



## บทที่ 2

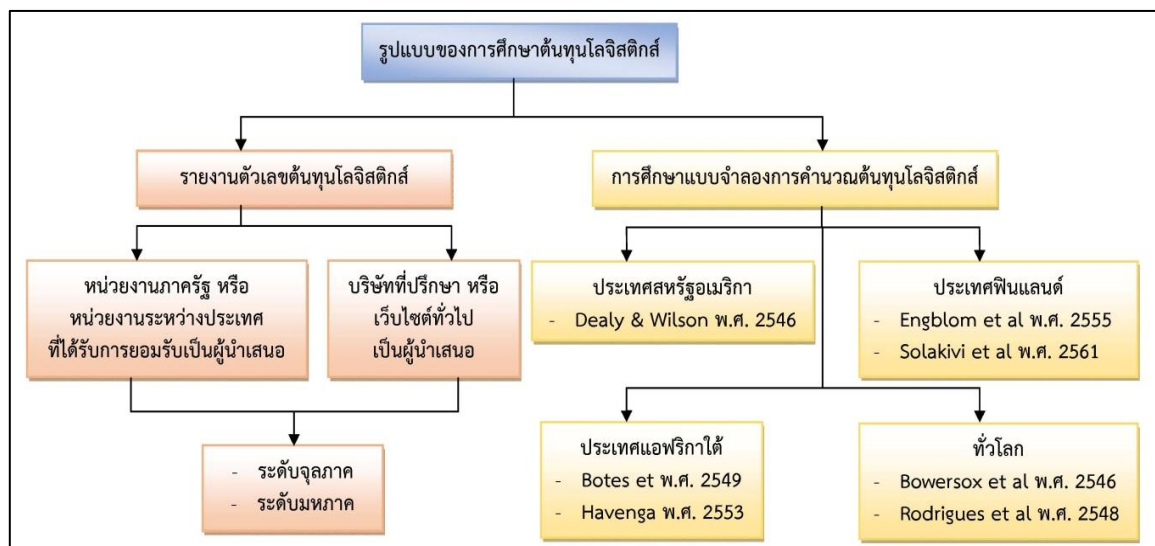
## แนวคิดการพัฒนาแบบจำลองต้นทุนโลจิสติกส์

## 2.1 การทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

การศึกษาเกี่ยวกับต้นทุนโลจิสติกส์ทั้งในระดับจุลภาค (ต่อยอดขาย) และระดับมหภาค (ต่อ GDP) ได้รับการตระหนักว่าเป็นหนึ่งในตัวชี้วัดความสามารถทางการแข่งขันและเป็นเครื่องมือสำหรับเปรียบเทียบระบบโลจิสติกส์ระหว่างองค์กรหรือประเทศ แต่เนื่องจากเครื่องมือ วิธีการ และองค์ประกอบของต้นทุนโลจิสติกส์ที่ประยุกต์ใช้จะมีความแตกต่างกันไปตามแต่ละองค์กรหรือประเทศ ทำให้การเปรียบเทียบสัดส่วนต้นทุนโลจิสติกส์นั้นสามารถทำได้ แต่อาจไม่สามารถนำมาใช้เพื่อเปรียบเทียบความสามารถระหว่างกันได้ ซึ่งผู้ที่นำข้อมูลหรือผลการศึกษาไปใช้จะต้องมีความระมัดระวังและสร้างตระหนักในประเด็นของหน่วยการวิเคราะห์ (Unit of analysis) ที่มีความแตกต่างกันตามแนวคิดของแต่ละองค์กรหรือประเทศ นอกจากนี้ ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2557 เป็นต้นมา จะไม่พบงานวิจัยเกี่ยวกับเครื่องมือหรือวิธีการคำนวณต้นทุนโลจิสติกส์ แต่จะเป็นเพียงผลการศึกษาหรือรายงานประจำปีที่น่าเสนอตัวเลขของต้นทุนโลจิสติกส์ทั้งระดับจุลภาคและมหภาคมากกว่า เนื่องมาจากหลายองค์กรหรือประเทศมองว่าต้นทุนโลจิสติกส์เป็นเพียงแค่มิติหนึ่งของการประเมินประสิทธิภาพเท่านั้น การที่จะพัฒนาระบบโลจิสติกส์โดยรวมจะต้องประกอบด้วยการเสริมสร้างความสามารถในมิติอื่น ๆ อาทิ ระยะเวลาการส่งมอบสินค้า ความพึงพอใจในการให้บริการ ความน่าเชื่อถือของผู้ให้บริการโลจิสติกส์ควบคู่กันไป

การทบทวนวรรณกรรมเกี่ยวกับกรณีศึกษาต้นทุนโลจิสติกส์ในต่างประเทศแสดงให้เห็นว่า ต้นทุนโลจิสติกส์ถือเป็นหนึ่งในหลายตัวชี้วัดสำหรับการเปรียบเทียบความสามารถทางการแข่งขัน และได้มีการนำเสนอผลการผลการศึกษาทั้งในรูปแบบอย่างเป็นทางการ (official) และที่ไม่เป็นทางการ (unofficial) นอกจากนี้ การศึกษาสามารถจำแนกออกได้เป็น 2 ระดับคือ ระดับจุลภาค (Micro Level) และระดับมหภาค (Macro Level) ดังแสดงในรูปที่

2.1-1



ที่มา : ที่ปรึกษา

รูปที่ 2.1-1 รูปแบบของกรณีศึกษาเกี่ยวกับต้นทุนโลจิสติกส์



การศึกษาต้นทุนโลจิสติกส์รูปแบบแรกจะเป็นการนำเสนอตัวเลขต้นทุนโลจิสติกส์ทั้งในระดับจุลภาค (ต่อ ยอดขาย) ที่เป็นกลไกที่ใช้ขับเคลื่อนขบวนการหรือกิจกรรมย่อยที่เกิดขึ้นในระดับองค์กรและอุตสาหกรรม โดย ส่วนมากจะนิยามคำนวณต้นทุนโลจิสติกส์เป็นส่วนต่อขยายขององค์กร และในระดับมหภาค (ต่อ GDP) ที่เป็นการจัดการกระบวนการหรือกิจกรรมในภาพรวมที่เกิดขึ้นในระดับประเทศ โดยนำเสนอในรูปแบบของสัดส่วนต้นทุน โลจิสติกส์ต่อ GDP ของแต่ละประเทศที่ทำการศึกษา ซึ่งปัจจุบันมีเพียง 5 ประเทศทั่วโลกเท่านั้นที่มีการประเมินและ นำเสนอต้นทุนโลจิสติกส์อย่างต่อเนื่อง คือ ประเทศสหรัฐอเมริกาได้เริ่มต้นการศึกษาในปี พ.ศ. 2523 หลังจากนั้นในปี พ.ศ. 2533 ประเทศฟินแลนด์ได้นำเสนอรายงานประจำปีชื่อ Finland State of Logistics ส่วนประเทศจีนมีการ ประกาศตัวเลขต้นทุนโลจิสติกส์ครั้งแรกในปี พ.ศ. 2541 ขณะที่ประเทศไทยได้เริ่มการศึกษาเป็นครั้งแรกในปี พ.ศ. 2547 และล่าสุดในปี พ.ศ. 2558 ประเทศแอฟริกาใต้มีการนำเสนอรายงานชื่อ South Africa Logistics Barometer

เนื่องจากต้นทุนโลจิสติกส์ถือเป็นหนึ่งในหลายตัวชี้วัดสำหรับการเปรียบเทียบความสามารถทางการแข่งขัน ทำให้มีการนำเสนอผลการผลการศึกษาเป็นจำนวนมาก ทั้งในรูปแบบเอกสารรายงานประจำปี ผลงานวิจัย ข้อมูล เผยแพร่ในเว็บไซต์ (website) โดยหน่วยงานต่าง ๆ ที่ทำการศึกษา อาทิ ภาครัฐ มหาวิทยาลัย หรือบริษัทที่ปรึกษา ซึ่งสามารถจำแนกออกได้เป็น ผลการศึกษาอย่างเป็นทางการ (official) ที่เป็นการศึกษาและนำเสนอผลการศึกษาโดย หน่วยงานของภาครัฐ และหน่วยงาน/องค์กรระหว่างประเทศที่ได้รับความเชื่อถือ อาทิ NESDC, The National Development and Reform Commission, World Bank จะมีรายละเอียดองค์ประกอบของต้นทุนโลจิสติกส์ระบุ ไว้อย่างชัดเจน แต่จะมีผลการศึกษาของบางประเทศที่มีการเพิ่มเติมองค์ประกอบของต้นทุนเพื่อความเหมาะสมกับ บริบทของประเศนั้น ๆ อาทิ ประเทศฟินแลนด์จะมีต้นทุนทางอ้อมเพิ่มเติมเข้ามาคำนวณต้นทุนโลจิสติกส์ ดัง แสดงในตารางที่ 2.1-1 ขณะที่ตารางที่ 2.1-2 ผลการศึกษาอย่างไม่เป็นทางการ (unofficial) จะเป็นการศึกษาและ นำเสนอผลการศึกษาในผลงานวิจัยที่ได้รับการตีพิมพ์หรือเผยแพร่ในเว็บไซต์ (website) และที่ถูกจัดทำโดยบริษัทที่ ปรึกษา อาทิ CSCMP, KPMG, Armstrong & Associates ที่มีทั้งการนำเสนอเฉพาะผลของการคำนวณมูลค่าและ สัดส่วนต้นทุนโลจิสติกส์เท่านั้น ไม่มีการนำเสนอในส่วนองค์ประกอบของต้นทุน แต่ก็มีบางประเทศที่จะนำเสนอ รายละเอียดองค์ประกอบของต้นทุนด้วย และส่วนมากจะเป็นบทวิเคราะห์โดยบริษัทที่ปรึกษาที่ได้รับการว่าจ้างจาก ประเทศนั้นให้ดำเนินการศึกษา



ตารางที่ 2.1-1 สรุปกรณีศึกษาต้นทุนโลจิสติกส์ของการศึกษาอย่างเป็นทางการ (Official study)

ประเทศ	การศึกษาอย่างเป็นทางการ (Official study)							
	เวียดนาม	อินโดนีเซีย	ฟิลิปปินส์	ฟินแลนด์		จีน	กัมพูชา	เกาหลีใต้
ปี พ.ศ.	2557	2559	2559	2559	2559	2560	2559	2560
ต้นทุนการขนส่ง	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
ต้นทุนการบริหารคลัง	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
ต้นทุนการถือครองสินค้า	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
ต้นทุนการบริหารจัดการ	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
ต้นทุนการบรรจุหีบห่อ								✓
ต้นทุนการยกขน/ขนถ่ายสินค้า								✓
ต้นทุนอื่น ๆ				✓	✓			
สัดส่วนต่อยอดขาย	16.3%	21.48%	27.16%	13.9%			20.52%	
สัดส่วนต่อ GDP					11.2%	14.9%		10.74%
รายได้ของอุตสาหกรรมโลจิสติกส์ (พันล้านเหรียญสหรัฐ)*	3.0	16.3	2.8	2.2		166.7		14.1

หมายเหตุ \* มีที่มาจาก Armstrong & Associates Inc., A.T. Kearney analysis



ตารางที่ 2.1-2 สรุปกรณีศึกษาต้นทุนโลจิสติกส์ของการศึกษาอย่างไม่เป็นทางการ (Unofficial study)

ประเทศ	การศึกษาอย่างไม่เป็นทางการ (Unofficial study)					
	อินเดีย		เวียดนาม	แอฟริกาใต้	สหรัฐ	ทั่วโลก
ปี พ.ศ.	2557	2559	2559	2559	2559	2559
ต้นทุนการขนส่ง	✓			✓	✓	
ต้นทุนการบริหารคลัง	✓			✓		
ต้นทุนการถือครองสินค้า	✓			✓	✓	
ต้นทุนการบริหารจัดการ	✓			✓	✓	
ต้นทุนการบรรจุหีบห่อ						
ต้นทุนการยกขน/ขนถ่ายสินค้า						
ต้นทุนอื่น ๆ						
สัดส่วนต่อยอดขาย	10-14%					
สัดส่วนต่อ GDP		13-14%	20.8%	11.2%	7.7%	10.9%
รายได้ของอุตสาหกรรมโลจิสติกส์ (พันล้านเหรียญสหรัฐ)*	20.5		3.0	3.2	166.8	802.2

หมายเหตุ \* มีที่มาจาก Armstrong & Associates Inc., A.T. Kearney analysis



การศึกษาต้นทุนโลจิสติกส์รูปแบบที่ 2 เป็นการศึกษาตัวแบบการคำนวณต้นทุนโลจิสติกส์ที่พบว่า ตัวแบบของประเทศสหรัฐอเมริกาเป็นตัวแบบพื้นฐานที่ประเทศไทยนำมาประยุกต์ใช้สำหรับการคำนวณต้นทุนโลจิสติกส์ของประเทศ แต่มีการปรับเปลี่ยนองค์ประกอบและกำหนดสมมติฐานใหม่เพื่อให้สอดคล้องกับบริบทและคัม รวมของประเทศไทย แต่สำหรับตัวแบบการคำนวณของประเทศแอฟริกาใต้ (Botes et al, 2549 และ Havenga, 2553) และประเทศฟินแลนด์ (Engblom et al, 2555) ทั้งสองวิธีเป็นวิธีการคำนวณแบบล่างขึ้นสู่บน (Bottom-up) โดยการคำนวณสัดส่วนต้นทุนโลจิสติกส์ต่อยอดขายจากกลุ่มตัวอย่างทั้งในภาคเกษตรกรรม เหมืองแร่ อุตสาหกรรม บริการ ค้าปลีกและค้าส่งก่อน แล้วนำผลที่ได้มาประมาณการเป็นต้นทุนโลจิสติกส์ต่อ GDP ซึ่งข้อมูลส่วนใหญ่จากจะได้จากการสำรวจ ทำให้การนำเสนอผลการศึกษามีความล่าช้าอย่างน้อย 2 ปี คือ รายงานที่นำเสนอในปี พ.ศ. 2560 จะเป็นข้อมูลที่ได้จากการสำรวจในปี พ.ศ. 2558 ซึ่งอาจไม่เหมาะสมกับบริบทของประเทศไทยที่ต้องการรายงานผลการศึกษาและข้อมูลต้นทุนโลจิสติกส์ที่มีความทันสมัย เพื่อใช้ประกอบการตัดสินใจและกำหนดนโยบายด้านโลจิสติกส์ของประเทศ อย่างไรก็ตาม หากพิจารณาสมการที่ใช้สำหรับการคำนวณจะพบว่าทั้งสองประเทศมีองค์ประกอบของต้นทุนหลักที่เหมือนกันคือ ต้นทุนการขนส่ง ต้นทุนการบริหารคลังสินค้า ต้นทุนการถือครองสินค้า และต้นทุนการบริหารจัดการ ซึ่งมีความสอดคล้องเป็นอย่างมากกับตัวแบบของประเทศไทย

ในขณะที่ตัวแบบการคำนวณของประเทศฟินแลนด์ที่เป็นแบบจำลองการคำนวณต้นทุนโลจิสติกส์แบบ In-house และ Outsource จะสามารถนำมาประยุกต์ใช้กับการประมาณการต้นทุนโลจิสติกส์ของประเทศไทยได้เช่นกัน โดยเฉพาะอย่างยิ่งการคำนวณต้นทุนการบริหารคลังสินค้า กรณีที่เป็นคลังสินค้าของผู้ประกอบการเอง เนื่องจากข้อมูลที่มีอยู่ในฐานข้อมูล I-O จะเป็นการนำมูลค่าเพิ่มรวม (I-O Code 209) สำหรับสาขาสถานที่เก็บสินค้า และการเก็บสินค้า (I-O Code 158) มาใช้ในการคำนวณสำหรับการบริหารคลังสินค้าแบบ Outsource และใช้การประมาณค่าสำหรับการบริหารคลังสินค้าแบบ In-house ในอัตราส่วน 35 ต่อ 65 ซึ่งเป็นผลการศึกษาของ Mark Goh และ Parooj Pinaikul ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2541 ซึ่งค่อนข้างล้ำสมัย โดยหากสามารถกำหนดดัชนีกิจกรรมโลจิสติกส์ที่มีการดำเนินการเอง (In-house Index) ขึ้นมาได้ ก็จะสามารถคำนวณต้นทุนการดำเนินงานกิจกรรมโลจิสติกส์ภายในองค์กรที่มีความทันสมัยและเหมาะสมกับภาคอุตสาหกรรมของประเทศไทย ส่งผลให้ตัวแบบการคำนวณต้นทุนโลจิสติกส์และตัวเลขต้นทุนสะท้อนความเป็นจริงได้อย่างละเอียดมากยิ่งขึ้น

ท้ายสุดคือตัวแบบการคำนวณของ Alexandre M. Rodrigues (พ.ศ. 2548) ประยุกต์ใช้ตัวแบบ Artificial Neural Network (ANN) สำหรับประมาณการค่าใช้จ่ายโลจิสติกส์ต่อ GDP จากปัจจัยต่าง ๆ อาทิ ลักษณะทางภูมิศาสตร์ ระดับรายได้ ขนาดของประเทศ ระดับของเศรษฐกิจ และกิจกรรมการขนส่ง โดยสามารถสรุปแนวคิดสมมติฐาน องค์ประกอบของต้นทุนโลจิสติกส์ และที่มาของข้อมูล ดังแสดงในตารางที่ 2.1-3



ตารางที่ 2.1-3 การเปรียบเทียบตัวแบบการคำนวณต้นทุนโลจิสติกส์

ประเทศ	สหรัฐอเมริกา	แอฟริกาใต้	ฟินแลนด์	ทั่วโลก	ประเทศไทย
แนวคิด	แยกองค์ประกอบของกิจกรรมโลจิสติกส์	คำนวณต้นทุนโลจิสติกส์จากผลรวมของรายสาขา	Generalised Linear Mixed Model (GLMM)	Artificial Neural Network (ANN)	ใช้หลักการเดียวกับ CASS Information Systems Inc. ของสหรัฐ
สมมติฐาน	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ต้นทุนการขนส่งคำนวณทั้งขาเข้าและขาออก</li> <li>- ต้นทุนการถือครองสินค้าประกอบด้วย capital costs, inventory service costs, storage space costs และ inventory risk costs</li> <li>- ต้นทุนการบริหารจัดการคิดเป็นร้อยละ 4 ของผลรวมต้นทุนการขนส่งและถือครองสินค้า</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- การประมาณการค่าใช้จ่ายในคลังสินค้าแบบคงที่ (static) อาศัยการประมาณค่าเฉลี่ยของระดับสินค้าคงคลังในระยะเวลา 1 ปี</li> <li>- ต้นทุนการถือครองสินค้า (ต้นทุนค่าเสียโอกาส) เป็นต้นทุนของมูลค่าเพิ่ม (value-added costs) ซึ่งจะต่ำกว่าต้นทุนที่เป็นจริง</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ใช้ตัวแปรตามประกอบด้วยจำนวนพนักงาน รายได้ ประเภทอุตสาหกรรม และความเป็นระดับสากล</li> <li>- ใช้การกระจายตัวแบบ <math>\beta</math> แทน <math>\alpha</math> สำหรับการวิเคราะห์ต้นทุนทั้งหมด เนื่องจากเป็นข้อมูลในรูปแบบสัดส่วนต่อต้นทุนโลจิสติกส์ อาทิ ร้อยละของรายได้ จึงมีความเหมาะสมมากกว่า</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- นำข้อมูลด้านเศรษฐกิจและโครงสร้างพื้นฐานที่มีอยู่มาหาความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะของประเทศและต้นทุนโลจิสติกส์ของกลุ่มประเทศ</li> <li>- ไม่สามารถเปรียบเทียบต้นทุนโลจิสติกส์ระหว่าง กลุ่มประเทศเนื่องจากมีลักษณะทางกายภาพที่แตกต่างกัน</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- รย.3 ใช้สัดส่วนการขนส่ง กรุงเทพฯ 40% : ต่างจังหวัด 30% และขนส่งสินค้าเกษตร 48% : ขนส่งสินค้าอื่นๆ 52%</li> <li>- ค่าใช้จ่าย EXPRESS WAY และ TOLLWAY สำหรับขนส่งสินค้าคิดเป็น 10%</li> <li>- รายได้การจราจรวิทยุการบินคิดเป็น 10%</li> <li>- ต้นทุนการถือครองสินค้า ใช้ค่า Beta=0.19</li> </ul>
องค์ประกอบต้นทุน	<ul style="list-style-type: none"> <li>- การขนส่ง</li> <li>- การเก็บรักษาสินค้าคงคลัง</li> <li>- การบริหารการจัดการ</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- เศรษฐกิจ</li> <li>- ภูมิภาคทางภูมิศาสตร์</li> <li>- ระดับรายได้</li> <li>- การขนส่ง</li> <li>- ขนาดประเทศ</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- การเก็บรักษา</li> <li>- การขนส่ง</li> <li>- การถือครองสินค้า</li> <li>- การบริหารจัดการ</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- การขนส่ง</li> <li>- การเก็บรักษาและการขนถ่ายที่ท่าเรือ</li> <li>- การบริหารจัดการ</li> <li>- การถือครองสินค้า</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- การขนส่ง</li> <li>- การเก็บรักษาสินค้าคงคลัง</li> <li>- การบริหารจัดการ</li> </ul>
ที่มาของข้อมูล	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Annualised commercial paper rate</li> <li>- Alford-Bangs Production Handbook Formula</li> <li>- Expenditure on public warehousing from Census</li> <li>- The Eno Transportation Foundation</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- World Development Indicators database</li> <li>- UNCTAD</li> <li>- OECD</li> <li>- EUROSTAT</li> <li>- USDOT</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- census data</li> <li>- การวิเคราะห์รายอุตสาหกรรม/สาขา</li> <li>- การสำรวจ</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- การสำรวจ</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ตาราง I-O</li> <li>- GDP</li> <li>- หน่วยงานที่เกี่ยวข้อง</li> </ul>

ที่มา : ที่ปรึกษา



เมื่อพิจารณาวิธีการคำนวณต้นทุนโลจิสติกส์ทั้ง 4 ตัวแบบ จะเห็นได้ว่า

1) ตัวแบบการคำนวณของประเทศสหรัฐอเมริกา (การคำนวณของ CASS Information Systems Inc.) ถือเป็นตัวแบบการคำนวณต้นทุนโลจิสติกส์ที่เป็นที่นิยมสำหรับการอ้างอิงมากที่สุด เนื่องจากเป็นประโยชน์อย่างมากต่อผู้มีอำนาจตัดสินใจในระดับประเทศ โดยวิธีการคำนวณของประเทศสหรัฐอเมริกาจะพิจารณาเฉพาะต้นทุนโลจิสติกส์ในระบบธุรกิจของประเทศสหรัฐฯ เท่านั้น แต่กิจกรรมภายในครัวเรือนที่การขนส่งสินค้าของผู้บริโภคจากตลาดไปยังบ้านเรือนจะไม่ถูกคิดรวมในต้นทุนโลจิสติกส์ ซึ่งองค์ประกอบของต้นทุนหลักคือ ต้นทุนการเก็บรักษาสินค้า (inventory holding cost) ต้นทุนการขนส่ง (Transportation cost) และต้นทุนการบริหารจัดการโลจิสติกส์ (Logistics administration cost) ซึ่งการคำนวณต้นทุนการบริหารคลังสินค้า (เป็นส่วนหนึ่งของต้นทุนการเก็บรักษาสินค้า) และต้นทุนการขนส่งจะต้องพิจารณาทั้งกิจกรรมที่มีการดำเนินงานภายในองค์กร (In-house) และกิจกรรมที่มีการว่าจ้างผู้ให้บริการโลจิสติกส์จากภายนอก (Outsourcing) โดยกิจกรรมการขนส่งและคลังสินค้าในประเทศสหรัฐฯ ส่วนใหญ่จะเป็นแบบที่มีการดำเนินงานเองภายในองค์กร ดังนั้นในการคำนวณต้นทุนการขนส่งและคลังสินค้าจะต้องพิจารณาทั้งการดำเนินงานแบบภายในองค์กรและการว่าจ้างผู้ให้บริการโลจิสติกส์จากภายนอก โดยในการคำนวณต้นทุนการถือครองสินค้าคงคลังสามารถแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ (1) ดอกเบี้ย (Interest) โดยอ้างอิงจาก 1-Month AA Financial Commercial Paper Rate และ (2) ค่าภาษี ค่าเสื่อมราคา และค่าประกัน (Taxes, Obsolescence, Depreciation, Insurance) ซึ่งคิดเป็นค่าคงที่เท่ากับร้อยละ 19 จากสูตรของ Alford-Bangs Production Handbook Formula ในขณะที่มูลค่าของ Values of all Business Inventory สามารถประเมินได้จากมูลค่าผลผลิตของภาคเศรษฐกิจที่แท้จริง (Real Sector) และมูลค่าผลผลิตของสาขาค้าปลีกค้าส่งที่ได้ทำการประมาณจากมูลค่าของวัสดุคงคลังของสาขาเกษตร สาขาเหมืองแร่ และสาขาอุตสาหกรรม ขณะที่ข้อมูลการขนส่งสินค้าจะได้มาจากฐานข้อมูลของ The Eno Transportation Foundation และต้นทุนการบริหารจัดการจะคิดเป็นร้อยละ 4 ของผลรวมต้นทุนการถือครองสินค้าและต้นทุนการขนส่ง ซึ่งตัวแบบการคำนวณของประเทศสหรัฐอเมริกาไม่มีความยุ่งยากซับซ้อนและใช้ข้อมูลทุติยภูมิที่ได้จากหน่วยงานที่เกี่ยวข้องภายในประเทศ ไม่ต้องดำเนินการสำรวจข้อมูลที่ต้องใช้เวลาและค่าใช้จ่ายที่สูง ทำให้ตัวแบบนี้เป็นที่นิยมและถูกนำไปปรับใช้ในหลายประเทศ อาทิ ญี่ปุ่น เกาหลีใต้ รวมถึงประเทศไทยด้วยเช่นกัน แต่อย่างไรก็ตาม การประยุกต์ใช้ตัวแบบการคำนวณของประเทศสหรัฐอเมริกา โดยเฉพาะต้นทุนการบริหารจัดการจะต้องพิจารณาบริบทของแต่ละประเทศว่ามีโครงสร้างของต้นทุนที่เหมือนกับประเทศสหรัฐอเมริกาหรือไม่ และสามารถนำค่าคงที่ร้อยละ 4 ไปประยุกต์ใช้ได้หรือไม่ อาทิ สำหรับประเทศไทยได้กำหนดให้ต้นทุนการบริหารจัดการคิดเป็นร้อยละ 10 ของต้นทุนโลจิสติกส์ เนื่องจากได้มีการพิจารณาและเห็นชอบว่าโครงสร้างและการบริหารจัดการด้านโลจิสติกส์ของประเทศไทยยังด้อยกว่าของประเทศสหรัฐฯ

2) ตัวแบบการคำนวณของประเทศแอฟริกาใต้ จะมีความละเอียดสูงเนื่องจากการสำรวจข้อมูลปฐมภูมิจากผู้ประกอบการโดยตรง และเริ่มจากการคำนวณในระดับจุลภาคเพื่อประมาณการต้นทุนโลจิสติกส์ระดับมหภาค โดยในสมการการประเมินต้นทุนการขนส่งจะพิจารณาประเภทของยานพาหนะ ประเภทของสินค้า และประเภทของเส้นทาง ซึ่งประเภทของยานพาหนะจะขึ้นอยู่กับประเภทของสินค้าและเปลี่ยนแปลงไปตามตัวแปรเหล่านี้ นอกจากนี้ จะต้องทำการแบ่งเขตการขนส่งสินค้าเพื่อกำหนดจุดอ้างอิง โดยพิจารณาจุดกำเนิดการขนส่งสินค้าและระยะทางการขนส่ง สำหรับกำหนดรูปแบบความเป็นไปได้ของยานพาหนะที่จะมีได้ ขณะที่ต้นทุนอื่น ๆ อาทิ ค่าเสื่อมราคา ค่าสึกหรอของยางรถ ค่าเชื้อเพลิง และค่าทางด่วน จะเปลี่ยนแปลงตามแต่ละเส้นทางขนส่ง ซึ่งส่งผลให้ค่าใช้จ่ายต่อตันต่อกิโลเมตรจะเป็นไปได้ถึง 1,326 รูบแบบ ทำให้การสำรวจข้อมูลต้องใช้ระยะเวลาถึง 2 ปี ดังนั้น ตัวแบบการคำนวณต้นทุนโลจิสติกส์ของประเทศแอฟริกาใต้สามารถนำมาประยุกต์กับประเทศไทยสำหรับกรณีที่ไม่มีข้อจำกัดเรื่องของระยะเวลาและงบประมาณในการสำรวจข้อมูลจากผู้ประกอบการทั่วประเทศ เพื่อให้ได้ข้อมูลที่มีความแม่นยำมากขึ้น

3) ตัวแบบการคำนวณของประเทศฟินแลนด์ ก็มีความละเอียดสูงเช่นเดียวกับของประเทศแอฟริกาใต้ เนื่องจากเริ่มจากการคำนวณในระดับจุลภาคเพื่อใช้ประมาณการต้นทุนโลจิสติกส์ระดับมหภาค แต่มีแนวทางการศึกษาที่ต่างกัน โดยตัวแบบของประเทศแอฟริกาใต้จะกำหนดสมการในการคำนวณขึ้นมาก่อน และทำการเก็บ





ข้อมูลต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับตัวแปรที่ใช้ในแต่ละสมการ ขณะที่ตัวแบบของประเทศฟินแลนด์จะมีข้อมูลนำเข้า (input) ที่ได้จากการสำรวจข้อมูลของผู้ประกอบการภาคการผลิตและภาคการค้าจำนวน 241 ราย มาใช้วิเคราะห์เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบต้นทุนโลจิสติกส์กับประเภทของอุตสาหกรรม (INDUST) จำนวนพนักงาน (EMP) ระดับรายได้ (TURNOV) และระดับของความเป็นสากล (INT) จากนั้นจึงจะกำหนดเป็นสมการสำหรับการคำนวณต้นทุนโลจิสติกส์ ซึ่งวิธีการนี้สามารถวิเคราะห์และนำเสนอข้อมูลจำแนกตามตัวแปรต่าง ๆ สำหรับใช้เป็นเกณฑ์ในการเปรียบเทียบต้นทุนโลจิสติกส์ระหว่างผู้ประกอบการได้ แต่เนื่องจากสมการที่ใช้คำนวณได้มาจากการหาความสัมพันธ์ระหว่างต้นทุนโลจิสติกส์กับตัวแปรที่เกี่ยวข้อง ซึ่งต้องมีข้อมูลนำเข้าที่ได้มาจากการสำรวจจึงจะสามารถกำหนดเป็นสมการได้ หากช่วงเวลาในการสำรวจข้อมูลเปลี่ยนแปลงไป ข้อมูลนำเข้าก็อาจจะมีการเปลี่ยนแปลงเช่นกัน ส่งผลให้ตัวแปรที่มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญกับต้นทุนโลจิสติกส์แต่ละตัวมีการเปลี่ยนแปลงไปด้วย และสมการในการคำนวณต้นทุนโลจิสติกส์จะต้องมีการปรับปรุงใหม่เพื่อความเหมาะสม หรือหมายความว่าสมการที่ใช้ในการคำนวณอาจจะต้องมีการเปลี่ยนแปลงเมื่อทำการสำรวจข้อมูลใหม่ทุกครั้ง ซึ่งในการศึกษาของประเทศฟินแลนด์นี้อาจจะมีการกำหนดสมมติฐานไว้ว่าสมการที่กำหนดขึ้นมานั้นจะไม่มีมีการปรับปรุงภายในระยะเวลา 5 ถึง 10 ปี โดยกำหนดให้โครงสร้างความสัมพันธ์ของตัวแปรและต้นทุนโลจิสติกส์ไม่มีการเปลี่ยนแปลง

4) ตัวแบบการคำนวณต้นทุนโลจิสติกส์ทั่วโลกได้ประยุกต์ใช้วิธีการคำนวณที่เรียกว่า โครงข่ายประสาทเทียม (Artificial Neural Network: ANN) มาเป็นเครื่องมือในการคำนวณต้นทุนโลจิสติกส์ ซึ่งมีลักษณะเป็นการสร้างตัวแบบในการพยากรณ์หรือคาดการณ์ผลลัพธ์ที่ควรจะเป็นเมื่อระบุข้อมูลนำเข้า (Input) และข้อมูลส่งออก (Output) ในอดีตเข้าสู่ระบบการวิเคราะห์ ANN จากนั้น จะคำนวณค่าความแตกต่างที่ได้ ซึ่งจะนำมาประเมินและปรับค่าตอบในครั้งต่อ ๆ ไปผ่านระบบการถ่วงน้ำหนักคำตอบ (Weights) และค่าเทรชโฮลด์ (Threshold values) ขั้นตอนการประเมินจะทำซ้ำไปซ้ำมาเรื่อย ๆ จนกว่าจะได้ผลลัพธ์ที่ดีที่สุดหรือมีค่าความผิดพลาดน้อยที่สุด ซึ่งตัวแบบการคำนวณนี้สามารถนำมาปรับใช้สร้างตัวแบบคำนวณได้เมื่อการใช้ตัวแบบคำนวณแบบเก่าไม่สามารถทำได้ รวมถึงสามารถสร้างตัวแบบการคำนวณที่ซับซ้อนได้ และมีความยืดหยุ่นสามารถปรับตัวเข้าได้กับบริบทที่เปลี่ยนแปลงไปได้ดี แต่เนื่องจากเป็นระบบการคำนวณที่มีความซับซ้อน การศึกษาและทำความเข้าใจในวิธีการคำนวณแบบ ANN นี้จึงเป็นสิ่งที่จำเป็น และอาจจะต้องให้ผู้ที่มีความเชี่ยวชาญมาทำการเขียนโปรแกรมที่เหมาะสมเพื่อใช้สำหรับการคำนวณต้นทุนโลจิสติกส์โดยเฉพาะ

ดังนั้น ในการคำนวณต้นทุนโลจิสติกส์สำหรับประเทศไทย โดยการประยุกต์ใช้ตัวแบบของประเทศฟินแลนด์ และแอฟริกาใต้ จะมีข้อจำกัดในประเด็นของการสำรวจข้อมูลจากผู้ประกอบการที่ต้องใช้ระยะเวลาและค่าใช้จ่ายที่สูง อาจจะไม่มีความเหมาะสมกับบริบทการศึกษาของประเทศไทย ขณะที่ตัวแบบการคำนวณของประเทศสหรัฐอเมริกา และตัวแบบการคำนวณต้นทุนโลจิสติกส์ทั่วโลกจะใช้ข้อมูลทุติยภูมิจากหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง ซึ่งเป็นข้อมูลที่ต้องจัดทำและนำเสนอโดยหน่วยงานนั้น ๆ อยู่แล้ว จึงมีความเหมาะสมกับบริบทการศึกษาของประเทศไทยมากกว่าตัวแบบของประเทศฟินแลนด์และแอฟริกาใต้ แต่การตัวแบบการคำนวณของประเทศสหรัฐอเมริกาอาจต้องมีการสำรวจข้อมูลเพื่อให้ได้สัดส่วนของต้นทุนการบริหารจัดการที่มีความเหมาะสมกับประเทศไทย ทั้งนี้เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงในวิธีการดำเนินธุรกิจต่าง ๆ ที่เริ่มมีการใช้ระบบเทคโนโลยีสารสนเทศเข้ามาช่วยเพิ่มความสะดวกและลดต้นทุนการบริหารจัดการลงอย่างมีนัยสำคัญ ขณะที่ตัวแบบการคำนวณต้นทุนโลจิสติกส์ทั่วโลกจะนำข้อมูลตัวแปรนำเข้า อาทิ ตัวแปรทางเศรษฐกิจ ตัวแปรด้านการขนส่ง และตัวแปรด้านภูมิศาสตร์ของประเทศไทย ย้อนหลัง 10 ถึง 20 ปี ประกอบกับข้อมูลส่งออกซึ่งก็คือ สัดส่วนต้นทุนโลจิสติกส์ต่อ GDP ที่นำเสนอโดย สศช. มาใช้ในการคำนวณ ซึ่งตัวแบบนี้จะสามารถประมาณการต้นทุนโลจิสติกส์หากตัวแปรต่าง ๆ มีการเปลี่ยนแปลง โดยจะนำเสนอผลลัพธ์ที่เป็นสัดส่วนต้นทุนโลจิสติกส์ต่อ GDP โดยมีค่าความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุด





## 2.2 แบบจำลองการคำนวณต้นทุนโลจิสติกส์

### 2.2.1 ตัวแบบการคำนวณของประเทศสหรัฐอเมริกา

ตัวแบบการคำนวณต้นทุนโลจิสติกส์สำหรับประเทศสหรัฐอเมริกาที่มีชื่อว่า “CASS” เริ่มต้นในปี พ.ศ. 2516 ที่ประยุกต์มาจากชื่อของบริษัทที่คิดค้นวิธีการคำนวณนี้ขึ้น Cass Information System Inc. (ชื่อก่อนหน้านี้คือ CASS logistics Inc.) และต่อมาได้มีการเปลี่ยนชื่อจาก CASS เป็น CSCMP (Council of Supply Chain Management Professionals) ตามการสนับสนุนเงินทุนจากหน่วยงานดังกล่าว แต่อย่างไรก็ตามก็ยังคงใช้แนวคิดและวิธีการคำนวณตาม CASS เช่นเดิม โดยเป็นการเปรียบเทียบระหว่างต้นทุนโลจิสติกส์ต่อ GDP โดย GDP จะแสดงถึงมูลค่าทั้งหมดของสินค้าและบริการขั้นสุดท้ายที่ผลิตในประเทศช่วงเวลาหนึ่ง ในคำนิยามนี้จะไม่รวมสินค้าและบริการขั้นกลาง (Intermediate goods and services) สมการมีดังต่อไปนี้

$$\text{GDP} = \text{Private consumption} + \text{Government consumption} + \text{Investment} + \text{Exports} - \text{Import}$$

หรือ ผลผลิตภัณฑ์มวลรวมในประเทศ = มูลค่าการบริโภคภาคเอกชน + มูลค่าการบริโภคภาครัฐ + มูลค่าการลงทุน + มูลค่าส่งออก - มูลค่านำเข้า

ในตัวแบบการคำนวณของประเทศสหรัฐอเมริกาจะให้ความสำคัญกับหลักการของต้นทุนโลจิสติกส์ระดับมหภาคที่จะเป็นประโยชน์อย่างมากต่อผู้มีอำนาจตัดสินใจในระดับประเทศ ดังนั้น จึงควรคัดเลือกตัวชี้วัดด้านเศรษฐกิจในระดับมหภาคมาร่วมการเปรียบเทียบ ซึ่งพบว่าตัวชี้วัดด้านเศรษฐกิจมหภาคที่หลากหลายนอกเหนือจาก GDP อาทิ GNP PPP แต่ GDP จะมีการใช้อย่างแพร่หลายและหน่วยงานภาครัฐเองก็มีความพยายามที่จะประมาณการ GDP ให้มีความถูกต้องมากที่สุดสำหรับวัตถุประสงค์ที่แตกต่างกัน ดังนั้น จึงเป็นที่มาของการเปรียบเทียบต้นทุนโลจิสติกส์ในรูปแบบของสัดส่วนต่อ GDP จนถึงปัจจุบัน

CSCMP ให้คำนิยามโลจิสติกส์ไว้ว่า โลจิสติกส์คือ “part of supply chain management that plans, implements, and controls the efficient, effective forward and reverse flow and storage of goods, services and related information between the point of origin and the point of consumption in order to meet customers’ requirements.” หรือโลจิสติกส์ คือ “ส่วนหนึ่งของการจัดการโซ่อุปทานที่มีหน้าที่เกี่ยวข้องกับการวางแผน การนำไปใช้และการควบคุม ทั้งในส่วนของการไหลไปและกลับอย่างมีประสิทธิภาพและประสิทธิผล ทั้งนี้ได้รวมไปถึงการเก็บรักษาสินค้า การบริการ และข้อมูลต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องในการจัดการโซ่อุปทานตั้งแต่จุดเริ่มต้นจนถึงจุดที่มีการบริโภค โดยมีเป้าหมายเพื่อตอบสนองความต้องการของลูกค้า” จากมุมมองนี้จะสะท้อนให้เห็นว่าโลจิสติกส์มีหน้าที่เชื่อมโยงทุกกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนย้ายและการเก็บรักษาสินค้าระหว่างแหล่งกำเนิดถึงแหล่งที่มีการบริโภคสินค้านั้น ๆ โลจิสติกส์จะรวมถึงการเคลื่อนย้ายสินค้าที่ทุกประเภท แต่ไม่รวมการเคลื่อนย้ายผู้โดยสาร และการเคลื่อนย้ายของสินค้าเพื่อการบริโภคภายในครัวเรือน เนื่องจากการบริโภคในครัวเรือนไม่ถือว่าเป็นส่วนหนึ่งของกระบวนการผลิตของประเทศในระบบบัญชีเศรษฐกิจมาตรฐานอย่างเป็นทางการ (Official economic accounting system) ตัวอย่างเช่น รายได้ประชาชาติและบัญชีผลิตภัณฑ์ของประเทศสหรัฐอเมริกา และบัญชีปัจจัยการผลิตและผลผลิตของประเทศสหรัฐอเมริกา เป็นต้น ด้วยเหตุนี้ตัวแบบการคำนวณของประเทศสหรัฐอเมริกาจะพิจารณาเฉพาะต้นทุนโลจิสติกส์ในระบบธุรกิจของประเทศสหรัฐอเมริกา เท่านั้น รวมถึงหากพิจารณาคำนิยามของโลจิสติกส์ที่ CSCMP นำเสนอไว้จะตีความได้ว่าโลจิสติกส์ในเชิงธุรกิจนั้นจะพิจารณาทั้งระบบโซ่อุปทาน ซึ่งโดยทั่วไปแล้วจะไม่รวมถึงกิจกรรมภายในครัวเรือนที่การขนส่งสินค้าของผู้บริโภคจากตลาดไปยังบ้านเรือนจะไม่ถูกคิดรวมในต้นทุนโลจิสติกส์

องค์ประกอบของต้นทุนที่ใช้ในการคำนวณของประเทศสหรัฐอเมริกา ประกอบด้วย 3 องค์ประกอบหลัก คือ ต้นทุนการเก็บรักษาสินค้า (Inventory holding costs) ต้นทุนการขนส่ง (Transportation costs) และต้นทุนการบริหารจัดการโลจิสติกส์ (Logistics administration costs) ซึ่งการคำนวณต้นทุนการเก็บรักษาสินค้าและต้นทุนการขนส่งจะมีความยุ่งยากและไม่สามารถคำนวณได้โดยตรง เนื่องจากต้นทุนทั้งสองประกอบด้วยกิจกรรมที่มี

การดำเนินงานเองภายในองค์กร (In-house) ที่จะแตกต่างจากบริการโดยทั่วไปที่มีการซื้อขายในตลาด โดยการดำเนินการด้วยตนเองจะเป็นการซื้อขายที่ปราศจากคนกลาง ทำให้บางกิจกรรมที่ดำเนินการจะเปรียบเสมือนเป็น การว่าจ้างผู้ให้บริการโลจิสติกส์จากภายนอก (Outsourcing) และจะต้องถูกนำมาใช้ในการคำนวณต้นทุนโลจิสติกส์ด้วย โดยกิจกรรมการขนส่งและคลังสินค้าในประเทศไทย ส่วนใหญ่จะเป็นแบบที่มีการดำเนินงานเองภายในองค์กร ดังนั้นในการคำนวณต้นทุนการขนส่งและคลังสินค้าจะต้องพิจารณาทั้งการดำเนินงานแบบภายในองค์กรเอง และการว่าจ้างผู้ให้บริการโลจิสติกส์จากภายนอก โดยที่การว่าจ้างกิจกรรมโลจิสติกส์จากภายนอกนี้ควรจะคำนวณโดยอ้างอิงราคาจากที่ให้บริการแก่ลูกค้า ไม่ใช่ต้นทุนที่เกิดขึ้นจากการให้บริการของผู้ให้บริการ ขณะที่ต้นทุนของกิจกรรมที่มีการดำเนินงานเองภายในองค์กรควรประกอบด้วยต้นทุนที่เกิดจากการประมาณการผลตอบแทนจากลงทุน (Return to capital) เช่นเดียวกับต้นทุนของผลผลิตขั้นกลาง (Costs of intermediate inputs) ค่าตอบแทนแรงงาน (Labor compensation) และการใช้เงินทุน (Capital consumption)

ตัวแบบการคำนวณของประเทศสหรัฐอเมริกาได้จำแนกต้นทุนโลจิสติกส์ออกเป็น 3 องค์ประกอบหลัก ดังรายละเอียดต่อไปนี้

**1) ต้นทุนการเก็บรักษาสินค้า (Inventory Holding Cost)** จะรวมถึงต้นทุนของเงิน (ค่าเสียโอกาสและดอกเบี้ย) ภาษีเก็บตามมูลค่า (Ad valorem taxes) ค่าประกันภัย และต้นทุนสินค้าสูญหาย โดยจะมีสัดส่วนแปรผันกับระดับของสินค้าคงคลังที่เก็บรักษาไว้ ซึ่งสามารถจำแนกออกเป็น 4 กลุ่ม คือ (1) ต้นทุนของเงินลงทุน (2) ต้นทุนการบริการสินค้าคงคลัง (3) ต้นทุนในการจัดหาพื้นที่จัดเก็บสินค้าคงคลัง และ (4) ต้นทุนความเสี่ยงของสินค้าคงคลัง ดังนี้

- ต้นทุนของเงินลงทุน (Capital cost) เป็นต้นทุนที่จมอยู่ในสินค้าคงคลังซึ่งบริษัทสามารถที่จะนำเงินจำนวนดังกล่าวไปลงทุนในแหล่งลงทุนหรือกิจกรรมอื่น ๆ ได้ อาทิ ตลาดหลักทรัพย์ ฝากบัญชีธนาคาร หรือใช้ชำระหนี้ โดยอาจอยู่ในรูปของค่าดอกเบี้ยจ่าย ค่าเสียโอกาส หรือผลตอบแทนจากการลงทุน ตัวอย่างเช่น เงินลงทุนสต็อกของสินค้าหรือสินค้าค้างสต็อก

- ต้นทุนการบริการสินค้าคงคลัง (Inventory service cost) เป็นเงินที่จ่ายไปเพื่อเป็นหลักประกันให้กับสินค้าคงคลังที่เก็บรักษาไว้ หรือเป็นค่าภาษีที่ต้องชำระสำหรับการถือครองสินค้าคงคลัง โดยจำแนกออกเป็น 3 ส่วน คือ

- ค่าประกันภัย (Insurance) เป็นการประกันความเสียหายที่เกิดจากภัยพิบัติต่าง ๆ โดยครอบคลุมถึงมูลค่าของสินค้าคงคลังที่บริษัทไม่ต้องการความเสี่ยงในกรณีที่เกิดความเสียหายที่อาจจะเกิดขึ้น โดยในการคำนวณส่วนใหญ่จะใช้ค่าเฉลี่ยของสินค้าคงคลังในปีก่อนหน้ามาคำนวณค่าทำประกัน โดยคิดเป็นร้อยละของจำนวนสินค้าคงคลังในปีนั้น ๆ

- ค่าปฏิบัติงานในคลังสินค้า (Physical handling) เป็นค่าใช้จ่ายที่เกิดจากการปฏิบัติงาน เช่น ค่าจ้างของพนักงานในคลังสินค้า ค่ายก-ขนเคลื่อนย้ายและจัดสินค้า เป็นต้น โดยค่าใช้จ่ายนี้มีความสัมพันธ์กับจำนวนสินค้าคงคลัง เนื่องจากหากยังมีสินค้าคงคลังจำนวนมากเท่าใด การปฏิบัติงานภายในคลังสินค้าก็จะมากขึ้นตามเท่านั้น ส่งผลให้ค่าใช้จ่ายเพิ่มขึ้นตามมา

- ค่าภาษี (Taxes) เป็นค่าภาษีที่เกิดจากการมีสินค้าคงคลังเก็บอยู่ในคลังสินค้า ซึ่งแปรผันตามจำนวนสินค้าคงคลังที่ถือครองอยู่ อย่างไรก็ตาม ยังไม่มีการเก็บภาษีประเภทนี้ในประเทศไทย

- ต้นทุนในการจัดหาพื้นที่จัดเก็บสินค้าคงคลัง (Storage Space cost) เป็นต้นทุนที่จ่ายไปเพื่อการใช้พื้นที่เก็บสินค้าคงคลัง แบ่งออกเป็น 4 ประเภท ดังนี้

- คลังสินค้าโรงงาน (Plant warehouse) เป็นการใช้พื้นที่ในโรงงานเพื่อเป็นที่เก็บสินค้า โดยต้นทุนของคลังสินค้าโรงงานนี้จะเป็นต้นทุนคงที่แต่ก็มีบางส่วนที่เป็นต้นทุนที่ต้อง นำมาคิดรวมกันกับต้นทุนการถือครองสินค้าคงคลัง ได้แก่ ต้นทุนที่เกี่ยวกับการจัดการ สินค้าคงคลัง หรือค่าใช้จ่ายอื่น ๆ ที่ทำให้จำนวนของสินค้าคงคลังเปลี่ยนแปลงไป



- คลังสินค้าสาธารณะ (Public warehouse) เป็นการใช้พื้นที่ของคลังสินค้าสาธารณะ เพื่อเป็นที่เก็บสินค้า โดยจำแนกประเภทของค่าใช้จ่ายออกเป็น 2 ประเภท คือ ค่าใช้จ่ายในการขนถ่าย (Handling charge) ซึ่งแปรผันตามจำนวนสินค้าที่ขนส่ง เคลื่อนย้ายเข้าและออกจากคลังสินค้า กับค่าใช้จ่ายในการเก็บรักษา (Storage charge) ซึ่งคิดจากจำนวนสินค้าคงคลังที่เก็บไว้อยู่ภายใน

- คลังสินค้าเช่าหรือเช่าซื้อ (Rented/leased warehouse) เป็นการทำสัญญาเช่าหรือเช่าซื้อคลังสินค้าเพื่อใช้ในการเก็บสินค้าคงคลัง เป็นค่าใช้จ่ายที่ต้องมีการทำสัญญากันโดย ระยะเวลาไว้แล้ว ซึ่งค่าใช้จ่ายนี้จะขึ้นอยู่กับขนาดของพื้นที่ที่เช่าหรือเช่าซื้อ และไม่เกี่ยวข้องกับจำนวนสินค้าคงคลังที่เก็บไว้

- คลังสินค้าที่กิจการเป็นเจ้าของ (Company-owned warehouses) เป็นการเก็บสินค้าคงคลังไว้ในคลังสินค้าของกิจการเอง ซึ่งเป็นต้นทุนไม่แปรผัน โดยสามารถพิจารณาการลดต้นทุนได้โดยการปิดคลังสินค้าหรือเปลี่ยนเป็นคลังสินค้าสาธารณะเพื่อเพิ่มความคล่องตัวในการดำเนินงาน (Net saving)

ทั้งนี้ต้นทุนทุกประเภทของต้นทุนในการจัดหาพื้นที่เก็บสินค้าคงคลังที่ผันแปรขึ้นอยู่กับจำนวนสินค้าคงคลังที่อยู่ในคลังสินค้า จะนับว่าอยู่ในต้นทุนการถือครองสินค้าคงคลังทั้งสิ้น

■ ต้นทุนความเสี่ยงของสินค้าคงคลัง (Inventory risk cost) เป็นต้นทุนที่มีโอกาสเกิดขึ้นได้กับทุกบริษัท ซึ่งสามารถแบ่งออกเป็น 4 ประเภทที่สำคัญ ดังนี้

- ค่าสินค้าหมดสมัยหรือเสื่อมสภาพ (Obsolescence) เป็นต้นทุนที่เกิดจากการที่สินค้าในคลังสินค้านั้น เกิดความล้าสมัยทำให้ไม่สามารถจำหน่ายได้ในราคาปกติ

- ค่าสินค้าเสียหาย (Damage) เป็นต้นทุนที่นับเฉพาะส่วนของสินค้าที่ชำรุดเสียหายซึ่งเกิดจากการเก็บสินค้าในคลังสินค้า โดยไม่นับรวมถึงสินค้าที่เกิดความเสียหายขณะขนส่งหรือ ขณะที่สินค้าอยู่ในคลังสินค้าสาธารณะ โดยคิดค่าสินค้าเสียหายเป็นสัดส่วนต่อสินค้าคงคลังที่ถือครองไว้อยู่

- ค่าสินค้าขาดจำนวนหดหาย (Shrinkage, Pilferage) เป็นต้นทุนที่เกิดขึ้นเมื่อมีการนับสต็อกสินค้าแล้วผลที่ได้ออกมาไม่ตรงกันกับจำนวนสินค้าคงคลังที่บันทึกไว้ในตอนแรก โดยอาจจะเป็นความผิดพลาดขณะตรวจบันทึกจำนวนสินค้าเข้าคลังสินค้า การส่งสินค้าที่ผิดพลาด ส่งสินค้าผิดประเภท ผิดจำนวน หรือสินค้าถูกขโมย โดยต้นทุนค่าสินค้าขาดจำนวนหดหายนี้จะแปรผันตามจำนวนคลังสินค้าที่เก็บสินค้าไว้มากกว่าจำนวนสินค้าคงคลังที่เก็บไว้

- ค่าเคลื่อนย้ายสินค้านระหว่างคลังสินค้า (Relocation cost) เป็นต้นทุนที่เกิดจากการย้ายสินค้าจากคลังสินค้าหนึ่งไปยังอีกที่หนึ่ง โดยอาจจะดำเนินการเพื่อหลีกเลี่ยงความล้าสมัยของสินค้า แต่อาจจะมีต้นทุนค่าเคลื่อนย้ายสินค้าเพิ่มเติมเข้ามาแทน

**2) ต้นทุนการขนส่งสินค้า (Transportation cost)** จะรวมถึงค่าใช้จ่ายในการขนส่งสินค้าสำหรับทุกรูปแบบการขนส่ง ประกอบด้วย การขนส่งทางรถบรรทุก การขนส่งทางราง การขนส่งทางน้ำ การขนส่งทางท่อ การขนส่งทางอากาศทั้งภายในประเทศและระหว่างประเทศ รวมถึงต้นทุนที่เกี่ยวข้องกับผู้ให้บริการขนส่งและสายเรือ ซึ่งต้นทุนการขนส่งสินค้าในรายงานการศึกษาของประเทศสหรัฐอเมริกา พบว่ามีสัดส่วนสูงที่สุดในต้นทุนรวมโลจิสติกส์ โดยการประมาณการจะอยู่บนพื้นฐานข้อมูลในรายงานการขนส่งประจำปีของประเทศสหรัฐอเมริกาที่ตีพิมพ์โดย The Eno Transportation Foundation พบว่าในต้นทุนการขนส่งทั้งหมด ต้นทุนการขนส่งโดยรถบรรทุกในระบบธุรกิจของประเทศสหรัฐ คิดเป็นร้อยละ 80 ของการขนส่งทั่วประเทศ ขณะที่ต้นทุนรวมโลจิสติกส์จะประกอบด้วยทั้งการขนส่งปฐมภูมิและทุติยภูมิ การขนส่งปฐมภูมิหมายถึงการเคลื่อนย้ายสินค้าสำเร็จรูปจากโรงงานหรือผู้ผลิตไปยังคลังสินค้าที่ประกอบด้วยต้นทุนการเติมเต็มสินค้าที่เคลื่อนย้ายจากโรงงานหรือศูนย์กระจายสินค้าไปยังโรงงานหรือศูนย์กระจายสินค้าอื่น รวมถึงค่าขนส่งในการสั่งซื้อสินค้าสำเร็จรูปเข้าสู่โรงงานหรือศูนย์กระจายสินค้าเพื่อจำหน่ายใหม่ ส่วนการขนส่งทุติยภูมิหมายถึงการขนส่งสินค้าสำเร็จรูปไปให้กับลูกค้า ประกอบด้วยค่าเช่ารถบรรทุก ค่าเบี่ยงเบน ต้นทุนการดำเนินงาน และเครื่องมืออุปกรณ์ที่ใช้ในการขนส่งด้วยรถบรรทุกหรือรถไฟและค่าผ่านทาง โดยจุดเริ่มต้นในการขนส่งอาจเป็นที่โรงงาน ศูนย์กระจายสินค้า หรือสถานีรับส่งสินค้า



ต้นทุนการขนส่งตามแนวคิดของ The Eno Transportation Foundation อ้างอิงจาก MacroSys Research and Technology (2548) ประกอบไปด้วย 8 ประเภท คือ ต้นทุนการขนส่งโดยรถบรรทุก ระหว่างเมือง ต้นทุนการขนส่งโดยรถบรรทุกท้องถิ่น ต้นทุนการขนส่งทางราง ต้นทุนการขนส่งทางน้ำ ต้นทุนการขนส่งน้ำมันทางท่อ ต้นทุนการขนส่งทางอากาศ ต้นทุนของผู้ให้บริการขนส่งสินค้า และต้นทุนที่เกี่ยวข้องกับสายเรือ โดย ต้นทุนแต่ละประเภทจะประมาณการจากข้อมูลทางสถิติของหน่วยงานภาครัฐ อาทิ Federal Highway Administration ซึ่งใช้สำหรับสถิติการขนส่งสินค้าระหว่างเมือง

3) ต้นทุนการบริหารจัดการโลจิสติกส์ (Logistics administration cost) ประกอบด้วย ค่าใช้จ่ายในการบริหารทางอ้อมและพนักงานส่วนสนับสนุน เช่น พนักงานในศูนย์กระจายสินค้า พนักงานฝ่ายวางแผน และวิเคราะห์ และพนักงานฝ่ายจราจร รวมถึงค่าใช้จ่ายในการติดตั้งอุปกรณ์และระบบคอมพิวเตอร์ เป็นต้น ต้นทุนการบริหารจัดการโลจิสติกส์จะคิดเป็นร้อยละ 4 ของผลรวมของต้นทุนการถือครองสินค้าและต้นทุนการขนส่ง ซึ่งถูกใช้ในการคำนวณมาตั้งแต่ปี พ.ศ. 2516 เป็นต้นมา

รายละเอียดองค์ประกอบของต้นทุนและแหล่งที่มาของข้อมูลที่ใช้ตัวแบบการคำนวณของประเทศสหรัฐอเมริกา นำเสนอในตารางด้านล่างนี้

ตารางที่ 2.2-1 องค์ประกอบและที่มาของข้อมูลที่ใช้ในตัวแบบของประเทศสหรัฐอเมริกา

ต้นทุนโลจิสติกส์	ที่มาของข้อมูล
(1) ต้นทุนการเก็บรักษาสินค้า <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ ดอกเบี้ย</li> <li>▪ ภาษี สินค้าเสื่อมสภาพ ค่าเสื่อมราคา ค่าประกันภัย</li> <li>▪ ค่าใช้จ่ายคลังสินค้า</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Annualised Commercial Paper Rate</li> <li>- Alford-Bangs Production Handbook Formula</li> <li>- Expenditure on public warehousing from Census</li> </ul>
(2) ต้นทุนการขนส่ง <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ รถบรรทุกระหว่างเมือง</li> <li>▪ รถบรรทุกท้องถิ่น</li> <li>▪ การขนส่งทางรถไฟ</li> <li>▪ การขนส่งทางน้ำ</li> <li>▪ การขนส่งน้ำมันทางท่อ</li> <li>▪ การขนส่งทางอากาศ</li> <li>▪ Forwarders</li> <li>▪ ค่าใช้จ่ายที่เกี่ยวข้องกับการขนส่งสินค้าทางเรือ</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Eno Transportation Foundation</li> </ul> <p><i>The Eno Transportation Foundation estimates the total cost of freight transportation in the United States and publishes this estimate with modal details as nation's freight bill in its annual series Transportation in America</i></p>
(3) ต้นทุนการบริหารจัดการโลจิสติกส์	ประมาณร้อยละ 4 ของต้นทุนโลจิสติกส์

ที่มา: Delaney, Robert V. and Rosalyn Wilson (2546) 14<sup>th</sup> Annual State of Logistics Report: The Case for Reconfiguration  
Washington DC: Cass Information Systems and Prologis

ท้ายสุด MacroSys Research and Technology (2548) ได้นำเสนอแนวทางการพัฒนาตัวแบบการคำนวณต้นทุนโลจิสติกส์ไว้ดังนี้

1) ราคาของสินค้าในส่วนของสินค้าคงคลังควรจะเป็นค่าคงที่ เพื่อให้การประมาณการระดับสินค้าคงคลังสามารถนำเสนอในรูปแบบตัวเงินได้ ซึ่งควรใช้หลักการเดียวกันนี้กับองค์ประกอบของต้นทุนโลจิสติกส์อื่น ๆ ด้วยเช่นกัน และหากไม่มีการควบคุมผลกระทบทางด้านราคา ระดับของสินค้าคงคลังจะมีความผันผวน แม้ว่าจะระดับของสินค้าคงคลังที่มีอยู่จริงจะไม่มีเปลี่ยนแปลงก็ตาม

2) ระดับสินค้าคงคลังสามารถปรับให้เรียบตลอดเวลาเพื่อลดผลกระทบของวัฏจักรการเปลี่ยนแปลง ซึ่งจากผลกระทบของการถดถอยทางเศรษฐกิจจะส่งผลให้สินค้าคงคลังของภาคธุรกิจเพิ่มขึ้นและต้นทุนการถือครองสินค้าก็จะเพิ่มขึ้นตามไปด้วย เช่นเดียวกับการฟื้นตัวทางเศรษฐกิจที่ไม่คาดคิดจะทำให้ปริมาณของสินค้าคงคลังลดลง ในขณะที่ระดับของต้นทุนการถือครองสินค้ายังถูกใช้อย่างกว้างขวาง แต่การเปลี่ยนแปลงของต้นทุนไม่ได้เป็นตัวชี้วัดว่าระบบโลจิสติกส์ที่มีอยู่เป็นการดำเนินการที่ดีขึ้นหรือแย่ลง ดังนั้น การนำวิธีการคำนวณแบบค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ (Moving-average) หรือแบบอนุกรมเวลา (Time-series) อาจจะช่วยให้เกิดความถูกต้องและแม่นยำในการประมาณการได้ดีขึ้น

3) อัตราดอกเบี้ยที่ใช้สำหรับการประมาณต้นทุนสินค้าคงคลังควรจะเป็นแบบคงที่ ขณะที่อัตราภาษีและเบี้ยประกันภัยจะสามารถเปลี่ยนแปลงได้ ซึ่งในการประมาณการของ CASS ไม่ได้นำข้อมูลเกี่ยวกับอัตราภาษีและเบี้ยประกันภัยมาประยุกต์ใช้แบบเดียว ๆ เนื่องจากอัตราดอกเบี้ยค่อนข้างจะมีความผันผวน และส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงของต้นทุนการถือครองสินค้า แม้ว่าจะระบบโลจิสติกส์ไม่มีการเปลี่ยนแปลง

## 2.2.2 ตัวแบบการคำนวณต้นทุนโลจิสติกส์ของประเทศแอฟริกาใต้

ตัวแบบการคำนวณต้นทุนโลจิสติกส์ของประเทศแอฟริกาใต้ เริ่มต้นขึ้นเมื่อปี พ.ศ. 2549 โดย Botes Jacobs และ Pienaar ในงานวิจัยชื่อ A Model to Calculate the Cost of Logistics at a Macro Level: A Case Study of South Africa ที่ได้รับการตีพิมพ์ในวารสาร Southern African Business Review เล่มที่ 10 ฉบับที่ 3 แบบคำนวณนี้ใช้แนวคิดแบบล่างขึ้นบน (Bottom-up) ที่คำนวณต้นทุนโลจิสติกส์จากผลรวมของข้อมูลรายสาขาสินค้าและประมาณการเป็นต้นทุนโลจิสติกส์ของประเทศแอฟริกาใต้ ข้อมูลส่วนใหญ่ได้มาจากสำมะโนประชากรและการวิเคราะห์รายอุตสาหกรรม/สาขา รวมถึงข้อมูลที่ได้จากการสำรวจ ซึ่งผลการวิเคราะห์ได้ถูกนำเสนอตามรูปแบบการขนส่ง ประเภทของต้นทุนและประเภทของอุตสาหกรรมหรือสาขา

ต่อมาภายหลังในปี พ.ศ. 2553 อีกหนึ่งผลงานวิจัยชื่อ Logistics Costs in South Africa – The Case for Macroeconomic Measurement โดย Jan Havenga ซึ่งได้รับการตีพิมพ์ในวารสาร South African Journal of Economics เล่มที่ 78 ฉบับที่ 4 ที่ได้ทำการศึกษาเพิ่มเติมจากผลการศึกษาของ Botes และคณะ (2549) โดยใช้ตัวแบบการคำนวณเดิม แต่เพิ่มเติมปัจจัยที่เกี่ยวข้องเพิ่มเข้าไปในตัวแบบ ซึ่งตัวแบบจะเป็นการศึกษาจากล่างสู่บน (Bottom-up approach) เช่นเดียวกัน โดยมีองค์ประกอบของต้นทุนโลจิสติกส์ที่สำคัญ 3 ต้นทุนทางตรง ได้แก่ ต้นทุนการขนส่ง (Transport cost) ต้นทุนการเก็บรักษาและการขนถ่ายที่ทำเรือ (Storage and port handling costs) และต้นทุนการบริหารจัดการ (Management and administration costs) นอกจากนี้ยังมีต้นทุนทางอ้อม คือ ต้นทุนการถือครองสินค้า (Inventory carrying costs)

จากตัวแบบการศึกษาแรกของ Botes และคณะ (2549) และจากการหารือร่วมกับหน่วยงานภาครัฐและผู้มีส่วนได้เสียในภาคอุตสาหกรรม ได้มีการเสนอแนะให้ปรับปรุงตัวแบบดังนี้

ประการที่ 1 จากตัวแบบแรกพบว่า ต้นทุนการขนส่งถือเป็นองค์ประกอบที่มีสัดส่วนสูงที่สุดในต้นทุนโลจิสติกส์ของประเทศแอฟริกาใต้ ซึ่งได้มีการปรับปรุงแนวคิดการคำนวณต้นทุนการขนส่งใหม่ในตัวแบบที่นำเสนอโดย Havenga

ประการที่ 2 การประมาณการค่าใช้จ่ายในคลังสินค้าแบบคงที่ (Static) อาศัยการประมาณค่าเฉลี่ยของระดับสินค้าคงคลังในระยะเวลาเวลา 1 ปี





ประการสุดท้าย ต้นทุนส่วนใหญ่จะเป็นการประมาณการค่าใช้จ่ายทั้งหมด ขณะที่ต้นทุนการถือครองสินค้า (ต้นทุนค่าเสียโอกาส) จะเป็นต้นทุนของมูลค่าเพิ่ม (Value-added costs) ซึ่งจะต่ำกว่าต้นทุนที่เป็นจริงและไม่สามารถนำมาใช้เพื่อการเปรียบเทียบได้ ซึ่งในตัวอย่างใหม่นี้ จะมีการการปรับปรุงวิธีการคำนวณเพื่อให้สามารถคำนวณต้นทุนโอกาสของเงินทุนที่ใช้ในแต่ละขั้นตอนของโซ่คุณค่าได้

ดังที่ได้นำเสนอมาแล้วในเบื้องต้นว่า ตัวแบบการคำนวณต้นทุนโลจิสติกส์นี้จะใช้แนวคิดจากล่างสู่บน (Bottom-up) หมายความว่าในการใช้ข้อมูลรายสินค้าและนำมารวมกันสำหรับประมาณการต้นทุนโลจิสติกส์ของประเทศ โดยพิจารณาปริมาณและการนำเข้าสินค้ารายสาขาที่สะท้อนให้เห็นถึงกิจกรรมโลจิสติกส์ที่เกี่ยวข้องตามแต่ละประเภทของสินค้า โดยสมการในการคำนวณมีดังนี้

$$\text{Total Logistics Cost (TLC)} = \text{Transport cost (TC)} + \text{Storage and port handling cost (SC)} + \text{Inventory carrying cost (ICC)} + \text{Management, admin and profit cost (TMAC)}$$

โดยที่	TLC	คือ ต้นทุนรวมโลจิสติกส์
	TC	คือ ต้นทุนการขนส่ง
	SC	คือ ต้นทุนการเก็บรักษาและการขนถ่ายที่ทำเรือ
	ICC	คือ ต้นทุนการบริหารจัดการ
	TMAC	คือ ต้นทุนการถือครองสินค้า

### 1) ต้นทุนการขนส่ง (TC)

เป็นผลรวมของตัวแบบย่อยต้นทุนของการขนส่งด้วยรถบรรทุก ตัวแบบย่อยต้นทุนของการขนส่งทางถนน ตัวแบบย่อยต้นทุนของการขนส่งทางราง ตัวแบบย่อยต้นทุนของการขนส่งทางอากาศ ตัวแบบย่อยต้นทุนของการขนส่งทางชายฝั่ง และตัวแบบย่อยต้นทุนของการขนส่งทางท่อ โดยมีสมการดังนี้

$$\text{ต้นทุนการขนส่ง (TC)} = \text{ต้นทุนค่าขนส่งทางถนนถึงท่าขนส่ง (L)} + \text{ต้นทุนค่ากระจายสินค้า (D)} + \text{ต้นทุนของส่งทางราง (R)} + \text{ต้นทุนขนส่งทางอากาศ (A)} + \text{ต้นทุนการส่งสินค้าตามแนวชายฝั่ง (S)} + \text{ต้นทุนขนส่งทางท่อ (P)}$$

#### (1) ต้นทุนค่าขนส่งทางถนน (Road Transport Cost)

ต้นทุนและปริมาณการค่าขนส่งทางถนนภายในประเทศไม่เคยได้รับการวัดอย่างเป็นทางการโดยหน่วยงานรัฐของประเทศแอฟริกาใต้ก่อน จึงทำให้ไม่มีรายงานนี้ในระดับนานาชาติ มีเพียงแค่รายงานการขนส่งทางถนนเท่านั้นที่ถูกประเมินโดยสำนักงานสถิติของประเทศแอฟริกาใต้

การขนส่งสินค้าโดยรถบรรทุกสินค้าทางถนน (Road freight flows) จึงถูกนำมาใช้เพื่อประเมินค่าต้นทุนการขนส่งทางถนน วิธีนี้คล้ายข้อกังวลอย่างหนึ่งที่ Hesse and Rodrigue (2547) แนะนำไว้ ว่าการคิดต้นทุนนั้นควรจะคำนึงถึงการการบรรทุกสินค้าที่เกิดขึ้นในอนาคตด้วย เพราะปัจจัยนี้จะเป็นตัวแสดงต้นทุนที่แท้จริงของการกระจายสินค้าในระดับภูมิศาสตร์ และช่วยการเชื่อมโยงห่วงโซ่คุณค่าอีกด้วย การขนส่งที่เกิดบนถนนของประเทศแอฟริกาถูกประเมินโดยตัวแบบของการขนส่งสินค้าของกลุ่มสินค้าเศรษฐกิจ 62 กลุ่ม ในเขตปกครอง 356 เขต รวมไปถึงการตัดเส้นทางรถไฟ (Subtracting rail) การจัดส่งสินค้าชายฝั่ง (Coastal) การขนส่งทางท่อ (Pipeline) และการขนส่งทางสายพานลำเลียง (Conveyer belt flows) การขนส่งอีกชนิดที่ต้องนำมารวมคือ การขนส่งสินค้าอุปโภคบริโภคบนถนน (Road flows of commodities) ระหว่างจุดเริ่มต้นและปลายทางขนส่ง ซึ่งอาจจะไกลไปถึงโกดังสินค้าปลายทาง โดยที่กล่าวมาทั้งหมด ได้แสดงตามสมการดังนี้



$$L = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^p \sum_{k=1}^s xy_{ijk}[(d + c + l + q + e + f + m + z)_{ijk}] + t_k$$

$L$  = road line haul cost

$i$  = commodity grouping

$j$  = typology

$k$  = route

$n$  = number of commodity groups

$p$  = number of typologies

$s$  = number of routes

$x$  = tons transported

$y$  = distance in kilometres

$d$  = depreciation rate per ton-km

$q$  = insurance per ton-km

$e$  = driver fees per ton-km

$f$  = fuel cost per ton-km

$m$  = maintenance and repair costs per ton-km

$z$  = tyre wear cost per ton-km

$t$  = toll fees per ton-km

$c$  = cost of capital per ton-km

$l$  = licence fee per ton-km

สมการนี้ประกอบด้วยผลรวมของปัจจัยต้นทุนต่าง ๆ ของการขนส่งทางถนนในเส้นทางต่าง ๆ ทั้งนี้ค่าต้นทุนโสหุ้ย (Overhead costs) จะไม่นำมาคิดรวมในสมการ เนื่องจากต้นทุนนี้จะนำไปคำนวณแยกต่างหากอีกครั้งหนึ่ง ต้นทุนการขนส่งทางถนนที่ต่าง ๆ กันในสมการนี้สามารถประเมินโดยชนิดของยานพาหนะในทางกลับกันก็สามารถประเมินโดยประเภทของสินค้าและประเภทของเส้นทางได้ด้วย ประเภทของยานพาหนะจะขึ้นอยู่กับประเภทของสินค้าและเปลี่ยนแปลงไปตามตัวแปรเหล่านี้ ดังนั้นเมื่อรู้ประเภทของยานพาหนะและปริมาณการขนส่งก็จะทำให้สามารถหาค่าต้นทุนในสมการด้านบนนี้ได้ ตัวแปรหลักของต้นทุนสมการการขนส่งคือ น้ำหนักที่มีการบรรทุก (tons transported) และระยะทาง (distance in kilometres) ในตัวแบบต้นทุนเดิมนั้นใช้ค่าเฉลี่ยระยะทางมาตรฐาน (Average transport distance) เพียงอย่างเดียวมาเทียบเป็นสัดส่วนกับปริมาณสินค้า จากนั้นจึงนำค่าเฉลี่ยระยะทางมาตรฐานมาคูณกับจำนวนตันของสินค้าที่ผลิตขึ้นในระบบเศรษฐกิจ แล้วจึงมากำหนดค่าการขนส่งทางบกถึงท่าขนส่ง (The line haul) ต้นต่อกิโลเมตรสำหรับสินค้านั้น ๆ สำหรับในส่วนของการใหม่นั้นได้รับแนวคิดมาจากตัวแบบจำลองความต้องการของการขนส่งสินค้า (Freight demand model) ที่นำเสนอโดย Havenga (2550) ซึ่งเราสามารถแยกส่วนการขนส่งสินค้าได้เป็น 39 เขตหรือส่วนแบ่งตลาดของการขนส่งสินค้าโดยรถ (Freight flow market segment) หากอ้างอิงจากจุดกำเนิดการขนส่งสินค้าและระยะทางการขนส่ง โดยการขนส่งแต่ละส่วนสามารถนำมาคิดได้เป็น 1 ใน 34 รูปแบบความเป็นไปได้ของยานพาหนะที่จะมีได้ ในตัวแบบก่อนหน้านี้ใช้เพียงค่าใช้จ่ายเฉลี่ยต่อตันต่อกิโลเมตร แต่ในตัวแบบใหม่นี้จะแยกค่าใช้จ่ายเฉลี่ยต่อตันต่อกิโลเมตรไปตามเฉพาะแต่ละความเป็นไปได้ของยานพาหนะที่จะเกิดขึ้นทั้ง 34 แบบ นอกจากนี้ต้นทุนอื่น ๆ ที่ถูกกำหนดค่าโดยตัวแปรเฉพาะ เช่น ค่าเชื้อเพลิงและค่าทางด่วน สามารถกำหนดค่าได้โดยอ้างอิง 34 รูปแบบความเป็นไปได้นี้รวมกับอีก 39 ส่วนแบ่งเขตที่กล่าวมาแล้ว ดังนั้นค่าใช้จ่ายต่อตันต่อกิโลเมตรจะเท่ากับ 34 คูณ 39 หรือเท่ากับต้องวัดถึง 1,326 รูปแบบ ตัวแบบนี้ยังจะต้องรวมการขนส่งในลำดับรอง (Secondary road traffic) ซึ่งหมายถึงการกระจายสินค้าจากท้องถิ่นไปสู่โกดังสินค้าปลายทางของผู้ค้าปลีก โดยทั้งหมดนี้แสดงไว้แล้วในสมการด้านล่างนี้





$$D = 2 \left[ \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^p \sum_{k=1}^s x_{ijk} [(d + c + l + q + e + f + m + z)_{ijk} + t_k] w \right]$$

$D$  = road distribution cost

$i$  = commodity grouping

$j$  = typology

$k$  = route

$n$  = number of commodity groups

$p$  = number of typologies

$s$  = number of routes

$x$  = tons transported

$d$  = depreciation rate per ton-km

$q$  = insurance per ton-km

$e$  = driver fees per ton-km

$f$  = fuel cost per ton-km

$m$  = maintenance and repair costs per ton-km

$z$  = tyre wear cost per ton-km

$t$  = toll fees per ton-km

$c$  = cost of capital per ton-km

$l$  = licence fee per ton-km

$w$  = average distribution cost

### (2) ต้นทุนการขนส่งทางราง (Rail Transport Cost)

ต้นทุนการขนส่งทางรางที่แท้จริงสามารถขอข้อมูลได้จากผู้ให้บริการการรถไฟระดับชาติ (Transnet Freight Rail) มาหารกับจำนวนสินค้าและจำนวนสถานีทั้งหมดจากต้นทางถึงปลายทาง ต้นทุนการขนส่งทางรถไฟจึงไม่ต้องมีตัวแบบคำนวณ ต้นทางถึงปลายทางจะต้องคำนึงถึงประเภทเส้นทาง เขตเมือง และเขตชานเมือง ให้สอดคล้องกับการขนส่งทางถนนเพื่อที่จะให้สามารถแบ่งแยกได้ชัดเจนจากค่าขนส่งโดยรวม (Total flows) ที่อ้างอิงมาจากตัวแบบจำลองความต้องการของการขนส่งสินค้า (Freight demand model) วิธีนี้จำเป็นต้องมีตารางแปลงค่าที่สามารถใช้ข้อมูลรายงานในอดีตของการขนส่งสินค้าทางรถไฟ ตารางนี้สร้างขึ้นจากการแปลงสินค้าขนส่งด้วยรถไฟ 321 ประเภทไปเป็นกลุ่มสินค้า 62 กลุ่ม เส้นทางรถไฟจึงต้องเพิ่มขึ้น 62 กลุ่มสินค้านี้เข้าไปในฐานข้อมูล ทั้งนี้ในตัวอย่างก่อนหน้านี้ ค่าใช้จ่ายของการขนส่งทางรถไฟที่แท้จริงต่อจำนวนสินค้าไม่ได้ถูกนำมาใช้ทั้ง ๆ ที่สามารถคำนวณได้มาจากผลผลิตเศรษฐกิจโดยรวมและรายได้ของการขนส่งทางราง

### (3) ต้นทุนการขนส่งทางอากาศ (Air Transport Cost)

ปริมาณการขนส่งสินค้าทางอากาศนับเป็นส่วนน้อยในปริมาณการขนส่งสินค้าโดยรวมในประเทศแอฟริกาใต้แต่ต้นทุนนี้จะต้องนำมาคิดด้วยเนื่องจากเพื่อให้การคำนวณเป็นไปอย่างครบถ้วนและทำให้การวิเคราะห์ประมาณการแนวโน้มต้นทุนทางการขนส่งเป็นไปได้อย่างถูกต้อง ข้อมูลปริมาณการขนส่งสินค้าทางอากาศสามารถมองในภาพรวมได้ นั่นคือไม่จำเป็นต้องแบ่งแยกไปตามประเภทสินค้าหรือตำแหน่งต้นทางปลายทางขนส่ง สมการจึงไม่ซับซ้อนดังนี้

$$A = x \times r$$

$A$  = air transport cost

$r$  = the average tariff per ton to transport goods by air

$x$  = tons transported

หมายเหตุที่สำคัญคือ ต้นทุนชนิดนี้ยังไม่มีราคาคำนวณที่ละเอียดมากพอและควรพัฒนาตัวแบบในจุดนี้เพิ่มเติม

#### (4) ต้นทุนการจัดส่งสินค้าชายฝั่ง (Coastal Shipping Cost)

การจัดส่งสินค้าชายฝั่งคือการขนส่งสินค้าระหว่างท่าเรือแอฟริกาใต้ ต้นทุนนี้ประกอบด้วย 3 ส่วน นั่นคือการจัดส่งสินค้าประเภทปิโตรเลียม (Petroleum) ในถังน้ำมัน การจัดส่งสินค้าแบบหีบห่อแยกชิ้น (Break-bulk) และการจัดส่งโดยตู้คอนเทนเนอร์ (Containers) บนเรือบรรทุกสินค้า การจัดส่งสินค้าประเภทปิโตรเลียมถือว่า มีปริมาณมากที่สุดเกือบร้อยละ 90 ต้นทุนค่าขนส่งของแต่ละส่วนประกอบที่กล่าวมานั้นแสดงให้ดูในสมการด้านล่างนี้

$$S = r_p x_p + \left(\frac{r_c}{20}\right) x_c + r_c \theta$$

$S$  = total coastal shipping cost

$r_p$  = rate per ton for shipping petroleum

$x_p$  = tons of petroleum shipped

$r_c$  = rate for shipping on container

$x_c$  = tons of break-bulk freight shipped

$\theta$  = number of countries shipped

อัตราการส่งสินค้าประเภทปิโตรเลียมคำนวณจากอัตราต่อตันซึ่งหน่วยงานอุตสาหกรรมจะต้อง รายงานเป็นรายปี โดยในกรณีนี้ระยะทางไม่ใช่ปัจจัยหลักของต้นทุนการส่งสินค้าทางเรือ อัตราสำหรับการจัดส่งโดยตู้ คอนเทนเนอร์ได้รวมเข้าไปในสมการแล้ว การจัดส่งสินค้าแบบหีบห่อแยกชิ้นหากไม่สามารถหาข้อมูลได้ จะต้องใช้การ ประมาณค่าเทียบเคียงกับการจัดส่งโดยตู้คอนเทนเนอร์ โดยมีสมมติฐานว่าตู้คอนเทนเนอร์โดยเฉลี่ยหนัก 20 ตัน ดังนั้นหากเอาอัตราการส่งสินค้าหารด้วย 20 จะได้ค่าการจัดส่งสินค้าแบบหีบห่อแยกชิ้น

#### (5) การขนส่งทางท่อ (Pipeline Transport Cost)

ปริมาณและอัตราการขนส่งทางท่อที่แน่นอนนำมาจากทรานส์เน็ต ไปป์ไลน์ (Transnet Pipelines) เนื่องจากว่ารัฐวิสาหกิจเป็นผู้ดำเนินการบริหารท่อขนส่งเป็นส่วนใหญ่ ท่อขนส่งของเอกชนดำเนินการโดย บริษัทเชฟรอน (Chevron) ในกรณีแอฟริกาคือบริเวณระหว่างซัลดาฮา (Saldanha) และมิลเนอร์ตัน (Milnerton) และอีกบริษัทคือ ซาซอล (Sasol) ซึ่งมีท่อขนส่งในเขตพาด้า (Panda fields) ในประเทศโมซัมบิก (Mozambique) และจังหวัดมปูมาลังกา (Mpumalanga) ของแอฟริกาใต้ ซึ่งค่าเหล่านี้ควรจะต้องนำไปคำนวณด้วยในตัวแบบคำนวณที่ จะพัฒนาขึ้นในอนาคต การคำนวณสมการที่ปรากฏด้านล่างจึงเป็นเพียงการคำนวณบนพื้นฐานของข้อมูลจาก ทรานส์เน็ต ไปป์ไลน์ (Transnet Pipelines) การคำนวณนี้ต้องนำมาเปรียบเทียบกับรายได้โดยรวมของรัฐวิสาหกิจ แห่งนี้ด้วย

$$P = \sum_{g=1}^h \sum_{i=1}^n a_{gi} r_{gi}$$

$P$  = pipeline transport cost

$g$  = the origin and destination pair of the line

$i$  = commodity grouping

$n$  = number of commodity groups

$a$  = volume in cubic metres

$r$  = tariff per cubic metre

$h$  = number of different pairs

## 2) ต้นทุนการเก็บรักษาและการขนถ่ายที่ทำเรือ (SC)

อัตราค่าการเก็บรักษาและการจัดการสินค้า นำมาใช้คำนวณค่าต้นทุนการเก็บรักษาและการขนถ่ายสินค้าที่ทำเรือของทั้งระบบในประเทศ ดังสมการด้านล่างนี้

$$SC = \sum_{i=1}^n x_i (r_s + r_h)_i$$

$$r_s = \sum_{i=1}^n (r_b)_i d \left( \frac{v_{\text{current year}} - v_{\text{previous year}}}{v_{\text{previous year}}} + 1 \right)$$

$SC$  = storage and ports cost

$d$  = static storage delay in months

$r_s$  = storage tariff per ton

$v$  = sectoral inventory cost

$r_h$  = handling tariff per ton

$i$  = commodity grouping

$r_b$  = static storage rate per ton

$n$  = number of commodity groups

$x$  = tons transported

สมการนี้คำนึงถึงค่าคงที่ความล่าช้าของการเก็บรักษาในสินค้าคงคลัง (Static storage delay in months;  $d$ ) ดังที่ Botes และคณะ (2549) ได้นำเสนอไว้ โดยสมการนี้คำนวณบนพื้นฐานของการเปลี่ยนแปลงต้นทุนสินค้าคงคลัง (Sectoral inventory costs) เทียบจากอัตราปีก่อนหน้าในแต่ละภาคเศรษฐกิจมาปรับเป็นค่าคงที่ความล่าช้าของการเก็บรักษา ซึ่งการคำนวณนี้ทำขึ้นเพื่อให้ครอบคลุมความแตกต่างในช่วงเวลาการเก็บรักษาสินค้าในระบบเศรษฐกิจทั้งหมด ในงานของ Botes และคณะ (2549) นั้น มีการคำนวณค่าคงที่ความล่าช้าของการเก็บรักษา โดยการประมาณการค่าเฉลี่ยของค่าเก็บรักษาระหว่างฤดูกาล (average intra-seasonal storage time) และนำค่าที่ได้มาปรับกับค่าความต่างของเวลาถ่วงน้ำหนักระหว่างช่วงเวลาการผลิตกับช่วงเวลาการบริโภค บนสมมติฐานที่กำหนดให้ปริมาณการผลิตและการบริโภคเท่ากัน

## 3) ต้นทุนการถือครองสินค้า (ICC)

ต้นทุนการถือครองสินค้านำมาคำนวณโดยใช้ค่าเฉลี่ยของระดับสินค้าคงคลัง (Inventory levels) ในทุก ๆ ภาคอุตสาหกรรมของระบบเศรษฐกิจ นำไปคูณด้วยค่าถ่วงน้ำหนักของอัตราดอกเบี้ยซื้อคืน (Weighted average repo rate) ของปีนั้น ๆ

$$ICC = \sum_{u=1}^o r_i e_r$$

$ICC$  = inventory carrying cost

$r_i$  = cost of inventory

$u$  = industry type

$e_r$  = weighted average repo rate for the year

$o$  = number of industries

#### 4) ต้นทุนการบริหารจัดการ (TMAC)

ต้นทุนการบริหารและการจัดการสินค้าคำนวณจากร้อยละของหน่วยต้นทุน (Unit cost) ของการขนส่งและการคลังสินค้าซึ่งค่าร้อยละนี้ตั้งมาจากข้อมูลจากผู้ดำเนินการกิจการซึ่งจะมีความแปรผันไปตามประเภทการเก็บรักษาสินค้าและประเภทของการขนส่ง การคำนวณในรูปแบบนี้ยังจะต้องพัฒนาปรับปรุงอีกในอนาคต

$$TMAC = \sum_{i=1}^n MACT_i \cdot AT_i$$

$MACT_i$  is the commodities of the total management and administration cost per ton of commodity  $i$

$AT_i$  is the actual tonnage of commodity  $i$

$$MACT_i = WAOHPT_i + \sum_k^n MCTK_k \cdot PATD_{ik} \cdot MAPC_k$$

$WAOHPT_i$  is the warehousing administration and overhead cost per ton for commodity  $i$

$MCTK_k$  is the modal unit cost per ton-kilometre per transport mode  $k$

$PATD_{ik}$  is the commodity-specific average distance transported per commodity  $i$  by mode  $k$

$MAPC_{ik}$  is the mode-specific administrative percentage of cost for mode  $k$

#### 2.2.3 ตัวแบบการคำนวณของประเทศฟินแลนด์

ผลงานวิจัยชื่อ Multiple-method analysis of logistics costs ได้รับการตีพิมพ์ในวารสาร International Journal of Production Economics ในปี พ.ศ. 2555 พบว่าต้นทุนโลจิสติกส์นั้นมีความสำคัญและเกี่ยวข้องกับต้นทุนในการดำเนินธุรกิจเป็นอันมาก โดยมีสัดส่วนสูงถึงกว่าร้อยละ 10 ของยอดขายของบริษัท งานวิจัยนี้เป็นการตรวจสอบความแตกต่างและหาความสัมพันธ์ของต้นทุนโลจิสติกส์สำหรับบริษัทผู้ผลิตและบริษัทการค้าที่ประกอบการในประเทศฟินแลนด์ ต้นทุนโลจิสติกส์ประกอบด้วย 6 องค์ประกอบ คือ ต้นทุนการขนส่ง ต้นทุนคลังสินค้า ต้นทุนการถือครองสินค้าคงคลัง ต้นทุนการจัดการโลจิสติกส์ ต้นทุนการบรรจุหีบห่อ และต้นทุนโลจิสติกส์ทางอ้อม ข้อสรุปนี้มาจากการสำรวจข้อมูล 2 ครั้งจากกลุ่มตัวอย่าง 241 บริษัทในปี พ.ศ. 2548 และ 2551 ที่ทำการวิเคราะห์ผลด้วยเครื่องมือสถิติหลากหลายวิธี

วิธีการประเมินต้นทุนแบบดั้งเดิมจะอาศัยการคำนวณและรายงานจากค่าเฉลี่ยของประชากรหรือกลุ่มตัวอย่างที่ได้จากการสำรวจ ซึ่งจะมีข้อจำกัดในเรื่องการบริหารจัดการโลจิสติกส์ที่แตกต่างกันสำหรับประชากรแต่ละราย ทำให้ในการศึกษานี้ ได้ประยุกต์ใช้ตัวแบบเชิงเส้นโดยทั่วไป (Generalised linear mixed models; GLMM) ที่พิจารณาถึงปัจจัยหลายตัวแปรระยะเวลาที่เปลี่ยนแปลงไปและข้อมูลที่กระจายตัวแบบไม่ปกติ ทำให้ตัวแบบ GLMM สามารถจัดปัญหาที่เกิดจากสหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต้นที่อาจมีความสัมพันธ์ซึ่งกันและกัน และยังสามารถใช้ตรวจสอบผลกระทบจากความสัมพันธ์ซึ่งกันและกันของตัวแปรต้น และสามารถให้ผลการวิเคราะห์ที่บ่งบอกระดับความเชื่อมั่นทางสถิติหรือผลการประเมินคุณภาพของตัวแบบได้ด้วย โดยตัวแบบจะประกอบด้วย 3 องค์ประกอบ ได้แก่ องค์ประกอบตัวแบบสุ่ม (Random component) องค์ประกอบเชิงระบบ (Systematic component) และฟังก์ชันการเชื่อมโยง (Link function)

ตัวแปรสำหรับการคำนวณต้นทุนโลจิสติกส์ประกอบด้วย

(1) ประเภทของอุตสาหกรรม (INDUST) จำแนกเป็น อุตสาหกรรมการผลิตและก่อสร้าง และภาคการค้า

(2) จำนวนพนักงาน (EMP) จำแนกเป็นบริษัทที่มีพนักงาน 1 ถึง 9 คน, 10 ถึง 49 คน, 50 ถึง 249 คน และมากกว่า 250 คน

(3) ระบายรายได้ (TURNOV) ที่จำแนกตามนิยามของ The European Commission ที่กำหนดให้ว่าบริษัทขนาดใหญ่จะต้องมีรายได้มากกว่า 50.1 ล้านยูโร บริษัทขนาดกลางจะมีรายได้ระหว่าง 10.1 ถึง 50 ล้านยูโร บริษัทขนาดเล็กจะมีรายได้ระหว่าง 2.1 ถึง 10 ล้านยูโร และบริษัทขนาดย่อมจะมีรายได้ไม่น้อยกว่า 2 ล้านยูโร

(4) ระดับของความเป็นสากล (INT) จำแนกเป็นบริษัทที่ดำเนินธุรกิจภายในประเทศเท่านั้น บริษัทที่มีการส่งออก และบริษัทระหว่างประเทศ โดยพิจารณาจากสัดส่วนของยอดขายและการผลิตในตลาดต่างประเทศ ซึ่งบริษัทที่ดำเนินธุรกิจในประเทศหมายถึงบริษัทที่มีสัดส่วนของยอดขายในต่างประเทศน้อยกว่าร้อยละ 10 ส่วนบริษัทที่มีการส่งออกจะมีสัดส่วนของยอดขายในต่างประเทศมากกว่าร้อยละ 10 และบริษัทระหว่างประเทศจะต้องมีฐานการผลิตในต่างประเทศ

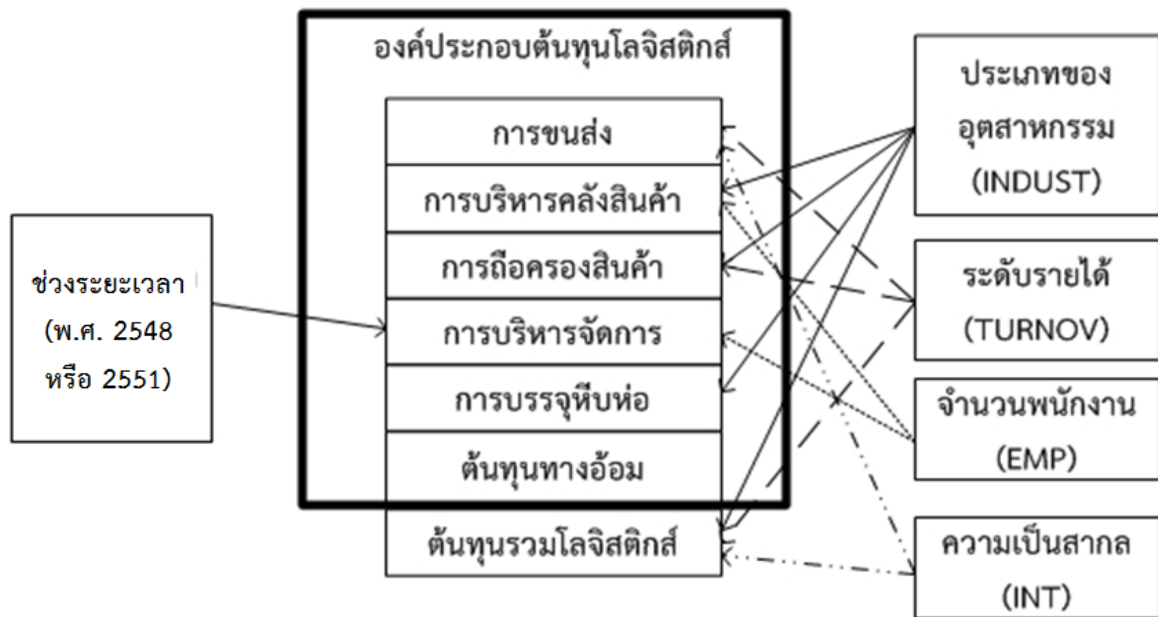
ขณะที่องค์ประกอบของต้นทุนโลจิสติกส์ (COST) จะเป็นการวัดแบบช่วง โดยผู้ตอบจะทำการประเมินสัดส่วนต้นทุนโลจิสติกส์ต่อยอดขาย โดยให้คะแนนที่เป็นร้อยละ ระหว่าง 1 ถึง 100 หากผู้ตอบไม่ตอบคำถาม คะแนนจะถูกกำหนดให้อยู่ระหว่างร้อยละ 0 ถึง 0.5 แทน โดยมีสมการพื้นฐานที่ใช้ในการคำนวณดังนี้

$$Y = \mu + \varepsilon = X\beta + Zb + \varepsilon$$

เมื่อ  $Y$  คือ เมทริกซ์ของตัวแปรตาม  
 $\mu$  คือ ค่าเฉลี่ยของเวกเตอร์เมทริกซ์  
 $X$  และ  $\beta$  คือ ตัวแปรอิสระแบบคงที่  
 $Z$  คือ ตัวแปรอิสระแบบสุ่ม  
 $b$  คือ เวกเตอร์แสดงสัมประสิทธิ์ของตัวแปรแบบสุ่ม  
 $\varepsilon$  คือ ค่าความผิดพลาดของสมการ

ตัวแปรใดที่ไม่มีนัยสำคัญจะถูกนำออกจากสมการข้างต้น โดยพิจารณาจากค่าความน่าจะเป็น (p-value) โดยมีสมมติฐานที่ว่า ตัวแปรอิสระทุกตัวคือ จำนวนของพนักงาน ยอดขาย ประเภทอุตสาหกรรม และระดับของความเป็นสากล ซึ่งจะมีความสัมพันธ์กับระยะเวลาหรือปีที่คำนวณ ใช้การกระจายตัวของข้อมูลแบบเบต้าสำหรับการคำนวณทุกองค์ประกอบของต้นทุนและต้นทุนโลจิสติกส์รวม เมื่อวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างตัวอิสระและต้นทุนโลจิสติกส์ (ดังแสดงในรูปที่ 2.2-1) จะพบว่า

- ต้นทุนการขนส่ง มีความสัมพันธ์กับรายได้และระดับของความเป็นสากล
- ต้นทุนคลังสินค้า มีความสัมพันธ์กับจำนวนของพนักงานและประเภทอุตสาหกรรม
- ต้นทุนการถือครองสินค้าคงคลัง มีความสัมพันธ์กับรายได้และประเภทอุตสาหกรรม
- ต้นทุนการจัดการโลจิสติกส์ มีความสัมพันธ์กับปีที่คำนวณและจำนวนของพนักงาน
- ต้นทุนการบรรจุหีบห่อ มีความสัมพันธ์กับประเภทอุตสาหกรรม
- ต้นทุนรวมโลจิสติกส์ มีความสัมพันธ์กับรายได้ ประเภทอุตสาหกรรม และระดับของความเป็นสากล



ที่มา : Janne Engblom, Tomi Solakivi, Juuso Toylli และ Lauri Ojala (2555) ชื่อ Multiple-method analysis of logistics costs, International Journal of Production Economics เล่มที่ 137 หน้า 29-35

### รูปที่ 2.2-1 ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระและต้นทุนโลจิสติกส์ที่ใช้ในการศึกษา

โดยตัวแบบการคำนวณต้นทุนโลจิสติกส์สำหรับแต่ละองค์ประกอบของต้นทุนและต้นทุนโลจิสติกส์รวม ซึ่งมีดังรายละเอียดต่อไปนี้

ต้นทุนการขนส่ง

$$\frac{COST_{ij}}{TURNOV_{ij}} = e^{\alpha + b_i + \sum_{k=1}^3 \beta_{k3} TURNOV_k + \sum_{k=1}^2 \beta_{k5} INT_k} + \varepsilon_{ij}$$

ต้นทุนการบริหารคลังสินค้า

$$\frac{COST_{ij}}{TURNOV_{ij}} = e^{\alpha + b_i + \sum_{k=1}^3 \beta_{k2} EMP_k + \beta_4 INDUST} + \varepsilon_{ij}$$

ต้นทุนการถือครองสินค้า

$$\frac{COST_{ij}}{TURNOV_{ij}} = e^{\alpha + b_i + \sum_{k=1}^3 \beta_{k3} TURNOV_k + \beta_4 INDUST} + \varepsilon_{ij}$$

ต้นทุนการบริหารจัดการ

$$\frac{COST_{ij}}{TURNOV_{ij}} = e^{\alpha + b_i + \beta_1 YEAR + \sum_{k=1}^3 \beta_{k2} EMP_k} + \varepsilon_{ij}$$



## ต้นทุนการบรรจุหีบห่อ

$$\frac{COST_{ij}}{TURN_{ij}} = e^{\alpha + b_i + \beta_4 INDUST} + \varepsilon_{ij}$$

## ต้นทุนรวมโลจิสติกส์

$$\frac{COST_{ij}}{TURN_{ij}} = e^{\alpha + b_i + \sum_{k=1}^3 \beta_{k3} TURN_{k3} + \beta_4 INDUST + \sum_{k=1}^2 \beta_{k5} INT_k} + \varepsilon_{ij}$$

โดยที่ i คือ บริษัทแต่ละราย  
j คือ ระยะเวลา อาทิ พ.ศ. 2548 หรือ 2551  
k คือ จำนวนประเภทของตัวแปรอิสระ

ผลการศึกษาดังแสดงในตารางที่ 2.2-2 พบว่า ต้นทุนส่วนใหญ่มีความใกล้เคียงกันระหว่างปี พ.ศ. 2548 และ 2551 ถึงแม้ว่าจะมีบางกรณีที่มีความแตกต่างกันอยู่บ้าง แต่ต้นทุนรวมโลจิสติกส์ก็มีแนวโน้มที่ลดลง ขณะที่ต้นทุนการบริหารจัดการมีการเปลี่ยนแปลงมากที่สุดคือ ลดลงจากร้อยละ 2.2 เหลือเพียงร้อยละ 1.5 ซึ่งน่าแปลกใจที่ส่วนใหญ่แล้วจะให้ความสำคัญกับต้นทุนนี้น้อยกว่าต้นทุนอื่น ๆ สำหรับต้นทุนการขนส่งลดลงจากร้อยละ 5.5 เหลือ 5.1 ต่อยอดขาย แต่ต้นทุนคลังสินค้า ต้นทุนการถือครองสินค้า ต้นทุนการบรรจุหีบห่อ และต้นทุนทางอ้อม มีสัดส่วนที่เพิ่มขึ้น นอกจากนี้ ต้นทุนโลจิสติกส์มีแนวโน้มลดลงในบริษัทที่มีขนาดใหญ่ และสุดท้ายผลการศึกษาแสดงให้เห็นถึงความสำคัญของการตีความหมายการเปลี่ยนแปลงของต้นทุนโลจิสติกส์และเพื่อควบคุมผลกระทบของตัวแปรในเวลาเดียวกัน

ตารางที่ 2.2-2 ผลการคำนวณต้นทุนโลจิสติกส์ตามตัวแบบของ Engblom และคณะ ปี พ.ศ. 2555

Cost	Year	Total mean	Number of employees 1-9, 10-49, 50-249, 250-	Turnover 0€-2 M, €2.1-10 M, €10.1-50 M, €50.1 M-	Industry manufacturing and construction, trading	Level of internationalisation Domestic, export, international
Transport	2548	5.3	6.1,5.5,3.5,4.8	5.8,6.0,3.8,4.7	5.3,5.3	5.0,7.2,5.0
	2551	5.1	4.5,5.7,5.0,5.9	4.7,5.1,4.4,6.3	5.8,4.3	4.2,7.7,6.1
Warehousing	2548	3.0	3.5,2.8,3.2,1.9	3.5,3.0,2.7,2.3	2.9,3.3	3.1,3.2,2.9
	2551	3.4	3.8,2.9,3.6,2.9	4.0,2.8,3.3,3.3	3.0,4.0	3.5,2.9,3.5
Inventory carrying	2548	5.7	8.4,3.8,3.8,2.9	8.3,3.8,3.8,2.6	3.5,8.7	6.8,3.8,3.6
	2551	5.8	7.1,4.3,5.9,4.3	7.3,4.4,4.6,5.2	5.2,6.5	6.1,5.2,5.1
Administration	2548	2.2	2.8,1.5,2.2,1.2	2.7,2.0,1.3,1.9	1.8,2.6	2.3,1.9,2.0
	2551	1.5	1.7,1.6,1.3,1.1	1.6,1.6,1.3,1.3	1.5,1.5	1.4,2.3,1.3
Packaging	2548	1.2	1.5,1.2,1.0,0.8	1.6,1.1,0.6,0.8	1.3,1.0	1.2,1.8,0.9
	2551	1.4	1.4,1.5,0.8,1.6	1.5,1.2,1.2,1.4	1.7,0.9	1.3,1.8,1.2
Indirect	2548	1.1	1.4,0.7,0.7,0.9	1.2,1.3,0.6,0.8	1.0,1.2	1.2,0.7,0.9
	2551	1.3	1.3,1.1,1.3,1.5	1.3,1.0,1.2,1.6	1.3,1.5	1.1,1.7,1.4
Total	2548	18.5	23.7,15.6,14.4,12.5	23.3,17.2,12.8,13.1	15.8,22.2	19.6,18.9,15.2
	2551	18.6	20.1,17.2,18.3,16.8	20.6,16.5,15.3,19.0	18.2,19.2	18.0,22.4,17.8

ที่มา : Janne Engblom และคณะ (2555)

จากตัวแบบและสมการที่ใช้ในการคำนวณต้นทุนโลจิสติกส์ข้างต้น พบว่า ระดับรายได้และความเป็นสากลเป็นตัวแปรอิสระที่มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญกับต้นทุนการขนส่ง แต่ระดับของรายได้บริษัทจะมีความสัมพันธ์ในเชิงลบ (ตรงข้าม) กับต้นทุนการขนส่ง หรือบริษัทขนาดใหญ่จะมีต้นทุนการขนส่งต่ำกว่าบริษัทที่มีขนาดเล็กกว่า จากตารางที่ 2.2-2 จะเห็นได้ว่าบริษัทขนาดกลางจะมีต้นทุนการขนส่งต่ำที่สุดซึ่งอาจเป็นผลมาจาก



การประหยัดจากขนาด (Economies of scale) ในการขนส่งที่ต้องคำนึงถึงขนาดสินค้าในการขนส่งและระยะทางการขนส่ง ขณะที่ระดับความเป็นสากลพบว่า บริษัทที่มีการส่งออกจะมีต้นทุนการขนส่งที่สูงกว่าบริษัทที่ดำเนินธุรกิจภายในประเทศเท่านั้นและบริษัทระหว่างประเทศ เนื่องจากต้องมีการขนส่งสินค้าระหว่างประเทศไปยังภูมิภาคต่าง ๆ แต่บริษัทที่มีสิ่งอำนวยความสะดวกในต่างประเทศก็ไม่พบว่ามีรายได้เปรียบในส่วนของต้นทุนการขนส่งมากเท่าใดนักเช่นกัน

สำหรับขนาดของบริษัทที่พิจารณาจากจำนวนพนักงานพบว่ามีความสัมพันธ์กับต้นทุนการบริหารคลังสินค้าอย่างมีนัยสำคัญ โดยที่บริษัทขนาดใหญ่จะมีต้นทุนที่ต่ำกว่าบริษัทที่มีขนาดเล็กกว่า และบริษัทที่มีขนาดใหญ่ก็ยังมีส่วนต้นทุนการบริหารคลังสินค้าที่ต่ำลงอีกด้วย ซึ่งเป็นที่น่าสนใจว่าต้นทุนการบริหารคลังสินค้าสำหรับภาคการผลิตและการก่อสร้างจะมีสัดส่วนที่ต่ำกว่าภาคการค้า ขณะที่ต้นทุนการถือครองสินค้าค่อนข้างที่จะแปรผันตามขนาดของบริษัท โดยบริษัทขนาดใหญ่ที่มีรายได้สูงจะมีต้นทุนที่ต่ำกว่าบริษัทขนาดเล็ก และบริษัทในภาคการค้าจะมีต้นทุนที่สูงกว่าภาคการผลิตและการก่อสร้าง

ส่วนต้นทุนการบริหารจัดการพบว่ามีความสัมพันธ์กับตัวแปรเรื่องเวลาและจำนวนของพนักงานที่มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญ โดยมีแนวโน้มที่ลดลงจากร้อยละ 1.7 ในปี พ.ศ. 2548 เหลือเพียงร้อยละ 1.2 ในปี พ.ศ. 2551 และมีความสัมพันธ์ในทางตรงข้ามกับจำนวนของพนักงาน ซึ่งจะเห็นได้จากบริษัทที่มีขนาดเล็กจะมีต้นทุนที่สูงกว่าบริษัทขนาดใหญ่ ส่วนต้นทุนการบรรจุหีบห่อของบริษัทในภาคการผลิตและการก่อสร้างจะสูงกว่าในภาคการค้า ท้ายสุดต้นทุนรวมโลจิสติกส์ที่มีความสัมพันธ์กับรายได้ ประเภทของอุตสาหกรรม และระดับความเป็นสากลของบริษัท โดยที่บริษัทในภาคการผลิตและการก่อสร้างจะมีต้นทุนโลจิสติกส์ต่ำกว่าภาคการค้า และบริษัทที่มีการส่งออกจะมีต้นทุนโลจิสติกส์สูงกว่าบริษัทที่จำหน่ายเฉพาะภายในประเทศและบริษัทที่มีฐานการผลิตอยู่ในต่างประเทศ

นอกจากนี้ ประเทศฟินแลนด์ยังได้มีการพัฒนาตัวแบบการคำนวณมูลค่าของตลาดโลจิสติกส์ เนื่องจากการที่ขนาดของตลาดโลจิสติกส์ส่วนใหญ่จะประมาณการมาจากข้อมูลบัญชีประชาชาติและข้อมูลทางการตลาด ซึ่งก็ไม่ได้มีการพิจารณาในส่วนของการให้บริการโลจิสติกส์แบบการดำเนินการภายในองค์กร (In-house) รวมไว้ด้วย ทำให้การประมาณการที่ได้ออกมานั้น มีมูลค่าที่ต่ำกว่าขนาดของอุตสาหกรรมโลจิสติกส์ที่แท้จริง ดังนั้นในปี พ.ศ. 2561 จึงมีการศึกษาเรื่อง Estimating the Size of the National Logistics Market: A Method to Include both Market-Based Demand and In-house Services ศึกษาโดย Tomi Solakivi, Lauri Ojala, Harri Lorentz, Juuso Töyli และ Sini Laari และได้รับการตีพิมพ์ในวารสาร International Journal of Physical Distribution and Logistics Management เล่มที่ 48 ฉบับที่ 5 หน้า 488-503 เพื่อให้เกิดการพัฒนาเครื่องมือสำหรับการประมาณการขนาดตลาดของอุตสาหกรรมโลจิสติกส์ในรูปแบบของค่าใช้จ่ายโลจิสติกส์โดยรวมและพิจารณาในส่วนของการให้บริการแบบการดำเนินการภายในองค์กร (In-house) ร่วมด้วย

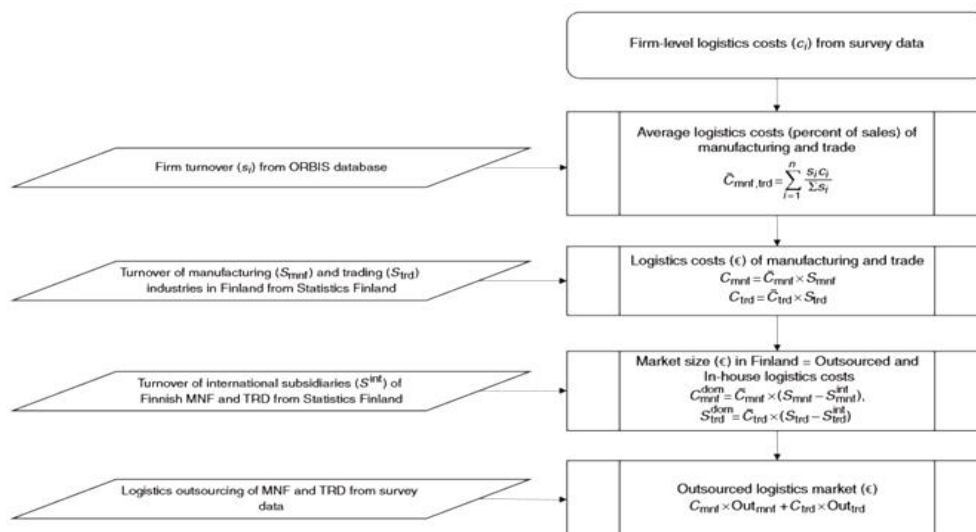
ในการสำรวจข้อมูลจะมีคำถามเกี่ยวกับต้นทุนโลจิสติกส์ที่ประกอบด้วย ต้นทุนการขนส่ง ต้นทุนการบริหารคลังสินค้า ต้นทุนการถือครองสินค้า ต้นทุนการบริหารจัดการ และต้นทุนอื่น ๆ เป็นสัดส่วนต่อยอดขาย โดยการให้ระบุต้นทุนที่เกิดขึ้นในรูปแบบร้อยละ 0 ถึง 100 ขณะเดียวกันก็จะมีคำถามเกี่ยวกับการใช้บริการกิจกรรมโลจิสติกส์จากภายนอกผ่านการให้คะแนน 1 ถึง 5 โดย คะแนนเท่ากับ 1 หมายถึงไม่มีการว่าจ้างจากภายนอก คะแนนเท่ากับ 2 หมายถึงมีร้อยละ 1-25 คะแนนเท่ากับ 3 หมายถึงมีร้อยละ 26-50 คะแนนเท่ากับ 4 หมายถึงมีร้อยละ 51-75 และคะแนนเท่ากับ 5 หมายถึงมีร้อยละ 76-100 จากนั้นจะนำข้อมูลของบริษัทที่ได้จากการสำรวจมาวิเคราะห์ร่วมกับข้อมูลระดับมหภาค ซึ่งข้อมูลยอดขายของบริษัทที่สำรวจจะได้จากฐานข้อมูล Orbis (Bureau van Dijk 2549-2559) และค่าผลิตภัณฑ์มวลรวมของประเทศ (GDP) ที่จะได้มาจากสถิติของประเทศฟินแลนด์ Statistics Finland (2006-2016) Enterprise และ National Accounts Statistics ซึ่งได้มีการบันทึกเป็นสถิติไว้แล้ว

โดยใช้กรณีศึกษาของอุตสาหกรรมโลจิสติกส์ของประเทศฟินแลนด์ ที่นำข้อมูลอุตสาหกรรมในระยะยาว (Longitudinal industry data) และรายได้ของบริษัท ร่วมกับการสำรวจข้อมูลเกี่ยวกับการว่าจ้างกิจกรรมโลจิสติกส์และต้นทุนที่เกิดขึ้น เพื่อใช้สำหรับการคำนวณค่าใช้จ่ายด้านโลจิสติกส์รายปีและขนาดของตลาดการให้บริการโลจิสติกส์ ข้อมูลเกี่ยวกับต้นทุนโลจิสติกส์และการว่าจ้างผู้ให้บริการภายนอกจะได้จากส่วนหนึ่งของการ

สำรวจข้อมูลประจำปีของประเทศฟินแลนด์ ที่มีกลุ่มเป้าหมายจะเป็น 3 ภาคอุตสาหกรรมหลัก คือ ภาคการผลิต ภาคการค้า และผู้ให้บริการโลจิสติกส์

**รูปที่ 2.2-2** แสดงกระบวนการวิเคราะห์ โดยเริ่มต้นจากข้อมูลต้นทุนโลจิสติกส์ที่ได้จากการสำรวจประจำปีของ Finland State of Logistics Surveys และคำนวณแบบถ่วงน้ำหนัก 2 ครั้ง เพื่อให้ได้ค่าเฉลี่ยของต้นทุนโลจิสติกส์สำหรับอุตสาหกรรมการผลิตและการค้า ข้อมูลจะถูกทำการถ่วงน้ำหนักโดยการนำข้อมูลที่ได้จากผู้ประกอบการแต่ละราย ( $c_i$ ) กับรายได้ของบริษัท ( $s_i$ ) ที่ได้จากฐานข้อมูล Orbis เพื่อให้ได้น้ำหนักที่เหมาะสมสำหรับการคำนวณต้นทุนโลจิสติกส์ของแต่ละอุตสาหกรรม จากนั้นจะนำค่าเฉลี่ยต้นทุนโลจิสติกส์ของอุตสาหกรรมมาคำนวณค่าถ่วงน้ำหนักอีกครั้งบนพื้นฐานของรายได้รวมของแต่ละอุตสาหกรรม ตัวอย่างเช่น อุตสาหกรรมกระดาษและผลิตภัณฑ์จากกระดาษมีสัดส่วนรายได้ร้อยละ 8.9 ของรายได้รวมในภาคอุตสาหกรรมของฟินแลนด์ ก็จะมีน้ำหนักเท่ากับ 8.9 แต่เนื่องจากต้นทุนโลจิสติกส์ของผู้ประกอบการและอุตสาหกรรม ( $S_{mnf}$  และ  $S_{trd}$ ) จะรวมต้นทุนที่เกิดขึ้นภายนอกประเทศฟินแลนด์ ( $S^{int}$ ) จึงจะต้องนำต้นทุนส่วนนี้ออกจากต้นทุนรวม เพื่อให้เหลือเพียงต้นทุนโลจิสติกส์ภายในประเทศเท่านั้น โดยมีสมมติฐานที่ว่าโครงสร้างต้นทุนของผู้ประกอบจะเหมือนกันทั้งภายในประเทศฟินแลนด์และในต่างประเทศ

ส่วนต้นทุนโลจิสติกส์ของประเทศจะถูกจำแนกออกตามกิจกรรมที่เกิดขึ้นภายในบริษัทและว่าจ้างจากภายนอก ซึ่งจากการสำรวจข้อมูลที่ผู้ตอบประมาณระดับของการว่าจ้างกิจกรรมโลจิสติกส์จากภายนอก ( $Out_{mnf}$  และ  $Out_{trd}$ ) ที่เป็นการให้คะแนนในระดับ 1 ถึง 5 จะถูกนำมาแปลงเป็นร้อยละ 1 ถึง 100 ซึ่งในขั้นตอนนี้จะมีสมมติฐานว่าการกระจายตัวของข้อมูลในการให้คะแนน 1 ถึง 5 มีความเท่าเทียมกัน ตัวอย่างเช่น หากผู้ประเมินให้คะแนนในช่วงร้อยละ 1 ถึง 25 ก็จะมีค่าเท่ากับร้อยละ 13 ที่เป็นค่ากลางของคะแนนในช่วงนี้ หลังจากนั้นจึงจะคำนวณค่าเฉลี่ยถ่วงน้ำหนักของการใช้บริการจากภายนอกสำหรับแต่ละกิจกรรมโลจิสติกส์



ที่มา : Tomi Solakivi, Lauri Ojala, Harri Lorentz, Juuso Töyli และ Sini Laari (2561) Estimating the Size of the National Logistics Market A Method to Include both Market-based Demand and In-house Services ในวารสาร International Journal of Physical Distribution and Logistics Management เล่มที่ 48 ฉบับที่ 5 หน้า 488-503.

## รูปที่ 2.2-2 กระบวนการคำนวณตามตัวแบบของ Solakivi และคณะ (2561)

เพื่อให้เกิดความสอดคล้องของกิจกรรมโลจิสติกส์ที่ว่าจ้างจากภายนอกกับต้นทุนที่เกี่ยวข้อง การศึกษาได้ระบุกิจกรรมที่เกี่ยวข้องไว้ในตารางที่ 2.2-3 อาทิ ต้นทุนการขนส่งจะประกอบด้วยการขนส่งภายในประเทศและการขนส่งระหว่างประเทศ ซึ่งสัดส่วนของต้นทุนสำหรับการใช้บริการจากภายนอกจะคำนวณจากค่าเฉลี่ยของการขนส่งทั้งภายในและระหว่างประเทศ ตามทฤษฎีแล้ว ต้นทุนการขนส่งภายในบริษัทเองจะได้รับการนำต้นทุนการขนส่งทั้งหมด หักออกด้วยต้นทุนการขนส่งที่ว่าจ้างจากภายนอก



ตารางที่ 2.2-3 การจำแนกการว่าจ้างกิจกรรมโลจิสติกส์จากภายนอกตามประเภทของต้นทุน

ประเภทของต้นทุนโลจิสติกส์	กิจกรรมโลจิสติกส์ที่มีการ Outsource
ต้นทุนการขนส่ง	การขนส่งภายในประเทศ
	การขนส่งระหว่างประเทศ
ต้นทุนการบริหารคลังสินค้า	คลังสินค้า
ต้นทุนการถือครองสินค้า	ไม่มี
ต้นทุนการบริหารจัดการ	ผู้ให้บริการขนส่ง
	การรับคำสั่งซื้อ
	การจัดทำใบแจ้งหนี้
	ระบบเทคโนโลยีสารสนเทศโลจิสติกส์
ต้นทุนอื่น ๆ	โลจิสติกส์ย้อนกลับ
	บริการมูลค่าเพิ่มโลจิสติกส์

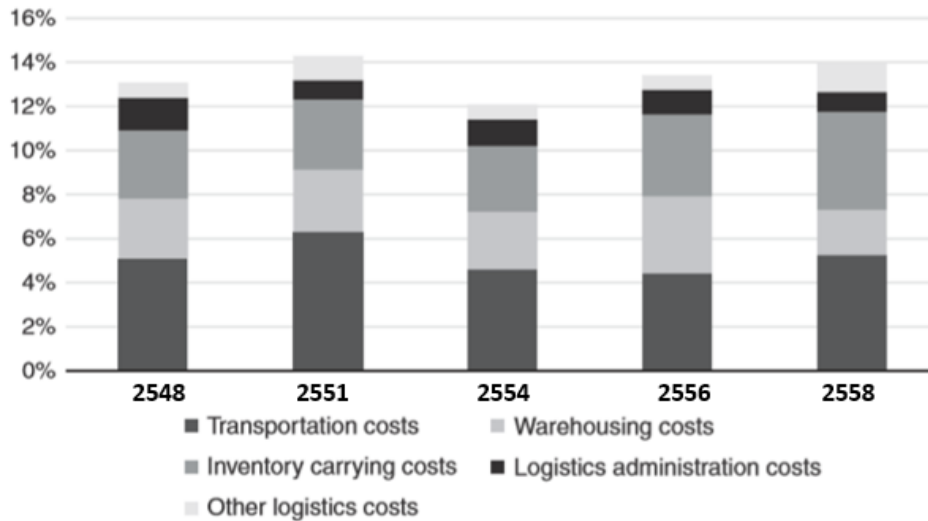
ที่มา : Tomi Solakivi และคณะ (2561)

โดยในการคำนวณจะมีการกำหนด “Outsourcing Index” เฉพาะสำหรับตลาดโลจิสติกส์ของประเทศฟินแลนด์ พร้อมทั้งสมมติฐานที่ว่า การให้บริการโลจิสติกส์จากภายนอกจะรวมต้นทุนทั้งหมดที่ระบุไว้ในตารางที่ 3 ยกเว้นกิจกรรมการถือครองสินค้าที่เป็นต้นทุนค่าเสียโอกาสในการที่เงินทุนจมไปในสินค้าคงคลัง ไม่ใช่ในตัวของกิจกรรมเอง ซึ่งการประมาณการการว่าจ้างกิจกรรมโลจิสติกส์จากภายนอกจะเป็นการนำน้ำหนักมาคูณกับรายได้ของแต่ละบริษัท เพื่อให้ได้ค่าเฉลี่ยถ่วงน้ำหนักรายได้ของกิจกรรมโลจิสติกส์ที่มีการว่าจ้างจากภายนอกสำหรับแต่ละกิจกรรมโลจิสติกส์ ดังสมการต่อไปนี้

$$\text{Outsourcing index: } \sum_{i=1}^n \frac{S_i C_i}{\sum S_i} \times \frac{S_i O_i}{\sum S_i}$$

- เมื่อ  $i$  คือ บริษัทผู้ตอบแบบสอบถาม  
 $s$  คือ รายได้  
 $c$  คือ ประมาณการองค์ประกอบของต้นทุนโลจิสติกส์  
 $o$  คือ ประมาณการระดับการว่าจ้างจากภายนอก

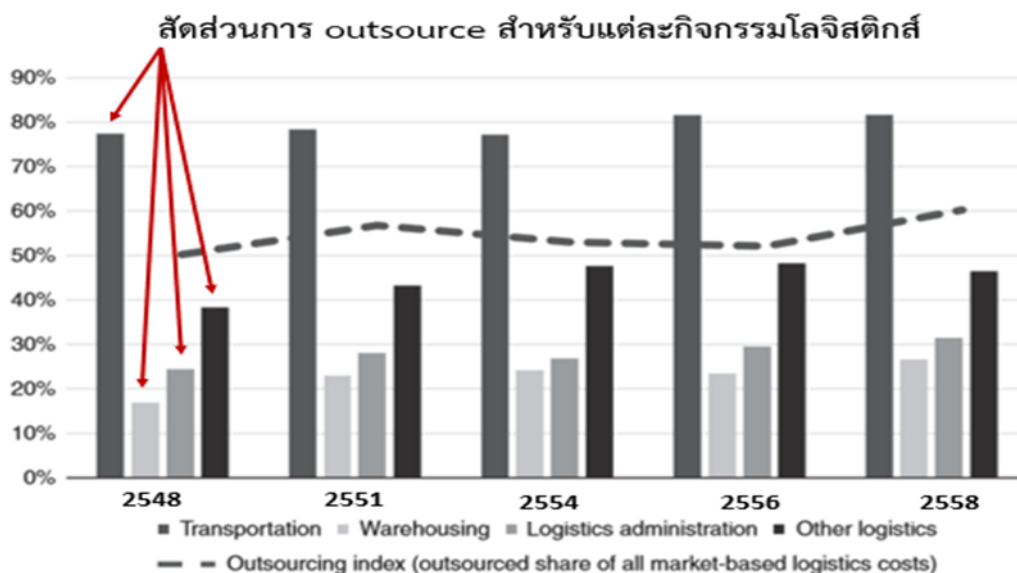
เมื่อพิจารณาต้นทุนแต่ละประเภท พบว่า การขนส่งมีสัดส่วนใหญ่ที่สุดประมาณร้อยละ 38 ของต้นทุนโลจิสติกส์ทั้งหมด และการบริหารคลังสินค้ามีค่าเฉลี่ยประมาณร้อยละ 20 ขณะที่การถือครองสินค้า ค่าเฉลี่ยประมาณร้อยละ 27 ของต้นทุนโลจิสติกส์ ส่วนต้นทุนการบริหารจัดการและต้นทุนอื่น ๆ โดยเฉลี่ยจะมีสัดส่วนสูงกว่าร้อยละ 15 เพียงเล็กน้อยเท่านั้น ดังแสดงในรูปที่ 2.2-3



ที่มา : Tomi Solakivi, Lauri Ojala, Harri Lorentz, Juuso Töyli และ Sini Laari (2561)

### รูปที่ 2.2-3 สัดส่วนต้นทุนโลจิสติกส์ของประเทศฟินแลนด์

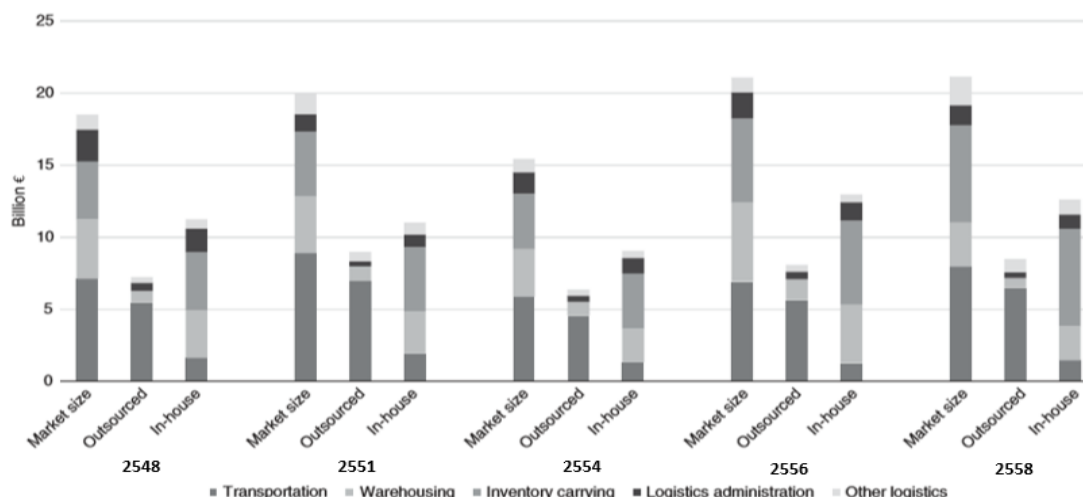
ดังแสดงในรูปที่ 2.2-4 แสดงให้เห็นถึงสัดส่วนของการจ้างบริษัทตัวแทน (Outsource) จากต้นทุนโลจิสติกส์ทั้งหมด หรืออาจกล่าวได้ว่าเป็นมูลค่าของการจ้างบริษัทตัวแทนในตลาดโลจิสติกส์ โดยการถือครองสินค้าจะถูกดำเนินการโดยบริษัทเอง และแนวโน้มการจ้างบริษัทตัวแทนก็มีทิศทางเพิ่มขึ้นทุกปี โดยสัดส่วนที่นำเสนอในรูปนี้ก็คือ ดัชนีการว่าจ้างจากภายนอก (Outsourcing Index) ที่ใช้สำหรับการประมาณการค่าใช้จ่ายสำหรับการว่าจ้างกิจกรรมโลจิสติกส์จากภายนอก



ที่มา : Tomi Solakivi และคณะ (2561)

### รูปที่ 2.2-4 ดัชนีการว่าจ้างจากภายนอก (Outsourcing Index) และสัดส่วนของการว่าจ้างโลจิสติกส์จากภายนอก จำแนกตามประเภทต้นทุนของฟินแลนด์ ระหว่างปี พ.ศ. 2548 ถึง 2558

**รูปที่ 2.2-5** เป็นการนำเสนอผลการศึกษาที่ทำการประมาณการขนาดของตลาดโลจิสติกส์ในประเทศฟินแลนด์ รวมถึงสัดส่วนของกิจกรรมโลจิสติกส์ที่มีการดำเนินการเองและว่าจ้างจากภายนอก ซึ่งขนาดตลาดโลจิสติกส์จะมีมูลค่าประมาณ 18.5 ล้านยูโรในปี พ.ศ. 2549 ทั้งนี้โดยเป็นการว่าจ้างจากภายนอกประมาณ 7.2 ล้านยูโร และเป็นการดำเนินการเองของบริษัท 11.3 ล้านยูโร ซึ่งจากมูลค่า 7.2 ล้านยูโรของการว่าจ้างเป็นการว่าจ้างการขนส่งถึง 5.5 ล้านยูโร



ที่มา : Tomi Solakivi และคณะ (2561)

## รูปที่ 2.2-5 การประมาณการขนาดของตลาดโลจิสติกส์ในประเทศฟินแลนด์ รวมถึงสัดส่วนของกิจกรรมโลจิสติกส์ที่มีการดำเนินการเองและว่าจ้างจากภายนอก ระหว่างปี พ.ศ. 2548 ถึง 2558

### 2.2.4 แบบจำลองการคำนวณต้นทุนโลจิสติกส์ทั่วโลก

การบริหารโลจิสติกส์ในระดับมหภาคจำเป็นต้องมีความเข้าใจประสิทธิภาพของการขนส่งของแต่ละประเทศที่แตกต่างกันนั้นเป็นเพราะว่าต้นทุนทางโลจิสติกส์เป็นส่วนหนึ่งของระบบการค้าโลก แต่การคำนวณหาต้นทุนก็ไม่ใช่จะสามารถทำได้ง่ายนักเพราะแต่ละต้นทุนมีการวัดค่าที่แตกต่างกัน ด้วยเหตุนี้จึงเป็นที่มาของงานวิจัยแบบจำลองการคำนวณต้นทุนโลจิสติกส์ทั่วโลก ซึ่งมีงานวิจัยอยู่ 2 ฉบับที่เป็นการศึกษาต่อเนื่องและใช้แนวคิดเดียวกัน งานวิจัยแรกทำในปี พ.ศ. 2546 มีชื่อว่า Estimation of Global Logistics Expenditures Using Neural Networks จัดทำโดย Donald J. Bowersox, Roger J. Calantone และ Alexandre M. Rodrigues งานวิจัยนี้ได้รับการตีพิมพ์ในวารสาร Journal of Business Logistics เล่มที่ 24 ฉบับที่ 2 หน้า 21-36 มีวัตถุประสงค์เพื่อประมาณการค่าใช้จ่ายด้านโลจิสติกส์ในระดับประเทศและนำเสนอตัวแบบสำหรับการประมาณการค่าใช้จ่ายโลจิสติกส์ทั่วโลก ต่อมาในปี พ.ศ. 2548 มีการศึกษาวิจัยต่อเนื่องจากงานแรกชื่อว่า Estimation of Global and National Logistics Expenditures: 2002 Data Update โดย Alexandre M. Rodrigues, Donald J. Bowersox และ Roger J. Calantone ตีพิมพ์ในวารสาร Journal of Business Logistics เล่มที่ 26 ฉบับที่ 2 หน้า 1-16

งานวิจัยทั้งสองนี้ ได้นำผลงานวิจัยของ Heskett, Glaskowsky และ Ivie ปี พ.ศ. 2516 มาเป็นพื้นฐานสำหรับการศึกษา โดยการศึกษาของ Heskett et al ได้พัฒนาวิธีการประมาณการต้นทุนรวมโลจิสติกส์และประยุกต์ใช้สำหรับประเทศสหรัฐอเมริกา โดยต้นทุนรวมโลจิสติกส์เป็นผลรวมของต้นทุนการขนส่ง ต้นทุนการถือครองสินค้า ต้นทุนการบริหารคลังสินค้า และต้นทุนการสั่งซื้อ ซึ่งต่อมาบริษัทที่ปรึกษา Cass Information Systems ได้นำตัวแบบของ Heskett et al มาประยุกต์ใช้สำหรับการคำนวณต้นทุนโลจิสติกส์ของประเทศสหรัฐอเมริกา แต่ในปัจจุบันได้เปลี่ยนชื่อมาเป็น the Council of Supply Chain Management Professionals (CSCMP) โดยปรับตัว

แบบการคำนวณให้เหลือเพียงต้นทุนการขนส่ง (Transportation Cost) ต้นทุนการบริหารจัดการ (Administrative Cost) และต้นทุนการถือครองสินค้า (Inventory Carrying Cost) รวมกับต้นทุนการบริการคลังสินค้า Warehousing Cost) เข้าไว้ด้วยกัน

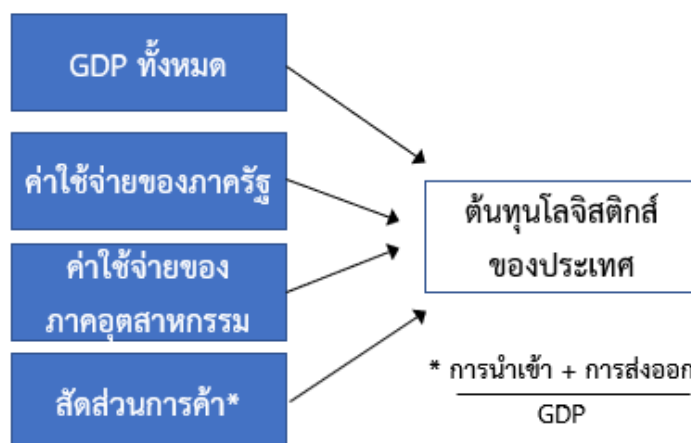


ที่มา : Alexandre M. Rodrigues, Donald J. Bowersox and RogerJ. Calantone (2005), ESTIMATION OF GLOBAL AND NATIONAL LOGISTICS EXPENDITURES: 2002 DATA UPDATE, JOURNAL OF BUSINESS LOGISTICS, Vol. 26, No. 2, pp.1-16

## รูปที่ 2.2-6 ตัวแปรที่ใช้ในการประมาณการต้นทุนโลจิสติกส์ของ Heskett et al

แต่เนื่องจากการประมาณต้นทุนโลจิสติกส์ทั่วโลก ซึ่งแตกต่างกับการประมาณการสำหรับประเทศสหรัฐอเมริกา โดยจะมีความยากในการได้มาซึ่งข้อมูล ที่โดยส่วนใหญ่แล้วจะมีข้อมูลเฉพาะประเทศที่พัฒนาแล้วแต่ไม่มีในประเทศอื่น ๆ ข้อมูลแต่ละประเทศเองก็ต้องการความหลากหลายทางข้อมูล ทั้งข้อมูลปฐมภูมิและทุติยภูมิเพื่อนำมาการประเมินค่าใช้จ่ายด้านโลจิสติกส์ ด้วยเหตุนี้จึงเป็นที่มาของการศึกษาค่าใช้จ่ายด้านโลจิสติกส์ทั่วโลกครั้งแรกโดย Bowersox ในปี พ.ศ. 2535 ที่ประมาณการด้วยข้อมูลของผลิตภัณฑ์มวลรวมของประเทศ (GDP) ค่าใช้จ่ายของภาครัฐ ค่าใช้จ่ายของภาคอุตสาหกรรม และสัดส่วนการค้า ดังแสดงในรูปที่ 2.2-7

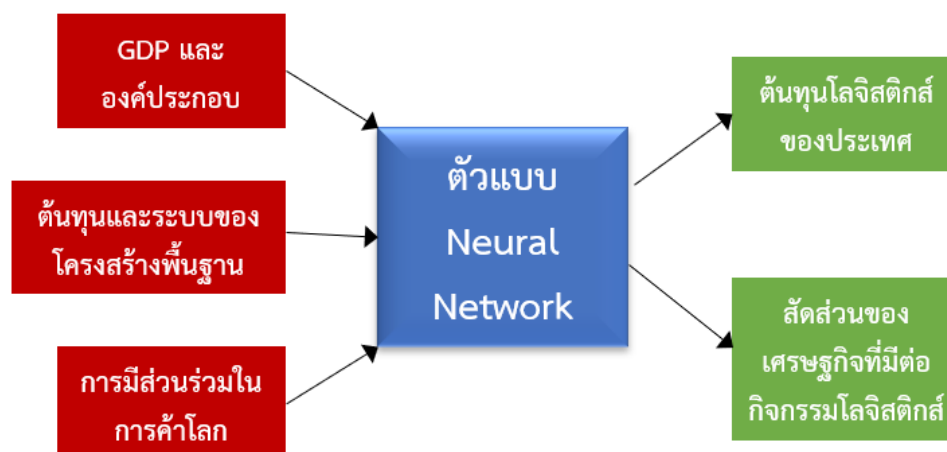




ที่มา : Alexandre M. Rodrigues, Donald J. Bowersox and RogerJ. Calantone (2005), ESTIMATION OF GLOBAL AND NATIONAL LOGISTICS EXPENDITURES: 2002 DATA UPDATE, JOURNAL OF BUSINESS LOGISTICS, Vol. 26, No. 2, pp.1-16

รูปที่ 2.2-7 ตัวแปรที่ใช้ในการประมาณการต้นทุนโลจิสติกส์ของ Bowersox

ต่อมาภายหลังในปี Bowersox and Calantone (2541) ได้ปรับปรุงวิธีการประมาณการขึ้นมาใหม่ โดยใช้ตัวแบบ Artificial Neural Network (ANN) ที่เป็นการขยายขอบเขตของแนวทางการศึกษาเดิม โดยการเพิ่มตัวแปรโครงสร้างพื้นฐานที่เกี่ยวกับต้นทุนและระบบสารสนเทศเข้าไปในตัวแบบ เพื่อพยากรณ์ค่าใช้จ่ายด้านโลจิสติกส์ของแต่ละประเทศสำหรับข้อมูลปี พ.ศ. 2539 และได้รับการเพิ่มเติมการคำนวณข้อมูลปี พ.ศ. 2540 ในการศึกษาฉบับต่อมาโดย Bowersox, Closs และ Stank (2542)



ที่มา : Alexandre M. Rodrigues, Donald J. Bowersox and RogerJ. Calantone (2005), ESTIMATION OF GLOBAL AND NATIONAL LOGISTICS EXPENDITURES: 2002 DATA UPDATE, JOURNAL OF BUSINESS LOGISTICS, Vol. 26, No. 2, pp.1-16

รูปที่ 2.2-8 ตัวแปรที่ใช้ในการประมาณการต้นทุนโลจิสติกส์ของ Bowersox and Calantone

ในปี พ.ศ. 2546 โดย Bowersox, Calantone และ Rodrigues ได้นำเสนอผลการศึกษาการประมาณการค่าใช้จ่ายโลจิสติกส์ที่ประกอบด้วย 27 ตัวแปร จำแนกตามลักษณะทางภูมิศาสตร์ ระดับรายได้ ขนาดของประเทศ ระดับของเศรษฐกิจ และกิจกรรมการขนส่ง โดยใช้ตัวแบบ neural network มาทำการประมาณการค่าใช้จ่ายโลจิสติกส์ระดับประเทศด้วยข้อมูลในปี พ.ศ. 2543 ดังแสดงในรูปที่ 2.2-9

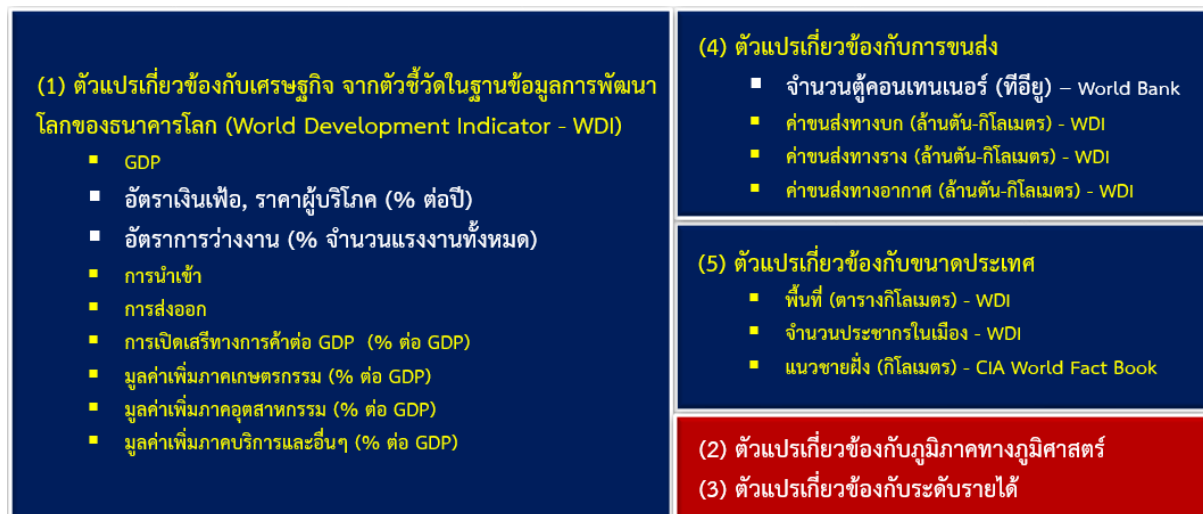




ที่มา : Bowersox DJ., Calantone RJ. and Rodrigues AM. (2003), ESTIMATION OF GLOBAL LOGISTICS EXPENDITURES USING NEURAL NETWORKS, JOURNAL OF BUSINESS LOGISTICS, Vol.24, No.2.

รูปที่ 2.2-9 ตัวแปรที่ใช้ในการประมาณการต้นทุนโลจิสติกส์ของ Bowersox et al

สำหรับการศึกษาล่าสุดโดย Alexandre M. Rodrigues, Donald J. Bowersox และ Roger J. Calantone ในปี พ.ศ. 2548 ที่ได้ปรับปรุงตัวแบบให้มีความทันสมัยขึ้น โดยใช้ข้อมูลของปี พ.ศ. 2547 ประกอบกับการเพิ่มเติมปัจจัยบางตัวลงในตัวแบบ ได้แก่ ตัวแปรด้านเศรษฐกิจได้เพิ่มเติมอัตราเงินเฟ้อ ราคาผู้บริโภค และอัตราการว่างงาน ขณะที่ตัวแปรด้านการขนส่งได้เพิ่มจำนวนของตู้คอนเทนเนอร์เข้าไป ดังแสดงในรูปที่ 2.2-10

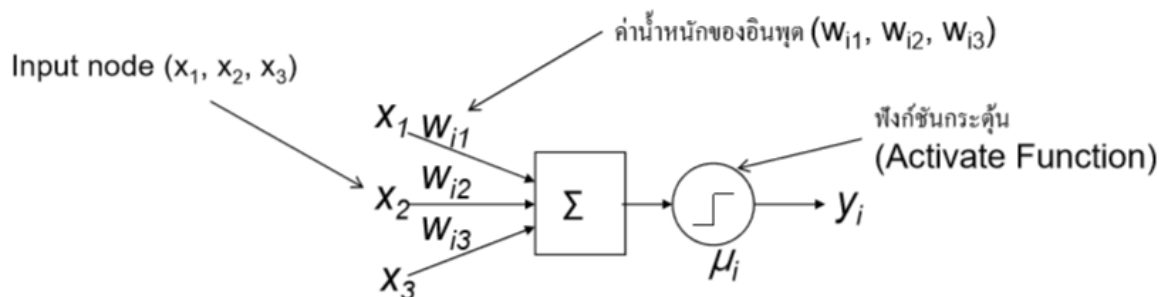


ที่มา : Rodrigues et al (2005)

รูปที่ 2.2-10 ตัวแปรที่ใช้ในการประมาณการต้นทุนโลจิสติกส์ของ Rodrigues et al

ตัวแบบของ Bowersox et al (พ.ศ. 2546) และ Rodrigues et al (พ.ศ. 2548) ได้วิธีการคำนวณที่เรียกว่า โครงข่ายประสาทเทียม (Artificial Neural Network) มาเป็นเครื่องมือในการคำนวณต้นทุนโลจิสติกส์ วิธีการนี้ พัฒนามาจากการคิดประมวลผลของระบบประสาทสิ่งมีชีวิต และถูกนำมาใช้ในการประมวลข้อมูลคอมพิวเตอร์สำหรับการเรียนรู้ของเครื่องจักร (Machine learning) องค์ประกอบของโครงข่ายประสาทเทียมจะมีระบบการประมวลผลเชื่อมต่อกันทั้งหมดเปรียบเหมือนกับระบบประสาท (Neural) ที่เชื่อมต่อด้วยจุดเชื่อมระบบประสาทไซแนปส์ (Synapses)

การทำงานของตัวแบบจะกำหนดให้การส่งข้อมูลจากข้อมูลในชั้นข้อมูลขาเข้า (Input Layer) เข้ามาภายในชั้นซ่อน (Hidden Layer) และส่งไปยังชั้นข้อมูลขาออก (Output Layer) ที่จะมีทิศทางในการไหลของข้อมูลไปในทิศทางเดียวกัน จุดข้อมูลชั้นข้อมูลขาเข้าสามารถมีได้หลายทาง โดยแต่ละจุดเชื่อมต่อจะมีการคำนวณแบบถ่วงน้ำหนัก (Weighted connections) แล้วจึงส่งไปยังจุดประมวลผลภายในชั้นซ่อน ข้อมูลที่ประมวลผลในวงจรข่ายจะถูกส่งไปในทิศทางเดียวจากข้อมูลขาเข้าส่งต่อมาเรื่อย ๆ จนถึงข้อมูลขาออกหรือผลลัพธ์นั่นเอง การคำนวณจะไม่มี การย้อนกลับของข้อมูลในระบบ หรือย้อนกลับแม้แต่ในจุดเชื่อมต่อในชั้นเดียวกัน ดังแสดงในรูปที่ 2.2-11



ที่มา : ประยุกต์จาก Rodrigues et al (2005)

### รูปที่ 2.2-11 ตัวแบบโครงข่ายประสาทเทียม (Artificial Neural Network)

ระบบการเรียนรู้ (Learning) ของโครงข่ายประสาท (Neural Network) จะเรียกว่าการอบรม (Training) ที่เรียกแบบนี้เนื่องมาจากว่าระบบจะถูกฝึกซ้อมให้เรียนรู้โดยชุดการอบรม (Training sets) ชุดการอบรมนี้ประกอบด้วยชุดข้อมูลขาเข้าและข้อมูลขาออกที่ถูกกำหนดชุดคำถามและคำตอบมาก่อนแล้ว ชุดการอบรมนี้จะนำมาใช้ในการฝึกสอนระบบการประมวลผลผ่านการจำลองที่มีการวัดค่าความแตกต่างของคำตอบที่มาจาก การประมวลผลของระบบโครงข่ายประสาท (Neural network outputs) กับคำตอบที่กำหนดมาแล้ว (Known output) ค่าความแตกต่างที่ได้จะนำมาประเมินและปรับคำตอบในครั้งต่อไป ผ่านระบบการถ่วงน้ำหนักคำตอบ (Weights) และค่าเทรชโฮลด์ (Threshold values) หากมองให้ง่ายขึ้น ระบบนี้จะเหมือนการหาค่าความเข้ากันของพารามิเตอร์ (Parameter) ในการคำนวณแบบจำลองถดถอยที่ไม่เป็นเชิงเส้นตรง (Non-linear regression) ขั้นตอนการประเมิน จะทำซ้ำไปซ้ำมาเรื่อย ๆ วิธีการโครงข่ายประสาทนี้มีข้อดี 3 ประการคือ ประการแรก โครงข่ายประสาทสามารถนำมาปรับใช้สร้างตัวแบบคำนวณได้เมื่อการใช้ตัวแบบคำนวณแบบเก่าไม่สามารถทำได้ นั่นเป็นเพราะโครงข่ายประสาทมีระบบเรียนรู้และจดจำรูปแบบของข้อมูล และสามารถสร้างตัวแบบการคำนวณที่ซับซ้อนได้ ประการที่สอง โครงข่ายประสาทสามารถตอบสนองและเรียนรู้รูปแบบที่ออกแบบมาเพื่อการเรียนรู้ได้ดี และประการสุดท้าย โครงข่ายประสาทและความยืดหยุ่นสามารถปรับตัวเข้าได้กับบริบทที่เปลี่ยนแปลงไปได้ดี

จากประยุกต์ใช้ตัวแบบโครงข่ายประสาทเทียม (Artificial Neural Network) มาคำนวณต้นทุนโลจิสติกส์ สามารถนำเสนอค่าใช้จ่ายด้านโลจิสติกส์แบบเปรียบเทียบระหว่างปี พ.ศ. 2540 และ พ.ศ. 2543 รวมถึงจำแนกตามภูมิภาคที่จัดกลุ่มตามระดับรายได้ของธนาคารโลก (World Bank) โดยการประมาณการระบุว่าค่าใช้จ่ายด้านโลจิสติกส์ในปี พ.ศ. 2540 มีมูลค่า 5.1 ล้านล้านเหรียญสหรัฐ หรือคิดเป็นร้อยละ 13.4 ของ GDP โลก และเพิ่มขึ้นในปี พ.ศ. 2543 เป็น 6.4 ล้านล้านเหรียญสหรัฐ หรือประมาณร้อยละ 13.7 ของ GDP โลก เพิ่มสูงขึ้นจากปี พ.ศ. 2540 ร้อยละ 22 และเป็นที่น่าสนใจว่าประเทศที่อยู่ในกลุ่มที่มีระดับรายได้สูงจะมีสัดส่วนค่าใช้จ่ายด้านโลจิสติกส์ต่ำกว่ากลุ่มอื่น ๆ และหากเป็นสมาชิกขององค์การเพื่อความร่วมมือและการพัฒนาทางเศรษฐกิจ (OECD) ก็จะมีสัดส่วนที่ต่ำกว่าประเทศที่ไม่ได้เป็นสมาชิก นอกจากนี้ ในปี พ.ศ. 2540 พบว่ากลุ่มประเทศที่มีสัดส่วนค่าใช้จ่ายด้านโลจิสติกส์ต่อ GDP สูงที่สุดไม่ใช่กลุ่มประเทศที่มีรายได้น้อย แต่กลับเป็นเป็นกลุ่มประเทศที่มีรายได้ปานกลาง ดังแสดงในตารางที่ 2.2-4



ตารางที่ 2.2-4 ผลการศึกษาด้วยตัวแบบการคำนวณของ Rodrigues และคณะ

WDI Income Group	2540			2543		
	GDP (US \$Billion)	Logistics (US \$Billion)	Logistics % GDP	GDP (US \$Billion)	Logistics (US \$Billion)	Logistics % GDP
Low Income	4,131	609	14.70%	4,186	690	16.50%
Middle-Income Lower	8,027	1,295	16.10%	10,900	1,774	16.30%
Middle-Income Upper	4,782	645	13.50%	5,266	793	15.10%
High-Income non-OECD	923	123	13.30%	980	141	14.40%
High-Income OECD	20,136	2,423	12.00%	25,287	2,982	11.80%
Total	38,000	5,095	13.40%	46,620	6,380	13.70%

ที่มา : Rodrigues และคณะ (2548)

## 2.3 การทบทวนแบบจำลองการคำนวณต้นทุนโลจิสติกส์ของประเทศไทย

### 2.3.1 โครงการพัฒนาฐานข้อมูลภาพรวมต้นทุนโลจิสติกส์ ระยะที่ 1

การศึกษาวิจัยโครงการนี้แบ่งออกได้เป็น 2 ส่วนประกอบด้วยสัดส่วนต้นทุนโลจิสติกส์ต่อผลิตภัณฑ์มวลรวมภายในประเทศ และสัดส่วนมูลค่าเพิ่มอุตสาหกรรมโลจิสติกส์ต่อผลิตภัณฑ์มวลรวมภายในประเทศ เพื่อเป็นการสร้างตัวชี้วัดระดับการพัฒนาด้านโลจิสติกส์ของประเทศไทยในภาพรวมและสามารถใช้เปรียบเทียบกับประเทศต่าง ๆ ทำให้ทราบถึงขีดความสามารถทางการแข่งขันของประเทศไทยในระดับโลกและเป็นเครื่องมือในการกำหนดทิศทางและจัดลำดับความสำคัญของแผนงานและโครงการเพื่อสนับสนุนการพัฒนาระบบโลจิสติกส์ให้มีประสิทธิภาพสูงสุด การศึกษารั้งนี้ถือได้ว่าเป็นจุดเริ่มต้นของประเทศไทยในการจัดทำข้อมูลภาพรวมต้นทุนโลจิสติกส์และมูลค่าเพิ่มอุตสาหกรรมโลจิสติกส์ต่อผลิตภัณฑ์มวลรวมภายในประเทศ ซึ่งสามารถสรุปผลการศึกษาดังนี้

การศึกษาได้ใช้คำนิยามของ The Council of Logistics Management (CLM) ที่ให้คำนิยามการจัดการโลจิสติกส์ไว้ว่าการบริหารจัดการโลจิสติกส์นี้ เป็นส่วนหนึ่งของการบริหารจัดการระบบโซ่อุปทานที่มีกระบวนการในการวางแผน การนำเสนอและการควบคุมการไหลทั้งไปและกลับอย่างมีประสิทธิภาพและมีประสิทธิผล และการเก็บรักษาสินค้า บริการและข้อมูลที่เชื่อมโยงข้อมูล ตั้งแต่จุดเริ่มต้นจนถึงจุดของการบริโภค เพื่อตอบสนองความต้องการของลูกค้า นอกจากนี้ จากการทบทวนวรรณกรรมและการจัดทำสัมมนาเฉพาะ (Focus Group) เพื่อสร้างความเข้าใจและการยอมรับโดยรวมพบว่า วิธีการคำนวณของ Delaney จะเป็นต้นแบบที่เหมาะสมสำหรับการคำนวณต้นทุนโลจิสติกส์มหภาคของประเทศ

1) วิธีการคำนวณของ Delaney ได้รับความนิยมใช้กันอย่างแพร่หลาย มีหลายประเทศใช้วิธีการนี้ในการคำนวณต้นทุนโลจิสติกส์มหภาค เช่น G. Raghuram และ Janat Shah จาก Indian Institute of Management ได้นำแบบจำลองของ Delaney ไปศึกษาต้นทุนโลจิสติกส์ของประเทศอินเดียในการศึกษาเรื่อง “Roadmap for Logistics Excellence: Need to Break Unholy Equilibrium” ซึ่งมีสาเหตุที่สำคัญดังนี้ วิธีการของ Delaney มีการแยกองค์ประกอบของกิจกรรมโลจิสติกส์ ทำให้ทราบถึงขนาดของผลกระทบของแต่ละกิจกรรมต่อต้นทุนโลจิสติกส์รวม ในขณะที่ใช้วิธีของ Bowersox จะใช้ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับกิจกรรมโลจิสติกส์น้อยเพราะฉะนั้นจะได้เพียงต้นทุนโลจิสติกส์ในภาพรวมเท่านั้น

2) วิธีการคำนวณและคัมรวมของต้นทุนโลจิสติกส์ของ Delaney จะมีความสัมพันธ์และครอบคลุมกับกิจกรรมโลจิสติกส์ที่กำหนดหรือนิยามโดย Stock และ Lambert เพราะ Delaney ได้นำกิจกรรมโลจิสติกส์มหภาคทั้ง 6 กิจกรรมที่ Stock และ Lambert ได้นำเอากิจกรรมโลจิสติกส์ 13 กิจกรรม มาจัดกลุ่มให้เหลือ 6 กิจกรรม เพื่อวิเคราะห์ต้นทุนโลจิสติกส์มหภาคมาประยุกต์ใช้ โดยได้นำกิจกรรมทั้ง 6 มาจัดกลุ่มให้เหลือ 3 กิจกรรม เนื่องจากข้อมูลบางกิจกรรมไม่มีการเก็บไว้ประกอบด้วย

- ต้นทุนค่าขนส่ง (Transportation Cost)
- ต้นทุนการเก็บรักษาสินค้าคงคลัง ได้รวมต้นทุนการบริหารคลังสินค้าและต้นทุนการถือครอง

สินค้าเข้าไว้ด้วยกัน

- ต้นทุนการบริหารจัดการ ซึ่งรวมเอากิจกรรมที่เหลืออีก 4 กิจกรรมที่ต้องใช้ วิธีการประมาณค่าขึ้นมา โดยคิดเป็นประมาณร้อยละ 4 ของผลรวมค่าใช้จ่ายกิจกรรมโลจิสติกส์สองกิจกรรมแรก ซึ่งประกอบด้วยกิจกรรมต่าง ๆ คือ Customer Service, Parts and Service Support, Return of Goods Handling, Material Handling, Procurement, Order Processing, Logistics Communication และ Demand Forecasting/Planning

ปัจจุบันวิธีการคำนวณนี้เป็นที่ยอมรับและได้รับความนิยมเป็นอย่างมาก ดังนั้น เพื่อให้ต้นทุนโลจิสติกส์ของประเทศไทยมีมาตรฐานสากลและสามารถใช้เปรียบเทียบกับประเทศ Best Practices ได้ โดยจากความเห็นชอบของนักวิชาการและผู้ที่อยู่ในวงการโลจิสติกส์ที่ได้จากการสัมมนาเฉพาะจะใช้วิธีการของ Delaney เป็นกรอบในการคำนวณต้นทุนโลจิสติกส์ระดับมหภาคสำหรับประเทศไทย

การศึกษานี้ได้ประยุกต์ใช้ข้อมูลที่มีอยู่เพื่อสำรวจทดลอง ซึ่งผลจากการสำรวจพบว่าข้อมูลจากตารางปัจจัยการผลิตและผลผลิตควรจะเป็นแหล่งข้อมูลหลัก (Input and Output Table or I-O Table) เพื่อคำนวณสัดส่วนต้นทุนโลจิสติกส์และมูลค่าเพิ่มอุตสาหกรรมโลจิสติกส์ เนื่องจากรายละเอียดและความเหมาะสมของข้อมูล ในตาราง I-O มีความสอดคล้องตามแนวคิดและคัมภีร์ของโลจิสติกส์มากกว่าฐานข้อมูลของผลิตภัณฑ์มวลรวมภายในประเทศ เมื่อพิจารณารายละเอียดวิธีการคำนวณผลิตภัณฑ์มวลรวมภายในประเทศจะพบว่า ในบางผลิตภัณฑ์ไม่ครอบคลุมผลผลิตทุกชนิด เช่น ไม่ได้มีการคิดคำนวณในส่วนของผลพลอยได้ (By Product) จากการผลิตสินค้าและบริการนั้น ๆ ไว้ในมูลค่าผลผลิต ตัวอย่างเช่น ไม่ได้คำนวณผลพลอยได้ด้านการผลิตผลิตภัณฑ์มวลรวมภายในประเทศได้จากการทำนา เช่น การคำนวณฟางข้าวไว้ในมูลค่าของผลผลิตข้าวเปลือก และอุตสาหกรรมสีข้าวก็ได้คิดคำนวณมูลค่าของแกลบไว้ด้วย เป็นต้น อีกสาเหตุหนึ่งคือ การคำนวณด้านผลิตภัณฑ์มวลรวมภายในประเทศไม่สามารถแสดงค่าของ Intermediate Input Transaction ได้ สำหรับในส่วนที่ไม่มีการจัดทำตาราง I-O จะใช้ข้อมูลพื้นฐานที่ใช้การคำนวณสถิติรายได้ประชาชาติเป็นฐานในการคำนวณ แล้วคำนวณส่วนต่างข้อมูลระหว่าง I-O และรายได้ประชาชาติอย่างไรก็ตาม ผลจากการค้นคว้าพบว่าข้อมูลบางกิจกรรมไม่ปรากฏในตารางปัจจัยการผลิตและผลผลิต และข้อมูลพื้นฐานต่าง ๆ ที่ใช้ในการคำนวณรายได้ประชาชาติตามแนวคิดและคัมภีร์ การคำนวณต้นทุนและมูลค่าเพิ่มอุตสาหกรรมโลจิสติกส์โดยพยายามอาศัยสถิติข้อมูลจากแหล่งอื่นเพิ่มเติม เช่น กรมการขนส่งทางบก กรมเจ้าท่า กระทรวงคมนาคม กรมการค้าภายใน กระทรวงพาณิชย์ สำนักงานสถิติแห่งชาติ และรัฐวิสาหกิจต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการอุตสาหกรรมโลจิสติกส์ เช่น การท่าเรือแห่งประเทศไทย การท่าอากาศยานแห่งประเทศไทย การทางพิเศษแห่งประเทศไทย เป็นต้น จึงเชื่อว่าจะทำให้ได้ข้อมูลที่ใกล้เคียงความเป็นจริงมากที่สุด นอกจากนี้การคำนวณต้นทุนโลจิสติกส์และมูลค่าเพิ่มอุตสาหกรรม โลจิสติกส์ที่จำแนกตามสาขาการผลิต 16 สาขาจะใช้วิธีการนำเสนอแบบตาราง Gross National Product and National Income at Current Market Prices by Economic Activities ซึ่งเป็นแนวคิดระบบบัญชีประชาชาติของสหประชาชาติ (UN System of National Accounts) โดยวิธีการคำนวณต้นทุนโลจิสติกส์มหภาคมีรายละเอียดดังนี้

### 1. ต้นทุนการขนส่ง (Transportation Costs)

เป็นค่าใช้จ่ายที่เจ้าของสินค้าจ่ายให้กับผู้ประกอบการขนส่งหรือเป็นค่าใช้จ่ายของเจ้าของกิจการดำเนินการเพื่อขนย้ายสินค้าจากแหล่งผลิตไปยังปลายทาง คือ ผู้บริโภคขั้นสุดท้ายหรือเรียกสั้น ๆ ว่า In-house และ Outsource ในการศึกษาค่าใช้จ่ายขนส่งของไทย จะพิจารณาเฉพาะการขนส่งสินค้าเท่านั้น ไม่รวมการขนส่งผู้โดยสาร อย่างไรก็ตาม ในทางวิชาการต้นทุนการขนส่งสามารถพิจารณาได้หลายวิธีขึ้นอยู่กับวิเคราะหของแต่ละหน่วยงาน โดยสามารถแบ่งได้ตามประเภทของลูกค้า ผลิตภัณฑ์ ช่องทางการจัดจำหน่าย อาทิ ต้นทุนขนส่งขาเข้ากับต้นทุนขนส่งขาออก ซึ่งต้นทุนเหล่านี้จะแปรผันตามปริมาณการขนส่ง น้ำหนัก ระยะทาง จุดต้นทางและจุดปลายทาง และผันแปรตามวิธีการและรูปแบบการขนส่งอีกด้วย ถึงแม้ว่าลักษณะวิธีการประมาณค่า และแหล่งของข้อมูลต้นทุนการขนส่งที่มีอยู่เป็นแบบภาพรวมและไม่สามารถแยกพิจารณารายละเอียดย่อยได้ แต่ข้อมูลเหล่านั้นในตารางปัจจัยการผลิตและ

ผลผลิตได้สะท้อนให้เห็นถึงการรวมกิจกรรมการขนส่งสินค้าทุกกิจกรรมที่เกิดขึ้นในขบวนการขนส่งทั้งหมด ซึ่งรวมถึงกิจกรรมในลักษณะ In-house และ Outsource ด้วย ดังนั้น การวิจัยครั้งนี้ สามารถดึงข้อมูลในรหัสที่เกี่ยวข้องแล้วนำมารวมกันเป็นต้นทุนการขนส่งทั้งหมดได้เลย ซึ่งมีรายละเอียดที่สำคัญ คือ ค่าใช้จ่ายของกิจกรรมการผลิตที่เกี่ยวข้องกับการขนส่งสินค้าในตาราง I-O คือ สาขาการผลิตรหัสที่ 136, 149-157 ซึ่งในบางสาขา ได้แก่ สาขา 149 การขนส่งทางรถไฟ สาขา 150 การขนส่งผู้โดยสารทางรถยนต์ สาขา 152 บริการสนับสนุนการขนส่งทางบก สาขา 154 การขนส่งสินค้าและผู้โดยสารในลำน้ำและชายฝั่งทะเล สาขา 155 บริการสนับสนุนการขนส่งทางน้ำ และสาขา 156 การขนส่งทางอากาศ ซึ่งกิจการเหล่านี้จะมีรายจ่ายผู้โดยสารรวมอยู่ด้วย ดังนั้น ในการวิเคราะห์จะต้องหักค่าใช้จ่ายที่เกี่ยวข้องกับผู้โดยสารออกไปเพื่อให้ได้ค่าใช้จ่ายเฉพาะที่เป็นค่าขนส่งสินค้าเท่านั้น

อย่างไรก็ตาม ผลการสำรวจศึกษาตาราง I-O โดยละเอียดพบว่า ในส่วนของขนส่งสินค้าทางบก ยังไม่ได้รวมรายได้หรือรายจ่ายของรถที่มีขนาดน้ำหนักต่ำกว่า 1,600 กิโลกรัม จำเป็นต้องประมาณค่าข้อมูลดังกล่าวเพื่อให้ได้ข้อมูลที่สะท้อนค่าใช้จ่ายขนส่งที่ใกล้เคียงกับความเป็นจริงมากที่สุด โดยตั้งสมมติฐานว่ารายได้หรือรายจ่ายของรถขนาดน้ำหนักต่ำกว่าหรือน้อยกว่ามีรายได้เฉลี่ยต่อคันเท่ากัน คูณด้วยปริมาณรถที่ขนาดน้ำหนักต่ำกว่า 1,600 กิโลกรัม ซึ่งข้อมูลสามารถเก็บได้จากกรมการขนส่งทางบก

## 2. ต้นทุนการบริหารคลังสินค้า (Warehousing Costs)

เป็นต้นทุนคลังสินค้าซึ่งเกิดขึ้นจากการดำเนินการกิจกรรมการให้บริการภายในคลังสินค้า การจัดเก็บสินค้า การเลือกสถานที่ตั้งโรงงานและคลังสินค้า ซึ่งมีลักษณะเช่นเดียวกับต้นทุนการขนส่งที่ผู้ประกอบการสามารถดำเนินการเองที่เรียกว่า In-house และการจ้างให้ผู้อื่นดำเนินการให้หรือเช่าที่ผู้อื่นเรียกว่า Outsource แต่จากการศึกษาตาราง I-O พบว่าไม่มีการเก็บข้อมูลแบบ In-house ซึ่งมีแต่ค่าใช้จ่ายของเจ้าของสินค้าที่จ่ายให้กิจการคลังสินค้าหรือ Outsource เท่านั้น และต้นทุนนี้จะผันแปรไปตามจำนวนและสถานที่ตั้งของคลังสินค้าด้วยข้อมูลนั้นคือรหัส 158 ดังนั้น ในการศึกษาครั้งนี้จะประมาณค่า Warehousing Cost โดยอาศัยผลการศึกษาของ Mark Goh และ Pairooj Pinaikul เป็นต้นแบบในการประมาณค่า In-house Warehousing Cost ซึ่งพบว่าสัดส่วนการใช้บริการคลังสินค้าแบบ In-house ต่อ Outsource คือ 65:35

## 3. ต้นทุนการถือครองสินค้าคงคลัง (Inventory Carrying Costs)

เป็นต้นทุนในการถือครองสินค้าหรือค่าเสียโอกาสที่เงินทุนไปจมอยู่ในสินค้า ซึ่งจากกรอบแนวคิดของ Robert V. Delaney จะเห็นได้ว่าสำหรับต้นทุนการเก็บรักษาสินค้า สามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภท ได้แก่ (ก) Warehousing Costs ประกอบด้วย Warehousing และ Labor Costs และ (ข) Inventory Carrying Cost ประกอบด้วย Interest Charges, Taxes, Obsolescence, Depreciation และ Insurance การศึกษาคำนวณ Inventory Carrying Cost ในระยะที่ 1 นี้จะใช้ค่า Interest Charges มาใช้ในการคำนวณต้นทุนค่าเสียโอกาสเท่านั้น สำหรับ Taxes, Obsolescence, Depreciation และ Insurance จะทำการศึกษาอย่างละเอียดในระยะที่ 2 ต่อไป ดังนั้น การคำนวณค่า Inventory Carrying Cost จะใช้วิธีการประเมินค่า (Imputation) ขึ้นมา สำหรับวิธีการประมาณค่าเสียโอกาสจะคำนวณจากมูลค่าผลผลิตสินค้า (CT; Control Total) ณ ราคาผู้ผลิต (Producer Price) ของแต่ละสาขาการผลิต (เฉพาะสินค้า) จากตารางปัจจัยการผลิตและผลผลิตเป็นฐานการคำนวณ โดยมีสูตรในการคำนวณ ดังนี้

$$\text{Opportunity Cost} = \text{Value at Producer Price} * \text{Interest charges}$$

## 4. ต้นทุนการบริหารจัดการ (Administration Costs)

จากที่ได้กล่าวมาแล้วว่าต้นทุนการบริหารจัดการ นี้ประกอบด้วยต้นทุนการให้บริการลูกค้า ต้นทุนการรับสั่งซื้อของลูกค้า และต้นทุนปริมาณการสั่งซื้อ ซึ่งในระบบการจัดเก็บข้อมูลทางบัญชีของประเทศไทยส่วนใหญ่ไม่สามารถแยกต้นทุนเหล่านี้ออกมาได้ นอกจากนั้นในระบบการเก็บข้อมูลที่น่ามาใช้จัดทำผลิตภัณฑ์มวลรวมภายในประเทศและตารางปัจจัยการผลิตและผลผลิตก็ไม่พบว่ามีมีการแยกต้นทุนค่าใช้จ่ายส่วนนี้ออกมาเช่นกัน จึงทำให้จำเป็นต้องกำหนดวิธีการคำนวณต้นทุนการบริหารจัดการ ออกมาเป็น 3 วิธีด้วยกัน ได้แก่





**วิธีที่ 1** ใช้วิธีการคำนวณต้นทุนการบริหารจัดการ ของสหรัฐอเมริกาในอดีตที่ใช้สัดส่วนร้อยละ 10 ของผลรวมระหว่างต้นทุนการเก็บรักษาสินค้าและต้นทุนการขนส่ง เนื่องจากในขณะนั้นยังไม่มีเทคโนโลยีสารสนเทศเข้ามาใช้ในการบริหารจัดการโลจิสติกส์

**วิธีที่ 2** ใช้วิธีการคำนวณต้นทุนการบริหารจัดการของ Robert V. Delaney โดยใช้สัดส่วนร้อยละ 4 ของผลรวมระหว่างต้นทุนการเก็บรักษาสินค้าและต้นทุนการขนส่ง ซึ่งวิธีการคำนวณดังกล่าวเป็นที่ยอมรับและนิยมนำมาใช้

**วิธีที่ 3** ใช้วิธีการคำนวณต้นทุนการบริหารจัดการ จากสำมะโนอุตสาหกรรม สำมะโนธุรกิจการค้าและการบริการ สำนักงานสถิติแห่งชาติในหัวข้อเรื่องค่าใช้จ่ายในการบริหารและดำเนินการ มีคำจำกัดความว่า “ค่าใช้จ่ายนอกเหนือจากค่าใช้จ่ายที่กล่าวมาแล้วในข้อ 8) และข้อ 12) ค่าใช้จ่ายในการบริหารและดำเนินงาน ได้แก่ ค่าโฆษณา ค่านายหน้า ค่าไฟฟ้า ค่าน้ำประปา ค่าทำบัญชี ค่าที่ปรึกษา ค่าไปรษณีย์โทรเลข โทรศัพท์ ค่าเช่า ค่าเสื่อมราคาเครื่องใช้สำนักงาน ดอกเบี้ยจ่าย หนี้สูญ เป็นต้น” และสำหรับในส่วนของต้นทุนการบริหารจัดการของภาคเกษตรกรรมจะนำข้อมูลจากสำนักงานสถิติการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์มาใช้ในการคำนวณ โดยทำการหาสัดส่วนของต้นทุนของค่าใช้จ่ายในการบริหารและดำเนินการต่อผลิตภัณฑ์มวลรวมภายในประเทศที่ได้จากข้อมูลของสำมะโนอุตสาหกรรม สำมะโนธุรกิจการค้า สำมะโนการเกษตร จากนั้นนำสัดส่วนที่หาได้มาใช้ในการประมาณค่าของต้นทุนการบริหารจัดการ โดยนำค่าของสัดส่วนนี้มาคูณกับค่าของผลิตภัณฑ์มวลรวมภายในประเทศสำหรับที่ต้องการก็จะได้ต้นทุนการบริหารจัดการตามที่ต้องการ

ขณะที่วิธีการคำนวณมูลค่าเพิ่มอุตสาหกรรมโลจิสติกส์ จากการทบทวนวรรณกรรมของอุตสาหกรรมโลจิสติกส์พบว่า อุตสาหกรรมโลจิสติกส์คือกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนย้ายสินค้าจากแหล่งกำเนิดไปยังจุดหมายปลายทางเพื่อการบริโภคขั้นสุดท้าย ดังนั้น สำหรับกรณีประเทศไทยพบว่า อุตสาหกรรมโลจิสติกส์จะครอบคลุมถึงกิจกรรมต่าง ๆ ดังนี้

(1) การขนส่งสินค้าตามเส้นทางต่าง ๆ ประกอบด้วย การขนส่งทางบกโดยรถยนต์/รถบรรทุก, การขนส่งทางรถไฟ, การขนส่งทางทะเล (การขนส่งทางเรือระหว่างประเทศรวมทั้งการขนส่งตามลำน้ำโขงด้วย), การขนส่งทางเรือในลำน้ำและชายฝั่ง, การขนส่งทางอากาศทั้งในประเทศและระหว่างประเทศ และการขนส่งทางท่อ

(2) กิจกรรมการผลิตที่สนับสนุนการขนส่งสินค้าแต่ละประเภท ประกอบด้วย กิจกรรมสนับสนุนการขนส่งทางบกโดยรถยนต์ ประกอบด้วย สถานีขนส่งสินค้าและถนนที่เก็บค่าผ่านทาง (เฉพาะรถบรรทุกสินค้า), กิจกรรมสนับสนุนการขนส่งสินค้าทางรถไฟ ประกอบด้วย สถานีขนส่งสินค้าของการรถไฟ, กิจกรรมสนับสนุนการขนส่งในลำน้ำและชายฝั่ง ประกอบด้วย ท่าเทียบเรือขนส่งสินค้าทั้งของรัฐและของเอกชน และท่าเทียบเรือประมง, กิจกรรมสนับสนุนการขนส่งทางเรือระหว่างประเทศ ประกอบด้วย การท่าเรือแห่งประเทศไทย, บริการตัวแทนผู้ส่งออกและนำเข้าสินค้าทางเรือ (Shipping), บริการขนถ่ายสินค้าในเรือ รวมถึง บริการรถยก, บริการลากจูง, บริการนำร่อง, บริการขุดลอกร่องน้ำ, บริการกู้เรือ, บริการประภาคาร, กิจกรรมสนับสนุนการขนส่งทางอากาศ ประกอบด้วย สนามบินพาณิชย์ที่ให้บริการการบินในประเทศและระหว่างประเทศ (ยกเว้นสนามบินทหาร), วิทยุการบิน สถานีเรดาร์ หอบังคับการบิน, บริการตัวแทนผู้ส่งออกและนำเข้าสินค้าทางอากาศ (Shipping) และบริการคลังสินค้า

(3) บริการบรรจุหีบห่อ การตรวจสอบสินค้าและการชั่งน้ำหนักสินค้า

(4) ไซโล คลังสินค้าสาธารณะ รวมทั้งอุตสาหกรรมห้องเย็น

(5) ผู้ให้บริการบุคคลที่สาม (Third Party Logistics Service Provider)

ภายใต้ข้อมูลที่มีอยู่สำหรับประเทศไทยสามารถที่จะแบ่งออกเป็นหมวดหมู่หลัก ๆ ได้ 4 อุตสาหกรรม คือ อุตสาหกรรมการขนส่ง ซึ่งประกอบไปด้วย หัวข้อ (1) และ (2), อุตสาหกรรมไซโลและคลังสินค้าสาธารณะ รวมทั้งอุตสาหกรรมห้องเย็น หัวข้อ (3), อุตสาหกรรมบริการบรรจุหีบห่อ การตรวจสอบสินค้า และการชั่งน้ำหนักสินค้า หัวข้อ (4) และอุตสาหกรรมผู้ให้บริการบุคคลที่สาม หัวข้อ (5) ซึ่งสถิติข้อมูลที่จะนำมาใช้ในการคำนวณสัดส่วนมูลค่าเพิ่มอุตสาหกรรมโลจิสติกส์ต่อผลิตภัณฑ์มวลรวมภายในประเทศของประเทศไทยได้มาจาก 2 แหล่ง คือ จากตารางปัจจัยการผลิตและผลผลิต ได้แก่ อุตสาหกรรมการขนส่งและอุตสาหกรรมคลังสินค้าซึ่งสามารถคำนวณมูลค่าเพิ่ม (VA) ได้จากการนำมูลค่าผลผลิตหักด้วยค่าใช้จ่ายขั้นกลาง (Intermediate Cost) ส่วนการ

คำนวณมูลค่าเพิ่มของอุตสาหกรรมบริการบรรจุหีบห่อและอุตสาหกรรมผู้ให้บริการบุคคลที่สามจะอาศัยข้อมูลจากสำมะโนธุรกิจและบริการของสำนักงานสถิติแห่งชาติเป็นหลัก

### 2.3.2 โครงการเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันของอุตสาหกรรมโลจิสติกส์ไทย

การคำนวณต้นทุนโลจิสติกส์ได้ใช้วิธีการคำนวณตามหลักการจัดทำตารางปัจจัยการผลิตและผลผลิตของสำนักบัญชีประชาชาติ และ สศช. โดยการคำนวณต้นทุนโลจิสติกส์ได้มีการรวบรวมข้อมูลมูลค่าผลผลิตรวมหรือต้นทุนในการดำเนินการของหน่วยธุรกิจในแต่ละหมวดหมู่ที่ได้นิยามไว้ในตาราง I-O และได้มีการเปลี่ยนรูปแบบการคำนวณไปจากโครงการพัฒนาฐานข้อมูลภาพรวมต้นทุนและมูลค่าเพิ่มอุตสาหกรรมโลจิสติกส์ ระยะที่ 1 ในส่วนของการคำนวณต้นทุนการครองสินค้าคงคลัง (Inventory carrying cost) ต้นทุนการบริหารคลังสินค้า (Warehousing cost) และต้นทุนการบริหารจัดการ (Administration cost) ขณะที่ในส่วนต้นทุนการขนส่ง (Transportation cost) จะยังคงใช้วิธีการคำนวณเช่นเดียวกับวิธีการคำนวณของโครงการพัฒนาฐานข้อมูลภาพรวมต้นทุนและมูลค่าเพิ่มอุตสาหกรรมโลจิสติกส์ ระยะที่ 1 โดยรายละเอียดของต้นทุนโลจิสติกส์มีดังนี้

1. ต้นทุนการขนส่งสินค้า (Transportation Cost) ของปี พ.ศ. 2548 มีมูลค่า 627,256,576,000 บาท หรือร้อยละ 8.84 ต่อผลิตภัณฑ์มวลรวมประชาชาติ (GDP) และปี พ.ศ. 2549 มีมูลค่า 708,824,054,000 บาท หรือร้อยละ 9.05 ต่อผลิตภัณฑ์มวลรวมประชาชาติ

2. ต้นทุนการบริหารคลังสินค้า (Warehousing Cost) ของปี พ.ศ. 2548 มีมูลค่า 3,568,119,000 บาท หรือร้อยละ 0.05 ต่อผลิตภัณฑ์มวลรวมประชาชาติ (GDP) และปี พ.ศ. 2549 มีมูลค่า 5,181,146,000 บาท หรือร้อยละ 0.07 ต่อผลิตภัณฑ์มวลรวมประชาชาติ

3. ต้นทุนการถือครองสินค้าคงคลัง (Inventory Carrying Cost) ของปี พ.ศ. 2548 โดยใช้ 1-Month AA Financial Commercial Paper Rate by BOT ที่ร้อยละ 4.49 และ  $\beta$  ที่ร้อยละ 19 มีมูลค่า 536,622,534 บาท หรือร้อยละ 7.56 ต่อผลิตภัณฑ์มวลรวมประชาชาติ (GDP) และปี พ.ศ. 2549 โดยใช้ 1-Month AA Financial Commercial Paper Rate by BOT ที่ร้อยละ 5.20 และ  $\beta$  ที่ร้อยละ 19 มีมูลค่า 611,835,727 บาท หรือร้อยละ 7.81 ต่อผลิตภัณฑ์มวลรวมประชาชาติ

4. ต้นทุนการบริหารจัดการ (Administration Cost) ตามวิธีการคำนวณของ CASS ที่คิดเป็นร้อยละ 4 ของ Total Logistics Cost ของปี พ.ศ. 2548 มีมูลค่า 46,697,889 บาท หรือร้อยละ 0.66 ต่อผลิตภัณฑ์มวลรวมประชาชาติ (GDP) และปี พ.ศ. 2549 มีมูลค่า 53,033,637 บาท หรือร้อยละ 0.68 ต่อผลิตภัณฑ์มวลรวมประชาชาติ

ทำให้ต้นทุนโลจิสติกส์รวม (Total Logistics Cost) ของปี พ.ศ. 2548 มีมูลค่าทั้งสิ้น 1,214,145,118 บาท หรือร้อยละ 17.11 ต่อผลิตภัณฑ์มวลรวมประชาชาติ (GDP) และปี พ.ศ. 2549 มีมูลค่าทั้งสิ้น 1,378,874,564 บาท หรือร้อยละ 17.61 ต่อผลิตภัณฑ์มวลรวมประชาชาติ โดยรายละเอียดในการคำนวณและเปรียบเทียบวิธีการคำนวณต้นทุนโลจิสติกส์ต่อ GDP มีรายละเอียดดังนี้





ตารางที่ 2.3-1 รายละเอียดในการคำนวณต้นทุนโลจิสติกส์ต่อผลิตภัณฑ์มวลรวมภายในประเทศ

ต้นทุน	โครงการพัฒนาฐานข้อมูลภาพรวมต้นทุนและมูลค่าเพิ่มอุตสาหกรรมโลจิสติกส์ ระยะที่ 1	โครงการเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันของอุตสาหกรรมโลจิสติกส์ไทย									
ต้นทุนการขนส่ง (Transportation cost)	นำข้อมูลผลผลิตรวมภายในประเทศ (I-O Code 210) จากตารางปัจจัยการผลิตและผลผลิตในสาขาการผลิตที่เกี่ยวข้องกับการขนส่งสินค้ามาใช้ในการคำนวณต้นทุนการขนส่งสินค้า ซึ่งประกอบด้วยสาขา 136, 149, 151 ถึง 157 โดยพิจารณาเฉพาะในส่วนที่เกี่ยวข้องกับการขนส่งสินค้าเท่านั้น	ใช้วิธีการคำนวณเช่นเดียวกับวิธีการคำนวณของโครงการพัฒนาฐานข้อมูลภาพรวมต้นทุนและมูลค่าเพิ่มอุตสาหกรรมโลจิสติกส์ ระยะที่ 1 แต่เพิ่มขอบเขตในการศึกษาให้มีความครบถ้วนมากขึ้น									
ต้นทุนการถือครองสินค้า (Inventory carrying cost)	<p>ใช้วิธีการประเมินค่า (Imputation) ขึ้นมาสำหรับวิธีการประมาณค่าเสียโอกาส ซึ่งจะคำนวณจากมูลค่าผลผลิตสินค้า (CT; Control Total) ณ ราคาผู้ผลิต (producer price) ของแต่ละสาขาการผลิต (เฉพาะสินค้า) จากตารางปัจจัยการผลิตและผลผลิตเป็นฐานการคำนวณ โดยมีสูตรการคำนวณดังนี้</p> <p>Inventory Carrying Cost = Opportunity Cost = Value at producer price * Interest rate * Duration ในการพิจารณาข้อมูลจากตารางปัจจัยการผลิตและผลผลิตพบว่า Code 135-180 จะเป็นส่วนของการบริการที่ไม่มีการถือครองสินค้าคงคลัง จึงไม่นำมาคำนวณ นอกจากนี้ในส่วนของสินค้าเกษตร Code 001-029 จะเป็นการผลิตและจำหน่ายออกโดยไม่มีการถือครองสินค้าคงคลัง ยกเว้น Code 001 การทำนาที่มีการถือครองข้าวเปลือกประมาณร้อยละ 30 ของผลผลิตรวมเท่านั้น โดยสูตรที่ใช้ในการคำนวณต้นทุนการถือครองสินค้านี้ดังนี้</p> <p>Inventory Carrying Cost = [มูลค่า I-O Code 600 ของสาขา (190 + (001 * 30%) - (002 ถึง 029) - (135 ถึง 180))] * อัตราดอกเบี้ย</p> <p>มีการนำปัจจัย Interest Charges มาใช้ในการคำนวณต้นทุนการถือครองสินค้าคงคลัง แต่ยังไม่ได้นำถึงในส่วน of Taxes, Obsolescence, Depreciation และ Insurance</p>	<p>ใช้วิธีการคำนวณของ CASS ซึ่งเป็นวิธีการที่ใช้ในการคำนวณต้นทุนการถือครองสินค้าคงคลังของประเทศสหรัฐอเมริกา โดยในส่วนของต้นทุนการถือครองสินค้าคงคลังจะแยกออกเป็น 2 ส่วนคือ</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Cost component</th><th>CASS methods of measurement</th><th>ค่าที่ใช้ในการคำนวณ</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Interest</td><td>Annualized commercial paper rate</td><td>i%</td></tr> <tr> <td>Taxes, Obsolescence, Depreciation, Insurance</td><td>Aiford-Bangs production handbook formula</td><td>19%</td></tr> </tbody> </table> <p>โดยที่ i% คือ 1-Month AA financial commercial paper rate published by Federal Reserve</p> <p>ทั้งนี้สามารถสรุปสูตรที่ใช้ในการคำนวณได้ดังนี้</p> <p>Inventory Carrying Cost = Value of all business inventory * (<math>\beta</math> + i)</p> <p>โดยที่</p> <p><math>\beta</math> คือ ค่าคงที่ 19% จากสูตรของ Aiford-Bangs production handbook formula</p> <p>i คือ 1-Month AA financial commercial paper rate published by BOT</p> <p>โดยคำนึงถึงในส่วน of Taxes, Obsolescence, Depreciation และ Insurance</p>	Cost component	CASS methods of measurement	ค่าที่ใช้ในการคำนวณ	Interest	Annualized commercial paper rate	i%	Taxes, Obsolescence, Depreciation, Insurance	Aiford-Bangs production handbook formula	19%
Cost component	CASS methods of measurement	ค่าที่ใช้ในการคำนวณ									
Interest	Annualized commercial paper rate	i%									
Taxes, Obsolescence, Depreciation, Insurance	Aiford-Bangs production handbook formula	19%									



ต้นทุน	โครงการพัฒนาฐานข้อมูลภาพรวมต้นทุน และมูลค่าเพิ่มอุตสาหกรรมโลจิสติกส์ ระยะที่ 1	โครงการเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขัน ของอุตสาหกรรมโลจิสติกส์ไทย
		นอกจากนี้ ได้มีการคำนวณต้นทุนการถือครองสินค้าคงคลังในสาขาเกษตรกรรมใน Code 002-029 ซึ่งโครงการระยะที่ 1 คำนวณไว้เฉพาะ Code 001 เท่านั้น และในส่วนของสาขาค้าปลีกค้าส่ง Code 145-146 ซึ่งโครงการระยะที่ 1 ไม่ได้รวมเอาไว้
ต้นทุนการบริหารคลังสินค้า (Warehousing Cost)	นำมูลค่าของอุปสงค์ขั้นสุดท้าย (I-O Code 310) สำหรับสาขาสถานที่เก็บสินค้าและการเก็บสินค้า (I-O Code 158) มาใช้ในการคำนวณสำหรับการบริหารคลังสินค้าแบบ Outsource และใช้การประมาณค่าสำหรับการบริหารคลังสินค้าแบบ In-house ในอัตราส่วน 35:65 ซึ่งสูตรการคำนวณสรุปได้ดังนี้ $\text{Warehousing Cost} = \text{มูลค่าของอุปสงค์ขั้นสุดท้าย (I-O Code 310) สำหรับสาขาสถานที่เก็บสินค้าและการเก็บสินค้า (I-O Code 158)} + \text{มูลค่าต้นทุนกิจกรรมการบริหารคลังสินค้าแบบ In-house ที่ได้จากการประมาณค่า}$	ในส่วนของการบริหารคลังสินค้าแบบ Outsource จะใช้วิธีการคำนวณเช่นเดียวกันกับโครงการระยะที่ 1 ในส่วนของการบริหารคลังสินค้าแบบ In-house นั้น ตามวิธีการของ CASS ถือว่ารวมอยู่ในต้นทุนการถือครองสินค้าคงคลัง ซึ่งจะแตกต่างจากโครงการระยะที่ 1
ต้นทุนการบริหารจัดการ (Administration Cost)	คำนวณจากสำมะโนอุตสาหกรรม สำมะโนการค้า สำมะโนการบริการ และสำมะโนเกษตร ของสำนักงานสถิติแห่งชาติ	ใช้การประมาณค่าตามวิธีการคำนวณของ CASS โดยประมาณค่าที่ร้อยละ 4 ของ Total Logistic Cost



สำหรับการคำนวณมูลค่าเพิ่มอุตสาหกรรมโลจิสติกส์ ได้ใช้วิธีการคำนวณโดยนำมูลค่าผลผลิตทั้งหมดที่เกิดขึ้นในแต่ละปี หักด้วยค่าใช้จ่ายขั้นกลางในการผลิต ผลลัพธ์ที่ได้คือ มูลค่าเพิ่ม (VA; Value Added) ของแต่ละสาขาการผลิต โดยแหล่งข้อมูลที่ใช้ในการคำนวณมูลค่าเพิ่ม ประกอบด้วย ตารางปัจจัยการผลิตและผลผลิตสำหรับปีที่ต้องการ โดยใช้ข้อมูลด้าน Table of Output Distribution ของมูลค่าเพิ่มรวม (Total Value Added) ซึ่งได้แก่ข้อมูล I-O Code 029 (Value Added) ของสาขาที่เกี่ยวข้องกับอุตสาหกรรมโลจิสติกส์ ในการคำนวณมูลค่าเพิ่มสามารถนำข้อมูล I-O Code 209 (Value Added) สาขา 138, 149, 151 ถึง 157 มาใช้ได้โดยตรง

โดยจำแนกอุตสาหกรรมโลจิสติกส์ไทยออกเป็น 5 อุตสาหกรรม ได้แก่

1. **อุตสาหกรรมการขนส่ง (Transportation Industry)** ที่ได้จากตารางปัจจัยการผลิตและผลผลิต I-O Code 209 สาขา 136, 149, 151 ถึง 157 (ในส่วนของการบินและอวกาศ) พบว่ามูลค่าเพิ่มของปี พ.ศ. 2548 มีมูลค่า 193,873,004,000 บาท ขณะที่ในปี พ.ศ. 2549 มีมูลค่า 219,836,152,000 บาท

2. **อุตสาหกรรมบริหารคลังสินค้าสาธารณะ (Public Warehousing Industry)** ที่ได้จากตารางปัจจัยการผลิตและผลผลิต I-O Code 209 สาขา 158 พบว่ามูลค่าเพิ่มของปี พ.ศ. 2548 มีมูลค่า 2,189,679,000 บาท ขณะที่ในปี พ.ศ. 2549 มีมูลค่า 3,179,739,000 บาท

3. **อุตสาหกรรมบริการจัดส่งพัสดุ (Courier Services Industry)** ที่ได้จากตารางปัจจัยการผลิตและผลผลิต I-O Code 209 สาขา 159 พบว่ามูลค่าเพิ่มของปี พ.ศ. 2548 มีมูลค่า 813,393,000 บาท ขณะที่ในปี พ.ศ. 2549 มีมูลค่า 749,099,000 บาท

4. **อุตสาหกรรมผู้ให้บริการขนส่ง (Freight Forwarding Industry)** ที่ได้จากตารางปัจจัยการผลิตและผลผลิต I-O Code 209 สาขา 157 ในส่วนของบริการตัวแทนผู้ส่งออกและนำเข้าสินค้าด้านพิธีการศุลกากร พบว่ามูลค่าเพิ่มของปี พ.ศ. 2548 มีมูลค่า 21,409,486,000 บาท ขณะที่ในปี พ.ศ. 2549 มีมูลค่า 22,282,228,000 บาท

5. **อุตสาหกรรมผู้ให้บริการโลจิสติกส์บุคคลที่สาม (Third Party Logistics Service Provider Industry)** ที่ได้จากตารางปัจจัยการผลิตและผลผลิต I-O Code 209 สาขา 157 ในส่วนของบริการบุคคลที่สาม พบว่ามูลค่าเพิ่มของปี พ.ศ. 2548 มีมูลค่า 13,294,300,000 บาท ขณะที่ในปี พ.ศ. 2549 มีมูลค่า 13,555,629,000 บาท

จากการคำนวณมูลค่าเพิ่มอุตสาหกรรมโลจิสติกส์ไทย พบว่า ในปี พ.ศ. 2548 มีมูลค่าเพิ่มรวมทั้งสิ้น 231,579,862,000 บาท และในปี พ.ศ. 2549 มีมูลค่าเพิ่ม 259,602,847,000 บาท หรือคิดเป็นร้อยละ 3.26 สำหรับปี พ.ศ. 2548 และร้อยละ 3.32 สำหรับปี พ.ศ. 2549 ต่อผลิตภัณฑ์มวลรวมประชาชาติ (GDP) โดยอุตสาหกรรมการขนส่งมีส่วนสูงที่สุด รองลงมาได้แก่ อุตสาหกรรมผู้ให้บริการขนส่ง อุตสาหกรรมผู้ให้บริการโลจิสติกส์บุคคลที่สาม อุตสาหกรรมบริหารคลังสินค้าสาธารณะ และอุตสาหกรรมบริการจัดส่งพัสดุ ตามลำดับ

### 2.3.3 โครงการศึกษาการเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันของอุตสาหกรรมโลจิสติกส์ไทย ระยะที่ 2

โครงการนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสำรวจข้อมูลปฐมภูมิของต้นทุนการบริหารจัดการด้านโลจิสติกส์ (Administration cost) ของผู้ประกอบการในประเทศไทย เพื่อนำผลที่ได้ไปใช้ประกอบการคำนวณต้นทุนโลจิสติกส์ต่อผลิตภัณฑ์มวลรวมของประเทศให้มีความถูกต้องและแม่นยำมากขึ้น

ในกระบวนการศึกษาได้ใช้แบบสอบถามซึ่งออกแบบเพื่อการเก็บข้อมูลโดยเฉพาะ (Structured Questionnaire) เพื่อสำรวจต้นทุนการบริหารจัดการด้านโลจิสติกส์ โดยมีกลุ่มเป้าหมายในการสำรวจ คือ กลุ่มผู้ประกอบการในอุตสาหกรรมหลักของประเทศ โดยได้รวบรวมและจัดเก็บแบบสอบถามจากกลุ่มตัวอย่างผู้ประกอบการจำนวนรวมทั้งสิ้น 1,097 ราย ซึ่งเป็นไปตามหลักเกณฑ์ในการสุ่มสำรวจภายใต้ความเชื่อมั่นร้อยละ 95 โดยแบ่งเป็นบริษัทขนาดเล็กจำนวน 514 ราย (ร้อยละ 46.9) บริษัทขนาดกลางจำนวน 352 ราย (ร้อยละ 32.0) และบริษัทขนาดใหญ่จำนวน 231 ราย (ร้อยละ 21.1) ตามลำดับ

หลังจากนั้นได้นำผลลัพธ์ที่ได้จากการสำรวจทั้งมาประมวลผล โดยเปรียบเทียบกับผลการคำนวณระหว่าง 3 วิธี คือ การคำนวณทางตรง (Direct method) การคำนวณทางอ้อม (Indirect method) และการคำนวณโดยใช้สัดส่วนพนักงานแผนก (Employee method) รวมถึงได้มีการหารือร่วมกับ สศช. และมีความเห็นว่า วิธีการคำนวณทางตรงคือวิธีที่ให้ข้อมูลแม่นยำถูกต้องมากที่สุด เนื่องจากเป็นการคำนวณโดยการรวมตัวเลขค่าใช้จ่ายด้านการบริหาร

จัดการโลจิสติกส์ของแต่ละแผนกที่เกี่ยวข้องกับการบริหารจัดการด้านโลจิสติกส์ของบริษัทโดยตรง ในขณะที่การคำนวณทางอ้อมและการคำนวณโดยใช้สัดส่วนพนักงานแผนกนั้น เป็นการประมาณการและนำมาใช้เพื่อการตรวจสอบความถูกต้องเท่านั้น

ทั้งนี้ ในการคำนวณค่าเฉลี่ยของต้นทุนการบริหารจัดการด้านโลจิสติกส์นั้น ได้ใช้วิธีการที่หลากหลายในการหาค่ากึ่งกลางของค่าใช้จ่ายด้านการบริหารจัดการด้านโลจิสติกส์ เช่น ค่าเฉลี่ยเลขคณิต (Arithmetic Mean) ค่ามัธยฐาน (Median) และค่าเฉลี่ยเรขาคณิต (Geometric Mean) อย่างไรก็ตาม ได้มีการหารือร่วมกับคณะทำงานของสำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ (สศช.) และมีความเห็นร่วมกันว่า การใช้ ค่าเฉลี่ยเรขาคณิต (Geometric Mean) น่าจะเป็นวิธีการที่ให้ผลแม่นยำถูกต้องและใกล้เคียงกับความเป็นจริงมากที่สุด เนื่องจากตามหลักวิชาการเชิงสถิติตามมาตรฐานสากล ค่าเฉลี่ยเรขาคณิตเป็นวิธีการที่ถูกต้องเหมาะสมและใกล้เคียงความเป็นจริงมากที่สุดสำหรับข้อมูลที่มีการกระจายแบบผิดปกติ (non-normal) เช่น การที่มีข้อมูลบางตัวที่มีค่ามากหรือน้อยจนผิดปกติ (Extreme Value) หรือข้อมูลที่มีการแจกแจงแบบเบ้มากเป็นพิเศษ

ผลจากการคำนวณค่าใช้จ่ายด้านการบริหารจัดการด้านโลจิสติกส์ของประเทศไทยโดยใช้วิธีการคำนวณทางตรง (Direct Method) และการใช้ค่าเฉลี่ยเรขาคณิต (Geometric Mean) และจำแนกตามขนาดของบริษัท ให้ค่าประมาณการค่าใช้จ่ายด้านการบริหารจัดการด้านโลจิสติกส์ของประเทศไทยอยู่ที่ 114,585 ล้านบาทหรือคิดเป็นสัดส่วนร้อยละ 1.3 ของผลิตภัณฑ์มวลรวมภายในประเทศไทย (GDP ปี พ.ศ. 2550) และคิดเป็นสัดส่วนร้อยละ 7.9 ของผลรวมระหว่างต้นทุนโลจิสติกส์ด้านการขนส่ง ด้านการบริหารคลังสินค้า และด้านการถือครองสินค้าซึ่งมีมูลค่ารวม 1,458,000 ล้านบาท

### 2.3.4 โครงการศึกษาการเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันของอุตสาหกรรมโลจิสติกส์ไทย ระยะที่ 3

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสำรวจข้อมูลต้นทุนการถือครองสินค้าคงคลัง (Inventory Carrying Cost) ของผู้ประกอบการไทย เพื่อนำผลที่ได้ไปประมาณการต้นทุนการเก็บรักษาสินค้า (Inventory Holding Cost) ของประเทศไทยและปรับปรุงการคำนวณข้อมูลต้นทุนโลจิสติกส์ต่อผลิตภัณฑ์มวลรวมของประเทศต่อไป

ในกระบวนการศึกษา ได้ใช้แบบสอบถามซึ่งออกแบบเพื่อการเก็บข้อมูลโดยเฉพาะ (Structured Questionnaire) เพื่อสำรวจการถือครองสินค้าคงคลัง โดยมีกลุ่มเป้าหมายในการสำรวจคือ กลุ่มผู้ประกอบการในอุตสาหกรรมหลักของประเทศ โดยได้รวบรวมและจัดเก็บแบบสอบถามจากกลุ่มตัวอย่างผู้ประกอบการจำนวนทั้งสิ้น 1,087 ตัวอย่าง ซึ่งเป็นไปตามหลักเกณฑ์ในการสุ่มสำรวจภายใต้ความเชื่อมั่นร้อยละ 95 โดยแบ่งเป็นบริษัทขนาดเล็กจำนวน 513 ตัวอย่าง (ร้อยละ 47.2) บริษัทขนาดกลางจำนวน 302 ตัวอย่าง (ร้อยละ 27.8) และบริษัทขนาดใหญ่จำนวน 272 ตัวอย่าง (ร้อยละ 25.0)

หลังจากที่ได้รวบรวมข้อมูลภาคสนามเสร็จสิ้นแล้ว จึงดำเนินการประมวลผลข้อมูลจากการสำรวจโดยเปรียบเทียบผลการคำนวณต้นทุนการถือครองสินค้าคงคลังระหว่าง 3 วิธี ได้แก่ (1) การคำนวณโดยใช้มูลค่าสินค้าคงคลัง ณ วันที่ 31 ธันวาคม 2551 (2) การคำนวณโดยใช้มูลค่าสินค้าคงคลังเฉลี่ย ปี พ.ศ. 2551 ซึ่งคำนวณโดยบริษัท และ (3) การคำนวณโดยใช้มูลค่าสินค้าคงคลังเฉลี่ย ปี พ.ศ. 2551 ทั้งนี้ ได้ใช้วิธีการวิเคราะห์ 5 วิธี ได้แก่ (1) การวิเคราะห์ในระดับภาพรวม (2) การวิเคราะห์จำแนกตามขนาดของบริษัท (3) การวิเคราะห์จำแนกตามอุตสาหกรรม (4) การวิเคราะห์จำแนกตามอุตสาหกรรมที่ได้รับการจัดกลุ่มใหม่ และ (5) การวิเคราะห์จำแนกตามอุตสาหกรรมที่ได้รับการจัดกลุ่มและตามขนาดของบริษัท

โดยมีข้อสรุปว่าควรใช้วิธีการคำนวณมูลค่าสินค้าคงคลังเฉลี่ย ปี พ.ศ. 2551 ซึ่งคำนวณโดยแต่ละบริษัทในการวิเคราะห์เนื่องจากเป็นข้อมูลที่ใกล้เคียงกับข้อเท็จจริงมากที่สุด เพราะแต่ละบริษัทที่ถูกสัมภาษณ์ได้ให้ข้อมูลด้วยตนเอง อีกทั้งการคำนวณต้นทุนการถือครองสินค้าคงคลังทั้ง 3 วิธี ในช่วงเวลาที่ต่างกันให้ผลลัพธ์ที่ใกล้เคียงกันด้วย นอกจากนี้ วิธีการวิเคราะห์จำแนกตามอุตสาหกรรมที่ได้รับการจัดกลุ่มและตามขนาดของบริษัท เป็นวิธีที่เหมาะสมตามหลักสถิติภายใต้ข้อจำกัดจำนวนตัวอย่างที่จัดเก็บได้ เพื่อให้ได้ข้อมูลที่สามารถสะท้อนลักษณะอุตสาหกรรมแต่ละประเภทในประเทศไทยได้ดีที่สุด

ทั้งนี้ ในการประมาณการค่าใช้จ่ายต้นทุนการถือครองสินค้าคงคลังนั้น ได้ใช้วิธีการที่หลากหลายในการหาค่ากลางของต้นทุนการถือครองสินค้าคงคลัง คือ ค่าเฉลี่ยเลขคณิต (Arithmetic Mean) ค่ามัธยฐาน (Median) ค่าเฉลี่ยเรขาคณิต (Geometric Mean) ค่าฐานนิยม (Mode) และค่าเฉลี่ยเลขคณิตถ่วงน้ำหนัก (Weighted Average) โดยสรุป การศึกษาเลือกใช้เทคนิคการคำนวณค่ากลางโดยวิธีค่าเฉลี่ยเรขาคณิต (Geometric Mean) เนื่องจากเป็นวิธีการที่เหมาะสมตามหลักวิชาการทางสถิติตามมาตรฐานสากล สำหรับข้อมูลที่มีการกระจายตัวแบบผิดปกติ (Non-normal Distribution) เช่น มีข้อมูลบางตัวที่มีค่ามากหรือน้อยจนผิดปกติ (Extreme Value) หรือมีการแจกแจงแบบเบ้มากเป็นพิเศษ เป็นต้น

ผลจากการคำนวณค่าใช้จ่ายต้นทุนการถือครองสินค้าคงคลังของประเทศไทย โดยการใช้มูลค่าสินค้าคงคลังเฉลี่ยปี พ.ศ. 2551 ซึ่งคำนวณโดยบริษัทและการคำนวณค่ากลางแบบค่าเฉลี่ยเรขาคณิต (Geometric Mean) โดยจำแนกตามอุตสาหกรรมที่ได้รับการจัดกลุ่มและตามขนาดของบริษัท สรุปได้ว่า ประมาณการค่าใช้จ่ายต้นทุนการถือครองสินค้าคงคลังของประเทศไทยอยู่ที่ 155,777.14 ล้านบาท หรือคิดเป็นสัดส่วนร้อยละ 1.72 ของผลิตภัณฑ์มวลรวมภายในประเทศไทย (GDP ปี พ.ศ. 2551) ซึ่งนำมาคำนวณเป็นค่า  $\beta$  ของประเทศไทยได้เท่ากับร้อยละ 5.21

อย่างไรก็ตาม เป็นที่น่าสังเกตว่าสัดส่วนค่าใช้จ่ายการถือครองสินค้าคงคลังของประเทศไทยต่อผลิตภัณฑ์มวลรวมภายในประเทศไทย รวมถึงค่า  $\beta$  ที่คำนวณได้ยังคงเป็นสัดส่วนที่แตกต่างจากการประเมินของทาง สศช. อย่างมีนัยสำคัญ (ร้อยละ 4.65 ของผลิตภัณฑ์มวลรวมภายในประเทศไทย และร้อยละ 19 ตามลำดับ) โดยมีสาเหตุสำคัญเนื่องมาจาก (1) มูลค่าสินค้าคงคลังของสาขาเกษตร สาขาเหมืองแร่และสาขาอุตสาหกรรมที่คำนวณได้ ซึ่งประมาณการจากข้อมูลแบบสอบถามมีค่าต่ำกว่ามูลค่าสินค้าคงคลังของ สศช. ซึ่งอ้างอิงข้อมูลจากสำมะโนอุตสาหกรรมของสำนักงานสถิติแห่งชาติ (2) บริษัทต่าง ๆ ไม่มีการเก็บข้อมูลต้นทุนบางประเภทหรือเก็บข้อมูลไม่ครบถ้วน เช่น ค่าสินค้าหมดสมัย/เสื่อมสภาพ (Obsolescence) ค่าสินค้าขาดจำนวนหนหาย (Shrinkage, Pilferage) และ (3) ประเทศไทยไม่มีการจัดเก็บต้นทุนดังกล่าว ได้แก่ ค่าภาษี (Taxes) ที่เกิดจากการมีสินค้าคงคลังเก็บอยู่ในคลังสินค้า

### 2.3.5 โครงการจัดทำข้อมูลมูลค่าเพิ่มอุตสาหกรรมโลจิสติกส์ไทย (อุตสาหกรรมผู้ให้บริการโลจิสติกส์)

โครงการจัดทำข้อมูลมูลค่าเพิ่มอุตสาหกรรมโลจิสติกส์ไทย เกิดขึ้นจากการที่สำนักงานคณะกรรมการ พัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติในฐานะฝ่ายเลขานุการของคณะกรรมการโลจิสติกส์แห่งชาติ เล็งเห็น ความจำเป็นในการสร้างฐานข้อมูลด้านธุรกิจให้บริการโลจิสติกส์ที่มีความสมบูรณ์และเชื่อถือได้สำหรับนำมาประกอบการตัดสินใจเชิงนโยบาย เพื่อสนับสนุนและส่งเสริมให้เกิดบรรยากาศทางธุรกิจที่เอื้อต่อการพัฒนา ศักยภาพของผู้ประกอบการโลจิสติกส์ไทย ให้สามารถแข่งขันกับต่างชาติได้อย่างมีประสิทธิภาพ ตลอดจนการวิเคราะห์เชิงลึกให้เห็นถึงสถานภาพตลาดและขีดความสามารถในการแข่งขันของผู้ให้บริการโลจิสติกส์ในประเทศไทยอย่างแท้จริงทั้งในกลุ่มธุรกิจของคนไทยและกลุ่มธุรกิจที่เป็นสาขาของบริษัทต่างชาติต่าง ๆ ซึ่งมีขอบเขตในการจัดทำโครงการประกอบด้วย 4 หัวข้อดังนี้

1. การจัดประเภทมาตรฐานอุตสาหกรรมผู้ให้บริการที่สนับสนุนการขนส่งของประเทศไทย
2. การจัดทำข้อมูลมูลค่าเพิ่มอุตสาหกรรมผู้ให้บริการโลจิสติกส์ไทย
3. การประเมินสถานภาพอุตสาหกรรมผู้ให้บริการโลจิสติกส์ไทย
4. ความสามารถในการแข่งขันเมื่อมีการเปิดการค้าเสรี AEC ของอุตสาหกรรมสาขาโลจิสติกส์ทั้งระบบ และอุตสาหกรรมผู้ให้บริการโลจิสติกส์ไทย





อุตสาหกรรมสาขาโลจิสติกส์ไทย ตามการกำหนดหมวดหมู่มาตรฐานอุตสาหกรรมของกรมพัฒนาธุรกิจการค้ากระทรวงพาณิชย์ ประกอบด้วย 18 หมวด ดังนี้

- 60100 การขนส่งทางรถไฟ
- 60230 การขนส่งสินค้าทางถนน
- 60300 การขนส่งทางระบบท่อลำเลียง
- 61100 การขนส่งทางทะเลและทะเลชายฝั่ง
- 61200 การขนส่งทางน้ำภายในประเทศ
- 62100 การขนส่งทางอากาศที่มีตารางเวลา
- 62200 การขนส่งทางอากาศที่ไม่มีตารางเวลา
- 63009 การขนส่งและขนถ่ายสินค้า รวมถึงคนโดยสาร
- 63010 การขนถ่ายสินค้า
- 63020 สถานที่เก็บสินค้าและการเก็บสินค้า
- 63031 บริการเสริมการขนส่งทางบก
- 63032 บริการเสริมการขนส่งทางน้ำ
- 63033 บริการเสริมการขนส่งทางอากาศ
- 63091 การบรรจุหีบห่อเพื่อการขนส่ง
- 63098 โลจิสติกส์
- 63099 บริการอื่น ๆ ซึ่งเกี่ยวเนื่องกับการขนส่ง
- 64110 บริการทางไปรษณีย์ของรัฐ
- 64120 บริการทางไปรษณีย์ภัณฑ์และพัสดุภัณฑ์โดยภาคเอกชน

โดยอุตสาหกรรมผู้ให้บริการโลจิสติกส์ไทยหรืออุตสาหกรรมผู้ให้บริการที่สนับสนุนการขนส่งของประเทศไทย ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของอุตสาหกรรมสาขาโลจิสติกส์ ประกอบด้วย 3 หมวด คือหมวด 63091 การบรรจุหีบห่อเพื่อการขนส่ง, 63098 โลจิสติกส์ และ 63099 บริการอื่น ๆ ซึ่งเกี่ยวเนื่องกับการขนส่ง โดยมีผล การศึกษาแบ่งเนื้องานตามขอบเขตในการจัดทำโครงการดังนี้

สำหรับผลการจัดประเภทมาตรฐานอุตสาหกรรมผู้ให้บริการที่สนับสนุนการขนส่งของประเทศไทยพบว่า การจัดประเภทมาตรฐานอุตสาหกรรมผู้ให้บริการที่สนับสนุนการขนส่งของประเทศไทยจะเริ่มต้นโดยการทบทวนการจัดประเภทหมวดอุตสาหกรรมผู้ให้บริการที่สนับสนุนการขนส่งไทย ศึกษาการจัดประเภทหมวดอุตสาหกรรมผู้ให้บริการที่สนับสนุนการขนส่งไทยในปัจจุบัน ศึกษาการจัดประเภทหมวดอุตสาหกรรมผู้ให้บริการที่สนับสนุนการขนส่งของประเทศไทยที่มีความก้าวหน้า เช่น สหรัฐอเมริกา สหราชอาณาจักร เยอรมัน ญี่ปุ่น ออสเตรเลีย นิวซีแลนด์ ฮองกง และสิงคโปร์ จากนั้นจึงพิจารณาถึงความแตกต่างการจัดประเภทหมวดอุตสาหกรรมผู้ให้บริการที่สนับสนุนการขนส่งไทยกับประเทศไทยที่มีความก้าวหน้าและหมวดหมู่อุตสาหกรรมผู้ให้บริการที่สนับสนุนการขนส่งไทยและดำเนินการจำแนกและแยกหมวดหมู่และหมู่ย่อยทางเศรษฐกิจของ อุตสาหกรรมผู้ให้บริการที่สนับสนุนการขนส่งที่มีความเหมาะสมกับประเทศไทย

โดยมีผลการดำเนินการคือ หมวด 5229 กิจกรรมอื่น ๆ ที่สนับสนุนการขนส่ง (Other transportation support activities) และเห็นสมควรที่จะเพิ่มหมวด 52292 กิจกรรมบริการศุลกากร (Custom Broker) และ 52294 กิจกรรมบริการบริหารจัดการขนส่งสินค้า (Freight Forwarder) ซึ่งเป็นการแบ่งแยกมาจากหมวด 52292 กิจกรรมของตัวแทนผู้บริหารจัดการขนส่งสินค้าและตัวแทนออกของ (ตาม TSIC ฉบับปี 2552), 52295 กิจกรรมบริการเพิ่มมูลค่า (Value Added Logistics Provider) และ 52296 กิจกรรมบริการตรวจสอบสินค้า (inspection services)

ในการแบ่งหมวดย่อยกิจกรรมบริการศุลกากร (Custom Broker) จะคล้ายกับการแบ่งหมวดหมู่ของประเทศไทย (NESDC) และออสเตรเลีย-นิวซีแลนด์ การแบ่งหมวดย่อยกิจกรรมบริการบริหารจัดการขนส่งสินค้า



(Freight Forwarder) จะคล้ายกับการแบ่งหมวดหมู่ของประเทศไทย (สศช.), สิงคโปร์, ฮองกง, ญี่ปุ่น, เยอรมัน และ ออสเตรเลีย-นิวซีแลนด์ โดยฮ่องกงและประเทศเยอรมันได้มีการจำแนกย่อยลงไปในระดับขั้นที่ลึกกว่า การแบ่งหมวดย่อยกิจกรรมบริการเพิ่มมูลค่า (Value Added Logistics Provider) จะคล้ายกับการแบ่งหมวดหมู่ของประเทศไทย สิงคโปร์และการแบ่งหมวดย่อยกิจกรรมบริการตรวจสอบสินค้าจะคล้ายกับการแบ่งหมวดหมู่ของฮ่องกง

ขณะที่ผลการจัดทำข้อมูลมูลค่าเพิ่มอุตสาหกรรมผู้ให้บริการโลจิสติกส์ไทย พบว่า การจัดทำข้อมูลมูลค่าเพิ่มอุตสาหกรรมผู้ให้บริการโลจิสติกส์ไทย จะเริ่มต้นโดยการทบทวนข้อมูลมูลค่าผลผลิตและมูลค่าเพิ่มอุตสาหกรรมผู้ให้บริการโลจิสติกส์ไทยปี พ.ศ. 2548 และ 2549 จากนั้นจึงดำเนินการจัดทำกรอบการคำนวณมูลค่าเพิ่ม จัดทำแบบสอบถามและสำรวจข้อมูลผู้ให้บริการโลจิสติกส์ทั้งในข้อมูลทุติยภูมิและข้อมูลปฐมภูมิรวม 444 ตัวอย่าง จากประชากรทั้งหมด 4,188 ตัวอย่าง และนำมาประมวลผลเพื่อการประเมินมูลค่าเพิ่มต่อผลิตภัณฑ์มวลรวมในประเทศ (GDP) สำหรับอุตสาหกรรมผู้ให้บริการโลจิสติกส์ในประเทศไทย มูลค่าเพิ่มต่อรายได้อุตสาหกรรมผู้ให้บริการโลจิสติกส์ไทย (LSPs) ร้อยละ 56.54 แบ่งเป็นมูลค่าเพิ่มต่อรายได้หมวด 63091 การบรรจุหีบห่อเพื่อการขนส่งร้อยละ 50.78 โดยรูปแบบของผู้ประกอบการจะดำเนินธุรกิจในการบรรจุหีบห่อ อาทิ การบรรจุสินค้าลงกล่องหรือลัง และการบรรจุสินค้าเข้าตู้คอนเทนเนอร์ หรือกล่าวโดยรวมคือการบรรจุผลิตภัณฑ์ลงในบรรจุภัณฑ์ รวมถึงการรับส่งเอกสารและพัสดุภัณฑ์โดยการขนส่ง มูลค่าเพิ่มต่อรายได้หมวด 63098 โลจิสติกส์ ร้อยละ 39.51 ซึ่งมีรูปแบบของผู้ประกอบการจะดำเนินธุรกิจด้านโลจิสติกส์ กล่าวคือเป็นการดำเนินการกิจการในการให้บริการทางด้านการวางแผนการออกแบบการจัดการโกดัง การเก็บสินค้าและบริการข้อมูลให้คำแนะนำและดูแลการบริหารจัดการด้านโลจิสติกส์และโซ่อุปทานทั้งกระบวนการ ศูนย์การจัดซื้อผลิตภัณฑ์ อาทิ วัตถุดิบ ส่วนประกอบ ชิ้นส่วนยานยนต์ รวมถึงการควบคุมขนย้ายและการขนส่งสินค้า แต่เมื่อดำเนินการขั้นตอนรวบรวมและสำรวจข้อมูลกลับพบว่า ส่วนมากผู้ประกอบการในหมวดนี้จะประกอบกิจการคล้ายคลึงกับ หมวด 63091 และ 63098 เช่น หจก.ทวิการ เซอร์วิส ประกอบกิจการเกี่ยวกับบริการอื่นที่เกี่ยวข้องกับการขนส่ง นายหน้าขนส่งทางเรือและอากาศยาน ตัวแทนพิธีทางการศุลกากร, หจก.กรีนฮาร์ท เวิลด์ ให้บริการเกี่ยวกับการจัดทำเอกสารและเป็นตัวแทนออกของรับอนุญาตจากกรมศุลกากร เพื่อปฏิบัติตามพิธีศุลกากร และ หจก.ยงธวัชขนส่ง ประกอบกิจการบรรจุหีบห่อเพื่อการขนส่ง เป็นต้น และมูลค่าเพิ่มต่อรายได้หมวด 63099 บริการอื่น ๆ ซึ่งเกี่ยวเนื่องกับการขนส่งร้อยละ 58.01 ซึ่งมีรูปแบบของผู้ประกอบการจะดำเนินธุรกิจที่เกี่ยวข้องเนื่องกับการขนส่ง อาทิ นายหน้าขนส่งทางเรือและอากาศยาน ตัวแทนออกของตามพิธีการทางศุลกากร ตัวแทนจัดหาตู้คอนเทนเนอร์และพื้นที่วางสินค้า การตรวจสอบจำนวนสินค้า รวมถึงการจัดหาระวางสินค้าและการให้บริการขนส่งหรือขนถ่ายสินค้า ซึ่งสามารถจำแนกผู้ประกอบการในหมวดนี้ออกเป็น 2 กลุ่มใหญ่ คือ กลุ่มพิธีการศุลกากร (Customs Broker) และกลุ่มตัวแทนบริหารจัดการขนส่ง (Freight Forwarder) โดยอุตสาหกรรมผู้ให้บริการโลจิสติกส์ไทย (LSPs) จะมีสัดส่วนรายได้้นอกจากรายได้หลักเทียบกับรายได้ทั้งหมดของอุตสาหกรรมนี้แบ่งเป็นรายได้จากค่าระวางร้อยละ 12.49, รายได้จากค่าประกันสินค้าร้อยละ 0.45 และรายได้อื่น ๆ ร้อยละ 7.41 และรายจ่ายส่วนใหญ่จะมาจากค่าใช้จ่ายในการขายและบริการอื่น ๆ ร้อยละ 21.54, ค่าจ้างงานและค่าตอบแทนแรงงานร้อยละ 19.11, ค่าธรรมเนียมและภาษีร้อยละ 18.11, ค่าระวางร้อยละ 11.78 และค่าน้ำมันเชื้อเพลิงและพลังงานร้อยละ 8.01 ซึ่งในอุตสาหกรรมนี้จะมีส่วนเกินจากการประกอบการหรือกำไรต่อ รายได้คิดเป็นร้อยละ 14.95

โดยมีมูลค่าเพิ่มอุตสาหกรรมผู้ให้บริการโลจิสติกส์ในประเทศไทย 93,567.19 ล้านบาท เทียบกับผลิตภัณฑ์มวลรวมในประเทศ (GDP) ณ ราคาประจำปี 2554 สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติที่ 11,120,518 ล้านบาท ดังนั้นมูลค่าเพิ่มต่อผลิตภัณฑ์มวลรวมในประเทศ (GDP) สำหรับอุตสาหกรรมผู้ให้บริการโลจิสติกส์ในประเทศไทย (LSPs) ปี พ.ศ. 2554 คิดเป็นร้อยละ 0.84

## 2.4 ปัญหาอุปสรรคและข้อจำกัดในการจัดทำข้อมูลต้นทุนโลจิสติกส์ของประเทศไทย

การคำนวณต้นทุนโลจิสติกส์ที่กำหนดขึ้นสำหรับประเทศไทยพบว่า ข้อมูลทั้งในตาราง I-O และตารางผลิตภัณฑ์มวลรวมภายในประเทศบางส่วนไม่ได้ถูกจัดทำขึ้นมา เพื่อใช้เป็นฐานข้อมูลสำหรับการวิเคราะห์หาต้นทุนและมูลค่าเพิ่มอุตสาหกรรมโลจิสติกส์ และบางส่วนไม่ได้มาตรฐานในการจัดทำเนื่องจากข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับกิจกรรมโลจิสติกส์ยังมีคุ่มรวมไม่เพียงพอ (Under estimate) และมีการจัดเก็บจำแนกไว้มิตรงตามสาขาการผลิต (Misallocate) จึงทำให้ข้อมูลบางกิจกรรมหายไป จำเป็นต้องทำการประมาณมูลค่าโดยอาศัยข้อมูลจากแหล่งอื่น ๆ และบางกิจกรรมต้องทำการสำรวจเพิ่มเติม จากการทบทวนโครงการต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการจัดทำข้อมูลต้นทุนโลจิสติกส์ของประเทศไทย สามารถจำแนกปัญหาอุปสรรคและข้อจำกัด ได้ดังนี้

(1) ต้นทุนการขนส่ง (Transportation Cost) โดยเฉพาะข้อมูลการขนส่งทางบกยังไม่ได้รวมรถบรรทุกที่มีน้ำหนักต่ำกว่า 1,600 กิโลกรัมซึ่งทั้งเจ้าของรถทำการขนส่งสินค้าด้วยตนเอง (In-house) และเป็นผู้ประกอบการรับจ้างขนส่งสินค้าโดยตรง (Outsource) ในปัจจุบัน สศช. ได้ใช้วิธีการกำหนดสมมติฐาน (Assumption) เพื่อใช้คำนวณต้นทุนการขนส่งสินค้าโดยรถ อย.3 แต่จะต้องมีการปรับปรุงและพัฒนาสมมติฐานให้มีความทันสมัยกับสถานการณ์

(2) ต้นทุนการบริหารคลังสินค้า (Warehousing Cost) เป็นข้อมูลรายได้ของคลังสินค้าสาธารณะ (Public Warehouse) ประกอบกิจการคลังสินค้า ห้องเย็นและไซโล ที่มีการเก็บค่ารับฝากเท่านั้น และเป็นข้อมูลคลังสินค้าของภาครัฐเท่านั้น ไม่รวมถึงคลังสินค้าสาธารณะของเอกชนที่สร้างขึ้นเพื่อรับฝากสินค้า อีกทั้ง ยังไม่มีการคำนวณคลังสินค้าที่เป็นส่วนบุคคล (Private Warehouse) ที่สร้างขึ้นเพื่อฝากสินค้าสำหรับกิจการของตนเอง ซึ่งคาดว่าจะมีสัดส่วนสูงมากในกรณีของประเทศไทย นอกจากนี้ จากโครงการพัฒนาฐานข้อมูลภาพรวมต้นทุนโลจิสติกส์ ระยะที่ 1 ที่ได้นำเสนอการประมาณมูลค่ารายได้สำหรับการบริหารคลังสินค้าส่วนตัว โดยจะใช้สัดส่วน Public Warehouse (ร้อยละ 35) และ Private Warehouse (ร้อยละ 65) ที่ได้จากการทบทวนวรรณกรรมมาเป็นพื้นฐานคำนวณ แต่เนื่องจากสัดส่วนดังกล่าวเป็นการนำเสนอมาตั้งแต่ปี พ.ศ. 2541 ซึ่งบริบทและสภาพแวดล้อมในการดำเนินธุรกิจมีการเปลี่ยนแปลงไป อาจจะส่งผลให้สัดส่วนดังกล่าวมีการเปลี่ยนแปลงไปด้วยเช่นกัน

(3) ต้นทุนการถือครองสินค้า (Inventory Carrying Cost) หรือต้นทุนค่าเสียโอกาสที่เงินทุนไปจมอยู่ในสินค้าคงคลัง ประกอบด้วยต้นทุน 2 ส่วน ได้แก่ 1) ต้นทุนที่เกิดจากดอกเบี้ย ที่อ้างอิงจากธนาคารแห่งประเทศไทย และ 2) ต้นทุนจากค่าภาษี ค่าเสื่อมราคา และค่าประกัน ที่อ้างอิงจากสูตรของ Alford-Bangs Production Handbook Formula โดยต้นทุนจากค่าภาษี ค่าเสื่อมราคา และค่าประกัน จะประมาณการโดยนำค่าคงที่เบต้า (Beta) ที่มีค่าเท่ากับร้อยละ 19 มาคูณกับมูลค่าสินค้าคงคลังในแต่ละปี ซึ่งค่าเบต้าที่ใช้ใช้อาจจะมีการเปลี่ยนแปลงเช่นเดียวกัน

(4) ต้นทุนการบริหารจัดการโลจิสติกส์ (Logistics Administration Cost) ไม่สามารถที่จะหาได้จากแหล่งข้อมูลที่มีอยู่ในปัจจุบัน จึงต้องทำการประมาณการขึ้นมา โดยใช้วิธีการคือ ร้อยละ 10 ของต้นทุนรวมของต้นทุนการขนส่ง ต้นทุนการบริหารคลังสินค้า และต้นทุนการถือครองสินค้า ซึ่งมีสมมติฐานว่ายังไม่มีมีการนำเทคโนโลยีที่ทันสมัยมาใช้ในกระบวนการจัดการโลจิสติกส์ ซึ่งปัจจุบันมีการนำเทคโนโลยีเข้ามาช่วยในการบริหารจัดการมากขึ้น จึงน่าจะส่งผลให้สัดส่วนนี้มีการเปลี่ยนแปลงไป ขณะที่ผู้ประกอบการเองก็ยังไม่มีความรู้และเข้าใจเกี่ยวกับต้นทุนการบริหารจัดการที่เกี่ยวข้องกับการดำเนินงานด้านโลจิสติกส์อย่างแท้จริง ซึ่งถือเป็นอุปสรรคที่สำคัญ

(5) การคำนวณสัดส่วนมูลค่าอุตสาหกรรมโลจิสติกส์ต่อ GDP พบว่า จากข้อมูลในตารางปัจจัยการผลิตและผลผลิต (I-O table) มีการจำแนกมูลค่าเพิ่มของอุตสาหกรรมโลจิสติกส์ที่ครอบคลุมกิจกรรมโลจิสติกส์ต่าง ๆ ได้แก่ I-O code 136 การขนส่งทางท่อ, 149 การขนส่งทางรถไฟ, 151 การขนส่งสินค้าทางบก, 152 บริการสนับสนุนทางบก, 153 การขนส่งทางทะเล, 154 การขนส่งตามชายฝั่งทะเลและการขนส่งในลำน้ำภายในประเทศ, 155 บริการสนับสนุนการขนส่งทางน้ำ, 156 การขนส่งทางอากาศ, 157 การประกอบการอื่นที่เกี่ยวข้องกับการขนส่ง, 158 คลังสินค้า, และ 159 บริการไปรษณีย์ ซึ่งจากการศึกษาของโครงการจัดทำข้อมูลมูลค่าเพิ่มอุตสาหกรรมโลจิสติกส์ไทย ได้ดำเนินการจัดกลุ่มอุตสาหกรรมโลจิสติกส์ตามหมวด TSIC ขึ้นมาใหม่ อันประกอบด้วยหมวด 63091 การบรรจุหีบห่อเพื่อการขนส่ง, 63098 โลจิสติกส์ ได้แก่ ธุรกิจการบริหารสินค้าคงคลัง ธุรกิจการดูแลสินค้า ธุรกิจการบริหารการ

จัดซื้อ เป็นต้น และ 63099 บริการอื่น ๆ ซึ่งเกี่ยวเนื่องกับการขนส่ง ได้แก่ ธุรกิจนายหน้าขนส่งทางเรือและอากาศยาน ธุรกิจตัวแทนพิธีการศุลกากร เป็นต้น ตามการกำหนดหมวดหมู่มาตรฐานอุตสาหกรรมของกรมพัฒนาธุรกิจการค้า กระทรวงพาณิชย์ โดยการสำรวจข้อมูลของผู้ประกอบการในอุตสาหกรรมโลจิสติกส์ ซึ่งจะเห็นว่า หากทำการคำนวณสัดส่วนมูลค่าอุตสาหกรรมโลจิสติกส์ต่อ GDP จากข้อมูลตาราง I-O จะต้องมีการประมาณการข้อมูลมูลค่าเพิ่มของกิจกรรมโลจิสติกส์ที่จำแนกตาม I-O code สำหรับแต่ละปีขึ้นมาก่อน ถึงจะสามารถคำนวณสัดส่วนมูลค่าอุตสาหกรรมโลจิสติกส์ต่อ GDP ประจำปีนั้น ๆ ได้ เนื่องจากข้อมูลในตาราง I-O จะมีการปรับปรุงทุก ๆ 5-10 ปี หรือหากจะคำนวณมูลค่าเพิ่มอุตสาหกรรมโลจิสติกส์ตามการจัดหมวดหมู่ TSIC ก็จะต้องทำการสำรวจข้อมูลจากผู้ประกอบการอย่างต่อเนื่องทุก ๆ ปี

## 2.5 แนวทางการคำนวณต้นทุนโลจิสติกส์

การคำนวณต้นทุนโลจิสติกส์ของประเทศไทยเป็นการประยุกต์ใช้ตัวแบบการคำนวณของ Robert Delaney โดยจะแบ่งองค์ประกอบของคัมรวมเพื่อการคำนวณต้นทุนโลจิสติกส์สำหรับประเทศไทยเป็น 4 กิจกรรมหลักคือ ต้นทุนการขนส่ง ต้นทุนการบริหารคลังสินค้า ต้นทุนการถือครองสินค้า และต้นทุนการบริหารจัดการโลจิสติกส์ โดย **ต้นทุนการขนส่ง**เป็นกิจกรรมด้านการขนส่งที่ก่อให้เกิดต้นทุนขนส่ง ซึ่งต้นทุนด้านนี้สามารถพิจารณาได้หลายวิธีการ ขึ้นอยู่กับการวิเคราะห์ต้นทุนของหน่วยงาน สามารถแบ่งได้ตามประเภทของลูกค้า สินค้าและช่องทางจัดจำหน่าย อาทิ ต้นทุนการขนส่งขาเข้ากับต้นทุนการขนส่งขาออก โดยต้นทุนเหล่านี้แปรผันตามปริมาณการขนส่ง น้ำหนัก ระยะทาง จุดต้นทาง และปลายทาง นอกจากนี้ ยังอาจแปรผันตามวิธีการและรูปแบบการขนส่งอีกด้วย สำหรับ**ต้นทุนการบริหารคลังสินค้า**เป็นต้นทุนที่เกี่ยวข้องกับการบริหารจัดการภายในคลังสินค้าประกอบด้วย การเลือกสถานที่ตั้ง โรงงานและคลังสินค้า การดูแลรักษาสินค้าในคลัง กิจกรรมภายในคลังสินค้า และการบริหารจัดการคลังสินค้า โดยต้นทุนนี้จะแปรผันตามจำนวนและสถานที่ตั้งของคลังสินค้า ขณะที่**ต้นทุนการถือครองสินค้า**เป็นกิจกรรมที่ก่อให้เกิดต้นทุนการเก็บรักษาสินค้าคงคลัง ได้แก่ การควบคุมสินค้าคงคลัง การบรรจุหีบห่อและบรรจุภัณฑ์ การซ่อมและทำลายสินค้าชำรุดเสียหาย ซึ่งต้นทุนที่เกี่ยวข้องนี้จะแปรผันตามปริมาณสินค้าที่อยู่ในคลังสินค้า โดยวัดได้จากต้นทุนเงินทุน ต้นทุนค่าเสียโอกาส ต้นทุนในการดูแลสินค้า และต้นทุนความเสี่ยงในการจัดเก็บสินค้า และสุดท้าย**ต้นทุนการบริหารจัดการโลจิสติกส์**เป็นกิจกรรมอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการดำเนินงานด้านโลจิสติกส์ เช่น ต้นทุนเกี่ยวกับกิจกรรมที่กำหนดระดับการให้บริการลูกค้า ประกอบด้วยค่าใช้จ่ายในการสั่งซื้อสินค้า การจัดหาอะไหล่และการให้บริการสนับสนุนอื่น ๆ และค่าใช้จ่ายในการจัดการสินค้าส่งคืน รวมถึงต้นทุนค่าเสียโอกาสในการขาย นอกจากนี้ยังรวมถึง ต้นทุนกระบวนการและข้อมูลในการสั่งซื้อและต้นทุนการจัดซื้อประกอบด้วย ต้นทุนกระบวนการสั่งซื้อ การกระจายหรือส่งคำสั่งซื้อ การติดต่อสื่อสาร การพยากรณ์ความต้องการ การพัฒนาระบบสารสนเทศ (อาทิ การบันทึกและการประมวลคำสั่งซื้อ) ตลอดจนการจัดซื้อและการผลิตซึ่งจะผันแปรตามการเปลี่ยนแปลงในปริมาณสินค้าและความถี่ในการสั่งซื้อ ซึ่งสำหรับประเทศไทยจะใช้สัดส่วนร้อยละ 10 ของผลรวมของต้นทุนการขนส่ง ต้นทุนการบริหารคลังสินค้า และต้นทุนการถือครองสินค้า

สำหรับข้อมูลที่ใช้ในการคำนวณต้นทุนโลจิสติกส์จะประกอบด้วยข้อมูลปฐมภูมิที่ได้จากการสำรวจข้อมูลของกลุ่มตัวอย่างที่เป็นเจ้าของสินค้าและผู้ให้บริการโลจิสติกส์ รวมถึงข้อมูลทุติยภูมิจากหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง อาทิ สำนักบัญชีประชาชาติ ธนาคารแห่งประเทศไทย กรมขนส่งทางบก ดังมีรายละเอียดต่อไปนี้

1. **ต้นทุนการขนส่ง** ที่จะพิจารณาเฉพาะการขนส่งสินค้าเท่านั้น ไม่รวมการขนส่งผู้โดยสาร โดยในส่วนแรกจะเป็นการศึกษาตัวแบบและสมมุติฐานที่ใช้คำนวณต้นทุนการขนส่งในปัจจุบัน และอีกส่วนหนึ่งจะเป็นข้อมูลที่ได้จากการสำรวจเกี่ยวกับข้อมูลโครงสร้างต้นทุนการขนส่งสินค้าโดยรถยนต์บรรทุกส่วนบุคคล (รย.3) และทำเรือเอกชน มีรายละเอียดดังนี้

## (1.1) ต้นทุนการขนส่งสินค้าโดยรถกระบะบรรทุก (รย.3) มีสมการที่ใช้ในการคำนวณคือ

$$\text{ต้นทุนการขนส่งสินค้าโดยรถกระบะบรรทุก (รย.3)} = \text{ค่าใช้จ่าย In-house} + \text{ค่าใช้จ่าย Outsource}$$

$$\begin{aligned} \text{ค่าใช้จ่าย In-house} &= (\text{จำนวนรถกระบะ} * \text{ค่าน้ำมันสำหรับการขนส่งสินค้าโดยเฉลี่ย}) + \\ &(\text{ค่าใช้จ่ายของพนักงานขนส่ง โดยเฉลี่ย} * \text{จำนวนพนักงานขนส่งทั้งหมด}) + (\text{ค่าบำรุงรักษาทั้งหมดโดยเฉลี่ย} + \text{ค่าเสื่อมราคาโดยเฉลี่ย} + \text{ค่าเสื่อมราคาระบบเทคโนโลยีที่สนับสนุนการขนส่ง} + \text{ค่าบำรุงรักษาระบบเทคโนโลยีที่สนับสนุนการขนส่งทั้งหมดโดยเฉลี่ย}) \end{aligned}$$

$$\text{ค่าใช้จ่าย Outsource} = \text{จำนวนเที่ยวของการขนส่งสินค้า} * \text{ค่าใช้จ่ายโดยเฉลี่ย}$$

ดังนั้น

$$\begin{aligned} \text{ต้นทุนการขนส่งสินค้าโดยรถกระบะบรรทุก (รย.3)} &= [(\text{จำนวนรถกระบะ} * \text{ค่าน้ำมันสำหรับการขนส่งสินค้าโดยเฉลี่ย}) + \\ &(\text{ค่าใช้จ่ายของพนักงานขนส่ง โดยเฉลี่ย} * \text{จำนวนพนักงานขนส่งทั้งหมด}) + (\text{ค่าบำรุงรักษาทั้งหมดโดยเฉลี่ย} + \text{ค่าเสื่อมราคาโดยเฉลี่ย} + \text{ค่าเสื่อมราคาระบบเทคโนโลยีที่สนับสนุนการขนส่ง} + \text{ค่าบำรุงรักษาระบบเทคโนโลยีที่สนับสนุนการขนส่งทั้งหมดโดยเฉลี่ย})] + \\ &[\text{จำนวนเที่ยวของการขนส่งสินค้า} * \text{ค่าใช้จ่ายโดยเฉลี่ย}] \end{aligned}$$

## (1.2) ต้นทุนเกี่ยวกับการขนส่งสินค้าทางท่าเรือเอกชน มีสมการที่ใช้ในการคำนวณคือ

$$\text{ต้นทุนการขนส่งสินค้าทางท่าเรือเอกชน} = \text{ค่าใช้จ่าย In-house} + \text{ค่าใช้จ่าย Outsource}$$

$$\begin{aligned} \text{ค่าใช้จ่าย In-house} &= (\text{ต้นทุนค่าเช่าที่ดินท่าเรือ} + \text{ต้นทุนค่าเช่าคลังสินค้า/ลานกองสินค้า} + \text{ต้นทุนค่าเช่าเครื่องจักร/อุปกรณ์ในพื้นที่ท่าเรือ}) + \\ &(\text{จำนวนพนักงานที่ทำงานในท่าเรือทั้งหมด} * \text{ค่าใช้จ่ายของพนักงานโดยเฉลี่ย}) + (\text{ค่าไฟฟ้า} + \text{ค่าเชื้อเพลิง} + \text{ค่าบำรุงรักษาอุปกรณ์คลังสินค้า} + \text{ค่าเสื่อมราคาเครื่องจักรในท่าเรือทั้งหมด}) \end{aligned}$$

$$\text{ค่าใช้จ่าย Outsource} = \text{ปริมาณสินค้าที่ขนส่ง} * \text{ค่าใช้จ่ายโดยเฉลี่ย}$$

$$\begin{aligned} \text{ต้นทุนการขนส่งสินค้าทางท่าเรือเอกชน} &= [(\text{ต้นทุนค่าเช่าที่ดินท่าเรือ} + \text{ต้นทุนค่าเช่าคลังสินค้า/ลานกองสินค้า} + \text{ต้นทุนค่าเช่าเครื่องจักร/อุปกรณ์ในพื้นที่ท่าเรือ}) + \\ &(\text{จำนวนพนักงานที่ทำงานในท่าเรือทั้งหมด} * \text{ค่าใช้จ่ายของพนักงานโดยเฉลี่ย}) + (\text{ค่าไฟฟ้า} + \text{ค่าเชื้อเพลิง} + \text{ค่าบำรุงรักษาอุปกรณ์คลังสินค้า} + \text{ค่าเสื่อมราคาเครื่องจักรในท่าเรือทั้งหมด})] + [\text{ปริมาณสินค้าที่ขนส่ง} * \text{ค่าใช้จ่ายโดยเฉลี่ย}] \end{aligned}$$

ซึ่งข้อมูลการคำนวณต้นทุนการขนส่งสินค้าโดยรถ รย.3 และท่าเรือเอกชนที่ได้จากการสำรวจกลุ่มตัวอย่าง จะถูกนำมาประมาณการต้นทุนของประชากรทั้งประเทศ และนำมารวมกับผลการวิเคราะห์ในส่วนแรกที่ได้จากผลการประมาณการของ สศช. โดย หัก ต้นทุนการขนส่งสินค้าโดยรถ รย.3 และท่าเรือเอกชนเดิมออกไป

**2. ต้นทุนการบริหารคลังสินค้า** ประกอบด้วยคลังสินค้าแบบ In-house ซึ่งเป็นค่าใช้จ่ายของเจ้าของสินค้าที่ใช้ในการดำเนินการบริหารจัดการคลังสินค้าของตนเอง และแบบ Outsourcing ที่เป็นค่าใช้จ่ายที่เจ้าของสินค้าชำระให้แก่ผู้ให้บริการเพื่อใช้บริการคลังสินค้าจากภายนอก ซึ่งข้อมูลค่าใช้จ่ายคลังสินค้าแบบ In-house จะมาจากการสำรวจข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่างที่เป็นเจ้าของสินค้า โดยมีสมการในการคำนวณดังนี้

$$\begin{aligned} \text{ต้นทุนเกี่ยวกับคลังสินค้า} &= (\text{ค่าตอบแทนพนักงานแผนกคลังสินค้า} * \text{จำนวนพนักงานทั้งหมดใน} \\ \text{แบบ In-house} &\quad \text{คลังสินค้า}) + (\text{ค่าเสื่อมราคาคงคลังสินค้า} + \text{ค่าบำรุงรักษาคงคลังสินค้าของ} \\ &\quad \text{ตนเองทั้งหมด}) + (\text{ค่าเสื่อมราคาอุปกรณ์และเครื่องจักรภายในคลังสินค้า} \\ &\quad + \text{ค่าซ่อมบำรุงอุปกรณ์และเครื่องจักรภายในคลังสินค้า} + \text{ค่าเช่าอุปกรณ์} \\ &\quad \text{และเครื่องจักรภายในคลังสินค้า}) + (\text{ค่าเสื่อมราคากระบวนการบริหารจัดการ} \\ &\quad \text{คลังสินค้าทั้งหมด} + \text{ค่าซ่อมบำรุงระบบบริหารจัดการคลังสินค้า} \\ &\quad + \text{ค่าเช่าระบบบริหารจัดการคลังสินค้า}) + \text{ค่าภาษีคลังสินค้า} \end{aligned}$$

ขณะเดียวกัน ในการสำรวจจะมีการสอบถามถึงสัดส่วนการดำเนินการด้านคลังสินค้าเกี่ยวกับสัดส่วนการดำเนินการคลังสินค้าแบบ In-house และ Outsource เป็นสัดส่วนเท่าใด เพื่อนำมาใช้ในการประมาณการค่าใช้จ่ายในการใช้บริการคลังสินค้าแบบ Outsource รวมถึงเพื่อปรับปรุงสัดส่วนร้อยละการให้บริการคลังสินค้าแบบ In-house ต่อแบบ Outsourcing ให้การคำนวณต้นทุนการบริหารคลังสินค้ามีความครอบคลุม ทันสมัยและเหมาะสมกับบริบทของประเทศไทยมากที่สุด โดยข้อมูลการคำนวณต้นทุนการบริหารคลังสินค้าทั้ง 2 แบบ ที่ได้จากการสำรวจกลุ่มตัวอย่าง จะถูกนำมาประมาณการต้นทุนของประชากรทั้งประเทศ และนำมาแทนค่าผลการประมาณการของสศช. ที่คำนวณเฉพาะต้นทุนการบริหารคลังสินค้าแบบ Outsource เท่านั้น

**3. ต้นทุนการถือครองสินค้าคงคลัง** ในการคำนวณต้นทุนการถือครองสินค้าคงคลังจะใช้แนวคิดเกี่ยวกับต้นทุนค่าเสียโอกาสที่เงินทุนไปจมอยู่ในสินค้าคงคลัง โดยพิจารณาจากมูลค่าของสินค้าคงคลังและอัตราดอกเบี้ย รวมถึง การพิจารณาค่าใช้จ่ายด้านการบริการที่เกี่ยวกับสินค้าคงคลังและค่าใช้จ่ายความเสี่ยงของสินค้าคงคลัง อาทิ ค่าภาษี ค่าเสียหาย ค่าเสื่อมราคา ค่าประกันภัย เป็นต้น โดยมีสมการที่ใช้ในการคำนวณดังนี้

$$\text{ต้นทุนการถือครองสินค้า} = \text{ค่าใช้จ่ายการถือครองสินค้าคงคลัง} + \text{ค่าใช้จ่ายด้านการบริการที่เกี่ยวกับสินค้าคงคลัง} + \text{ค่าใช้จ่ายความเสี่ยงของสินค้าคงคลัง}$$

โดยที่

$$\text{ค่าใช้จ่ายการถือครองสินค้าคงคลัง} = (\text{มูลค่าสินค้าคงคลังเฉลี่ยต่อปี} * \text{อัตราดอกเบี้ย})$$

$$\text{ค่าใช้จ่ายด้านการบริการที่เกี่ยวกับสินค้าคงคลัง} = (\text{ค่าประกันสินค้า} + \text{ค่าภาษีสินค้าคงคลัง})$$

$$\begin{aligned} \text{ค่าใช้จ่ายความเสี่ยงของสินค้าคงคลัง} &= (\text{ค่าสินค้าหมดสมัย/เสื่อมสภาพ} + \text{ค่าสินค้าเสียหาย} + \\ &\quad \text{ค่าสินค้าขาดจำนวน} + \text{ค่าเคลื่อนย้ายสินค้าระหว่าง} \\ &\quad \text{คลังสินค้า}) \end{aligned}$$



ดังนั้น

$$\begin{aligned} \text{ต้นทุนการถือครองสินค้า} &= [( \text{มูลค่าสินค้าคงคลังเฉลี่ยต่อปี} * \text{อัตราดอกเบี้ย} ) + \\ &[( \text{ค่าประกันสินค้า} + \text{ค่าภาษีสินค้าคงคลัง} )] + [( \text{ค่าสินค้าหมด} \\ &\text{สมัย/เสื่อมสภาพ} + \text{ค่าสินค้าเสียหาย} + \text{ค่าสินค้าขาดจำนวน} \\ &+ \text{ค่าเคลื่อนย้ายสินค้าระหว่างคลังสินค้า} )]) \end{aligned}$$

โดยข้อมูลการคำนวณต้นทุนการถือครองสินค้าที่ได้จากการสำรวจกลุ่มตัวอย่าง จะถูกนำมาประมาณการต้นทุนของประชากรทั้งประเทศ และนำมาแทนค่าผลการประมาณการของ สศช. ที่คำนวณไว้ และจะนำมาประยุกต์ใช้เพื่อคำนวณค่าเบต้าที่เหมาะสมกับบริบทของประเทศไทยต่อไป

**4. ต้นทุนการบริหารจัดการโลจิสติกส์** โดยต้นทุนการบริหารจัดการนี้ประกอบด้วย ต้นทุนการให้บริการลูกค้า ต้นทุนการรับคำสั่งซื้อของลูกค้า และต้นทุนปริมาณการสั่งซื้อ แต่ในระบบการเก็บข้อมูลทางบัญชีของประเทศไทยที่ใช้ส่วนใหญ่ ไม่มีการจำแนกข้อมูลต้นทุนเหล่านี้ไว้อย่างชัดเจน นอกจากนี้ในระบบการเก็บข้อมูลก็นำมาใช้จัดทำผลิตภัณฑ์มวลรวมในประเทศ (GDP) และตารางปัจจัยการผลิตและผลผลิตไม่มีการแยกต้นทุนค่าใช้จ่ายส่วนนี้ออกมาอย่างชัดเจน ซึ่งการคำนวณต้นทุนโลจิสติกส์ของไทยได้กำหนดวิธีการคำนวณต้นทุนการบริหารจัดการโดยการใช้สัดส่วนร้อยละ 10 ของผลรวมต้นทุนโลจิสติกส์สำหรับกิจกรรมการขนส่ง การบริหารคลังสินค้า และการถือครองสินค้าคงคลัง

ทั้งนี้เพื่อให้การคำนวณต้นทุนการบริหารจัดการโลจิสติกส์มีความถูกต้องและแม่นยำมากยิ่งขึ้นจึงต้องทำการสำรวจต้นทุนการบริหารจัดการโลจิสติกส์ของผู้ประกอบการ โดยมีสมการที่ใช้ในการคำนวณดังนี้

$$\begin{aligned} \text{ต้นทุนการบริหารจัดการโลจิสติกส์} &= \text{ค่าใช้จ่ายในการขายและบริหาร} + \text{ค่าใช้จ่ายแผนกจัดซื้อ} + \text{ค่าใช้จ่าย} \\ &\text{แผนกขนส่งและกระจายสินค้า} + \text{แผนกบริการลูกค้า} + \text{ค่าใช้จ่ายแผนก} \\ &\text{อื่น ๆ (ถ้ามี)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{ค่าใช้จ่ายสำหรับแต่ละแผนก} &= (\text{ค่าตอบแทนผู้บริหารสูง} + \text{ค่าตอบแทนผู้บริหาร} + \text{ค่าตอบแทน} \\ &\text{เงินเดือน พนักงานในแผนก} + \text{ค่าพาหนะ เดินทางของพนักงาน} + \text{ค่า} \\ &\text{ประชาสัมพันธ์และโฆษณา}) + (\text{ค่าเช่าอาคาร} + \text{ค่าน้ำ ไฟฟ้า} + \text{ค่าใช้จ่าย} \\ &\text{ด้านการสื่อสารและการติดต่อ}) + (\text{ค่าวัสดุและอุปกรณ์สำนักงาน} + \text{ค่า} \\ &\text{ซ่อมบำรุงอุปกรณ์สำนักงานและระบบ} + \text{ค่าใช้จ่ายสำนักงานอื่น ๆ} + \text{ค่า} \\ &\text{เสื่อมราคาอุปกรณ์สำนักงานและระบบต่าง ๆ}) + \text{ดอกเบี้ยจ่าย} \end{aligned}$$

โดยข้อมูลการคำนวณต้นทุนการบริหารจัดการโลจิสติกส์ที่ได้จากการสำรวจกลุ่มตัวอย่าง จะถูกนำมาประมาณการต้นทุนของประชากรทั้งประเทศ และนำมาแทนค่าผลการประมาณการของ สศช. ที่คำนวณไว้ และจะนำมาประยุกต์ใช้เพื่อคำนวณค่าคงที่ที่มีความเหมาะสมกับบริบทของประเทศไทยด้วยเช่นกัน

ดังนั้น สำหรับการคำนวณต้นทุนโลจิสติกส์ในการศึกษานี้ จะใช้ข้อมูลการประมาณการต้นทุนโลจิสติกส์ของ สศช. ประกอบกับข้อมูลเพิ่มเติมที่ได้จากการสำรวจผู้ประกอบการจำแนกตามการจัดประเภทมาตรฐานอุตสาหกรรมของประเทศไทย เพื่อปรับปรุงและพัฒนาการจัดทำข้อมูลต้นทุนโลจิสติกส์ของประเทศไทยให้เป็นระบบมีความต่อเนื่องและทันกับสถานการณ์ต่อไป ดังแสดงในรูปที่ 2.5-1





## ต้นทุนโลจิสติกส์ พ.ศ. 2560

ที่	องค์ประกอบต้นทุน	สศช.	
1	ต้นทุนค่าขนส่งสินค้า	1,155,820,243,000	นำ Transport cost ของ สศช. <b>หัก</b> ประมาณการรถ รย.3 และท่าเรือเอกชนของ สศช. <b>บวก</b> ประมาณการรถ รย.3 และท่าเรือเอกชนที่ได้จากการสำรวจ
2	ต้นทุนการเก็บรักษาสินค้าคงคลัง	775,986,292,000	
2.1	ต้นทุนการบริหารคลังสินค้า	15,930,002,000	นำ WH cost ที่ได้จากการสำรวจทั้งแบบ In-house และ/หรือ Outsource มาแทนที่การประมาณการของ สศช.
	แบบ In-house	-	
	แบบ Outsource	15,930,002,000	
2.2	ต้นทุนการถือครองสินค้า	760,056,290,000	นำ Inv cost ที่ได้จากการสำรวจมาแทนที่การประมาณการของ สศช.
3	ต้นทุนการบริหารจัดการ	193,180,654,000	นำ Log admin cost ที่ได้จากการสำรวจมาแทนที่การประมาณการของ สศช.
รวมต้นทุนโลจิสติกส์		2,124,987,189,000	

ที่มา: สศช.

รูปที่ 2.5-1 ตัวแบบการคำนวณต้นทุนโลจิสติกส์ในการศึกษา

## 2.6 แนวทางการคำนวณมูลค่าเพิ่ม

ในการคำนวณมูลค่าเพิ่มจะได้อาจจากการนำมูลค่าผลผลิตทั้งหมดที่เกิดขึ้นในแต่ละปี หักออกด้วยค่าใช้จ่ายขั้นกลางในการผลิต ผลลัพธ์ที่ได้คือ มูลค่าเพิ่ม (Value Added) สำหรับแต่ละสาขาการผลิต สำหรับแหล่งข้อมูลที่ใช้สำหรับการคำนวณ ประกอบด้วย (1) ตารางปัจจัยการผลิตและผลผลิต (I-O table) ในปีที่ต้องการศึกษา โดยใช้ข้อมูลด้าน Table of Output Distribution ของมูลค่าเพิ่มรวม (Total value added) ของข้อมูล I-O Code 209 (Value Added) สาขาที่เกี่ยวข้องกับอุตสาหกรรมโลจิสติกส์ และ (2) ตารางผลิตภัณฑ์มวลรวมประชาชาติ (Gross Domestic Product) สำหรับใช้ในการคำนวณโดยตรง แต่เนื่องจากข้อมูลในตาราง I-O จะมีการปรับปรุงทุก 5-10 ปี ทำให้จะต้องทำการประมาณการข้อมูลมูลค่าเพิ่มแต่ละปีขึ้นมาก่อน ถึงจะทำการประมาณการมูลค่าเพิ่มอุตสาหกรรมโลจิสติกส์ในแต่ละปีได้ ดังนั้น เพื่อให้การประมาณการมูลค่าเพิ่มการขนส่งสินค้าโดยรถ รย.3 และท่าเรือเอกชน มีความแม่นยำมากขึ้น จึงได้ดำเนินการสำรวจข้อมูลในส่วนนี้จากผู้ให้บริการขนส่งที่เกี่ยวข้อง โดยมูลค่าเพิ่มสามารถคำนวณได้ตามแนวคิดการจัดทำรายได้ประชาชาติ ดังนี้

มูลค่าเพิ่ม = รายได้จากการดำเนินงาน - ค่าใช้จ่ายในการดำเนินงาน + ค่าเสื่อมราคา + ค่าจ้างงานและค่าตอบแทนแรงงาน + ค่าธรรมเนียมและภาษี

โดยที่

รายได้จากการดำเนินงาน = รายได้จากการให้บริการเกี่ยวกับการขนส่ง + รายได้จากค่าระวางสินค้า + รายได้จากค่าประกันสินค้า + เงินอุดหนุนจากภาครัฐ + รายได้อื่น ๆ

ค่าใช้จ่ายในการดำเนินงาน = ค่าระวาง + ค่าเบี้ยประกันภัยสินค้าจ่ายที่รับขนส่งสินค้า + ค่าประกันภัยอื่น ๆ + ค่าสาธารณูปโภค + ค่าน้ำมันเชื้อเพลิงและพลังงาน + ค่าเสื่อมราคา + ค่าใช้จ่ายในการขายและบริการอื่น ๆ

ค่าเสื่อมราคา = ค่าเสื่อมราคาที่ดิน อาคาร อุปกรณ์ และยานพาหนะ

ค่าจ้างงานและค่าตอบแทนแรงงาน = ค่าใช้จ่ายของพนักงานขนส่งโดยเฉลี่ย \* จำนวนพนักงานขนส่งทั้งหมด



ค่าธรรมเนียมและภาษี	=	ค่าอากรแสตมป์ + ภาษีต่าง ๆ เช่น ภาษีมูลค่าเพิ่มสุทธิ ภาษีป้าย ภาษีที่ดิน ยกเว้น ภาษีเงินได้นิติบุคคล ภาษี และพรบ.รถยนต์
ดังนั้น		
มูลค่าเพิ่มการขนส่งสินค้าโดย รถยนต์บรรทุกส่วนบุคคล (รย.3) และท่าเรือเอกชน	=	[รายได้จากการให้บริการเกี่ยวเนื่องกับการขนส่ง + รายได้จากค่าระวาง สินค้า + รายได้จากค่าประกันสินค้า + เงินอุดหนุนจากรัฐ + รายได้อื่น ๆ] - [ค่าระวาง + ค่าเบี้ยประกันภัยสินค้าจ่ายที่รับขนส่งสินค้า + ค่า ประกันภัยอื่น ๆ + ค่าสาธารณูปโภค + ค่าน้ำมันเชื้อเพลิงและพลังงาน + ค่าเสื่อมราคา + ค่าใช้จ่ายในการขายและบริการอื่น ๆ] + ค่าเสื่อม ราคาที่ดิน อาคาร อุปกรณ์ และยานพาหนะ + [ค่าใช้จ่ายของพนักงาน ขนส่งโดยเฉลี่ย * จำนวนพนักงานขนส่งทั้งหมด] + [ค่าอากรแสตมป์ + ภาษีต่าง ๆ]

จากนั้น จะทำการคำนวณมูลค่าเพิ่มการขนส่งสินค้าโดยรถยนต์บรรทุกส่วนบุคคล (รย.3) และท่าเรือเอกชน จากกลุ่มตัวอย่างที่มีขนาดตัวอย่าง (n) ผ่านเกณฑ์ทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ (Level of significance:  $\alpha$ ) เท่ากับ 0.05 ค่าสัมประสิทธิ์ความผันแปร (Coefficient of variation: CV) เท่ากับ 1 ค่าความคลาดเคลื่อน (Margin of Error) เท่ากับ 2.5% เพื่อให้การประมาณค่าจากกลุ่มตัวอย่าง (n) สามารถเป็นตัวแทนของประชากร (P) ได้ และนำมารวมกับผลการประมาณการของ สศช. โดยหักมูลค่าเพิ่มการขนส่งสินค้าโดยรย.3 และท่าเรือเอกชนเดิมออกไป