

โครงสร้างแบบจำลองพลวัตดุลยภาพทั่วไประบบเศรษฐกิจไทย

แนวทฤษฎีการวิเคราะห์แบบดุลยภาพทั่วไป (General Equilibrium Theory) เป็นการพิจารณาระบบเศรษฐกิจอย่างเจาะลึกลงไปถึงในระดับจุลภาคของทุกส่วน และพยายามจัดเครือข่ายเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบเหล่านี้ให้มีความเชื่อมโยงกันอย่างเป็นระบบแบบแผน เพื่อเข้าสู่ดุลยภาพพร้อมกันไป เมื่อกรอบของการวิเคราะห์ได้ถูกสร้างขึ้นอย่างเป็นระบบดังกล่าวแล้ว การศึกษาผลกระทบที่เกิดขึ้นกับระบบเศรษฐกิจต่อเนื่องกันอย่างเป็นลูกโซ่เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงนโยบายใดนโยบายหนึ่ง หรือหลาย ๆ นโยบายก็สามารถจะทำได้อย่างค่อนข้างชัดเจน

อย่างไรก็ตามในแง่ของการปฏิบัติ ความถนัดของทฤษฎีได้กลายเป็นอุปสรรคต่อความพยายามที่จะทำให้นโยบายนี้เป็นรูปธรรมขึ้นมา จนถึงในทศวรรษที่ผ่านมา ได้มีการพัฒนาเทคโนโลยีทางด้านสารสนเทศอย่างรวดเร็ว ทำให้เริ่มมีการใช้แบบจำลองดุลยภาพทั่วไปในเชิงปฏิบัติในรูปของ CGE (Computable General Equilibrium) กันอย่างแพร่หลายในต่างประเทศ แม้กระนั้นก็ตาม การนำแบบจำลอง CGE มาใช้ในการวิเคราะห์ปัญหาเศรษฐกิจ ก็ยังอยู่ในวงจำกัดของนักเศรษฐศาสตร์ที่มีความเชี่ยวชาญทางคอมพิวเตอร์ ที่จะประสานทฤษฎีเข้ากับเทคโนโลยีอย่างมีประสิทธิภาพ นอกจากนี้ ยังมีปัญหาในความสมบูรณ์ของฐานข้อมูลที่จะต้องครอบคลุมตัวเลขหลายหมื่น หรือแสนตัว โดยที่ทั้งระบบต้องสอดคล้องกัน ด้วยเหตุนี้งานสร้างฐานข้อมูลสำหรับแบบจำลอง CGE ซึ่งเป็นงานทางด้านตัวเลขที่มากไม่น้อยไปกว่างานในการพัฒนาแบบจำลอง (ขวัญใจ อรุณสมบัติ และ นวลน้อย ตริรัตน์ 2538)

แบบจำลองดุลยภาพทั่วไปนี้โดยทั่วไปมีหลายรูปแบบ ซึ่งรูปแบบแต่ละชนิดขึ้นกับลักษณะงานที่ต้องการศึกษาหรือค้นหาคำตอบ โดยที่แบบจำลองของระบบเศรษฐกิจแต่ละชนิดนั้นเป็นการแสดงสหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรเศรษฐกิจหลากหลายที่เชื่อมโยงกันอยู่ในเครือข่ายและกลไกของระบบเศรษฐกิจ ซึ่งแน่นอนว่าเมื่อระบบเศรษฐกิจได้พัฒนามากขึ้น ความสลับซับซ้อนของระบบเศรษฐกิจก็จะมีมากขึ้น จึงเป็นไปได้ที่จะสามารถสร้างแบบจำลองที่สมบูรณ์แบบ ที่ครอบคลุมทั่วถึงไปทุก ๆ ตัวแปรเศรษฐกิจ เพื่อที่จะตอบคำถามทางเศรษฐกิจทั้งหมดด้วยแบบจำลองอันเดียว ดังนั้นลักษณะทั่วไปของแบบจำลองที่ถูกสร้างขึ้นก็คือ การจำลองระบบเศรษฐกิจที่ถูกกำหนดให้ ภายใต้ข้อสมมติฐานของการศึกษาแต่ละกรณี บางช่วงอาจจะต้องมีรายละเอียดที่ซับซ้อนของระบบเศรษฐกิจ แต่บางช่วงอาจเป็นเพียงภาพคร่าว ๆ ของระบบเศรษฐกิจที่แสดงถึงความสัมพันธ์ของตัวแปร

ทางเศรษฐกิจในทางทฤษฎี ด้วยเหตุนี้แบบจำลองที่สร้างขึ้นบางครั้งอาจจะตอบคำถามแบบหนึ่งได้อย่างชัดเจนเจมมาก แต่ไม่สามารถตอบคำถามอื่น ๆ ได้ ดังนั้นข้อควรคำนึงในการสร้างแบบจำลองก็คือ จะต้องกำหนดรายละเอียดให้ครอบคลุมเพียงพอเพื่อตอบคำถามที่ต้องการศึกษา และในขณะเดียวกันก็อาจจะละเลยรายละเอียดอื่น ๆ ที่ไม่มีความสำคัญในการนำไปสู่สิ่งที่ต้องการศึกษา แต่สิ่งที่ควรพิจารณาอย่างรอบครอบก็คือ ตัวแปรที่ถูกละเลยไปนั้นจะมีผลทำให้ผลลัพธ์หรือคำตอบของปัญหาที่ต้องการศึกษาเปลี่ยนแปลงไปหรือไม่ เพื่อให้แบบจำลองที่สร้างขึ้นเกิดประสิทธิผลต่อผลลัพธ์ทางเศรษฐกิจที่ต้องการศึกษา

แบบจำลองดุลยภาพทั่วไปที่ใช้ในการศึกษานี้ ใช้แบบจำลองแคมเจม (CAMGEM : Chulalongkorn and Monash General Equilibrium Model) * ซึ่งเป็นแบบจำลองที่สร้างขึ้นเพื่อใช้เป็นเครื่องมือประกอบการวิเคราะห์นโยบายเศรษฐกิจไทย แบบจำลองแคมเจมนี้พัฒนามาจาก แบบจำลอง CGE ที่ชื่อ ORANI ซึ่งเป็นแบบจำลองรุ่นแรกที่ Professor Dixon ได้สร้างขึ้นเพื่อใช้จำลองภาวะเศรษฐกิจประเทศออสเตรเลีย และในเวลาต่อมาแบบจำลอง ORANI จึงได้กลายเป็นแม่แบบในการสร้างแบบจำลอง CGE รุ่นต่าง ๆ เพื่อเป็นเครื่องมือในการวิเคราะห์ปัญหาเศรษฐกิจต่าง ๆ

แบบจำลองนี้จะประกอบไปด้วยชุดของสมการ (Set of equations) ที่อธิบายถึงส่วนประกอบของราคาและปริมาณซึ่งถูกกำหนดเริ่มแรกในฐานะข้อมูลที่จะต้องมีการเปลี่ยนแปลงไป จากการมีปัจจัยภายนอกเข้ามากระทบในระบบซึ่งก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงรูปแบบการจัดสรรทรัพยากร โดยทั่วไปแบบจำลอง CGE จะสร้างขึ้นภายใต้ทฤษฎีทางเศรษฐศาสตร์สำนักนีโอคลาสสิก ภายใต้ข้อสมมติที่ว่า ผู้ผลิตจะปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงต่าง ๆ ที่เกิดขึ้น เพื่อให้ได้กำไรสูงสุด และในขณะเดียวกันผู้บริโภคก็จะปรับตัวเพื่อให้ได้รับอรรถประโยชน์สูงสุด ดังนั้น การเปลี่ยนแปลงต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นไม่ว่าจะเป็นการเปลี่ยนแปลงนโยบาย หรือการเปลี่ยนแปลงจากภายนอกนั้น ตัวแทนต่าง ๆ ในระบบเศรษฐกิจจะปรับตัวเพื่อให้ตนเองได้รับประโยชน์สูงสุดภายใต้เงื่อนไขที่กำหนดไว้ หากพิจารณาทางทฤษฎีแล้วจะพบว่าการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นนั้นจะก่อให้เกิดการจัดสรรทรัพยากรใหม่ ซึ่งจะส่งผลต่อสวัสดิการหรือประสิทธิภาพในการผลิตว่าจะดีขึ้นหรือเลวลง

* แบบจำลองแคมเจมนี้ อยู่ภายใต้การพัฒนาของทีมงานคณาจารย์ในโครงการหน่วยวิชาการ คณะเศรษฐศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ภายใต้ชื่อ "โครงการพัฒนาแคมเจม (CAMGEM)"

แนวคิดทฤษฎี

แนวคิดของการคำนวณดุลยภาพทั่วไปของระบบเศรษฐกิจอยู่ภายใต้ข้อสมมติฐานของทฤษฎี Warlas ตาม Warlas's Law ได้กล่าวไว้ว่า ระบบเศรษฐกิจโดยทั่วไปจะอยู่ในภาวะสมดุลเสมอ หากเศรษฐกิจส่วนหนึ่งส่วนใดเกิดการเปลี่ยนแปลงไม่อยู่ในภาวะสมดุล ภาคเศรษฐกิจที่ไม่อยู่ในภาวะสมดุลจะมีการปรับตัวตามพฤติกรรมของระบบเศรษฐกิจ ซึ่งจะเกิดขึ้นอยู่ตลอดเวลาจนกระทั่งเข้าสู่ภาวะดุลยภาพโดยทั่วไป (General Equilibrium)

จากแนวคิดดังกล่าว เมื่อระบบเศรษฐกิจอยู่ในภาวะสมดุลแล้ว หากปัจจัยทางเศรษฐกิจภายนอกเปลี่ยนแปลง และมีผลกระทบเชื่อมโยงกับภายในระบบเศรษฐกิจ จะทำให้ระบบเศรษฐกิจมีการปรับตัวตามโครงสร้างเศรษฐกิจที่เชื่อมโยงกับผลกระทบและปรับตัวตามพฤติกรรมของเศรษฐกิจในส่วนต่าง ๆ การปรับตัวของระบบเศรษฐกิจจึงเป็นการปรับตัวเพื่อเข้าสู่ดุลยภาพใหม่ (New Equilibrium) ซึ่งถือว่าเป็นการเคลื่อนย้ายดุลยภาพของระบบเศรษฐกิจจากดุลยภาพเดิมไปสู่ดุลยภาพใหม่ การเคลื่อนย้ายดุลยภาพของระบบเศรษฐกิจนี้จะมีผลกระทบกับการเปลี่ยนแปลงของภาคเศรษฐกิจในส่วนต่างๆ มากน้อยเพียงใดนั้น ขึ้นอยู่กับภาคเศรษฐกิจนั้นว่ามีสัดส่วนโครงสร้างของปัจจัยเศรษฐกิจที่เปลี่ยนแปลงที่เกี่ยวข้องมากน้อยเพียงใด ดังนั้นการคำนวณดุลยภาพทั่วไปของระบบเศรษฐกิจจึงเป็นการคำนวณเพื่อวัดผลการเปลี่ยนแปลงของภาคเศรษฐกิจในส่วนต่าง ๆ ว่ามีการเปลี่ยนแปลงไปจากเดิมมากน้อยเพียงใด ในรูปของการเปลี่ยนแปลงเปอร์เซ็นต์ (Percentage change) อันเนื่องมาจากผลกระทบของปัจจัยทางเศรษฐกิจภายนอก (Exogeneous economics factors) ซึ่งมีผลทำให้ดุลยภาพทั่วไปของระบบเศรษฐกิจปรับตัวโดยเคลื่อนย้ายจากจุดดุลยภาพเดิมไปสู่ดุลยภาพใหม่ การคำนวณและวัดผลของการเปลี่ยนแปลงของระบบเศรษฐกิจจะช่วยให้ทราบถึงทิศทางการเปลี่ยนแปลงตลอดจนทราบถึงขนาดในเชิงปริมาณที่เปลี่ยนแปลงไปด้วย การคำนวณดุลยภาพทั่วไปจะช่วยให้ทราบว่าผลที่มีการเปลี่ยนแปลงไปนั้น ดีขึ้น หรือเลวลงในส่วนใด และมีความรุนแรงมากน้อยเพียงใด

ความรุนแรงมากน้อยของผลกระทบในภาคเศรษฐกิจแต่ละภาคนั้นภายใต้แนวคิดของการคำนวณดุลยภาพทั่วไปขึ้นอยู่กับองค์ประกอบสำคัญทางเศรษฐกิจ 2 ประการคือ **ประการแรก** : โครงสร้างของภาคเศรษฐกิจนั้น ว่ามีสัดส่วนของปัจจัยเศรษฐกิจที่เปลี่ยนแปลงและเกี่ยวข้องอยู่มากน้อยเพียงใด ถ้าหากโครงสร้างของภาคเศรษฐกิจนั้น ๆ มีสัดส่วนของปัจจัยเศรษฐกิจที่เปลี่ยนแปลงค่อนข้างสูงผลกระทบก็จะสูง หากเกี่ยวข้องกันในสัดส่วนที่ต่ำผลกระทบก็จะต่ำไปด้วย **ประการที่สอง** : พฤติกรรมการปรับตัวทางเศรษฐกิจ (Behavior of Economics) หรือเรียกว่าค่าความยืดหยุ่น (Elasticity) หากพฤติกรรมการปรับตัวของภาคเศรษฐกิจที่มีต่อปัจจัยทางเศรษฐกิจภายนอกที่เปลี่ยนแปลงนั้นสูง หรือมีความยืดหยุ่นสูง ผลกระทบที่มีต่อภาคเศรษฐกิจนั้นก็ต่ำ แสดงว่ามีพฤติกรรมการปรับตัวสูงสามารถหลีกเลี่ยงปัญหาทางเศรษฐกิจได้ ผลกระทบจึงไม่รุนแรง แต่หากพฤติกรรมการปรับตัวของภาค

เศรษฐกิจที่มีต่อปัจจัยภายนอกที่เปลี่ยนแปลงต่ำ หรือมีความยืดหยุ่นต่ำ แสดงว่าไม่มีความคล่องตัวต่อการปรับพฤติกรรมจึงต้องรองรับภาวะปัญหาทางเศรษฐกิจอย่างเต็มที่ไม้อาจหลีกเลี่ยงหรือผลักภาระได้ ผลกระทบก็จะเกิดรุนแรง (อำพน กิตติอำพน และคณะ 2537) ซึ่งแนวคิดดังกล่าวนี้มีความสอดคล้องกับแนวคิดของ Marshall ในเรื่องของทฤษฎีปัจจัยการผลิต (The Theory of factor production) ที่ได้กล่าวว่า ค่าความยืดหยุ่นของอุปสงค์ปัจจัยการผลิตจะสูงหรือต่ำนั้นแปรผันโดยตรงกับปัจจัย 4 ประการ คือ

- 1) ค่าความยืดหยุ่นความต้องการสินค้าที่มีการใช้ปัจจัยการผลิตชนิดนั้น
- 2) ค่าสัดส่วนของต้นทุนการผลิตที่มีการใช้ปัจจัยการผลิตนั้น
- 3) ค่าอุปทานของปัจจัยการผลิตอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง
- 4) ค่าความยืดหยุ่นของการทดแทนกันระหว่างปัจจัยการผลิต

หากค่าปัจจัยทั้ง 4 นี้มีค่าสูงก็จะทำให้ค่าความยืดหยุ่นของอุปสงค์ปัจจัยการผลิตสูง หากในกรณีที่ค่าปัจจัยทั้ง 4 มีค่าต่ำก็ทำให้ค่าความยืดหยุ่นของอุปสงค์ปัจจัยการผลิตต่ำไปด้วย (Cambel and Brue 1990) จากแนวคิดดังกล่าวนี้จึงได้นำมาประยุกต์ใช้กับแนวคิดของการคำนวณดุลยภาพทั่วไปของระบบเศรษฐกิจ

องค์ประกอบของแบบจำลอง

โครงสร้างพื้นฐานของแบบจำลองแคมเจมนี้ จะประกอบด้วยองค์ประกอบหลักอยู่ 2 อย่าง คือ

1. ตารางปัจจัยการผลิตและผลผลิต (Input-Output Table)

ตารางปัจจัยการผลิตและผลผลิต หรือตาราง I-O จะแสดงการไหลเวียนของสินค้าชั้นกลางที่เป็นปัจจัยการผลิต (Input) ที่เข้าสู่กระบวนการผลิตอุตสาหกรรมต่าง ๆ ในขณะเดียวกันก็แสดงการไหลเวียนของสินค้าขั้นสุดท้าย (Output) ไปสู่ผู้ใช้กลุ่มต่าง ๆ ด้วย ข้อมูลจากตาราง I-O จะทำให้ทราบถึงโครงสร้างการผลิตของประเทศ และลึกลงไปถึงความเชื่อมโยงระหว่างอุตสาหกรรม (Inter-industry linkages) โดยตาราง I-O จะแสดงให้เห็นว่า ในการผลิตอุตสาหกรรมชนิดหนึ่ง จะต้องใช้ปัจจัยการผลิตที่เป็นผลผลิตอุตสาหกรรมอีกชนิดหนึ่งหรือหลายชนิดเป็นส่วนเท่าใดในการผลิตสินค้าของตน ดังนั้นเมื่อเกิดผลกระทบจากนโยบายขึ้นกับอุตสาหกรรมใดอุตสาหกรรมหนึ่ง ก็ย่อมมีผลกระทบต่อเนื่องไปถึงอุตสาหกรรมอื่น ๆ ด้วย

ลักษณะของตาราง I-O จะเป็นในรูปเมตริกซ์ ซึ่งสามารถเขียนโครงสร้างคร่าว ๆ ได้ดังนี้

1. ด้านการกระจายผลผลิต (Output distribution)

$$X = AX + F$$

โดยที่ X คือ คอลัมน์เวกเตอร์ (Column vector) ของผลผลิตเบื้องต้นของอุตสาหกรรม

A คือ เมตริกซ์ของสัมประสิทธิ์ของปัจจัยการผลิตขั้นกลาง

F คือ คอลัมน์เวกเตอร์ของอุปสงค์ขั้นสุดท้ายของสินค้า

2. ด้านโครงสร้างการผลิต

$$X = AX + V$$

โดยที่ V คือ แถวเวกเตอร์ (Row vector) ของปัจจัยการผลิตพื้นฐานซึ่งได้แก่ ทุน แรงงาน และที่ดิน

ดังนั้น จะได้เงื่อนไขของตาราง I-O ว่า ผลรวมของคอลัมน์ของอุปสงค์ขั้นสุดท้ายของสินค้า จะเท่ากับผลรวมของแถวของปัจจัยการผลิตพื้นฐาน หรืออีกนัยหนึ่งก็หมายความว่า การคำนวณผลิตภัณฑ์ประชาชาติ ไม่ว่าจะวัดด้านการใช้จ่าย (อุปสงค์ขั้นสุดท้ายของสินค้า) หรือวัดทางด้านรายได้ (ผลตอบแทนของปัจจัยการผลิต) จะต้องเท่ากัน

ศูนย์วิทยพัทยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2. สมการกำหนดพฤติกรรม (Behavioral Equation)

เป็นสมการที่อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรเศรษฐกิจต่าง ๆ ในเชิงพฤติกรรม ซึ่งจะบอกได้ว่าตัวแปรต่าง ๆ ในระบบเศรษฐกิจมีพฤติกรรมการปรับตัวที่จะตอบสนองต่อผลกระทบทางปัจจัยทางเศรษฐกิจที่เปลี่ยนแปลงไปมากน้อยเพียงใด ในแบบจำลอง CGE นี้จะมีกิจกรรมทางเศรษฐกิจหลัก ๆ ซึ่งต้องให้สมการกำหนดพฤติกรรมของตัวแปรเศรษฐกิจเป็นตัวอธิบายมีอยู่ด้วยกัน 6 ชนิด คือ

- 1) การผลิต
- 2) การบริโภค
- 3) การลงทุน
- 4) การส่งออกและการนำเข้า
- 5) การกำหนดราคา
- 6) การเข้าสู่ดุลยภาพ (Market clearing condition)

การวัดค่าการปรับตัวจะวัดอยู่ในรูปของค่าความยืดหยุ่น (Elasticity) ซึ่งค่าความยืดหยุ่นนี้สื่อความหมายถึงว่าสาขาอุตสาหกรรมต่าง ๆ จะได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงนโยบายมากน้อยเพียงใด หากสาขาอุตสาหกรรมใดมีค่าความยืดหยุ่นสูง แสดงถึงว่าสาขานั้นมีการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงสูง ผลกระทบที่ได้รับจะมีน้อย ในทางตรงข้าม สาขาเศรษฐกิจที่มีค่าความยืดหยุ่นต่ำ ก็จะได้รับผลกระทบรุนแรง

สัญลักษณ์ที่ใช้แทนตัวแปร และค่าสัมประสิทธิ์ซึ่งมีจำนวนมาก โดยจะเขียนตัวอักษรภาษาอังกฤษตัวเล็ก แทนอัตราการเปลี่ยนแปลง (percentage change) ของตัวแปรที่เป็นภาษาอังกฤษตัวพิมพ์ใหญ่ซึ่งแสดงถึง level value เช่น

$$x = dX / X * 100$$

ส่วนค่าความยืดหยุ่น (Elasticities parameters) จะใช้ตัวอักษรกรีกแทน

สมมติฐานของแบบจำลอง CAMGEM

1. ด้านโครงสร้างการผลิตและปัจจัยการผลิต

แบบจำลอง CAMGEM นี้อยู่ภายใต้สมมติว่าตลาดมีการแข่งขันสมบูรณ์ ผู้ผลิตจึงผลิตเพื่อให้ได้กำไรสูงสุด ดังนั้น เขาจะแสดงพฤติกรรมของผู้ยอมรับราคา (Price taker) ทั้งในตลาดปัจจัยและตลาดสินค้า และได้รับกำไรปกติ (Normal profit) โดยที่การตัดสินใจในการเลือกสินค้าที่จะผลิตสินค้าหลายชนิด (Multi - output) โดยใช้ปัจจัยการผลิตหลายชนิด (Multi - input) ซึ่งอยู่ภายใต้ข้อสมมติที่ว่า อัตราการเปลี่ยนแปลงในการเลือกสินค้าที่จะผลิตมีความยืดหยุ่นในการเปลี่ยนแปลงสินค้าที่ต้องการผลิตคงที่ (Constant elasticity of transformation : CET) ดังแสดงในแผนภาพที่ 3.1

ด้วยระดับราคาสินค้าในตลาด อุตสาหกรรมจะเลือกผลิตสินค้า Y_1, \dots, Y_m เพื่อที่จะให้ได้กำไรสูงสุด โดยมีข้อจำกัดในการผลิตเป็นฟังก์ชัน CET (CET production possibilities frontier) ซึ่งรูปแบบสมการ CET คือ

$$Z = A \left[\sum_{i=1}^m \gamma_i Y_i^{-\rho} \right]^{-\frac{1}{\rho}}$$

โดยที่ A คือค่าคงที่ซึ่งมีค่ามากกว่า 0

γ_i คือสัมประสิทธิ์ซึ่งมีค่ามากกว่า 0

$$\sum_i \gamma_i = 1$$

ρ คือสัมประสิทธิ์ซึ่งมีค่าน้อยกว่าหรือเท่ากับ -1

Z คือระดับของความสามารถในการผลิตสินค้า

สำหรับขบวนการผลิต มีเงื่อนไขสำหรับการได้รับกำไรสูงสุด ภายใต้ผลได้ต่อขนาดคงที่ (Constant return to scale) ก็คือการผลิตที่มีต้นทุนต่ำที่สุด (Cost minimization) สำหรับปริมาณการผลิตหนึ่ง ๆ ในแบบจำลองนี้เราสมมติว่าผู้ผลิตจะผลิตสินค้าโดยใช้ต้นทุนที่ต่ำสุดโดยใช้ปัจจัยการผลิตต่าง ๆ เป็น 3 ระดับ

ระดับการผลิตขั้นที่ 1 ขบวนการผลิตของแต่ละสินค้าจะประกอบไปด้วยการใช้ปัจจัยการผลิตขั้นกลาง (Intermediate inputs) และปัจจัยการผลิตขั้นพื้นฐาน (Primary factors) โดยที่สัดส่วนปริมาณการใช้ปัจจัยการผลิตทั้ง 2 ประเภทมีค่าคงที่ หรือเป็นแบบ Leontief อย่างไรก็ตาม ลักษณะเช่นนี้

อาจมีการเปลี่ยนแปลงไปได้เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงเทคนิคการผลิต (Technical change) แต่ในการศึกษาครั้งนี้สมมติให้เทคโนโลยีไม่มีการเปลี่ยนแปลง

ระดับการผลิตขั้นที่ 2 ปัจจัยการผลิตขั้นพื้นฐาน ซึ่งใช้ในกรณีของสินค้าเกษตรกรรม จะมีการใช้ปัจจัยการผลิต 3 ชนิด คือ ที่ดิน แรงงานและทุน ส่วนในกรณีของสินค้าอุตสาหกรรมจะมีการใช้ปัจจัยการผลิต 2 ชนิด คือ แรงงานและทุน ในแบบจำลองนี้เราสมมติว่าการทดแทนกันของปัจจัยการผลิตมีความยืดหยุ่นของการทดแทนกันเป็นคู่ ๆ นั้นมีค่าคงที่ (Constant elasticity of substitution : CES)

ด้วยระดับราคาปัจจัยในตลาด อุตสาหกรรมจะเลือกปัจจัยการผลิตต่าง ๆ เพื่อผลิตสินค้าในจำนวนที่ต้องการโดยมีต้นทุนต่ำสุด ภายใต้ขีดจำกัดของฟังก์ชันการผลิตแบบ CES รูปแบบของสมการ CES คือ

$$Y = B \left[\sum_{i=1}^n \delta_i X_i^{-\rho} \right]^{-\frac{1}{\rho}}$$

โดยที่ B คือค่าคงที่ซึ่งมีค่ามากกว่า 0

δ_i คือสัมประสิทธิ์ซึ่งมีค่ามากกว่า 0

$$\sum_i \delta_i = 1$$

ρ คือสัมประสิทธิ์ซึ่งมีค่ามากกว่าหรือเท่ากับ -1 แต่ไม่เท่ากับ 0

X คือปัจจัยการผลิต

ในขณะเดียวกัน เราก็สมมติว่าไม่มีการทดแทนกันระหว่างสินค้าขั้นกลางที่ใช้ในการผลิต นั่นก็คือ สินค้าขั้นกลางแต่ละชนิดที่ใช้ในกระบวนการผลิต จะถูกใช้ในสัดส่วนคงที่ (Leontief production function)

ระดับการผลิตขั้นที่ 3 แรงงานถูกใช้ในกระบวนการผลิตประกอบด้วยแรงงานมีฝีมือและแรงงานไร้ฝีมือ โดยแรงงานทั้ง 2 กลุ่มจะสามารถทดแทนกันได้ในระดับหนึ่ง โดยเป็นไปตามฟังก์ชัน CES

นอกจากนี้แล้ว สำหรับสินค้าชั้นกลางยังถูกแบ่งประเภทออกเป็นสินค้าที่ผลิตขึ้นภายในประเทศ (Domestic good) และสินค้านำเข้า (Imported good) เพื่อที่จะทำให้การผลิตมีต้นทุนที่ต่ำที่สุด ผู้ผลิตจะทำการเลือกใช้ปัจจัยการผลิตทั้งภายในประเทศและนำเข้าจากต่างประเทศในสัดส่วนที่เหมาะสม ดังนั้น ฟังก์ชันการผลิตก็จะขึ้นอยู่กับค่าความยืดหยุ่นของการทดแทนกันของสินค้าชั้นกลางที่ผลิตภายในประเทศและสินค้าชั้นกลางที่นำเข้า

โดยทั่วไปสินค้าหนึ่งจะถูกแบ่งแยกจากสินค้าชนิดอื่น ๆ ในลักษณะที่สินค้าเหล่านี้ไม่สามารถจะถูกทดแทนกันได้อย่างสมบูรณ์ สินค้าชนิดหนึ่ง ๆ แต่ถูกผลิตจากคนละแหล่ง ก็สามารถจะเป็นสินค้าคนละประเภทกันได้ โดยที่สินค้าเหล่านี้จะมีการทดแทนที่ไม่สมบูรณ์ สาเหตุที่เป็นเช่นนี้ก็เพราะว่าคุณภาพของสินค้าจากแหล่งการผลิตที่ต่างกัน ก็จะแตกต่างกันในความรู้สึกของผู้ใช้ เมื่อเป็นเช่นนี้สินค้านำเข้าและสินค้าที่ผลิตเพื่อทดแทนการนำเข้า ในแบบจำลองนี้จึงได้ถูกสมมติว่าจะไม่เป็นทั้งสินค้าที่ทดแทนกันอย่างสมบูรณ์ หรือประกอบกันอย่างสมบูรณ์ โดยสมมติให้ความยืดหยุ่นของการทดแทนกันของสินค้านำเข้า และสินค้าที่ผลิตเพื่อทดแทนการนำเข้ามีค่าคงที่ (constant elasticity of substitution : CES) ซึ่งค่าความยืดหยุ่นของการทดแทนกัน (σ_i) ได้จาก

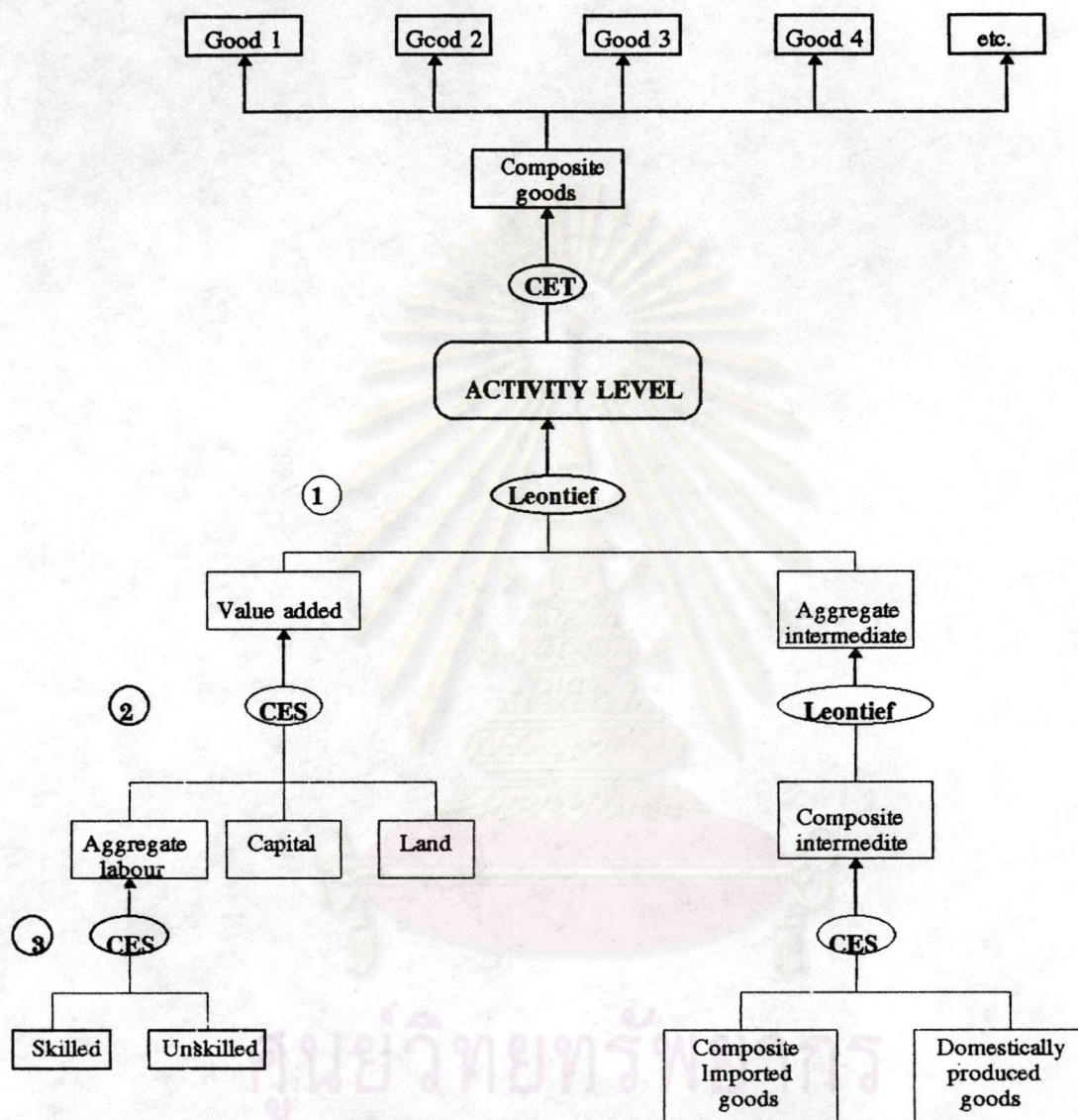
$$\eta_i = (1 - S_i)\sigma_i$$

โดยที่ η_i คือ Price elasticities of demand for imports

S_i คือ Share of value of total imports in the total value of domestic absorption

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

แผนภาพที่ 3.1 โครงสร้างการผลิตและการตัดสินใจในการผลิต



ที่มา : Nualnoi Treerat (1993)

2. ด้านรายได้และรายจ่ายของครัวเรือน

รายได้ของครัวเรือนคือผลตอบแทนที่ได้รับจากการเป็นเจ้าของปัจจัยในการผลิตหลังจากที่ได้จ่ายภาษีเงินได้ให้แก่รัฐบาล ครัวเรือนจะใช้จ่ายรายได้เพื่อการบริโภคส่วนหนึ่งและเก็บไว้ส่วนหนึ่งเพื่อการออม ในแบบจำลองไม่ได้กำหนดหรือสมมติรูปแบบที่แน่นอนสำหรับการบริโภคและการออม สามารถเปลี่ยนแปลงรูปแบบความสัมพันธ์ได้ด้วยตัวอย่างเช่น สามารถที่จะสมมติให้ marginal propensity to consume : MPC คงที่ตลอดช่วงการทดสอบ หรืออาจจะสมมติว่าการบริโภคที่แท้จริงคงที่ก็ได้

ทางด้านรายจ่ายของครัวเรือนก็จะมีลักษณะเป็นความสัมพันธ์แบบเป็นลำดับขั้นเช่นเดียวกับโครงสร้างการผลิต การใช้จ่ายสำหรับสินค้า (Composite good) แต่ละชนิดจะเป็นไปตามแบบ Stone-Geary หรือเรียกว่า ระบบการใช้จ่ายเชิงเส้นตรง (Linear Expenditure System : LES) รายจ่ายของครัวเรือนจะถูกแบ่งไปใช้จ่ายเป็นรายจ่ายเพื่อการบริโภคที่จำเป็นหรือรายจ่ายผูกพัน (Committed expenditure) และรายจ่ายอื่น ๆ ดังแผนภาพที่ 3.2

รูปแบบสมการ LES สามารถเขียนได้ดังนี้

$$c_i = p_i \tau_i + \beta_i \left[v - \sum_j p_j \tau_j \right]$$

โดยที่ c_i คือ Expenditure on commodity

p_i คือ Price of commodity

τ_i คือ Committed expenditure

β_i คือ Marginal budget share

v คือ Total nominal expenditure

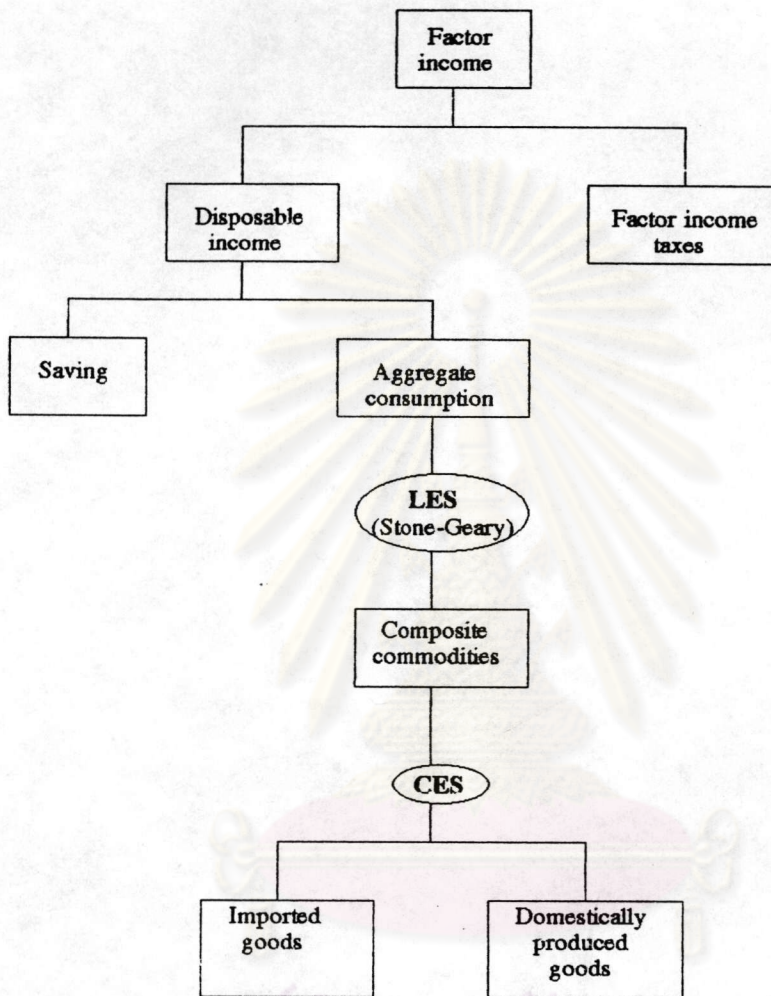
โดยที่เราจะหา marginal budget share ได้จาก

$$\beta_i = \varepsilon_i S_i^{(3)}$$

ε_i คือ Expenditure elasticities

$S_i^{(3)}$ คือ Average budget share

แผนภาพที่ 3.2 โครงสร้างของรายได้และค่าใช้จ่ายในครัวเรือน



ที่มา : Nualnoi Treerat (1993)

3. ด้านรายได้และรายจ่ายของรัฐบาล

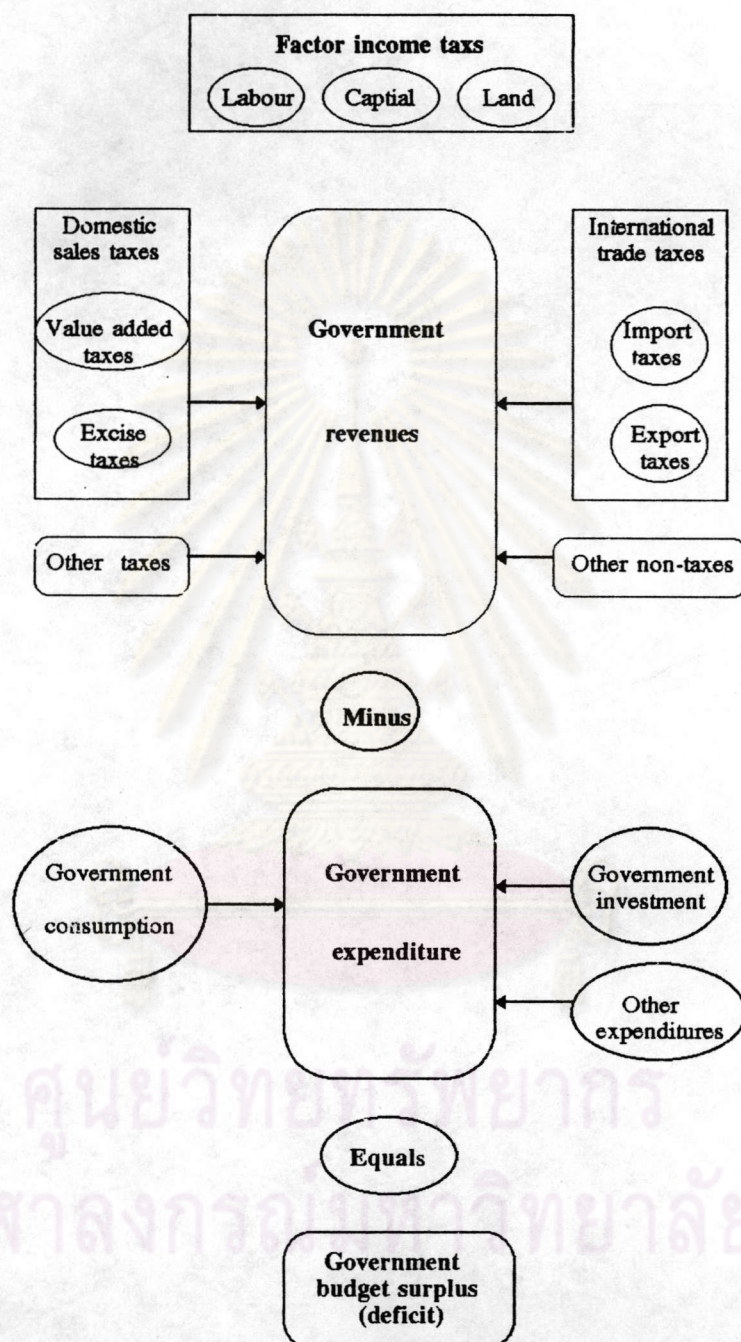
รายได้ของรัฐบาลจะถูกแบ่งเป็นรายได้จากภาษีอากรและมีใช้ภาษีอากร ซึ่งสำหรับประเทศไทยแล้วรายได้จากภาษีอากรมีสัดส่วนถึงร้อยละ 80 ของรายได้รัฐบาลรวม โดยที่รายได้จากภาษีอากรประกอบด้วย ภาษีรายได้ ภาษีมูลค่าเพิ่ม ภาษีการค้าระหว่างประเทศ เป็นต้น

ส่วนรายจ่ายของภาครัฐบาลจะเป็นรายจ่ายที่จ่ายเพื่อการบริโภค การลงทุน และรายจ่ายอื่น ๆ ซึ่งได้แก่ เงินโอนภาครัฐบาล เป็นต้น การแบ่งรายได้และรายจ่ายของภาครัฐบาลอย่างชัดเจนจะช่วยให้สามารถเห็นบทบาทของภาครัฐบาล และผลกระทบที่เกิดขึ้นในการจัดสรรทรัพยากรได้ดีขึ้น เพราะการที่รัฐบาลเก็บภาษีนั่นถือได้ว่าเป็นการดึงทรัพยากรมาจากภาคเอกชน ดังแสดงในแผนภาพที่ 3.3



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

แผนภาพที่ 3.3 โครงสร้างรายได้และรายจ่ายของรัฐบาล



ฐานข้อมูลของแบบจำลอง (Database)

โครงสร้างของฐานข้อมูลที่ใช้สำหรับการแก้สมการคำนวณหาคำตอบของแบบจำลอง
ดุลยภาพทั่วไป สามารถแบ่งได้เป็น 3 ส่วนหลัก ได้แก่

1. ฐานข้อมูลโครงสร้างเศรษฐกิจ
2. ฐานข้อมูลพฤติกรรมการปรับตัวของหน่วยเศรษฐกิจ
3. สมการโครงสร้างระบบเศรษฐกิจ

1. ฐานข้อมูลโครงสร้างเศรษฐกิจ

ฐานข้อมูลโครงสร้างเศรษฐกิจเป็นข้อมูลที่บ่งบอกขนาดของสัดส่วนของภาคอุตสาหกรรมและความเชื่อมโยงของภาคอุตสาหกรรมที่เกี่ยวข้องว่าเป็นสัดส่วนและปริมาณมากน้อยเพียงใด ข้อมูลส่วนนี้ได้มาจากตารางบัญชีการผลิตและผลผลิต (Input - Output Table) ปีพ.ศ. 2533 ซึ่งได้จากการสำรวจของสำนักงานคณะกรรมการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ โดยข้อมูลจากตาราง I-O นี้ เป็นข้อมูลทางด้านการใช้ปัจจัยการผลิตของภาคอุตสาหกรรมและการกระจายผลผลิตไปสู่ผู้ใช้ ซึ่งเป็นการไหลเวียนของปัจจัยการผลิตและสินค้าทั้งที่เป็นสินค้าขั้นกลางและสินค้าขั้นสุดท้ายในระบบเศรษฐกิจ ทำให้เราทราบถึงโครงสร้างการผลิต การบริโภค รวมไปถึงการค้า การส่งออกและการนำเข้าของระบบเศรษฐกิจไทยที่มีความเชื่อมโยงและสัมพันธ์กันอย่างเป็นระบบ แต่อย่างไรก็ตามเพื่อให้โครงสร้างของข้อมูลจากตาราง I-O สอดคล้องกับแบบจำลองที่ใช้ จึงต้องมีการเปลี่ยนแปลงรายละเอียดบางประการโดยอาศัยข้อมูลจากแหล่งอื่น ๆ หลายแหล่ง เช่น ข้อมูลทางด้านทุนของประเทศ (Capital stock) เพื่อสร้าง Capital creation matrix เพราะในตาราง I-O จะให้ข้อมูลเฉพาะ gross investment ตามรายอุตสาหกรรมเท่านั้น ซึ่งไม่ได้แสดงให้เห็นว่าในการผลิตสินค้าทุนนั้นจะต้องใช้สินค้าขั้นกลางอะไรบ้าง ดังแผนภาพที่ 3.4 โดยที่ n หมายถึง จำนวนอุตสาหกรรมที่ต้องการศึกษา ซึ่งในการศึกษารุ่นนี้ได้จัดกลุ่ม (Grouping) ของสินค้า และ/หรือ อุตสาหกรรมจากฐานข้อมูลตาราง I-O ซึ่งมี 180 รายการ เพื่อให้เหมาะสมกับความต้องการศึกษาความเชื่อมโยงระหว่างสินค้าและอุตสาหกรรม จึงได้ใช้จำนวนอุตสาหกรรมในการศึกษา 20 อุตสาหกรรม ($n = 20$) โดยแบ่งเป็นจำนวนอุตสาหกรรมด้านสิ่งทอ 6 อุตสาหกรรม และอุตสาหกรรมอื่น ๆ อีก 14 อุตสาหกรรม สำหรับรายละเอียดการจัดกลุ่มอุตสาหกรรมที่ใช้ในการศึกษาจากตาราง I-O ปี 1990 แสดงไว้ในภาคผนวก

แผนภาพที่ 3.4 โครงสร้างฐานข้อมูลตารางปัจจัยการผลิต-ผลผลิต (Input-Output Table) ที่ใช้ในแบบจำลอง

		Output Distribution								
		→								
		Final Demands								
Input Structure	↓	Domestic industries	Household	Government	Investment	Change in	Export			
		(Intermediate)	Consumption	Consumption		inventory				
Domestic commodities		$n \times n$	$n \times 1$	$n \times 1$	$n \times 1$	$n \times 1$	$n \times 1$		Total Usage of dom. com.	
Imported commodities		$n \times n$	$n \times 1$	$n \times 1$	$n \times 1$	$n \times 1$		-Duty	Total Imports (c.i.f)	
Taxes on Domestic		$n \times n$	$n \times 1$	$n \times 1$	$n \times 1$	$n \times 1$			Total taxes domestic	
Taxes on Imported		$n \times n$	$n \times 1$	$n \times 1$	$n \times 1$	$n \times 1$			Total taxes imports	
Margin on Domestic		$n \times n$	$n \times 1$	$n \times 1$	$n \times 1$	$n \times 1$	$n \times 1$		Total margin on domestic	
Margin on Imported		$n \times n$	$n \times 1$	$n \times 1$	$n \times 1$	$n \times 1$			Total margin on imports	
		Unskilled labour								
		Skilled labour								
		Net Capital								
		Land								
		Depreciation								
		Indirect taxes								
		Total Cost	Total component of expenditure on each component of domestic absorption				Total exports			

2. ฐานข้อมูลพฤติกรรมกรรมการปรับตัวทางเศรษฐกิจ

พฤติกรรมกรรมการปรับตัวทางเศรษฐกิจในส่วนต่าง ๆ ของระบบเศรษฐกิจ หมายถึง ภาคเศรษฐกิจใดจะมีการตอบสนองต่อปัจจัยทางเศรษฐกิจที่เปลี่ยนแปลงไปมากน้อยเพียงใด ซึ่งวัดค่าการตอบสนองอยู่ในรูปของค่าความยืดหยุ่น (Elasticity) ซึ่งหากปัจจัยทางเศรษฐกิจที่เปลี่ยนแปลงไปมีการตอบสนองต่อภาคเศรษฐกิจนั้นสูง หรือมีค่าความยืดหยุ่นสูง ภาคเศรษฐกิจนั้นก็จะได้ผลตอบแทนน้อย เนื่องจากสามารถปรับตัวได้ ในทางตรงข้าม หากภาคเศรษฐกิจใดมีค่าความยืดหยุ่นต่ำ ก็จะได้ผลตอบแทนรุนแรง ในการศึกษาครั้งนี้ ค่าความยืดหยุ่นที่ใช้สำหรับแบบจำลอง CGE ได้มาจากงานศึกษาวิจัยที่ได้มีการศึกษามาแล้ว^{*} ซึ่งในแบบจำลองนี้ได้แบ่งค่าความยืดหยุ่นออกเป็น 5 กลุ่มคือ

1. ค่าความยืดหยุ่นของการทดแทนกันระหว่างปัจจัยการผลิตพื้นฐาน (Elasticities of substitution among primary factors) ในแบบจำลองกำหนดให้ปัจจัยการผลิตสำหรับภาคเกษตรกรรมมี 3 ชนิดคือ ที่ดิน แรงงาน และทุน ส่วนกรณีของภาคอุตสาหกรรมมีการใช้ปัจจัยการผลิต 2 ชนิดคือ แรงงานและทุน ในแบบจำลองนี้เราสมมติให้การทดแทนกันของปัจจัยการผลิตมีค่าความยืดหยุ่นของการทดแทนกันเป็นคู่ ๆ มีค่าคงที่ (Constant elasticity of substitution : CES) สำคัญของความยืดหยุ่นนี้อยู่ที่ว่า หากราคาปัจจัยการผลิตพื้นฐานเปลี่ยนแปลงไป จะมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงการใช้ปัจจัยการผลิตนั้นและปัจจัยการผลิตชนิดอื่น รวมทั้งระดับการผลิตสินค้าที่ใช้ปัจจัยการผลิตเหล่านั้นไปมากน้อยเพียงใด ภายใต้เงื่อนไขการผลิตเพื่อให้ได้ต้นทุนต่ำที่สุด (Cost minimization)

2. ค่าความยืดหยุ่นของการทดแทนกันระหว่างการใช้แรงงานไม่มีฝีมือและแรงงานมีฝีมือ (Elasticities of substitution between unskilled and skilled labour) สำคัญของความยืดหยุ่นนี้มีความหมายว่า หากอัตราค่าจ้างแรงงานโดยเปรียบเทียบระหว่างแรงงานไม่มีฝีมือกับแรงงานมีฝีมือเปลี่ยนแปลงไป อันเนื่องมาจากการกำหนดอัตราค่าจ้างขั้นต่ำตามกฎหมาย จะมีผลทำให้เกิดความต้องการแรงงานทั้งสองประเภทเปลี่ยนแปลงไปในลักษณะของการทดแทนกันมากน้อยเพียงใด

3. ค่าความยืดหยุ่นการทดแทนกันระหว่างสินค้านำเข้ากับสินค้าที่ผลิตได้ในประเทศ (Elasticities of substitution between domestic and imported commodities) หรือ The Armington elasticities สำคัญคือว่า หากปัจจัยทางเศรษฐกิจใดก็ตาม ทั้งการลดมาตรการทางภาษีศุลกากร และมีโชภาษีศุลกากร มีผลทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงราคาเปรียบเทียบระหว่างสินค้านำเข้าและสินค้า

^{*} งานศึกษาวิจัยที่สำคัญที่ใช้เป็นพื้นฐานในการศึกษาครั้งนี้ได้แก่ Nualnoi Treerat (1993), The SALTER Model of the World Economy (1994) และขวัญใจ อรุณสมิธและนวนลน้อย ตริรัตน์ (2538) เป็นต้น

ที่ผลิตได้ภายในประเทศ จะมีผลทำให้การผลิตสินค้าภายในประเทศหรือการนำเข้าสินค้าจากต่างประเทศเปลี่ยนแปลงไปในลักษณะที่ทดแทนกันเล็กน้อยเพียงใด สำหรับในแบบจำลองจะใช้ค่าความยืดหยุ่นนี้สำหรับอุปสงค์ขั้นสุดท้าย (Final demand) ทุก ๆ ตัวคือ intermediate input demands, household demands, government และ investment demand


4. ค่าความยืดหยุ่นความต้องการบริโภคสินค้าต่อราคา (Household expenditure and price elasticities of demand) สำหรับแบบจำลองนี้ถือว่า การใช้จ่ายของครัวเรือนเป็นเชิงเส้นตรง (Linear expenditure system : LES) ซึ่งลักษณะของความยืดหยุ่นนี้หมายความว่า หากราคาสินค้าบริโภคเปลี่ยนแปลงไป จะมีผลทำให้ความต้องการสินค้าทั้งทางตรงและการทดแทน (Substitution effect) เปลี่ยนแปลงไปเล็กน้อยเพียงใด และรวมไปถึงผลทางด้านรายได้ (Income effect) ที่มีต่อการบริโภคเปลี่ยนแปลงไปเล็กน้อยเพียงใด ภายใต้เงื่อนไขอรรถประโยชน์สูงสุด (Maximization utility)

5. ค่าความยืดหยุ่นอุปสงค์การส่งออก (Reciprocals of the export demand elasticities) หมายความว่า หากราคาสินค้าส่งออกของไทยหรือราคาสินค้าในตลาดโลกเปลี่ยนแปลงไป จะมีผลทำให้มีการเปลี่ยนแปลงปริมาณการส่งออกเล็กน้อยเพียงใด สำหรับการศึกษานี้ใช้ค่าความยืดหยุ่นตามงานศึกษาของ The SALTER Model of the World Economy (1994) เป็นหลัก

3. สมการโครงสร้างระบบเศรษฐกิจ

สมการโครงสร้างเศรษฐกิจนี้ เป็นการจำลองโครงสร้างระบบเศรษฐกิจไทย ซึ่งพยายามจัดทำขึ้นเพื่อให้มีความสอดคล้องกับข้อเท็จจริงของระบบเศรษฐกิจไทยมากที่สุด โดยเฉพาะความสัมพันธ์ของภาคเศรษฐกิจในแต่ละส่วน และนำไปเขียนเป็นโปรแกรมคอมพิวเตอร์ โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป GEMPACK (General Equilibrium Model Package) ซึ่งจะนำเอาฐานข้อมูลในส่วนต่าง ๆ ของระบบเศรษฐกิจทั้งในส่วนฐานข้อมูลโครงสร้างเศรษฐกิจ และฐานข้อมูลทางด้านพฤติกรรมการปรับตัวของระบบเศรษฐกิจมาคำนวณดุลยภาพทั่วไปของระบบเศรษฐกิจไทย และวัดผลการเปลี่ยนแปลงของภาคเศรษฐกิจส่วนต่าง ๆ ระหว่างดุลยภาพเดิม (Initial equilibrium) กับดุลยภาพใหม่ (New equilibrium) อันเนื่องมาจากตัวแปรภายนอก (Exogenous variables) ของระบบเศรษฐกิจที่เปลี่ยนแปลงไป ซึ่งจะมีผลต่อการปรับตัวของตัวแปรภายใน (Endogeneous variables) ของระบบเศรษฐกิจ สมการโครงสร้างเศรษฐกิจจะทำหน้าที่ในการคำนวณดุลยภาพทั่วไปของทั้งระบบเศรษฐกิจไทย และรวมไปถึงการเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของภาคเศรษฐกิจในส่วนที่เกี่ยวข้องที่มีผลเปลี่ยนแปลงตามไปด้วย สมการโครงสร้างระบบเศรษฐกิจนี้จะถูกสร้างขึ้นภายใต้กรอบทฤษฎีทางเศรษฐศาสตร์ที่หลากหลาย โดยคำนึงถึงเงื่อนไขที่ตรงตามสภาพข้อเท็จจริงของเศรษฐกิจไทยมากที่สุด ซึ่งรายละเอียดของสมการโครงสร้างระบบเศรษฐกิจนี้แสดงในภาคผนวก

สำหรับเทคนิคในการแก้สมการหาค่าตอบในการศึกษาการเปลี่ยนแปลงตัวแปรภายนอกที่จะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของตัวแปรภายในนั้น ระบบสมการสำหรับแบบจำลองที่ใช้ในการศึกษานี้ จะเขียนอยู่ในรูปของระบบสมการเชิงเส้นตรง โดยที่ตัวแปรต่าง ๆ จะเขียนอยู่ในรูปของอัตราการเปลี่ยนแปลง (Percentage change) แต่อย่างไรก็ตามเนื่องจากแบบจำลองที่ใช้เป็นแบบจำลองพลวัต จึงอาจก่อให้เกิดความผิดพลาดของระบบสมการเชิงเส้นตรง (Linearization error) ด้วยเหตุนี้จึงจำเป็นที่จะต้องทำให้ความผิดพลาดดังกล่าวมีขนาดเล็กลงโดยใช้วิธีการที่เรียกว่า Euler's method ซึ่งจะทำให้ผลการศึกษาที่มีความถูกต้องมากขึ้น วิธีการนี้สามารถจะทำโดยการหาผลกระทบบหลาย ๆ ครั้ง ของระบบสมการเชิงเส้นตรงจากการแบ่งการเปลี่ยนแปลงของตัวแปรภายนอกที่ต้องการทดสอบให้มีขนาดเล็กลง และเอาผลของการเปลี่ยนแปลงของตัวแปรภายในที่ได้รับไปปรับฐานข้อมูลเริ่มแรก ซึ่งจะทำให้ได้ข้อมูลชุดใหม่ หลังจากนั้น การหาผลกระทบบโดยการเปลี่ยนแปลงตัวแปรภายนอกครั้งต่อไป จะถูกทดสอบต่อไป จนหมดการเปลี่ยนแปลงของตัวแปรภายนอก (Nualnoi Treerat 1993)



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย