวงษ์ และคณะ (2559)		X	X	X	X		X	X	X
ระบบสนับสนุนการตัดสินใจ									
หนึ่งนุช ชนาศุกวัฒน์ (2546)		X	X	X	X	X	X	X	X
อรรถพร สิงห์เมือง (2553)		X	X	X	X	X	X	X	
เบญจกัศ จงหมื่นไวย์ (2553)		X	X	X	X	X	X	X	
รุจิรา ธรรมสมบัติ (2554)		X	X	X	X	X	X	X	X
พิมพ์วรรณ สุริยะวงศ์ (2556)		X	X	X	X	X	X	X	X
รัชชนก คำวินิจ (2556)		X	X	X	X	X	X	X	
นันทนา เดชพลมาตย์ (2556)		X	X	X	X	X	X	X	X
กุลกันยา ศรีสุข และคณะ (2557)		X	X	X		X	X		
ทรรณรต กุลมัย และวารรัตน์ ทองกวอด (2558)		X	X	X	X	X	X	X	X
ปิยะพงษ์ ศรีศิรินิติโชติ (2558)		X	X	X		X	X		
ดวงธิดา โรจน์กนก (2558)		X	X	X		X	X	X	

ตารางที่ 2.13 สรุปการศึกษาของการทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง (ต่อ)

ผู้วิจัย การพัฒนาระบบ	วิเคราะห์ เชิงเนื้อหา/ ปัญหา	การกำหนด ปัญหา	การ วิเคราะห์	การ ออกแบบ	การพัฒนา ขั้นตอน วิธีการ	การพัฒนา ระบบ	การ ทดสอบ	การติดตั้ง และการใช้ งาน	การบำรุง รักษา
เด่นเดือน เลิศทยากุล (2558)		X	X	X		X	X	X	
เกียรติศักดิ์ จันทร์แก้วและจก พิริยะพรสิริ (2560)		X	X	X	X	X	X	X	
Jayaraman, V. and Ross, A. (2003)		X	X	X	X		X		
Gunnarsson, H., Ronnqvist, M., and Lundgren T. J. (2004)		X	X	X	X		X		
Rummer, B. (2008)		X	X	X	X		X		
Spinellia, R. and Visser, J. M. R. (2009)		X	X	X	X		X		
Spinelli, R., Ward, M. S., and Owende, M. (2009)		X	X	X	X		X		
Salam, M. A. and Khan, S. A. (2015)		X	X	X	X	X	X	X	
Kaiser, F. H., Ahmed, K., Sykora, M., and Choudhary, A. (2016)		X	X	X	X	X	X	X	