



ใบรับรองวิทยานิพนธ์
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เศรษฐศาสตรมหาบัณฑิต

ปริญญา

เศรษฐศาสตร์

เศรษฐศาสตร์

สาขา

ภาควิชา

เรื่อง ผลของการเปลี่ยนแปลงเทคโนโลยีที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงทุนประสิทธิภาพในประเทศไทย

The Effects of Technological Progress on Effective Capital Stock of Thailand

นามผู้วิจัย นางสาวเจนจิรา โสดาลีทธิ

ได้พิจารณาเห็นชอบโดย

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

(รongศาสตราจารย์สุมาลี สันติพลวุฒิ, ปร.ด.)

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

(อาจารย์สุภาณี หาญพัฒนะนุสรณ์, ศ.ด.)

หัวหน้าภาควิชา

(รongศาสตราจารย์ชูชีพ พิพัฒน์ศิริ, Ph.D.)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์รับรองแล้ว

(รongศาสตราจารย์กัญจนา ชีระกุล, D.Agr.)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

วันที่ เดือน พ.ศ.

วิทยานิพนธ์

เรื่อง

ผลของการเปลี่ยนแปลงเทคโนโลยีที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงทุนประสิทธิผลในประเทศไทย

The Effects of Technological Progress on Effective Capital Stock of Thailand

โดย

นางสาวเจนจิรา โสดาลิทธิ

เสนอ

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาเศรษฐศาสตรมหาบัณฑิต
พ.ศ. 2554

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เจนจิรา โสดาลสิทธิ์ 2554: ผลของการเปลี่ยนแปลงเทคโนโลยีที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงทุนประสิทธิผล
ในประเทศไทย ปรินญาเศรษฐศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาเศรษฐศาสตร์ ภาควิชาเศรษฐศาสตร์
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก: รองศาสตราจารย์สุมาลี สันติพลวุฒิ, ปร.ค. 154 หน้า

การศึกษาผลของการเปลี่ยนแปลงเทคโนโลยีที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงทุนประสิทธิผลในประเทศไทย
ทั้งในภาคเศรษฐกิจโดยรวม และรายสาขาการผลิต ได้แก่ สาขาเกษตรกรรม สาขาอุตสาหกรรม สาขาบริการ
และสาขาอื่นๆ มีวัตถุประสงค์ 2 ประการ คือ เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ของเทคโนโลยีในประเทศไทยกับเทคโนโลยี
ที่มาจากต่างประเทศ และศึกษาอิทธิพลของเทคโนโลยีที่มีต่อความเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจ รวมทั้งศึกษา
อิทธิพลของเทคโนโลยีที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงทุนประสิทธิผลของทุนกายภาพ และทุนประสิทธิผลของทุน
มนุษย์ โดยใช้ข้อมูลทุกภูมิภาค ลักษณะข้อมูลอนุกรมเวลา ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2520-2552

ผลการศึกษา พบว่าในทุกๆ สาขาการผลิตมีค่าใช้จ่ายทางด้านการวิจัยและพัฒนาเพิ่มขึ้น โดยส่วน
ใหญ่ดำเนินการจากภาครัฐบาล การนำเข้าเทคโนโลยีจากต่างประเทศมีลักษณะเพิ่มขึ้นมากกว่าการวิจัยและ
พัฒนาเทคโนโลยีเองในประเทศ ทางด้านปีการศึกษาเฉลี่ยของแรงงาน พบว่ามีแนวโน้มเพิ่มขึ้นทุกสาขาการ
ผลิต โดยสาขาเกษตรกรรมมีปีการศึกษาเฉลี่ยต่ำที่สุด (4.98 ปี) และสาขาบริการมีปีการศึกษาเฉลี่ยสูงที่สุด
(11.02 ปี) จากผลการศึกษาความสัมพันธ์ของเทคโนโลยีในประเทศไทย และเทคโนโลยีที่มาจากต่างประเทศ แสดง
ให้เห็นว่าประเทศไทยมีการนำเข้าเทคโนโลยีจากต่างประเทศมาเป็นปัจจัยที่เป็นเหตุให้มีการพัฒนาเทคโนโลยี
ในประเทศในทุกสาขา ยกเว้นสาขาบริการ ส่วนการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงทางเทคโนโลยี พบว่า สาขา
บริการมีการเปลี่ยนแปลงทางเทคโนโลยีเฉลี่ยสูงที่สุด ร้อยละ 48.22 รองลงมา คือ สาขาอื่นๆ ร้อยละ 47.25 และ
สาขาเกษตรกรรมมีการเปลี่ยนแปลงทางเทคโนโลยีเฉลี่ยต่ำที่สุด ร้อยละ 12.29 ด้านการศึกษาอิทธิพลของ
เทคโนโลยีที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงทุนประสิทธิผลของทุนกายภาพ และทุนประสิทธิผลของทุนมนุษย์ พบว่า
สาขาอื่นๆ มีการสะสมทุนประสิทธิผลของทุนทางกายภาพเฉลี่ยสูงที่สุด เท่ากับ 1,439,427,897.41 ล้านบาท และ
สาขาบริการมีการสะสมทุนประสิทธิผลของทุนมนุษย์เฉลี่ยสูงที่สุด เท่ากับ 437.74 ปี ส่วนสาขาเกษตรกรรมมี
การสะสมของทุนประสิทธิผลทางกายภาพเฉลี่ย และทุนประสิทธิผลของทุนมนุษย์เฉลี่ยต่ำที่สุด เท่ากับ
82,063,606.2 ล้านบาท และ 55.62 ปี ตามลำดับ

จากผลการศึกษาชี้ให้เห็นว่า ภาครัฐควรส่งเสริมการพัฒนาเทคโนโลยี ควบคู่กับการพัฒนาทุนมนุษย์
และรักษาระดับผลผลิตของทุกๆ สาขาการผลิต เพื่อรักษาระดับการเพิ่มขึ้นของทั้งทุนประสิทธิผลของทุนทาง
กายภาพ และทุนประสิทธิผลของทุนมนุษย์ โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ควรเร่งการพัฒนาทุนมนุษย์ในสาขาเกษตรกรรม
สาขาบริการ และสาขาอื่นๆ เนื่องจากสาขาการผลิตดังกล่าวมีแนวโน้มของทุนประสิทธิผลของทุนมนุษย์ลดลง
เพื่อให้ประเทศไทยมีทุนประสิทธิผลของทุนทางกายภาพและทุนประสิทธิผลของทุนมนุษย์อย่างยั่งยืน

Janjira Sodsith 2011: The Effects of Technological Progress on Effective Capital Stock of Thailand. Master of Economics, Major Field: Economics, Department of Economics.
Thesis Advisor: Associate Professor Sumalee Santipolwut, Ph.D. 154 pages.

The research objectives of The Effects of Technological Progress on Effective Capital Stock of Thailand for the whole economy and in each production sectors are 1) to study the relationship between domestic technology and foreign technology and the effect on economic growth, and 2) to study the effects of technological progress on effective capital stock and effective human capital stock of Thailand. The research employed annual secondary data over 1977-2010.

The result of this research revealed that every economic sectors have an increase in the expense of domestic technology, mostly by the government, less than by import the foreign technology. The average years of schooling of labor tend to increase in every economic sector. Agricultural sector has the lowest average years of schooling of labor (4.98 years) while service sector has the highest average years of schooling of labor (11.02 years). The results from Granger Causality test revealed that foreign technology is the cause of domestic technology development in every sector, excluding service sector. Furthermore, the analysis of technological change showed that service sector has the highest average technological change (48.22%) but agricultural sector has the lowest average technological change (12.29%). Moreover, the effects of technological progress on effective capital stock and effective human capital stock showed that other sectors has the highest accumulation of average effective capital stock (1,439,427,897.41 million baht) and service sector has the highest accumulation of average effective human capital stock (437.74 years). Nonetheless, agricultural sector has the lowest accumulation of average effective capital and human capital stock (82,063,606.2 million baht and 55.62 years, respectively).

Based on this research finding a policy recommendation is that the government should pay more attention to research and development of domestic technology and human capital development in each sector in order to maintain the increase on both effective physical capital and effective human capital, especially in agricultural sector including human capital in service sector and other sector, owing to these sectors have tended to decrease in effective human capital.

Student's signature

Thesis Advisor's signature

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จสมบูรณ์ได้ผู้เขียนขอกราบขอบพระคุณ รศ.ดร.สุมาลี สันติพลวุฒิ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก ที่กรุณาให้คำปรึกษา ข้อเสนอแนะ และแก้ไขข้อบกพร่องของวิทยานิพนธ์มาโดยตลอด ตลอดจนคำปรึกษาอันมีคุณค่าทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี ขอกราบขอบพระคุณ ดร.สุภาณี หาญพัฒนานุสรณ์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม รศ.ดร.เรวัต ธรรมาภิรมณ์ และ ดร.รัชพันธุ์ เชยจิตร ที่ได้กรุณาให้คำแนะนำเพิ่มเติมเพื่อความสมบูรณ์ยิ่งขึ้นของวิทยานิพนธ์

ขอขอบพระคุณ คุณบิดา มารดา น้องสาว และเพื่อนๆ ผู้ซึ่งให้การสนับสนุนและให้กำลังใจในช่วงของการทำวิทยานิพนธ์ครั้งนี้ และขอขอบพระคุณคณาจารย์ทุกท่านที่ได้ประสิทธิ์ประสาทวิชา รวมถึงผู้เขียนตำรา เอกสาร บทความต่างๆ ที่ผู้เขียนได้ศึกษาค้นคว้าและนำมาอ้างอิงในการศึกษาครั้งนี้

เจนจิรา โสดาลิทธิ
พฤษภาคม 2554

สารบัญ

	หน้า
สารบัญตาราง	(4)
สารบัญภาพ	(8)
บทที่ 1 บทนำ	1
ความสำคัญของปัญหา	1
วัตถุประสงค์ของการวิจัย	6
ขอบเขตของการวิจัย	6
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัย	9
นิยามศัพท์	9
บทที่ 2 การตรวจเอกสาร	11
แนวคิดทฤษฎีที่ใช้ในงานวิจัย	11
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	36
บทที่ 3 วิธีการศึกษา	46
วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล	46
วิธีการวิเคราะห์ข้อมูล	47
บทที่ 4 ผลการศึกษาความสัมพันธ์ของเทคโนโลยีในประเทศไทยกับเทคโนโลยี ที่มาจากต่างประเทศ และศึกษาอิทธิพลของเทคโนโลยีที่มีต่อ ความเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจของประเทศไทย	55
ลักษณะทั่วไปของตัวแปรที่ศึกษา	55
การศึกษาความสัมพันธ์ของเทคโนโลยีในประเทศไทยกับเทคโนโลยีที่มาจาก ต่างประเทศ และศึกษาอิทธิพลของเทคโนโลยีที่มีต่อความเจริญเติบโต ทางเศรษฐกิจของภาคเศรษฐกิจโดยรวม และรายสาขาการผลิต	65
การศึกษาอิทธิพลของเทคโนโลยีที่มีต่อความเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจ ในภาคเศรษฐกิจโดยรวม และรายสาขาการผลิตในประเทศไทย และสาขาเศรษฐกิจหลักของประเทศไทย	72

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 5 ผลการศึกษาอิทธิพลของเทคโนโลยีที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงทุนประสิทธิผล ของทุนกายภาพ และทุนประสิทธิผลของทุนมนุษย์ ของภาพรวมเศรษฐกิจ	83
ผลการศึกษาอิทธิพลของเทคโนโลยีที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงทุน ประสิทธิผลของทุนทางกายภาพ และทุนประสิทธิผลของทุนมนุษย์ ของภาพรวมเศรษฐกิจ	83
ผลการศึกษาอิทธิพลของเทคโนโลยีที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงทุน ประสิทธิผลของทุนทางกายภาพ และทุนประสิทธิผลของทุนมนุษย์ ของสาขาเกษตรกรรม	89
ผลการศึกษาอิทธิพลของเทคโนโลยีที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงทุน ประสิทธิผลของทุนทางกายภาพ และทุนประสิทธิผลของทุนมนุษย์ ของสาขาอุตสาหกรรม	94
ผลการศึกษาอิทธิพลของเทคโนโลยีที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงทุน ประสิทธิผลของทุนทางกายภาพ และทุนประสิทธิผลของทุนมนุษย์ ของสาขาบริการ	99
ผลการศึกษาอิทธิพลของเทคโนโลยีที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงทุน ประสิทธิผลของทางทุนกายภาพ และทุนประสิทธิผลของทุนมนุษย์ ของสาขาอื่นๆ	104
บทที่ 6 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ	109
สรุปผลการวิจัย	109
ข้อเสนอแนะ	116
 เอกสารและสิ่งอ้างอิง	 117
 ภาคผนวก	 121
ภาคผนวก ก ผลการทดสอบทางเศรษฐมิติ	122
ภาคผนวก ข ตัวแปรที่ใช้ในการศึกษา	133

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

ประวัติการศึกษาและการทำงาน

154



สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	เป้าหมายและผลที่เกิดขึ้นจริงของอัตราการขยายตัวทางเศรษฐกิจตั้งแต่แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติฉบับที่ 1 ถึงฉบับที่ 9	2
2	แหล่งที่มาของเทคโนโลยีในภาพรวมเศรษฐกิจของประเทศไทย	3
3	จำนวนทรัพยากรจำกัดกับเทคโนโลยีคงที่ และจำนวนผลผลิตคงที่	30
4	จำนวนทรัพยากรจำกัด จำนวนผลผลิตคงที่ และความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีเพิ่มขึ้นร้อยละ 5 ต่อปี	32
5	จำนวนทรัพยากรจำกัด จำนวนผลผลิตคงที่ และความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีเพิ่มขึ้นร้อยละ 1 ต่อปี	33
6	จำนวนทรัพยากรจำกัดกับความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีเพิ่มขึ้นร้อยละ 5 ต่อปี และจำนวนผลผลิตเพิ่มขึ้นร้อยละ 3 ต่อปี	35
7	ตารางนำเสนอผลการศึกษา	52
8	สหสัมพันธ์ของตัวแปรอิสระของภาคเศรษฐกิจรวม	61
9	สหสัมพันธ์ของตัวแปรอิสระของสาขาเกษตรกรรม	62
10	สหสัมพันธ์ของตัวแปรอิสระของสาขาอุตสาหกรรม	63
11	สหสัมพันธ์ของตัวแปรอิสระของสาขาบริการ	64
12	สหสัมพันธ์ของตัวแปรอิสระของสาขาอื่นๆ	65

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
13	ผลการทดสอบความเป็นเหตุเป็นผล (Causality)	71
14	สรุปผลการประมาณค่าสัมประสิทธิ์จากแบบจำลองปัจจัยกำหนดการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจ ของภาคเศรษฐกิจรวม สาขาเกษตรกรรม สาขาอุตสาหกรรม สาขาบริการ และสาขาอื่นๆ	73
15	ผลการศึกษาอิทธิพลของเทคโนโลยีที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงทุนประสิทธิผลของทุนทางกายภาพ และทุนประสิทธิผลของทุนมนุษย์ของภาพรวมเศรษฐกิจ	84
16	ผลการศึกษาอิทธิพลของเทคโนโลยีที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงทุนประสิทธิผลของทุนทางกายภาพ และทุนประสิทธิผลของทุนมนุษย์ของสาขาเกษตรกรรม	89
17	ผลการศึกษาอิทธิพลของเทคโนโลยีที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงทุนประสิทธิผลของทุนทางกายภาพ และทุนประสิทธิผลของทุนมนุษย์ของสาขาอุตสาหกรรม	94
18	ผลการศึกษาอิทธิพลของเทคโนโลยีที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงทุนประสิทธิผลของทุนทางกายภาพ และทุนประสิทธิผลของทุนมนุษย์ของสาขาบริการ	99
19	ผลการศึกษาอิทธิพลของเทคโนโลยีที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงทุนประสิทธิผลของทุนทางกายภาพ และทุนประสิทธิผลของทุนมนุษย์ของสาขาอื่นๆ	104
20	ตารางสรุปผลการศึกษา	115

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางผนวกที่		หน้า
1	สรุปผลการทดสอบ unit root test ของทุกตัวแปร	123
2	สรุปผลการทดสอบ Cointegration ของทุกสมการ	125
3	ผลการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงทางเทคโนโลยีของภาคเศรษฐกิจรวม	126
4	ผลการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงทางเทคโนโลยีของสาขาเกษตรกรรม	127
5	ผลการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงทางเทคโนโลยีของสาขาอุตสาหกรรม	128
6	ผลการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงทางเทคโนโลยีของสาขาบริการ	129
7	ผลการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงทางเทคโนโลยีของสาขาอื่นๆ	130
8	ผลการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงทางเทคโนโลยีของทุกภาคเศรษฐกิจ	131
9	ผลการคำนวณปีการศึกษาเฉลี่ยของทุกภาคเศรษฐกิจ	132
10	ผลิตภัณฑ์มวลรวมภายในประเทศ ตามราคาปี 2531 จำแนกตามสาขาการผลิต พ.ศ.2519-2552	134
11	มูลค่าเงินทุน ตามราคาปี 2531 จำแนกตามสาขาการผลิต พ.ศ.2519-2552	136
12	จำนวนแรงงาน จำแนกตามสาขาการผลิต พ.ศ.2520-2552	138
13	จำนวนแรงงาน ตามระดับการศึกษาที่สำเร็จ ภาคเศรษฐกิจรวม พ.ศ. 2519-2552	140-

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางผนวกที่		หน้า
14	จำนวนแรงงาน ตามระดับการศึกษาที่สำเร็จของสาขาเกษตรกรรม พ.ศ. 2519-2552	142
15	จำนวนแรงงาน ตามระดับการศึกษาที่สำเร็จของสาขาอุตสาหกรรม พ.ศ. 2519-2552	144
16	จำนวนแรงงาน ตามระดับการศึกษาที่สำเร็จของสาขาบริการ พ.ศ. 2519-2552	146
17	จำนวนแรงงาน ตามระดับการศึกษาที่สำเร็จสาขาอื่นๆ พ.ศ. 2519-2552	148
18	ค่าใช้จ่ายของการวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีจากภาครัฐบาล เอกชน และอื่นๆ ของประเทศไทย จำแนกตามสาขาการผลิต พ.ศ.2520-2552	150
19	ค่าใช้จ่ายในการนำเข้าเทคโนโลยีจากต่างประเทศของประเทศไทย จำแนกตามสาขาการผลิต พ.ศ. 2520-2552	152

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	แนวโน้มของเทคโนโลยีที่มาจากในประเทศกับเทคโนโลยีที่มาจากต่างประเทศ พ.ศ. 2520-2552	3
2	กล่องดำ (Black Box)	4
3	เปรียบเทียบระหว่างกรณีที่มี และไม่มีอุปทานของทรัพยากรประสิทธิผล	5
4	คุณภาพการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจของนักเศรษฐศาสตร์สำนักคลาสสิก	15
5	คุณภาพการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจของนักเศรษฐศาสตร์สำนักนีโอคลาสสิก	17
6	Learning curve	20
7	จำนวนทรัพยากรจำกัดกับเทคโนโลยีคงที่ และจำนวนผลผลิตคงที่	31
8	จำนวนทรัพยากรจำกัด จำนวนผลผลิตคงที่ และความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีเพิ่มขึ้น ร้อยละ 5 ต่อปี	32
9	จำนวนทรัพยากรจำกัด จำนวนผลผลิตคงที่ และความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีเพิ่มขึ้น ร้อยละ 1 ต่อปี	34
10	จำนวนทรัพยากรจำกัดกับความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีเพิ่มขึ้นร้อยละ 5 ต่อปี และ จำนวนผลผลิตเพิ่มขึ้นร้อยละ 3 ต่อปี	36
11	เหตุผลทางเดียวจากเทคโนโลยีในประเทศไปยังเทคโนโลยีจากต่างประเทศ	48

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
12	เหตุผลทางเดียวจากเทคโนโลยีจากต่างประเทศไปยังเทคโนโลยีในประเทศ	49
13	เหตุผลสองทางของเทคโนโลยีในประเทศ และเทคโนโลยีจากต่างประเทศ	49
14	ไม่เป็นเหตุเป็นผลต่อกันระหว่างเทคโนโลยีในประเทศ และเทคโนโลยีจากต่างประเทศ	49
15	มูลค่าของผลิตภัณฑ์มวลรวมภายในประเทศ พ.ศ. 2520-2552	56
16	มูลค่าของมูลภัณฑ์ทุน แยกรายสาขาการผลิต พ.ศ. 2520-2552	57
17	จำนวนแรงงาน แยกรายสาขาการผลิต พ.ศ. 2520-2552	57
18	ปีการศึกษาเฉลี่ยของแรงงาน แยกรายสาขาการผลิต พ.ศ. 2520-2552	58
19	ค่าใช้จ่ายสำหรับการวิจัยและพัฒนา แยกรายสาขาการผลิต พ.ศ. 2520-2552	59
20	การนำเข้าเทคโนโลยีจากต่างประเทศรายสาขาการผลิต พ.ศ. 2520-2552	60
21	แนวโน้มของเทคโนโลยีในประเทศกับเทคโนโลยีที่มาจากต่างประเทศของภาคเศรษฐกิจโดยรวม	66
22	ความสัมพันธ์ระหว่างเทคโนโลยีในประเทศกับเทคโนโลยีที่มาจากต่างประเทศของภาคเศรษฐกิจโดยรวม	67
23	แนวโน้มของเทคโนโลยีในประเทศกับเทคโนโลยีที่มาจากต่างประเทศของสาขาเกษตรกรรม	67

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
24	ความสัมพันธ์ระหว่างเทคโนโลยีในประเทศกับเทคโนโลยีที่มาจากต่างประเทศของสาขาเกษตรกรรม	68
25	แนวโน้มของเทคโนโลยีในประเทศกับเทคโนโลยีที่มาจากต่างประเทศของสาขาอุตสาหกรรม	68
26	ความสัมพันธ์ระหว่างเทคโนโลยีในประเทศกับเทคโนโลยีที่มาจากต่างประเทศของสาขาอุตสาหกรรม	69
27	แนวโน้มของเทคโนโลยีในประเทศกับเทคโนโลยีที่มาจากต่างประเทศของสาขาบริการ	69
28	ความสัมพันธ์ระหว่างเทคโนโลยีในประเทศกับเทคโนโลยีที่มาจากต่างประเทศของสาขาบริการ	69
29	แนวโน้มของเทคโนโลยีในประเทศกับเทคโนโลยีที่มาจากต่างประเทศของสาขาอื่นๆ	70
30	ความสัมพันธ์ระหว่างเทคโนโลยีในประเทศกับเทคโนโลยีที่มาจากต่างประเทศของสาขาอื่นๆ	70
31	การเปลี่ยนแปลงทางเทคโนโลยี	80
32	ทุนทางกายภาพ และทุนประสิทธิผลทางกายภาพของภาพรวมเศรษฐกิจ	87
33	ทุนมนุษย์ทางกายภาพ และทุนประสิทธิผลของทุนมนุษย์ของภาพรวมเศรษฐกิจ	88

สารบัญญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
34	ทุนทางกายภาพ และทุนประสิทธิผลทางกายภาพของสาขาเกษตรกรรม	93
35	ทุนมนุษย์ทางกายภาพ และทุนประสิทธิผลของทุนมนุษย์ของสาขาเกษตรกรรม	93
36	ทุนทางกายภาพ และทุนประสิทธิผลทางกายภาพของสาขาอุตสาหกรรม	97
37	ทุนมนุษย์ทางกายภาพ และทุนประสิทธิผลของทุนมนุษย์ของสาขาอุตสาหกรรม	98
38	ทุนทางกายภาพ และทุนประสิทธิผลทางกายภาพของสาขาบริการ	102
39	ทุนมนุษย์ทางกายภาพ และทุนประสิทธิผลของทุนมนุษย์ของสาขาบริการ	103
40	ทุนทางกายภาพ และทุนประสิทธิผลทางกายภาพของสาขาอื่นๆ	107
41	ทุนมนุษย์ทางกายภาพ และทุนประสิทธิผลของทุนมนุษย์ของสาขาอื่นๆ	108

บทที่ 1

บทนำ

ความสำคัญของปัญหา

การพัฒนาเศรษฐกิจอย่างต่อเนื่อง เป็นสิ่งจำเป็นของทุกประเทศโดยเฉพาะประเทศกำลังพัฒนา เพื่อยกระดับรายได้ที่แท้จริงของประเทศให้สูงขึ้นทัดเทียมกับประเทศที่พัฒนาแล้ว ในอดีตการพัฒนาประเทศมีเป้าหมายหลัก เพื่อให้เศรษฐกิจขยายตัวอยู่ในระดับสูง โดยใช้ยุทธศาสตร์ที่เน้นการขยายตัวของปัจจัยการผลิตทั้งทุน และแรงงาน รวมทั้งการสนับสนุนให้มีการเพิ่มปัจจัยทุนจากการส่งเสริมการลงทุนทั้งในประเทศ และจากต่างประเทศ ซึ่งยุทธศาสตร์ดังกล่าวก่อให้เกิดการขยายตัวทางเศรษฐกิจในระดับที่สูง ดังตารางที่ 1 ก่อนช่วงวิกฤติเศรษฐกิจในปี พ.ศ. 2540 ประเทศไทยเคยมีอัตราการขยายตัวทางเศรษฐกิจสูง โดยที่ในช่วงแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 6 (พ.ศ. 2530-2534) ประเทศไทยมีอัตราการขยายตัวทางเศรษฐกิจสูงถึง ร้อยละ 10.5 ซึ่งมากกว่าเป้าหมายของการขยายตัวทางเศรษฐกิจ ร้อยละ 5.5 ซึ่งหากประเทศไทยต้องการรักษาระดับอัตราการเจริญเติบโตให้อยู่ในระดับสูงต่อไป ก็ไม่ควรอาศัยการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจ จากการขยายตัวของปัจจัยการผลิต โดยเฉพาะปัจจัยทุน และปัจจัยแรงงานเท่านั้น เนื่องจากปัจจัยการผลิตทั้งสองมีผลได้ต่อขนาดที่ลดลง (Diminishing Return) ในขณะที่ปัจจัยด้านเทคโนโลยีและทุนมนุษย์จะไม่มีลักษณะผลได้ต่อขนาดที่ลดลง

ตารางที่ 1 เป้าหมายและผลที่เกิดขึ้นจริงของอัตราการขยายตัวทางเศรษฐกิจตั้งแต่แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติฉบับที่ 1 ถึงฉบับที่ 9

(หน่วย: ร้อยละ)

แผนพัฒนาเศรษฐกิจ	อัตราการขยายตัวทางเศรษฐกิจ	
	เป้าหมาย	ผลการพัฒนา
แผนฉบับที่ 1 (พ.ศ.2504-2509)	5.3	8.1
แผนฉบับที่ 2 (พ.ศ.2510-2514)	8.5	7.2
แผนฉบับที่ 3 (พ.ศ.2515-2519)	7.0	6.2
แผนฉบับที่ 4 (พ.ศ.2520-2524)	7.0	7.1
แผนฉบับที่ 5 (พ.ศ.2525-2529)	6.6	4.4
แผนฉบับที่ 6 (พ.ศ.2530-2534)	5.0	10.5
แผนฉบับที่ 7 (พ.ศ.2535-2539)	8.2	8.0
แผนฉบับที่ 8 (พ.ศ.2540-2544)	8.0	6.0-8.0
แผนฉบับที่ 9 (พ.ศ.2545-2549)	4.0-5.0	6.1
ค่าเฉลี่ย	6.5	7.3

ที่มา: สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ (2547)

ความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีมีผลต่อความเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจในทิศทางบวก ทั้งในภาคเศรษฐกิจโดยรวม และรายสาขาการผลิต (ศศิธร วินะยานุวัตติคุณ, 2544) เนื่องจากทำให้ประสิทธิภาพทางเทคนิคการผลิตสูงขึ้น รวมทั้งทำให้เกิดการประหยัดในการใช้ปัจจัยการผลิตสำหรับประเทศไทยนั้นแหล่งที่มาของเทคโนโลยีนั้นมาจาก 2 แหล่ง คือ จากแหล่งในประเทศ (ตารางที่ 2) ประเมินจากค่าใช้จ่ายของการวิจัยและพัฒนาของภาครัฐบาล และภาคเอกชน และจากแหล่งต่างประเทศ ประเมินจากการนำเข้าเครื่องจักร การลงทุนโดยตรงจากต่างประเทศ และการนำเข้าเทคโนโลยีโดยตรง และจากภาพที่ 2 แสดงให้เห็นว่าประเทศไทยมีการนำเข้าเทคโนโลยีจากต่างประเทศ มากกว่าการวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีในประเทศเอง

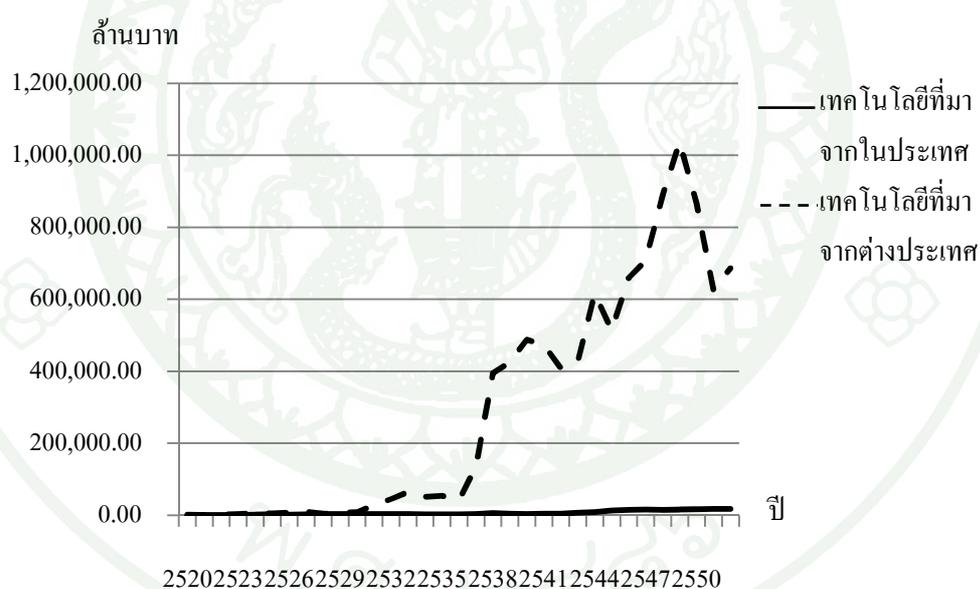
ตารางที่ 2 แหล่งที่มาของเทคโนโลยีในภาพรวมเศรษฐกิจของประเทศไทย

(หน่วย: ล้านบาท)

ปี	แหล่งเทคโนโลยีในประเทศ ¹	แหล่งเทคโนโลยีจากต่างประเทศ ²
2520	1,149.95	2,165.30
2525	3,230.13	5,297.31
2530	3,441.29	9,043.80
2535	3,140.47	53,992.19
2540	3,796.52	488,050.11
2545	13,282.09	514,904.73
2550	16,666.77	865,966.76

ที่มา: ¹ จากสทวิจัยแห่งชาติ

² จากธนาคารแห่งประเทศไทย

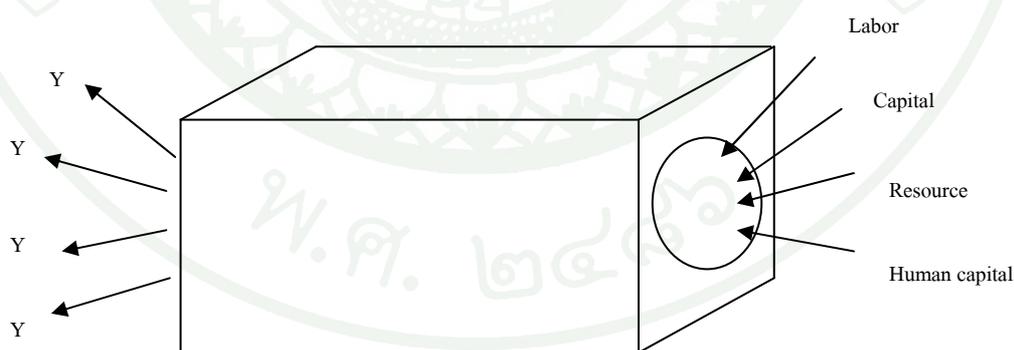


ภาพที่ 1 แนวโน้มของเทคโนโลยีที่มาจากในประเทศกับเทคโนโลยีที่มาจากต่างประเทศ พ.ศ.2520-2552

ความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีขึ้นอยู่กับตัวแปรทางเศรษฐกิจ ที่ต้องอาศัยการลงทุนหรือใช้จ่ายในการค้นคว้าเทคนิคใหม่ๆ ซึ่งการเปลี่ยนแปลงทางเทคโนโลยีเพียงปัจจัยเดียวนั้นเมื่อระยะเวลาผ่านไป สามารถเกิดผลได้ต่อขนาดที่ลดลง แต่หากพิจารณาพร้อมกับแรงงานที่มีทักษะ หรือปัจจัยทุนมนุษย์ จะทำให้ไม่เกิดผลได้ต่อขนาดที่ลดลง เนื่องจากทุนมนุษย์

เป็นปัจจัยที่สามารถพัฒนา และยกระดับได้ผ่านการศึกษาของแรงงาน ดังนั้นเพื่อเป็นการพัฒนา เศรษฐกิจอย่างยั่งยืนจึงควรพิจารณาความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีร่วมกับการพิจารณาทุนมนุษย์

ในการพัฒนาเศรษฐกิจของประเทศให้สามารถมีความเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจได้อย่าง ต่อเนื่องนั้นอาศัยปัจจัยความก้าวหน้าทางเทคโนโลยี ปัจจัยทุนมนุษย์ และปัจจัยทุนทางกายภาพ แต่ ถึงแม้ว่าทุนทางกายภาพจะมีอยู่อย่างจำกัด แต่อุปทานของทุนประสิทธิผลนั้นมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น และมากกว่าทุนทางกายภาพ (Van Den Berg, 2001) โดยการประเมินทุนประสิทธิผลจากผลผลิต (Output) อันเนื่องมาจากความก้าวหน้าทางเทคโนโลยี ซึ่งนวัตกรรมทางเทคโนโลยีจะเพิ่มปริมาณ ผลผลิตด้วยกระบวนการใช้ทรัพยากรการผลิตอย่างมีประสิทธิภาพ รวมทั้งทำให้เกิดการประหยัดการใช้ ปัจจัยการผลิต ซึ่งอาจเป็นไปได้ในทางการใช้วิธีการใหม่ๆ ในการผลิตสินค้าและบริการ การบริหาร หรือการจัดการแบบใหม่ การค้นพบแหล่งทรัพยากรใหม่ๆ แหล่งเชื้อเพลิง หรือพลังงานใหม่ๆ ทำ ให้หน่วยธุรกิจสามารถผลิตสินค้าและบริการได้มากขึ้นจากการใช้ปัจจัยการผลิตจำนวนเท่าเดิม ซึ่ง การเปลี่ยนแปลงทางเทคโนโลยีที่เกิดขึ้นอาจจะเป็นแบบเป็นกลางหรือแบบประหยัดทุน หรือแบบ ประหยัดแรงงาน เป็นการเพิ่มประสิทธิภาพทางเทคนิคของการผลิต ทำให้ต้นทุนการผลิตลดลง และประเทศสามารถประหยัดทรัพยากรที่มีอยู่อย่างจำกัดได้ โดยที่ความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีนั้น เปรียบเสมือนกล่องดำ (Black Box) ของระบบเศรษฐกิจ ดังภาพที่ 2 โดยที่กล่องดำนี้ก็เปรียบเสมือน เป็นฟังก์ชันการผลิตเมื่อใส่ปัจจัยการผลิต เช่น แรงงาน ทุน ทรัพยากร และทุนมนุษย์เข้าไปแล้วจะ ได้ผลผลิตซึ่งทำให้ระดับความเป็นอยู่ของประชากรดีขึ้น

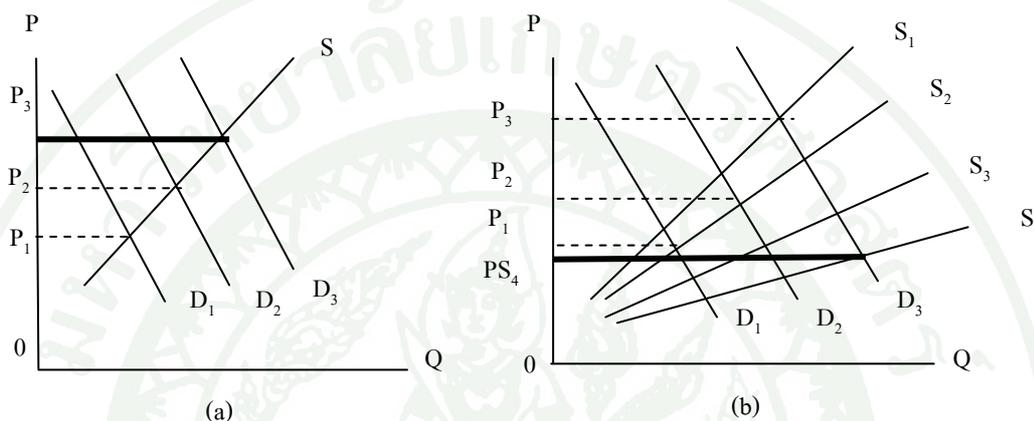


ภาพที่ 2 กล่องดำ (Black Box)

ที่มา: Van Den Berg (2001)

ดังนั้น ความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีจะทำให้การผลิตที่มีประสิทธิภาพ ลดการใช้ทรัพยากร ลง ซึ่งเป็นการเพิ่มทุนประสิทธิผลขึ้นในอนาคต และขีดจำกัดการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจนั้นจะ

ไม่เกิดขึ้น เนื่องจากทุนประสิทธิผลนั้นไม่มีความจำกัด (สุมาลี สันติพลวุฒิ, 2551) ซึ่งสามารถพิจารณาได้ดังภาพที่ 3a และ 3b กล่าวคือ ตามภาพที่ 3a ในกรณีที่มีทรัพยากรอยู่อย่างจำกัด จะสามารถผลิตสินค้าและบริการซึ่งแสดงโดยเส้นอุปทาน S ที่ไม่สามารถเคลื่อนย้ายได้ ดังนั้น เมื่อมีความต้องการสินค้าและบริการเพิ่มขึ้น ที่แสดงได้จากการเคลื่อนย้ายเส้นอุปสงค์จากเส้น D_1 เป็น D_2 และ D_3 ตามลำดับ จะทำให้ราคาสินค้าและบริการเพิ่มขึ้นจาก P_1 เป็น P_2 และ P_3 ตามลำดับ



ภาพที่ 3 เปรียบเทียบระหว่างกรณีที่มี และไม่มีอุปทานของทรัพยากรประสิทธิผล
ที่มา: สุมาลี สันติพลวุฒิ (2551)

อย่างไรก็ตามเมื่อพิจารณาตามภาพที่ 3b เห็นได้ว่าในสถานการณ์ที่มีความต้องการสินค้าและบริการเพิ่มขึ้นจาก D_1 เป็น D_2 และ D_3 ตามลำดับ แต่มีทรัพยากรอยู่อย่างไม่จำกัด อันเนื่องมาจากมีการใช้ทรัพยากรที่มีอยู่น้อยลง เพราะมีความก้าวหน้าทางเทคโนโลยี ทำให้มีการพัฒนากระบวนการผลิตทำให้มีความสูญเสียลดลงหรือมีการใช้วัสดุหรือวัตถุดิบทดแทนเป็นต้น ดังนั้นทรัพยากรที่มีอยู่จึงสามารถนำไปผลิตสินค้าและบริการได้มากขึ้น ซึ่งแสดงโดยการเคลื่อนย้ายเส้นอุปทาน จากเส้น S_1 เป็น S_2 และ S_3 ตามลำดับ ดังนั้นราคาสินค้าจึงลดลงจาก P_1 เป็น PS_4 จึงเห็นได้ว่าแม้ทรัพยากรทางกายภาพจะมีปริมาณจำกัด แต่ถ้ามีความก้าวหน้าทางเทคโนโลยี จะทำให้ทรัพยากรดังกล่าวสามารถผลิตสินค้าและบริการได้มากขึ้น หรือกล่าวได้ว่าความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีได้ช่วยให้มีทรัพยากรที่มีประสิทธิผลเพิ่มขึ้น

ดังนั้นหากคำนึงถึงความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีในการประเมินผลผลิตในรูปของทุนประสิทธิผลของทุนทางกายภาพ (Effective Physical Capital) และทุนประสิทธิผลของทุนมนุษย์ (Effective Human Capital) แล้วจะทำให้เศรษฐกิจสามารถเจริญเติบโตได้อย่างต่อเนื่อง

ในการวิจัยครั้งนี้จึงมุ่งเน้นเพื่อศึกษาความสัมพันธ์ของเทคโนโลยีในประเทศกับเทคโนโลยีที่มาจากต่างประเทศ และศึกษาอิทธิพลของเทคโนโลยีที่มีต่อการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจของประเทศไทยรวมทั้งวิเคราะห์อิทธิพลของเทคโนโลยีที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงทุนประสิทธิผลของทุนทางกายภาพ และทุนประสิทธิผลของทุนมนุษย์ในภาพรวมเศรษฐกิจ รวมทั้งสาขาเศรษฐกิจหลักตามการแบ่งของบัญชีรายได้ประชาชาติ ได้แก่ สาขาเกษตรกรรม สาขาอุตสาหกรรม สาขาบริการ และสาขาอื่นๆ ของประเทศไทย

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ของเทคโนโลยีในประเทศกับเทคโนโลยีที่มาจากต่างประเทศ และศึกษาอิทธิพลของเทคโนโลยีที่มีต่อความเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจของประเทศไทย
2. เพื่อศึกษาอิทธิพลของเทคโนโลยีที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงทุนประสิทธิผลของทุนทางกายภาพ และทุนประสิทธิผลของทุนมนุษย์ ในภาพรวมเศรษฐกิจ และสาขาเศรษฐกิจหลักของประเทศไทย

ขอบเขตของการวิจัย

เพื่อให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ในการศึกษาความสัมพันธ์ของเทคโนโลยีในประเทศกับเทคโนโลยีที่มาจากต่างประเทศ และศึกษาอิทธิพลของเทคโนโลยีที่มีต่อความเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจของประเทศไทย รวมทั้งศึกษาอิทธิพลของเทคโนโลยีที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงทุนประสิทธิผลของทุนทางกายภาพ และทุนประสิทธิผลของทุนมนุษย์ ในภาพรวมเศรษฐกิจ และสาขาเศรษฐกิจหลักของประเทศไทย ได้แก่ สาขาเกษตรกรรม สาขาอุตสาหกรรม สาขาบริการ และสาขาอื่นๆ ใช้ข้อมูลอนุกรมเวลา ในช่วงปี พ.ศ. 2520-2552 รวมระยะเวลาทั้งสิ้น 33 ปี เนื่องจากปี พ.ศ. 2520 เป็นช่วงเริ่มต้นของแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 4 (พ.ศ. 2520-2524) ที่มีการระบุถึงแผนเกี่ยวกับการศึกษาอย่างชัดเจนซึ่งใช้เป็นตัววัดทุนมนุษย์ในงานการศึกษาชั้นนี้ และได้มีการเปลี่ยนระบบการศึกษาจากระบบ 4: 3: 3: 2 (ประถมศึกษา 7 ปี มัธยมศึกษาตอนต้น 3 ปี และมัธยมศึกษาตอนปลาย 2 ปี) มาเป็นระบบ 6: 3: 3 (ประถมศึกษา 6 ปี มัธยมศึกษาตอนต้น 3 ปี และมัธยมศึกษาตอนปลาย 3 ปี) และในปี พ.ศ. 2525 ได้เริ่มมีการส่งเสริมทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีขึ้นอย่างชัดเจนในแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 5 (พ.ศ. 2525-2529) เป็นต้น

สำหรับการทดสอบความเป็นเหตุเป็นผลของความสัมพันธ์ของเทคโนโลยีในประเทศกับเทคโนโลยีที่มาจากต่างประเทศใช้วิธีของ The Granger Causality Test และศึกษาอิทธิพลของเทคโนโลยีที่มีต่อความเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจของประเทศไทยด้วยสมการปัจจัยกำหนดความเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจ และวัดการเปลี่ยนแปลงทางเทคโนโลยีจากค่าสัมประสิทธิ์ที่คำนวณจากสมการถดถอยของสมการปัจจัยกำหนดการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจถ่วงน้ำหนักด้วยผลรวมของสัมประสิทธิ์ของอัตราการเปลี่ยนแปลงของเทคโนโลยีในประเทศและเทคโนโลยีที่มาจากต่างประเทศ

โดยที่ตัวแปรทุนมนุษย์ในการศึกษาในสมการปัจจัยกำหนดความเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจพิจารณาจากการปีการศึกษาเฉลี่ยของแรงงาน ซึ่งการลงทุนด้านการศึกษาเป็นการลงทุนเพื่อสร้างสมทุนมนุษย์ช่วยให้มนุษย์ทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยแบ่งการศึกษาของแรงงานออกเป็น 4 ระดับ ได้แก่ ไม่มีการศึกษา ประถมศึกษา มัธยมศึกษา และอุดมศึกษา โดยที่การศึกษาในระดับมัธยมศึกษาตอนปลายได้นับรวมถึงสายสามัญ สายอาชีวศึกษา และสายวิชาการศึกษาเข้าไว้ด้วย ส่วนอุดมศึกษาได้นับรวมถึงสายวิชาการ สายวิชาชีพ และสายวิชาการศึกษาเข้าไว้ด้วย โดยมีจำนวนสะสมของปีการศึกษา เท่ากับ 0, 6, 12 และ 16 ปี ตามลำดับ

ในการศึกษาครั้งนี้ได้ศึกษาในภาพรวมของเศรษฐกิจ และรายสาขาเศรษฐกิจ โดยแบ่งสาขาเศรษฐกิจตามการแบ่งสาขาของบัญชีรายได้ประชาชาติ 4 สาขาหลัก ได้แก่ สาขาเกษตรกรรม สาขาอุตสาหกรรม สาขาบริการ และสาขาอื่นๆ มีรายละเอียดของแต่ละสาขา ดังนี้

1. สาขาเกษตรกรรม (Agricultural Sector) ประกอบด้วย พืชผล ปศุสัตว์ การประมง ป่าไม้ บริการทางการเกษตร และการแปรรูปผลผลิตทางการเกษตรอย่างง่าย

2. สาขาอุตสาหกรรม หรือสาขาอุตสาหกรรมหัตถกรรม (Manufacturing Sector) ประกอบด้วย 21 สาขาอุตสาหกรรมย่อย คือ อุตสาหกรรมอาหาร อุตสาหกรรมเครื่องดื่ม อุตสาหกรรมยาสูบ อุตสาหกรรมสิ่งทอ อุตสาหกรรมเสื้อผ้าสำเร็จรูป อุตสาหกรรมเครื่องหนังและผลิตภัณฑ์เครื่องหนัง อุตสาหกรรมไม้และผลิตภัณฑ์ไม้ อุตสาหกรรมเฟอร์นิเจอร์ อุตสาหกรรมกระดาษและผลิตภัณฑ์กระดาษ อุตสาหกรรมการพิมพ์ อุตสาหกรรมเคมีภัณฑ์ อุตสาหกรรมผลิตภัณฑ์ปิโตรเลียม อุตสาหกรรมยางและผลิตภัณฑ์พลาสติก อุตสาหกรรมผลิตภัณฑ์แร่โลหะ อุตสาหกรรมโลหะพื้นฐาน อุตสาหกรรมผลิตภัณฑ์โลหะ อุตสาหกรรมเครื่องจักร อุตสาหกรรมเครื่องจักรและเครื่องมือที่ใช้ไฟฟ้า อุตสาหกรรมอุปกรณ์การขนส่ง และอุตสาหกรรมอื่นๆ

3. สาขาบริการ (Services Sector) ประกอบด้วย การศึกษา ยาและสุขภาพ การให้ความบันเทิงและสันทนาการ โรงแรม ภัตตาคาร การให้บริการส่วนบุคคล การให้บริการภายในประเทศ การบริการภาคธุรกิจ การบริการขององค์กรที่มีได้แสวงหาผลกำไร และการซ่อมแซม

4. สาขาอื่นๆ (Other Sector) ได้แก่ การเหมืองแร่ การก่อสร้าง การสาธารณสุข โภคพาณิชยกรรม การขนส่ง กิจกรรมที่ระบุไม่ชัดเจน หรือไม่ทราบ

โดยการวิจัยครั้งนี้มีข้อจำกัด ดังนี้

1. การศึกษาครั้งนี้ได้มองแต่ด้านประโยชน์ของการเติบโตทางเศรษฐกิจเท่านั้น โดยที่ไม่ได้มองทางด้านต้นทุนของการพัฒนาเศรษฐกิจ โดยเฉพาะต้นทุนทางด้านสังคม

2. ความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีนั้นแบ่งได้เป็น 2 ประเภท ดังนี้

2.1 ความก้าวหน้าทางเทคนิคที่เกิดจากปัจจัยภายนอกระบบเศรษฐกิจ (Exogenous Technical Progress) เป็นความก้าวหน้าที่เกิดขึ้นโดยไม่เกี่ยวข้องกับตัวแปรทางเศรษฐกิจใดๆ เลย สามารถแบ่งได้เป็น 2 ประเภทคือ

2.1.1 ความก้าวหน้าทางเทคนิคการผลิตที่มีได้มาร่วมกับปัจจัยการผลิต (Disembodied Technical Progress) เป็นความก้าวหน้าทางเทคนิคการผลิตที่เกิดขึ้นเองโดยไม่ขึ้นอยู่กับรูปแบบหรือปริมาณปัจจัยการผลิตที่ใช้ ความก้าวหน้าทางเทคนิคการผลิตแบบนี้มีผลให้ผลิตภาพของปัจจัยการผลิตเพิ่มขึ้นเองโดยไม่จำเป็นต้องเพิ่มหรือเปลี่ยนแปลงปัจจัยการผลิต แรงงาน หรือทุนประเภทใหม่หรือรุ่นใหม่ เช่น การเพิ่มประสิทธิภาพของการจัดการ การที่สภาพแวดล้อมทำให้ทัศนคติ (Attitude) และแรงจูงใจ (Motivation) ในการทำงานของแรงงานดีขึ้น

2.1.2 ความก้าวหน้าทางเทคนิคการผลิตที่รวมมากับปัจจัยการผลิต (Embodied Technical Progress) เป็นความก้าวหน้าทางเทคนิคการผลิตที่เกิดขึ้นเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงรูปแบบหรือ ลักษณะของปัจจัยการผลิตที่ใช้ กล่าวคือเป็นความก้าวหน้าที่ติดมากับเครื่องมือ เครื่องจักรรุ่นใหม่หรือแรงงานที่มีคุณภาพสูงขึ้น เช่น เครื่องมือ เครื่องจักรรุ่นใหม่ที่มีผลิตภาพสูงกว่ารุ่นเก่า เมื่อมีการซื้อเครื่องจักรใหม่ทดแทนรุ่นเก่าผลิตภาพของปัจจัยทุนจะสูงขึ้นทั้งๆ ที่มีได้เพิ่มจำนวนเครื่องจักรเลย ซึ่งเรียกได้ว่าเป็นความก้าวหน้าทางเทคนิคที่ติดมากับเครื่องจักรรุ่นใหม่ ปัจจัย

แรงงานก็เช่นกัน สามารถแบ่งได้ตามคุณภาพของแรงงานซึ่งกำหนดโดย อายุ การศึกษาและ ประสบการณ์ในการทำงานเป็นต้น ความก้าวหน้าทางเทคนิคการผลิตหรือการเพิ่มผลผลิตจะต้องมา กับปัจจัยแรงงานที่มีคุณภาพสูงกว่า

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัย

สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ และหน่วยงานต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับเทคโนโลยีและทุนมนุษย์ สามารถนำผลการศึกษาไปใช้ประกอบการตัดสินใจในการ วางแผนพัฒนาประเทศให้เหมาะสม และสอดคล้องกับสภาพที่แท้จริงทางด้านเทคโนโลยี และทุน มนุษย์ของประเทศไทยในสาขาเศรษฐกิจ และภาพรวมของเศรษฐกิจได้ โดยการศึกษาในครั้งนี้จะ ชี้ให้เห็นความสำคัญของความก้าวหน้าทางเทคโนโลยี ซึ่งเป็นที่มาของทุนประสิทธิผลของทุนทาง กายภาพ และทุนประสิทธิผลของทุนมนุษย์ ในแต่ละสาขาการผลิต ได้แก่ สาขาเกษตรกรรม สาขา อุตสาหกรรม สาขาบริการ และสาขาอื่นๆ และในภาพรวมเศรษฐกิจของประเทศไทย

นิยามศัพท์

การวิจัยในครั้งนี้มีนิยามศัพท์สำคัญ ดังนี้

ทุนทางกายภาพ (Physical Capital) เป็นสินทรัพย์ที่มีตัวตนและสามารถใช้ในการสร้าง กิจกรรมทางเศรษฐกิจให้เกิดมูลค่าทางเศรษฐกิจได้ ได้แก่ เครื่องมือเครื่องจักร สิ่งปลูกสร้าง และ ซอฟต์แวร์ ซึ่งในการผลิตสินค้าและบริการเพื่อตอบสนองความต้องการของประชาชนในชาติหรือ เพื่อการส่งออกและสร้างเงินตราต่างประเทศไม่ว่าจะเป็นการผลิตโดยภาครัฐหรือโดยภาคเอกชน (แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 10) ซึ่งกำหนดให้ทุนทางกายภาพมีความหมาย เดียวกันกับมูลภัณฑ์ทุน (Stock of Capital) ด้วย ซึ่งในงานวิจัยครั้งนี้วัดทุนทางกายภาพจากวิธีการ สะสมทุนนิรันดร์ (Perpetual Inventory Method: PIM)

ทุนประสิทธิผลของทุนทางกายภาพ (Effective Physical Capital Stock) คือ ทุนที่ ประเมินมูลค่าในรูปของผลผลิต (Output) อันเนื่องมาจากความก้าวหน้าทางเทคโนโลยี ทำให้ความ จำกัของการมีอยู่ของทุนทางกายภาพนั้นลดลง

ทุนมนุษย์ (Human Capital) หมายถึง ศักยภาพ ความรู้ ทักษะและความชำนาญที่มีอยู่ในแรงงานในระบบเศรษฐกิจ เมื่อถูกนำออกมาใช้งานจะสามารถก่อให้เกิดผลผลิต ทุนมนุษย์นี้มีความสัมพันธ์โดยตรงกับการลงทุนในตัวมนุษย์ทางด้าน โภชนาการ การศึกษา และสุขภาพอนามัยในการศึกษาครั้งนี้วัดทุนมนุษย์จากจากจำนวนปีการศึกษาเฉลี่ยที่แรงงานได้รับ ภายใต้ข้อสมมติที่ว่าทุนมนุษย์มีความสัมพันธ์โดยตรงกับเวลาที่แรงงานได้ใช้ในการศึกษา

ทุนประสิทธิผลของทุนมนุษย์ (Effective Human Capital Stock) ในงานการศึกษาชั้นนี้หมายถึง ทุนมนุษย์ที่วัดจากจำนวนปีการศึกษาเฉลี่ยที่แรงงานได้รับและประเมินในรูปของผลผลิตอันเนื่องมาจากความก้าวหน้าทางเทคโนโลยี

เทคโนโลยี (Technology) ตามพจนานุกรมฉบับราชบัณฑิตยสถาน พ.ศ. 2525 หมายถึง วิทยาการที่เกี่ยวกับศิลปะในการนำเอาวิทยาศาสตร์ประยุกต์มาใช้ให้เกิดประโยชน์ในการปฏิบัติและอุตสาหกรรม รวมถึงสิ่งที่มนุษย์สร้างขึ้นมาเพื่อเป็นวิถีทางในการนำความรู้ความสามารถของมนุษย์โดยเทคโนโลยีส่วนใหญ่มักจะแฝงอยู่ในสิ่งต่างๆ ในหลายรูปแบบ เช่น เครื่องจักรอุปกรณ์กรรมวิธีการผลิต ความชำนาญต่างๆ ของมนุษย์ ซึ่งในงานวิจัยครั้งนี้วัดการเปลี่ยนแปลงทางเทคโนโลยีจากค่าสัมประสิทธิ์ที่คำนวณได้จากสมการถดถอยของสมการปัจจัยกำหนดการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจถ่วงน้ำหนักด้วยผลรวมของสัมประสิทธิ์ของอัตราการเปลี่ยนแปลงของเทคโนโลยีในประเทศและเทคโนโลยีที่มาจากต่างประเทศ

แหล่งเทคโนโลยีในประเทศ (Domestic Technology) ได้มาจากการลงทุนทำวิจัยและพัฒนาภายในประเทศ โดยแบ่งเป็นการลงทุนของจากรัฐบาล เอกชน และอื่นๆ

แหล่งเทคโนโลยีจากต่างประเทศ (Foreign Technology) มาจากมูลค่าการนำเข้าเครื่องจักร ค่าธรรมเนียมการนำเข้าเทคโนโลยี และการลงทุนโดยตรงจากต่างประเทศ

ปีการศึกษาเฉลี่ยของแรงงาน (Average Year of School) คือปีการศึกษาเฉลี่ยที่แรงงานได้รับ โดยกำหนดให้มีสะสมอยู่ในตัวของแรงงาน

บทที่ 2

การตรวจเอกสาร

แนวคิดทฤษฎีที่ใช้ในงานวิจัย

แนวคิดทฤษฎีในการศึกษารุ่นนี้ได้นำทฤษฎีและแนวความคิดทางเศรษฐศาสตร์ รวมทั้งเทคนิควิธีทางเศรษฐมิติมาประยุกต์ใช้ในการวิเคราะห์ซึ่งประกอบด้วย ทฤษฎีการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจ ทฤษฎีการผลิต แนวความคิดความก้าวหน้าทางเทคโนโลยี วิธีการวัดความก้าวหน้าทางเทคโนโลยี วิธีการวัดทุนมนุษย์ วิธีการทดสอบความเป็นเหตุเป็นผล และแนวความคิดทรัพยากรประสิทธิผล

ทฤษฎีการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจ (Economic Growth Theories) เป็นทฤษฎีที่อธิบายรูปแบบหรือกระบวนการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจ โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่ออธิบายสาเหตุและผลของการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจ และการนำเอาทฤษฎีไปประยุกต์ใช้ในการวางแผนและการกำหนดนโยบายในการพัฒนาเพื่อให้ได้ผลตามจุดหมายที่ต้องการ (สุคใจ ทูลพานิชย์กิจ, 2546) โดยกล่าวถึงทฤษฎีและแนวความคิดทางเศรษฐศาสตร์ที่เกี่ยวกับเทคนิคการผลิตหรือเทคโนโลยีในการพัฒนาเศรษฐกิจ รวมทั้งทุนมนุษย์ และการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจ ได้แก่ ทฤษฎีการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจสำนักคลาสสิก ทฤษฎีการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจสำนักนีโอคลาสสิก และทฤษฎีการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจแนวใหม่ ดังนี้

ทฤษฎีการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจ (Economic Growth Theories)

1. ทฤษฎีการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจสำนักคลาสสิก (Classical Growth Theory)

ทฤษฎีการเติบโตทางเศรษฐกิจที่เกี่ยวกับเทคโนโลยีของ อדם สมิท (Adam Smith) เดวิด ริคาร์โด (David Ricardo) และคาร์ล มาร์กซ์ (Karl Marx) เกี่ยวกับฟังก์ชันการผลิต นักเศรษฐศาสตร์สำนักคลาสสิก มีแนวคิดที่ว่า ผลผลิตมีความสัมพันธ์กับปัจจัยการผลิตต่าง ๆ ได้แก่ ที่ดิน ทุน แรงงาน และระดับเทคโนโลยี หรือแสดงเป็นฟังก์ชันการผลิต ดังนี้

$$Y = F(L, K, N, T)$$

สมการที่ 1

ตามความหมายฟังก์ชันการผลิตของสำนักคลาสสิก ผลผลิตรวม (Y) จะขึ้นอยู่กับปัจจัยการผลิตต่าง ๆ คือ จำนวนของแรงงาน (L) ปริมาณการสะสมทุน (K) ปริมาณของการใช้ที่ดิน (N) และระดับของเทคนิค วิทยาการต่างๆ (T) ดังนั้นจึงกล่าวได้ว่าปริมาณการใช้ปัจจัยการผลิตเหล่านี้เป็นสาเหตุที่ก่อให้เกิดความมั่งคั่งในระบบเศรษฐกิจหรือการเพิ่มขึ้นของผลผลิตรวมของประเทศ

1.1 ทฤษฎีของอดัม สมิท

อดัม สมิท เป็นนักเศรษฐศาสตร์คนแรกที่ให้แนวความคิดอย่างเป็นระบบเกี่ยวกับเรื่องของการพัฒนา แนวความคิดของอดัม สมิท นั้นกระบวนการของการเจริญเติบโตหรือความมั่งคั่งเกิดจากการเพิ่มผลิตภาพ (Productivity) ในระบบเศรษฐกิจ นอกจากนี้ อดัม สมิท ยังได้กล่าวถึงการประหยัดจากขนาดด้วยว่า เกิดขึ้นจากการผลิตมีขนาดใหญ่ มีแรงงานจำนวนมากทำให้แรงงานไม่ต้องทำงานหลายหน้าที่ แต่สามารถแบ่งงานกันทำ (Division of Labor) โดยแรงงานทำงานเพียงหน้าที่เดียวทำให้เกิดความชำนาญในการผลิต ประสิทธิภาพของแรงงานจะสูงขึ้นทำให้ผลผลิตเพิ่มขึ้น แต่การผลิตขนาดใหญ่จะเกิดขึ้นได้ก็ต่อเมื่อตลาดสินค้าขยายตัว และประเทศมีการลงทุนและสะสมทุนมากขึ้น โดยการลงทุนในแนวคิดของนักเศรษฐศาสตร์คลาสสิก ไม่ใช่เพียงทำให้ประเทศมีปริมาณทุนเพิ่มขึ้นเท่านั้น แต่การลงทุนยังก่อให้เกิดความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีและตลาดมีการขยายและดำเนินไปโดยเสรีภายใต้ระบบการแข่งขันอย่างสมบูรณ์ มือที่มองไม่เห็นจะทำให้กลไกตลาดเกิดประสิทธิภาพสูงสุดในการจัดสรรทรัพยากร ส่งผลให้เกิดการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจและความมั่งคั่งของชาติซึ่งกระบวนการเจริญเติบโตนี้จะเกิดขึ้นเรื่อยๆ เมื่อตลาดมีการขยายตัวซึ่งแนวความคิดเกี่ยวกับกระบวนการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจของอดัม สมิท นับว่ามีอิทธิพลต่อแนวความคิดของนักเศรษฐศาสตร์สำนักคลาสสิกคนอื่นๆ โดยเฉพาะแนวความคิดที่ว่าด้วยบทบาทของการสะสมทุนในกระบวนการของการเจริญเติบโต และการพัฒนาเศรษฐกิจ

1.2 คาร์ล มาร์กซ์ (Karl Marx)

โดยแนวคิดของ มาร์กซ์ ผลผลิตทั้งหมดขึ้นอยู่กับแรงงาน ทุน ที่ดิน และเทคโนโลยีโดยเฉพาะอย่างยิ่ง มาร์กซ์ ให้ความสำคัญกับเทคโนโลยีมาก เขากล่าวว่าความก้าวหน้าทางเทคโนโลยี เปรียบเสมือนเครื่องยนต์ที่ทำให้นายทุนเจริญก้าวหน้า ในขณะที่เดียวกันก็มีความสำคัญต่อผู้ประกอบการ มาร์กซ์ อธิบายว่าความสัมพันธ์ระหว่างการลงทุน และความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีจะเป็นแบบความสัมพันธ์สองทิศทาง (Two-way Relationship) กล่าวคือ แน่นนอนที่การลงทุนเป็นสิ่งจำเป็นต้องมีเพื่อจะให้มีความก้าวหน้าทางเทคโนโลยี แต่ความเจริญก้าวหน้าทาง

เทคโนโลยีก็เปิดโอกาสให้การลงทุนได้กำไร มาร์กซ์ มองเห็นว่าความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีนั้น จะอยู่ในรูปที่เรียกว่า การประหยัดแรงงาน และการลงทุนจะมากหรือน้อยก็ขึ้นอยู่กับอัตรากำไร โดยที่อัตรากำไรจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับค่าจ้าง (Wage) ที่นายทุนจ่ายไป และนายทุนจะจ่ายค่าจ้างเป็นจำนวนมากน้อยเพียงใด ขึ้นอยู่กับระดับของการลงทุน นอกจากนี้กำไรของนายทุน จะอยู่ในระดับใดจะขึ้นอยู่กับระดับเทคโนโลยี และระดับของการบริโภค (วิภาวี พิจิตรบัณฑิต, 2538)

1.3 ทฤษฎีของโรเบิร์ต มัลธัส

โรเบิร์ต มัลธัส เป็นนักเศรษฐศาสตร์สำนักคลาสสิก ที่มีข้อสงสัยและความกังวลใจเกี่ยวกับขีดจำกัดการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจที่จะเกิดการขาดแคลนทรัพยากร และเชื่อว่าในที่สุดแล้วจากกฎว่าด้วยผลตอบแทนในการผลิตลดน้อยลง จะทำให้การเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจชะงักงัน โดยมัลธัสอธิบายการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจโดยแบ่งออกเป็น 2 สาขา คือ สาขาเกษตรกรรม และสาขาอุตสาหกรรม ส่วนภาคอุตสาหกรรมจะเป็นภาคการผลิตที่อาจให้ผลตอบแทนเพิ่มขึ้นเมื่อขยายการผลิตออกไป (Increasing Returns) โดยเชื่อว่าความก้าวหน้าทางเทคนิคเป็นปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นเฉพาะภาคอุตสาหกรรม ขณะที่ภาคเกษตรกรรมมีการลดน้อยถอยลงของผลตอบแทน เพราะที่ดินมีจำกัด การหลีกเลี่ยงการลดน้อยถอยลงของผลตอบแทนอาจทำได้ หากมีการพัฒนาเทคโนโลยีในภาคอุตสาหกรรมรวดเร็วพอ และมีการลงทุนมากพอที่จะดูดซับแรงงานที่เพิ่มขึ้นในภาคอุตสาหกรรมได้หมด ทั้งนี้เพราะการลงทุนในสาขาเกษตรกรรมจะเกิดขึ้นจนกระทั่งที่ดินได้รับการปรับปรุงคุณภาพจนนำมาใช้ได้จากนั้น โอกาสของการลงทุน โดยได้กำไร จะไม่มีอีกต่อไป การลงทุน โดยได้กำไรจะเกิดขึ้นเฉพาะในสาขาอุตสาหกรรมเท่านั้น

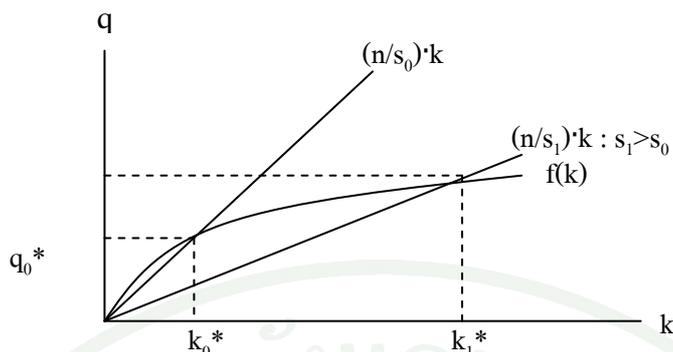
นอกจากนี้ มัลธัสยังได้อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างการเพิ่มขึ้นของประชากร และการขยายตัวของระบบเศรษฐกิจ โดยเชื่อว่าประชากรมีแนวโน้มการขยายตัวเมื่อไม่มีความกดดันจากค่าครองชีพ ดังนั้นถ้าค่าจ้างสูงขึ้นกว่าระดับค่าจ้างพอยังชีพ ประชากรจะมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้น โดยมีลักษณะการเพิ่มขึ้นตามอัตราเรขาคณิต เช่น เพิ่มเป็น 2, 4, 8, 16, 32, ... แต่ความสามารถในการเพิ่มการผลิตอาหารจะเป็นไปในแนวอนุกรมเลขคณิต เช่น เพิ่มเป็น 2, 4, 6, 8, 10, ... ดังนั้นระบบเศรษฐกิจจะไม่สามารถผลิตอาหารได้ทันกับการเพิ่มของประชากร การที่ปริมาณอุปทานของแรงงานมีมากขึ้น ซึ่งจะผลให้เกิดแรงกดดัน และทำให้ค่าจ้างลดลงกลับสู่ระดับพอยังชีพ ซึ่งแนวคิดนี้มีจุดอ่อนที่ชัดเจนในแง่ของการไม่ให้ความสำคัญกับบทบาทของการเปลี่ยนแปลงทางเทคโนโลยี

หรือการค้นพบทางวิทยาศาสตร์ต่อการเพิ่มผลผลิต หรือการขยายตัวของสังคม หรือประเมินความสำคัญของเรื่องดังกล่าวต่ำเกินไป

2. ทฤษฎีการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจสำนักนีโอคลาสสิก (Neoclassical Growth Theory)

กลุ่มนีโอคลาสสิก มีแนวความคิดความเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจเป็นสิ่งที่เกิดขึ้นได้ไม่มีที่สิ้นสุด ครอบงำที่มีความก้าวหน้าทางเทคโนโลยี ภายใต้ข้อสมมติ เทคโนโลยีถูกกำหนดจากภายนอกแบบจำลอง คุณภาพของระบบเศรษฐกิจสอดคล้องกับคุณภาพของตลาดแข่งขันสมบูรณ์ ผลตอบแทนต่อขนาดมีลักษณะคงที่ และการจัดสรรทรัพยากรโดยกลไกตลาดทำให้สวัสดิการสังคมสูงสุดตามแบบพาร์โต อัลเฟรด มาร์แชล นับเป็นผู้นำที่มีบทบาทคนหนึ่งของกลุ่มนีโอคลาสสิก เขากล่าวว่าการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจเป็นสิ่งที่ค่อยเป็นค่อยไป ความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีช่วยให้ผลผลิตเพิ่มขึ้นได้ ทำให้รายได้เพิ่มขึ้น การเพิ่มของแรงงานจะมีความสัมพันธ์กับการเพิ่มประชากร การแข่งขันกันระหว่างการสะสมทุนกับการเพิ่มขึ้นของประชากรจะเป็นตัวกำหนดการขยายตัวของระบบเศรษฐกิจ หากทุนเพิ่มขึ้นในอัตราที่สูงกว่าการเพิ่มประชากร รายได้ประชาชาติ และรายได้ต่อหัวจะเพิ่มขึ้น การพัฒนาเทคโนโลยี การทดแทนกันได้ระหว่างทุนและแรงงาน จะทำให้ประสิทธิภาพส่วนเพิ่มของทุนไม่ลดลง (ชัยยุทธ ปัญญาสวัสดิ์สุทธิ์, 2547)

นักคิดคนสำคัญได้แก่ Robert Solow และ Trevor Swan ทั้งสองได้เสนอแบบจำลองในปี 1956 โดยใช้แนวคิดเรื่องสมการการผลิตที่มีผลตอบแทนต่อขนาดแบบคงที่ (Constant Returns to Scale) ซึ่งหมายความว่า ผลตอบแทนต่อการใช้จ่ายการผลิตมีลักษณะลดน้อยถอยลง (Diminishing Returns to each Input) และใช้จ่ายการผลิตสามารถทดแทนกันได้แบบต่อเนื่อง (ทั้งสามลักษณะเป็นข้อสมมติที่นักเศรษฐศาสตร์นีโอคลาสสิกใช้) แบบจำลอง Solow-Swan เสนอว่า อัตราการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจจะหยุดชะงักหากไม่มีการปรับปรุงเทคโนโลยีให้ก้าวหน้าอยู่เสมอ ระบบเศรษฐกิจจะเจริญเติบโตตามแนวโน้มของการเจริญเติบโตในระยะยาว โดยผลผลิตของระบบเศรษฐกิจจะเติบโตในอัตราเดียวกันกับอัตราเพิ่มของปัจจัยทุนและอัตราเพิ่มของปัจจัยแรงงานด้วย ณ ระดับคุณภาพในระยะยาวตามหลักการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจของนักเศรษฐศาสตร์สำนักนีโอคลาสสิก ตัวแปรที่มีผลต่อการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจ คือ อัตราการออม หรือการสะสมทุน จะส่งผลต่อการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจ ดังภาพที่ 4



ภาพที่ 4 คุณภาพการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจของนักเศรษฐศาสตร์สำนักคลาสสิก
ที่มา: Brandson (1989)

3. ทฤษฎีการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจแนวใหม่ (New Growth Theory or Endogenous Growth Theory)

ทฤษฎีการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจแนวใหม่นี้เริ่มจากการพยายามสร้างแบบจำลองเพื่อให้เทคโนโลยีถูกกำหนดภายใต้แบบจำลอง แต่ยังคงใช้กรอบของนีโอคลาสสิก จนไปถึงแนวคิดของทฤษฎีใหม่ที่ละทิ้งกรอบข้อสมมติของนีโอคลาสสิก การใส่แนวคิดเรื่องการคิดค้นเทคโนโลยีหรือนวัตกรรมเข้าไปในแบบจำลองสำนักนีโอคลาสสิก ไม่อาจกระทำได้ง่าย เนื่องจากการพยายามรักษาข้อสมมติตลาดแข่งขันสมบูรณ์ไว้ในแบบจำลอง หากผู้สร้างแบบจำลองต้องการให้ความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีเป็นผลจากการตัดสินใจของหน่วยผลิต การคิดค้น ต้องได้รับผลตอบแทนเช่นเดียวกับการใช้ปัจจัยทุน และปัจจัยแรงงาน ความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีในโลกแห่งความเป็นจริงนั้นเป็นได้ทั้งในรูปของการเพิ่มทุนสะสมอยู่ในปัจจัยทุน และแรงงาน

ชัยยุทธ ปัญญาสวัสดิ์สุทธิ์ (2547 อ้างถึง Lucas, 1988) จึงได้ตีความการเปลี่ยนแปลงของเทคโนโลยีที่ถูกกำหนดจากภายนอกว่าเป็นผลพวงมาจากทุนมนุษย์ (Human Capital) ความคิดเบื้องหลังคือ ความก้าวหน้าทางเทคโนโลยี (Technical Progress) กับการพัฒนาความรู้ (Advancement of Knowledge) เป็นเรื่องยากที่จะแยกขาดออกจากกัน Lucas จึงได้ตีความทุนมนุษย์ว่าคือ ความรู้ความชำนาญโดยเฉลี่ยที่มีอยู่ในแรงงาน ซึ่งทุนมนุษย์จะมีมากขึ้นเมื่อคนในสังคมส่วนใหญ่มีทักษะสูงหรือมีทุนมนุษย์มากขึ้น ซึ่งแสดงว่าการผลิตของหน่วยผลิตนอกจากจะขึ้นกับระดับการใช้ทุนมนุษย์แล้วยังขึ้นกับระดับทุนมนุษย์โดยเฉลี่ยต่อหัวของระบบเศรษฐกิจด้วย

การนำเสนอแนวคิดเรื่องทุนมนุษย์ ก่อให้เกิดการทบทวนความสามารถในการใช้แนวคิดแบบนีโอคลาสสิกในการอธิบายอัตราการเติบโตทางเศรษฐกิจของประเทศต่างๆ โดยการผนวกเอาปัจจัยทุนมนุษย์เข้าไว้ในสมการการผลิตโดยอาศัยแบบจำลองของ Solow แต่เพิ่มทุนมนุษย์ให้เป็นปัจจัยการผลิตอีกชนิดหนึ่ง ผลการศึกษาโดยใช้ข้อมูลจาก 98 ประเทศได้ข้อสรุปว่าความแตกต่างของรายได้ของนานาประเทศสามารถอธิบายได้จากความแตกต่างที่เกิดจากการสะสมทุนกายภาพและทุนมนุษย์ แบบจำลองของ Lucas (1988) ชัยยุทธ ปัญญาสวัสดิ์สุทธิ์ (2547 อ้างถึง Lucas, 1988) ที่นำเสนอแนวคิดของทุนมนุษย์สามารถแสดงได้ดังนี้ กำหนดให้สมการการผลิต ดังนี้

$$Y = AK^\alpha L^\beta H^{1-\alpha-\beta} \quad \text{สมการที่ 2}$$

โดยที่ Y คือ ผลผลิต, K คือ ทุนทางกายภาพ, L คือ แรงงาน, H คือ ทุนมนุษย์ และ $\alpha, \beta, 1-\alpha-\beta$ คือ ค่าสัมประสิทธิ์ของปัจจัยการผลิตแต่ละชนิด ตามลำดับ โดยที่ค่าสัมประสิทธิ์ α, β มีค่าอยู่ระหว่าง 0 ถึง 1 และค่า $(\alpha + \beta)$ มีค่าน้อยกว่า 1 ซึ่งทุนมนุษย์นั้นได้มาจากการสะสมของความรู้ความชำนาญ ซึ่งมาจากการลงทุนในตัวมนุษย์ เช่น การมีสุขภาพอนามัยที่ดีขึ้น หรือ การศึกษาในระดับที่สูงขึ้น

จากทฤษฎีการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจแนวใหม่ ระบบเศรษฐกิจสามารถเอาชนะภาวะผลตอบแทนที่ลดน้อยถอยลงได้ และยังคงเกิดความเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจต่อไปอย่างยั่งยืน ผ่านความก้าวหน้าทางเทคโนโลยี และคุณภาพของมนุษย์ ดังภาพที่ 5 แสดงถึงการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจจากความก้าวหน้าทางด้านเทคนิคที่เพิ่มพูนให้กับแรงงาน ทำให้ k (ทุนต่อหัว) และ y (รายได้ต่อหัว) เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง



ภาพที่ 5 คุณลักษณะการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจของนักเศรษฐศาสตร์สำนักนีโอคลาสสิก
ที่มา: Van Den Berg (2001)

จากภาพที่ 5 เดิมระบบเศรษฐกิจมีคุณลักษณะ (Steady State) อยู่ที่ k_1 และ y_1 เมื่อระบบเศรษฐกิจมีความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีจะทำให้ฟังก์ชันการผลิตเคลื่อนจาก $f_1(k)$ เป็น $f_2(k)$ และเปลี่ยนสมการการออมจาก $\sigma f_1(k)$ เป็น $\sigma f_2(k)$ ทำให้เกิดจุดคุณลักษณะใหม่ที่ k_2 และ y_2 จากเงื่อนไขที่กำหนดให้สิ่งอื่นๆ ไม่เปลี่ยนแปลง หรือ อัตราการออม การเพิ่มขึ้นของประชากร และค่าเสื่อม คงที่แล้วแสดงจากความชันของ $(\delta + n)k$ ที่คงที่ในแต่ละคุณลักษณะสิ่งเดียวที่เปลี่ยนแปลงคือความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีซึ่งทำให้สมการการผลิตเคลื่อนขึ้นไปในระดับที่สูงกว่าอัตราการที่ $f_3(k)$ ทำให้ระบบเศรษฐกิจเกิดคุณลักษณะที่ k_3 และ y_3 แสดงให้เห็นว่าความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีนั้นทำให้เกิดคุณลักษณะใหม่ที่มีมากกว่าการเปลี่ยนแปลงของการออม ค่าเสื่อม และการเพิ่มขึ้นของประชากร

ทฤษฎีการผลิต (Theory of Production)

ฟังก์ชันการผลิต (Production Function) แสดงความสัมพันธ์ระหว่างผลผลิต และปัจจัยการผลิต หรืออาจกล่าวได้ว่าฟังก์ชันการผลิตเป็นผลผลิตสูงสุดที่ได้รับจากการกำหนดปัจจัยการผลิตให้ภายใต้ความรู้ทางเทคนิคที่ถูกกำหนดไว้ เมื่อสภาพการผลิตดีขึ้น มีการพัฒนาความรู้ทางเทคนิค ฟังก์ชันการผลิตก็จะเลื่อนสูงขึ้น และผลผลิตที่มีประโยชน์ก็จะมากขึ้นฟังก์ชันการผลิตสามารถแสดงได้ในลักษณะดังต่อไปนี้คือ

$$Y = f(X_1, X_2, \dots, X_n)$$

โดยที่ Y คือ ปริมาณของผลผลิต

X_1, X_2, \dots, X_n คือ ปริมาณการใช้ปัจจัยการผลิตชนิดต่าง ๆ

ดังนั้นฟังก์ชันการผลิตจึงหมายถึงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณปัจจัยที่ใช้ในการผลิตกับผลผลิตที่ผลิตออกมาในช่วงระยะเวลาหนึ่ง

ถ้ากำหนดให้ $Y = f(X_1, X_2)$ คือความสัมพันธ์ดังกล่าวเป็นกระบวนการผลิตซึ่งผู้ประกอบการใช้ปัจจัยผันแปรสองชนิด คือ (X_1 และ X_2) ฟังก์ชันการผลิตแสดงให้เห็นถึงปริมาณของผลผลิต (Y) ในฐานะที่เป็นฟังก์ชันของปริมาณของปัจจัยผันแปร (X_1 และ X_2) ระดับของปัจจัยการผลิตและผลผลิตนั้นจะเป็นการหมุนเวียน (Rate of Flow) ต่อหน่วยของเวลา ระยะเวลาที่การหมุนเวียนของระดับปัจจัยและผลผลิตที่กำหนดให้ขึ้นอยู่กับข้อจำกัดทั่ว ๆ ไปสามประการ ดังนี้ (Nicholson, 1978)

1. ระยะเวลาสั้นมากจนกระทั่งผู้ประกอบการไม่สามารถเปลี่ยนระดับการใช้ปัจจัยการผลิตที่ได้
2. ระยะเวลาสั้นพอเพียงจนกระทั่งไม่สามารถจะเปลี่ยนแปลงรูปร่างของฟังก์ชันการผลิตไปตามการปรับปรุงด้านเทคนิคได้
3. ระยะเวลาสั้นพอที่จะเปิดโอกาสให้กรรมวิธีทางด้านเทคนิคที่จำเป็นสำเร็จลุล่วงไปได้

ความก้าวหน้าทางเทคโนโลยี

แนวความคิดจากแบบจำลองของ Solow-Swan นั้นให้เทคโนโลยีถูกกำหนดมาจากภายนอกแบบจำลอง แต่แนวความคิดใหม่ที่เกี่ยวข้องกับความจริงเติบโตทางเศรษฐกิจ ซึ่งแตกต่างจากแนวความคิดของ Solow กล่าวคือ เทคโนโลยีได้ถูกกำหนดมาจากภายในแบบจำลองอย่างไม่

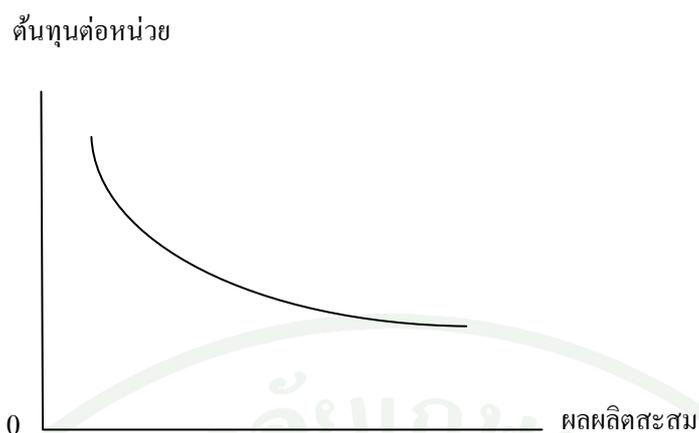
สามารถแยกออกจากแบบจำลองได้ เรียกว่า “Model of Endogenous Technological Progress” (Van Den Berg, 2001) โดยมีเหตุผลสนับสนุน ดังนี้

1. ความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีเปรียบเสมือนเป็นผลพลอยได้จากการลงทุน
(Technological Progress as an Externality to Investment)

ความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีในแบบจำลองการเจริญเติบโตนี้มาจากสองส่วน ได้แก่ ส่วนที่หนึ่ง ความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีเป็นผลกระทบภายนอกทางบวก (Positive Externality) ที่ได้มาจากผลิตภัณฑ์ และส่วนที่สอง คือความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีเป็นผลมาจากการลงทุนในการวิจัยและพัฒนา โดยซุมปีเตอร์ มองว่าการเกิดความก้าวหน้าทางเทคนิคนั้นต้องผ่าน 3 ขั้นตอน คือ การค้นพบความรู้ใหม่ (Invention) การนำความรู้ใหม่มาใช้ (Adoption) และการกระจายความรู้ใหม่ (Diffusion) ในขั้นตอนแรกต้องมีการค้นพบความรู้ใหม่ๆ ซึ่งอาจเป็นในรูปความคิด เครื่องมือ สินค้า กระบวนการผลิต หรือแม้แต่ระบบการผลิต ความรู้ใหม่ๆ ที่ค้นพบ ก็จะเข้าสู่ขั้นตอนที่สอง คือ การนำความรู้มาใช้ในการผลิต เริ่มแรกอาจมีการใช้ในหน่วยธุรกิจหรืออุตสาหกรรมเดียว ต่อมาอาจมีการเลียนแบบหรือดัดแปลงความรู้หรือเทคนิคใหม่นั้น ไปใช้ในหน่วยธุรกิจหรืออุตสาหกรรมอื่นบ้าง ส่วนขั้นตอนที่สามเป็นการกระจายความรู้ หรือการกระจายของความรู้หรือเทคนิคใหม่ออกไปสู่ระบบเศรษฐกิจ

2. ความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีเป็นผลมาจากการเรียนรู้ (Learning by Doing)

อดัม สมิทท์ ได้กล่าวถึงการแบ่งงานกันทำ (Division of Labor) ถ้าแรงงานทำงานเพียงหน้าที่เดียวจะทำให้เกิดความชำนาญในการผลิต ประสิทธิภาพของแรงงานจะสูงขึ้นและทำให้ผลผลิตเพิ่มขึ้น นั่นคือ อาจกล่าวได้ว่าเป็นการเรียนรู้โดยผ่านการลงมือทำ จากภาพที่ 6 แสดงถึงต้นทุนต่อหน่วยของการผลิตซึ่งจะลดลงเมื่อมีการสะสมของผลผลิตที่มากขึ้น หรือเกิดความชำนาญโดยผ่านกระบวนการเรียนรู้



ภาพที่ 6 Learning Curve

ที่มา: Van Den Berg (2001)

3. ความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีเป็นผลมาจากต้นทุนของการคิดค้นนวัตกรรมใหม่ (Cost of Innovative Activity)

ซุมปีเตอร์ มีความเห็นเกี่ยวกับการพัฒนาเศรษฐกิจว่ามีลักษณะเปลี่ยนแปลงเคลื่อนไหวขึ้นลงแบบวัฏจักร แต่ไม่ต่อเนื่องกัน โดยมีลักษณะการเจริญเติบโตแบบไม่มีเสถียรภาพ แต่ในกระบวนการระยะยาวแล้ว จะมีผลทำให้ระบบเศรษฐกิจเจริญก้าวหน้าขึ้นไปเรื่อย ๆ ทั้งนี้ซุมปีเตอร์ได้เน้นความสำคัญของนวัตกรรม และผู้ประกอบการที่มีบทบาทต่อกระบวนการพัฒนา เนื่องจากผู้ประกอบการจะทำการคิดค้นนวัตกรรม เพื่อก่อให้เกิดปัจจัยการผลิตและผลผลิตแบบใหม่ ๆ ขึ้นมา รวมทั้งพยายามแสวงหาตลาดใหม่ แสวงหาแหล่งวัตถุดิบใหม่ และจัดองค์การธุรกิจใหม่ให้มีประสิทธิภาพในการบริหารงานมากยิ่งขึ้น ยิ่งมีการคิดค้นนวัตกรรมใหม่มาทดแทนนวัตกรรมเก่า จะยิ่งทำให้เกิดการพัฒนา เรียกว่า Creative Destruction จากบทบาทในการลงทุนเพื่อก่อให้เกิดการประดิษฐ์คิดค้นสิ่งใหม่ ๆ ขึ้นมาในระบบเศรษฐกิจดังกล่าว ซึ่งจะส่งผลทำให้ระบบเศรษฐกิจมีการเปลี่ยนแปลงพัฒนา และก้าวหน้าไปอย่างรวดเร็ว

วิธีการวัดการเปลี่ยนแปลงทางเทคโนโลยี

การวัดการเปลี่ยนแปลงทางเทคโนโลยีจากสมการการผลิต

Robert Solow ได้สร้างทฤษฎีความเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจ โดยอาศัยสมการการผลิตในรูปแบบของ Cobb–Douglas และหาค่าสัมประสิทธิ์ (α , β) ที่มีผลกระทบต่อความเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจ โดยใช้สมการการผลิตได้เพิ่มตัวแปรปัจจัยทุนมนุษย์ ดังนี้

$$Y_i = AK_i^\alpha L_i^\beta H_i^{1-\alpha-\beta} \quad \text{สมการที่ 2}$$

จากสมการที่ 2 สามารถทำให้อยู่ในรูปลอการิทึมได้ดังนี้

$$\ln Y_i = \ln A_i + \alpha \ln K_i + \beta \ln L_i + (1-\alpha-\beta) \ln H_i \quad \text{สมการที่ 3}$$

โดยที่ Y คือ ผลิตภัณฑ์มวลรวมภายในประเทศ ณ ราคาคงที่ ปี พ.ศ. 2531

A คือ ระดับเทคโนโลยีที่นำมาใช้ในการผลิต (Solow residual)

K คือ มูลภัณฑ์ทุน ณ ราคาคงที่ ปี พ.ศ.2531

L คือ จำนวนแรงงาน

H คือ ปัจจัยทุนมนุษย์

α คือ ความยืดหยุ่นของผลผลิตจากปัจจัยทุน

β คือ ความยืดหยุ่นของผลผลิตจากปัจจัยแรงงาน

$1-\alpha-\beta$ คือ ความยืดหยุ่นของผลผลิตจากปัจจัยทุนมนุษย์

i คือ สาขาการผลิต

จากสมการที่ 3 สามารถหาอัตราการเปลี่ยนแปลงของผลผลิตหรือรายได้รวมของประเทศ จาก $\Delta Y/Y$ หรือแทนด้วย r_Y อัตราการเปลี่ยนแปลงของมูลค่าเงินทุนจาก $\Delta K/K$ หรือแทนด้วย r_K อัตราการเปลี่ยนแปลงของแรงงานจาก $\Delta L/L$ หรือแทนด้วย r_L และอัตราการเปลี่ยนแปลงของทุนมนุษย์จาก $\Delta H/H$ หรือแทนด้วย r_H จะได้สมการที่ (4) ดังนี้

$$r_Y = r_A + \alpha r_K + \beta r_L + (1-\alpha-\beta) r_H \quad \text{สมการที่ 4}$$

จากสมการที่ (3) เมื่อทราบค่า α และ β จากการใช้เทคนิคการวิเคราะห์กำลังสองน้อยที่สุด แล้วนำค่าที่ได้มาแทนค่าในสมการที่ (4) โดยเมื่อทราบค่าของ r_Y, r_L, r_K และ r_H สามารถหาค่าของ r_A ได้จาก

$$r_A = r_Y - \alpha r_K - \beta r_L - (1-\alpha-\beta) r_H \quad \text{สมการที่ 5}$$

โดยที่ r_A = อัตราความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีและปัจจัยอื่นๆ ที่เหลือ นอกจากมูลค่าเงินทุนและแรงงาน ($\Delta T/T$)

$$r_Y = \text{อัตราการเปลี่ยนแปลงของผลผลิตหรือรายได้รวมของประเทศ } (\Delta Y/Y)$$

$$r_K = \text{อัตราการเปลี่ยนแปลงของมูลค่าเงินทุน } (\Delta K/K)$$

$$r_L = \text{อัตราการเปลี่ยนแปลงของแรงงาน } (\Delta L/L)$$

$$r_H = \text{อัตราการเปลี่ยนแปลงของทุนมนุษย์ } (\Delta H/H)$$

ถ้าค่า $r_A > 0$ แสดงว่ามีการเปลี่ยนทางเทคโนโลยี และการเปลี่ยนแปลงทางเทคโนโลยีมีผล ทำให้ผลผลิตเพิ่มขึ้นในอัตราที่เพิ่มขึ้น

ถ้าค่า $r_A = 0$ แสดงว่าไม่มีการเปลี่ยนทางเทคโนโลยี และการเปลี่ยนแปลงทางเทคโนโลยี ไม่ได้มีผลต่อการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจ

ถ้าค่า $r_A < 0$ แสดงว่ามีการเปลี่ยนทางเทคโนโลยี และการเปลี่ยนแปลงทางเทคโนโลยีมีผลทำให้ผลผลิตเพิ่มขึ้นในอัตราที่ลดลง

สมการการผลิตแบบ Cobb-Douglas ประกอบด้วยคุณสมบัติดังนี้ (วีรัญญา ภัทรสุข, 2536)

1. สมการแบบ Cobb-Douglas สามารถแสดงถึงความยืดหยุ่นของปัจจัยการผลิตได้เพราะค่าสัมประสิทธิ์ในกรณีของสมการการผลิต เป็นความยืดหยุ่นของผลผลิตต่อการใช้ปัจจัยการผลิต
2. ผลรวมของค่าความยืดหยุ่น หรือค่าสัมประสิทธิ์ของปัจจัยการผลิต แสดงถึงผลตอบแทนต่อขนาดการผลิต ซึ่งเป็นไปตามข้อสมมติทางทฤษฎีการผลิตโดยทั่วไปภายใต้การแข่งขันสมบูรณ์ ซึ่งจะเป็ประโยชน์ในการตัดสินใจของผู้ผลิตในการขยายขนาดการผลิต และค่าความยืดหยุ่นของการผลิตนี้จะช่วยบอกถึงประสิทธิภาพของปัจจัยการผลิตนั้นๆ ด้วย
3. ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานต่าง ๆ จะมีค่าน้อยลง หากเปลี่ยนข้อมูลต่าง ๆ ให้อยู่ในรูปของลอการิทึมก่อน ดังนั้นค่าความคลาดเคลื่อนของข้อมูลที่น่ามาใช้คำนวณจึงมีค่าน้อยลง และทำให้ระดับความเชื่อมั่นมากขึ้นด้วย
4. ค่าความยืดหยุ่นของผลผลิตจากการใช้ปัจจัยการผลิตแต่ละชนิดคงที่ตลอดในทุกระดับของการใช้ปัจจัยการผลิต และผลบวกของค่าความยืดหยุ่นของแต่ละปัจจัยการผลิต คือ $\alpha + \beta$ จะแสดงถึงผลตอบแทนต่อขนาดการผลิตใน 3 ลักษณะดังนี้
 - (1) ถ้า $\alpha + \beta > 1$ แสดงถึงผลตอบแทนต่อขนาดการผลิตเพิ่มขึ้น หมายความว่า ถ้าเพิ่มปัจจัยการผลิตทุกชนิดในสัดส่วนที่เท่ากันเข้าไปในกระบวนการผลิต เช่น อีกร้อยละ 1 จะทำให้ผลผลิตทั้งหมดเพิ่มขึ้นมากกว่าร้อยละ 1
 - (2) ถ้า $\alpha + \beta = 1$ แสดงถึงผลตอบแทนต่อขนาดการผลิตคงที่ หมายความว่า ถ้าเพิ่มปัจจัยการผลิตทุกชนิดในสัดส่วนที่เท่ากันเข้าไปในกระบวนการผลิต เช่น อีกร้อยละ 1 จะทำให้ผลผลิตทั้งหมดเพิ่มขึ้นเท่ากับร้อยละ 1

(3) ถ้า $\alpha + \beta < 1$ แสดงถึงผลตอบแทนต่อขนาดการผลิตลดลง หมายความว่า ถ้าเพิ่มปัจจัยการผลิตทุกชนิดในสัดส่วนที่เท่ากันเข้าไปในกระบวนการผลิต เช่นอีกร้อยละ 1 จะทำให้ผลผลิตทั้งหมดเพิ่มขึ้นน้อยกว่าร้อยละ 1

5. สามารถบอกลักษณะการเปลี่ยนแปลงของเทคโนโลยีที่นำมาใช้ โดยพิจารณาจากสัดส่วนของ MPK/MPL หรือค่า α / β ว่ามีลักษณะเป็นการเปลี่ยนแปลงทางเทคโนโลยีแบบเป็นกลาง (Neutral Technological Change) หรือเป็นการเปลี่ยนแปลงทางเทคโนโลยีแบบไม่เป็นกลาง (Non-neutral Technological Change) โดยที่ถ้าสัดส่วนของ α / β คงเดิม จะเป็นการเปลี่ยนแปลงแบบเป็นกลางถ้าสัดส่วนของ α / β เปลี่ยนแปลงไปจะเป็นการเปลี่ยนแปลงแบบไม่เป็นกลาง โดยถ้าค่า α / β เพิ่มขึ้นจะเป็นการเปลี่ยนแปลงแบบประหยัดทุนหรือแบบใช้แรงงาน แต่ถ้าค่า α / β ลดลงจะเป็นการเปลี่ยนแปลงแบบประหยัดแรงงานหรือแบบใช้ทุน

การใช้ Dummy variable เป็นตัววัด

วิธีใช้ Dummy variable เป็นตัววัดนี้ได้รับการพัฒนามาจากวิธีของ Solow และนิยมใช้กันมากในการศึกษาเรื่องเกี่ยวกับเปลี่ยนแปลงทางเทคโนโลยี (วรัญญา กัทรสุข, 2536) โดยใช้สมการการผลิต ดังนี้

$$Q = A_t K_t^\alpha L_t^{\alpha-1}$$

สมการที่ 6

โดยที่ Q คือ ปริมาณผลผลิต

K คือ ปริมาณทุน

L คือ จำนวนแรงงาน

A คือ ระดับของเทคโนโลยี

t คือ เวลา

α คือ ความยืดหยุ่นของผลผลิตต่อทุน

หารสมการที่ 6 ด้วย L และ take log จะได้

$$\ln q_t = \ln A_t + \ln K_t \quad \text{สมการที่ 7}$$

โดยที่ $q_t = Q/L_t$ และ $k_t = K/L_t$

ในการวัดอัตราการเปลี่ยนแปลงทางเทคโนโลยีจะใช้ Dummy variable (D) ลงไปในสมการที่ 8 ดังนี้

$$\ln q_t = \ln A_t + \ln K_t + rD_t \quad \text{สมการที่ 8}$$

โดยที่ r คือ อัตราการเปลี่ยนแปลงทางเทคโนโลยี

ซึ่งในสมการที่ 8 นั้นหมายความว่า การเปลี่ยนแปลงในประสิทธิภาพของการผลิตของอุตสาหกรรมเป็นผลจากการเปลี่ยนแปลงในอัตราส่วนทุนต่อแรงงานและการเพิ่มขึ้นในประสิทธิภาพของแรงงานในอัตรา r ถ้าทดสอบทางสถิติแล้วปรากฏว่า r นั้นสำคัญ จะสามารถสรุปได้ว่าอุตสาหกรรมที่พิจารณานั้นมีการเปลี่ยนแปลงทางเทคโนโลยีขึ้นเท่ากับ r เปอร์เซ็นต์

วิธีการวัดทุนมนุษย์

จากการตรวจสอบเอกสารเกี่ยวกับวิธีการวัดทุนมนุษย์พบว่า การวัดทุนมนุษย์แบ่งออกเป็น 2 วิธีหลัก คือ วัดทุนมนุษย์จากการเปลี่ยนแปลงของปริมาณการศึกษาซึ่งแฝงอยู่ในกำลังของแรงงาน และ วัดทุนมนุษย์จากการเปลี่ยนแปลงของโครงสร้างอาชีพในสังคม โดยให้น้ำหนักของแต่ละกลุ่มอาชีพตามระดับของทักษะ ซึ่งเปลี่ยนจากปีการศึกษาเฉลี่ยเป็นหน่วยทางการเงิน โดยการใช้อัตราผลตอบแทนจากระดับการศึกษามาวัดทุนมนุษย์ ดังนี้

1. วัดทุนมนุษย์จากการเปลี่ยนแปลงของปริมาณการศึกษา มีวิธีการวัดหลายรูปแบบ ดังนี้

ในระยะแรกวัดจากการเปลี่ยนแปลงของปริมาณการศึกษาที่แฝงอยู่ในกำลังแรงงานในทฤษฎีการเจริญเติบโต วิธีการของสำนักนีโอคลาสสิกไม่ได้คำนวณทุนมนุษย์อย่างชัดเจนในวิธีการของ Solow ($Y = AK^\alpha L^{\beta}$) โดยการคำนวณทุนมนุษย์จากกำลังแรงงานภายใต้ข้อสมมติว่าไม่มีความ

แตกต่างกันทางด้านคุณภาพแรงงาน (Homogeneity) อย่างไรก็ตาม ในระยะต่อมาได้ตระหนักถึงความสำคัญของการสะสมความชำนาญในรูปของการสะสมทุนมนุษย์ ผ่านทางการปรับปรุงคุณภาพของแรงงาน และการสะสมทุนได้รับการยอมรับว่าเป็นปัจจัยที่ปรากฏในการเคลื่อนย้ายของสมการการผลิต ภายหลังจากศึกษาวิธีนี้จึงได้ปรับปรุงมาใช้ข้อมูลกำลังแรงงานภายใต้ข้อสมมติใหม่ ว่า คุณภาพของแรงงานนั้นมีความแตกต่างกัน (Heterogeneity) นั่นคือแรงงานสามารถเพิ่มพูนทักษะได้โดยแยกตามหมวดหมู่ของลักษณะเฉพาะ เช่น การศึกษา เพศ อายุ และอาชีพ เป็นต้น (Ludger, 2000)

2. การวัดทุนมนุษย์จากการเปลี่ยนแปลงของโครงสร้างอาชีพในสังคม

วิธีนี้เป็นการพิจารณาว่าสัดส่วนของแต่ละกลุ่มอาชีพในสังคมนั้นเปลี่ยนแปลงไปอย่างไรโดยมีการถ่วงน้ำหนักแต่ละกลุ่มอาชีพไว้ตามทักษะ โดยใช้อัตราค่าจ้างเป็นเกณฑ์สำหรับการกำหนดน้ำหนักของแต่ละอาชีพ หากแนวโน้มของอาชีพที่ใช้ฝีมือสูง (Skilled Job) เพิ่มขึ้น แสดงว่ามีทุนมนุษย์เพิ่มขึ้น

ตัวชี้วัดของการศึกษา

ตัวชี้วัดด้านการศึกษาบอกรายถึงการพัฒนาศึกษาทั้งทางด้านปริมาณ คุณภาพ และการกระจายตัวของการศึกษา แบ่งเป็น 2 ลักษณะคือ ตัวชี้วัดในลักษณะของผลสะสมทางการศึกษา (Stock of Education) และผลการเคลื่อนไหวในแต่ละช่วงเวลา (Flow of Education) ดังนี้

1. ตัวชี้วัดในลักษณะของผลสะสมทางการศึกษา เปรียบเสมือนการสะสมความมั่งคั่งที่ไม่เป็นเพียงแต่เป็นการลงทุนเพื่อพัฒนาทรัพยากรมนุษย์ในแง่ของฝีมือ แต่ยังเป็นการเสริมสร้างให้คนมีทักษะในการปฏิบัติภารกิจตามบทบาทในสังคมได้อย่างเหมาะสม ตลอดจนเป็นการปรับปรุงคุณภาพชีวิต ตัวชี้วัดในลักษณะผลสะสมทางการศึกษามีดังนี้

1.1 อัตราการรู้หนังสือ (Literacy Rate) เป็นร้อยละของประชากรที่ตั้งแต่อายุ 15 ปีขึ้นไป ที่สามารถอ่านออกเขียนได้ โดยคิดเป็นร้อยละจากจำนวนประชากรทั้งหมด ด้วยเหตุที่มีวิธีการให้คำจำกัดความและประเมินผลการรู้หนังสือที่มีลักษณะแตกต่างกันออกไปจึงเป็นผลให้เกิดผลลัพธ์ที่แตกต่างกันของตัวเลขของจำนวนประชากรที่รู้หนังสือในแต่ละประเทศ การวิเคราะห์ด้วยวิธี growth regression ในปี 1990-1999 วิเคราะห์ภายใต้ทฤษฎีการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจแนว

ใหม่ ซึ่งพิจารณาทุนมนุษย์แยกออกจากสมการการผลิต โดยใช้อัตราการรู้หนังสือเป็นตัวชี้วัดทุนมนุษย์ ซึ่ง Summers and Heston (1988, 1991 cited in Ludger, 2000) เป็นผู้ริเริ่มการใช้วิธีนี้ในการคำนวณหาทุนมนุษย์ โดยใช้อัตราการอ่านออก เขียนได้ ของผู้ใหญ่ และสัดส่วนการลงทะเบียนศึกษาต่อ (School Enrollment Ratios) เป็นตัวแทน (Proxy)

1.2 ระดับการศึกษาสูงสุดที่ได้รับ (Education Attainment) จากวิธีอัตราการรู้หนังสือของผู้ใหญ่นั้น ยังคงไม่มีความสมบูรณ์ของทั้งการเป็นตัวแทน และแนวคิด (Concept) ที่เกี่ยวข้องกับทฤษฎีทุนมนุษย์จึงได้มีการพัฒนาตัวแทนในการวัดทุนมนุษย์ขึ้น โดยดัชนีที่ใช้วัดผลสัมฤทธิ์ทางการศึกษา คือ จำนวนปีการศึกษาเฉลี่ยที่แรงงานได้รับ (Average Year of Schooling) โดยเปรียบได้กับทรัพย์สินทางปัญญาของประเทศที่เกิดขึ้นจากการลงทุนในมนุษย์ ดังนั้นการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการศึกษา คือ เป็นการประเมินค่าผลสะสมทางการศึกษาที่เกิดจากการลงทุนในตัวมนุษย์ และเป็นการประเมินระดับความรู้ ทักษะในระดับที่สูงที่สุดของคนในประเทศ ซึ่งส่งผลโดยตรงต่อประสิทธิภาพและขีดความสามารถในการแข่งขันของประเทศ ทั้งนี้ได้รวมถึงการศึกษานอกระบบหรือเทียบเท่า

2. ตัวชี้วัดในลักษณะผลการเคลื่อนไหวในแต่ละช่วงเวลา (Flow of Education) เป็นการแสดงให้เห็นถึงกระบวนการแสวงหาความรู้ หรือ เป็นตัวชี้วัดที่แสดงการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นจากการศึกษา ดังนี้

2.1 อัตราการลงทะเบียนศึกษาต่อ (School Enrollment Ratio) คือ อัตราที่แสดงสัดส่วนของนักเรียนในระดับชั้นหนึ่งที่ได้เลื่อนชั้นและยังคงเรียนต่อเปรียบเทียบกับจำนวนนักเรียนในปีการศึกษาที่ผ่านมา จากการศึกษาของ Barro (1991 cited in Ludger, 2000) ได้ใช้ตัวแปรที่วัดจากจำนวนนักเรียนที่ลงทะเบียน ณ ระดับการศึกษานั้นๆ เปรียบเทียบกับจำนวนประชากรทั้งหมดที่อยู่ในช่วงอายุที่ใกล้เคียงกัน

2.2 อัตราการเข้าเรียนของนักเรียนสุทธิ (Net Enrollment Ratio) คือ สัดส่วนจำนวนนักเรียนที่ลงทะเบียนเข้ารับการศึกษาที่มีความสอดคล้องกับกลุ่มอายุเทียบกับจำนวนประชากรในกลุ่มอายุเดียวกัน

2.3 อัตราการเข้าเรียนของนักเรียน (Gross Enrollment Ratio) คือสัดส่วนจำนวนนักเรียนที่ลงทะเบียนเข้ารับการศึกษาน การศึกษาระดับหนึ่ง โดยไม่ได้คำนึงถึงว่านักเรียนในระดับชั้นนั้นๆ จะมีอายุที่มากกว่าเกณฑ์ หรือต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนด

2.4 อัตราการออกจากโรงเรียน (Dropout Rate) คือสัดส่วนของนักเรียนที่ลงออกจากโรงเรียนในระหว่างปีการศึกษาเทียบกับจำนวนนักเรียนทั้งหมดที่ลงทะเบียนเรียน

การทดสอบความเป็นเหตุเป็นผล (Causality Test)

ในการทดสอบความเชื่อมโยงระหว่างตัวแปรแต่ละตัวนั้น เทคนิคที่นำมาใช้คือ Granger Causality Test ซึ่งเป็นการทดสอบทางสถิติในเรื่องของความเป็นเหตุเป็นผลระหว่างข้อมูลอนุกรมเวลา 2 ชุด กล่าวคือ ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร 2 ชุด (X และ Y) ถ้า X เป็นต้นเหตุของการเปลี่ยนแปลงใน Y เราน่าจะพบว่า การเปลี่ยนแปลงใน X ซึ่งนำการเปลี่ยนแปลงใน Y ในทางสถิติ เราจะทดสอบสาเหตุดังกล่าวโดยใช้สมการถดถอยของ Y ที่มีตัวแปรอธิบายเป็นค่าในอดีตของ Y เอง และทดสอบว่าค่าในอดีตของตัวแปร X จะสามารถอธิบายความแปรปรวนใน Y ได้ดีขึ้นหรือไม่ แต่ในขณะเดียวกัน Y ก็ไม่ควรจะอธิบาย X ได้ ในลักษณะเดียวกัน มิเช่นนั้นแล้วจะเกิดกรณีที่ X สามารถอธิบาย Y ได้และ Y สามารถอธิบาย X ได้ ซึ่งเท่ากับว่าทั้ง 2 ฝ่ายต่างเป็นเหตุผลของกันและกันในการทดสอบว่า X เป็นต้นเหตุของ Y หรือไม่ เราสามารถทดสอบได้โดยใช้สมมติฐานว่าง (Null Hypothesis) ดังนี้

H_0 : X ไม่ได้เป็นต้นเหตุของ Y (หรือสมการถดถอยที่มีขีดจำกัด)

Restricted Regression: $Y_t = \sum_{i=1}^m \alpha_i Y_{t-i} + \mu_t$ สมการที่ 9

การทดสอบสมการถดถอยที่ไม่มีข้อจำกัด (Unrestricted Regression) โดยใช้ข้อมูลในอดีตของ X เป็นตัวแปรอธิบายเพิ่มเติม ดังนี้

Unrestricted Regression: $Y_t = \sum_{i=1}^m \alpha_i Y_{t-i} + \sum_{i=1}^m \beta_i X_{t-i} + \mu_t$ สมการที่ 10

จากนั้นจะใช้ผลรวมค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสอง (Sum of Squared Residuals) จากแต่ละสมการ จำนวนค่า F-statistic และทดสอบว่ากลุ่มของค่าสัมประสิทธิ์ค่า β_i นั้นมีค่ามากกว่าศูนย์

อย่างมีนัยสำคัญหรือไม่ ถ้าเราอมรับสมมติฐานว่าง (ค่า β_i ไม่ได้แตกต่างจากศูนย์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ) แสดงว่า “X ไม่ได้เป็นต้นเหตุของ Y”

นอกจากนี้เราก็ต้องทำการทดสอบต่อไปว่า “Y ไม่ได้เป็นต้นเหตุของ X” หรือไม่ โดยการทดสอบสมการถดถอยที่มีข้อจำกัดและไม่มีข้อจำกัดดังต่อไปนี้

$$\text{Restricted Regression: } X_t = \sum_{i=1}^m \lambda_i X_{t-i} + \mu_t \quad \text{สมการที่ 11}$$

$$\text{Unrestricted Regression: } X_t = \sum_{i=1}^m \alpha_i X_{t-i} + \sum_{i=1}^m \beta_i Y_{t-i} + \mu_t \quad \text{สมการที่ 12}$$

ในการที่จะสรุปว่า X เป็นต้นเหตุของ Y เราต้องปฏิเสธสมมติฐานที่ว่า “X ไม่ได้เป็นต้นเหตุของ Y”

อุปทานของทรัพยากรประสิทธิผล

ถึงแม้ทรัพยากรทางกายภาพจะมีอยู่อย่างจำกัด แต่อุปทานของทรัพยากรประสิทธิผลนั้นมีแนวโน้มที่จะเพิ่มขึ้น และมากกว่าทรัพยากรทางกายภาพอันเนื่องมาจากความก้าวหน้าทางเทคโนโลยี (Van Den Berg, 2001) ซึ่งนวัตกรรมทางเทคโนโลยีจะเพิ่มปริมาณผลผลิตด้วยกระบวนการใช้ทรัพยากรการผลิตอย่างมีประสิทธิภาพ (Productivity) ผ่านกระบวนการต่างๆ เช่น ความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีทำให้เกิดการปรับปรุงกระบวนการสกัดวัตถุดิบทำให้มีการใช้ทรัพยากรโดยลดความสูญเสียได้มากขึ้นรวมทั้งเกิดการนำกลับมาใช้ใหม่พร้อมทั้งฟื้นฟูทรัพยากรไปด้วย จากวิธีการผลิตที่มีประสิทธิภาพนั้นจะทำให้ใช้พลังงานและวัตถุดิบในการผลิตในปริมาณที่ลดลงหรือมีการพัฒนาวัสดุ/วัตถุดิบทดแทนมากขึ้น ซึ่งเป็นการเพิ่มทรัพยากรประสิทธิผลขึ้นในอนาคต และขีดจำกัดการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจนั้นจะไม่เกิดขึ้น เนื่องจากทรัพยากรประสิทธิผลนั้นไม่มีความจำกัด

ตัวอย่างการเพิ่มขึ้นของอุปทานของทรัพยากรประสิทธิผล (Supply of Effective Stock)

สังคมสามารถมีอุปทานของทรัพยากรประสิทธิผลเพิ่มขึ้น โดยแสดงได้จากสมการการผลิตดังนี้ (Van Den Berg, 2001)

$$Y = f(N) = 10N$$

สมการที่ 13

จากสมการข้างต้นสมมติให้ N คืออุปทานของทรัพยากรที่ใช้เป็นปัจจัยการผลิต และ Y คือผลผลิตที่ผลิตออกมาโดยที่เทคโนโลยีทำให้ทรัพยากร 1 หน่วยสามารถแปลงให้เกิดผลผลิตได้ 10 หน่วย สมมติว่าถ้าในโลกนี้มีอุปทานของทรัพยากรทางกายภาพจำกัดอยู่ที่ 1,000 หน่วย จากระดับความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีตามสมการที่ 15 โลกก็จะมีอุปทานของทรัพยากรประสิทธิผลเท่ากับ 10,000 หน่วย สามารถแสดงออกมาในรูปแบบต่าง ๆ ของการเพิ่มขึ้นของระดับความก้าวหน้าทางเทคโนโลยี และการมีอยู่ของทรัพยากรได้ 4 กรณี ดังนี้

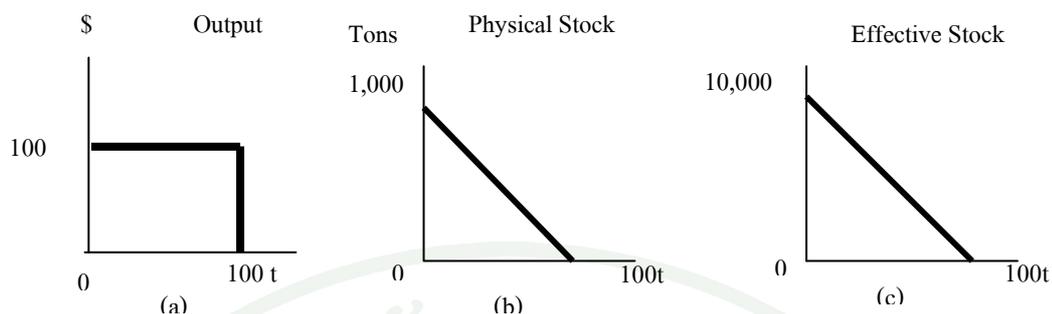
กรณีที่ 1 เมื่อกำหนดให้ความก้าวหน้าทางเทคโนโลยี (T) และจำนวนอุปทานของทรัพยากรทางกายภาพ (Q) คงที่ ($\% \Delta T = \% \Delta Q$) และแต่ละปีมีอัตราการใช้ทรัพยากรที่คงที่เช่นกัน จะทำให้ทั้งอุปทานของทรัพยากรทางกายภาพ และอุปทานของทรัพยากรประสิทธิผลหมดไปในปีที่ 100 ดังแสดงในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 จำนวนทรัพยากรจำกัดกับเทคโนโลยีคงที่ และจำนวนผลผลิตคงที่

Year	Technology	Output	Usage	Physical Stock Remaining	Effective Stock Remaining
	(1)	(2)	(3) = (2)/(1)	(4) = (4) _{t-1} - (3) _t	(5) = (1)·(4)
0	10	100	10	1,000	10,000
1	10	100	10	990	9,900
2	10	100	10	980	9,800
·	·	·	·	·	·
99	10	100	10	10	100
100	10	100	10	0	0

ที่มา: Van Den Berg (2001)

จากตารางที่ 3 สามารถแสดงในรูปของกราฟ ดังภาพที่ 5a แสดงถึงผลผลิตที่คงที่จนถึงปีที่ 100 ทรัพยากรทางกายภาพก็จะลดลงในอัตราที่คงที่และหมดไปในปีที่ 100 ดังภาพที่ 7b และทรัพยากรประสิทธิผลก็จะลดลงในอัตราที่คงที่เช่นกัน และจะเท่ากับ 0 ในปีที่ 100 ดังภาพที่ 7c



ภาพที่ 7 จำนวนทรัพยากรจำกัดกับเทคโนโลยีคงที่ และจำนวนผลผลิตคงที่
ที่มา: Van Den Berg (2001)

กรณีที่ 2 เป็นกรณีที่ความก้าวหน้าทางเทคโนโลยี (T) มากกว่าการเพิ่มขึ้นของผลผลิต (Q) ($\Delta\%T > \Delta\%Q$) เมื่อกำหนดให้มีความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีเท่ากับ ร้อยละ 5 ทุกๆ ปี สมการการผลิต ณ ปีที่ 0 จะเท่ากับสมการที่ 13 และในปีต่อมา สมการการผลิตมีค่า ดังนี้

$$Y_1 = 10(1.05) \dots N = (10.5)N \quad \text{สมการที่ 14}$$

$$Y_2 = 10(1.05)^2 \dots N = (11.03)N \quad \text{สมการที่ 15}$$

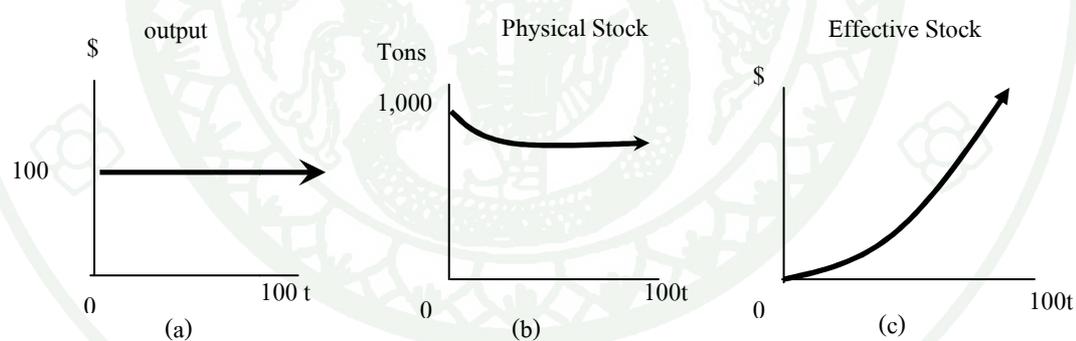
$$Y_t = 10(1.05)^t \dots N \quad \text{สมการที่ 16}$$

สถานการณ์ที่ผลผลิต เท่ากับ 100Y ต่อปี ในขณะที่มีความก้าวหน้าทางเทคโนโลยี ร้อยละ 5 ต่อปี ทำให้ทรัพยากรประสิทธิผลเพิ่มขึ้น แสดงโดย ตารางที่ 4 และภาพที่ 8 ดังนี้

ตารางที่ 4 จำนวนทรัพยากรจำกัด จำนวนผลผลิตคงที่ และความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีเพิ่มขึ้น ร้อยละ 5 ต่อปี

Year	Technology	Output	Usage	Physical Stock Remaining	Effective Stock Remaining
	(1)	(2)	(3) = (2)/(1)	(4) = (4) _{t-1} - (3) _t	(5) = (1) - (4)
0	10	100	10	1,000	10,000
1	10.5	100	9.52	981.4	10,400
2	11.03	100	9.07	972.8	10,820
...
100	1,315.01	100	0.08	801.5	1,054,010
↓	↓	↓	↓	↓	↓
∞	∞	100	0	800	∞

ที่มา: Van Den Berg (2001)



ภาพที่ 8 จำนวนทรัพยากรจำกัด จำนวนผลผลิตคงที่ และความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีเพิ่มขึ้น ร้อยละ 5 ต่อปี

ที่มา: Van Den Berg (2001)

จากตารางที่ 4 และภาพที่ 8 แสดงถึงหลังจากปีที่ 100 ทรัพยากรยังคงไม่หมดไป สต็อกของทรัพยากร (Physical Stock Remaining) จากปีที่ 0 จนถึง ปีที่ 100 ลดลงน้อยกว่า ร้อยละ 10 และอุปทานของทรัพยากรประสิทธิผลยังได้เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง เนื่องจากการผลิตผลผลิต (Output) นั้นใช้ทรัพยากรในการผลิตลดลง (N) เนื่องมาจากการมีความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีซึ่งได้ขยายความมั่งคั่งของอุปทานของทรัพยากรประสิทธิผลด้วย (Supply of Effective Resource)

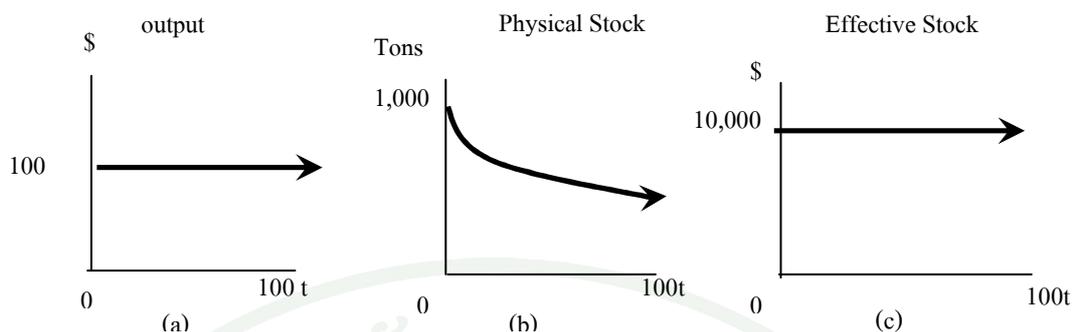
กรณีที่ 3 เป็นกรณีที่มีความก้าวหน้าทางเทคโนโลยี (T) มากกว่าการเพิ่มขึ้นของผลผลิต (Q) ($\Delta\%T > \Delta\%Q$) แต่กรณีนี้ความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีเท่ากับ ร้อยละ 1 ต่อปี เท่านั้น แสดงโดยตารางที่ 5 และภาพที่ 9 ดังนี้

ตารางที่ 5 จำนวนทรัพยากรจำกัด จำนวนผลผลิตคงที่ และความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีเพิ่มขึ้น ร้อยละ 1 ต่อปี

Year	Technology	Output	Usage	Physical Stock Remaining	Effective Stock Remaining
	(1)	(2)	(3) = (2)/(1)	(4) = (4) _{t-1} - (3) _t	(5) = (1)·(4)
0	10	100	10	1,000	10,000
1	10.1	100	9.9	990.1	10,000
2	10.2	100	9.8	980.3	10,000
·	·	·	·	·	·
99	26.78	100	3.73	373.4	10,000
100	27.05	100	3.7	369.7	10,000
↓	↓	↓	↓	↓	↓
∞	∞	100	0	0	10,000

ที่มา: Van Den Berg (2001)

จากตารางที่ 5 แสดงถึงกรณีที่มีความก้าวหน้าทางเทคโนโลยี เท่ากับร้อยละ 1 ต่อปี ในขณะที่ที่มีผลผลิต (output) ที่คงที่ เท่ากับ 100 หน่วย ต่อปี ดังนั้นความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีก็จะมาชดเชยกับอัตราการใช้ไปของทรัพยากรกายภาพ (คอลัมน์ที่ 3) ซึ่งจะเพิ่มจำนวนอุปทานของทรัพยากรประสิทธิผลเท่ากับ ร้อยละ 1 ต่อปี ไม่ให้หมดไป และยังคงที่ ณ 10,000 หน่วย สำหรับทุกๆปี แสดงดังภาพที่ 9c



ภาพที่ 9 จำนวนทรัพยากรจำกัด จำนวนผลผลิตคงที่ และความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีเพิ่มขึ้น ร้อยละ 1 ต่อปี

ที่มา: Van Den Berg (2001)

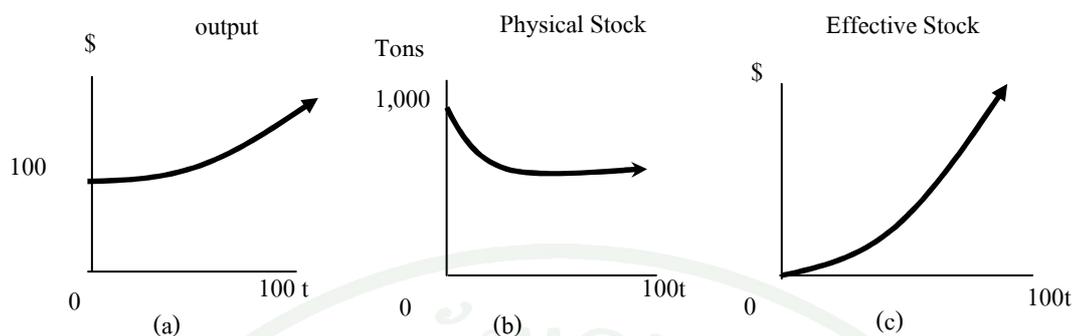
กรณีที่ 4 แต่ในโลกของความเป็นจริงนั้นความก้าวหน้าทางเทคโนโลยี และจำนวนผลผลิตนั้นไม่ได้คงที่ตลอดเวลา จึงสมมติในกรณีที่เมื่อมีความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีเพิ่มขึ้นร้อยละ 5 ต่อปี และจำนวนผลผลิตเพิ่มขึ้นน้อยกว่าความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีที่มีอยู่ คือให้ผลผลิตเพิ่มขึ้นร้อยละ 3 ต่อปี ดังตารางที่ 6 ความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีจะเพิ่มอุปทานของทรัพยากรประสิทธิผล ทำให้อุปทานของทรัพยากรประสิทธิผลมีอยู่อย่างไม่จำกัด และเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ ด้วยผลของความก้าวหน้าทางเทคโนโลยี

ตารางที่ 6 จำนวนทรัพยากรจำกัดกับความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีเพิ่มขึ้นร้อยละ 5 ต่อปี และ
จำนวนผลผลิตเพิ่มขึ้นร้อยละ 3 ต่อปี

Year	Technology	Output	Usage	Physical Stock Remaining	Effective Stock Remaining
	(1)	(2)	(3) = (2)/(1)	(4) = (4) _{t-1} - (3) _t	(5) = (1)·(4)
0	10	100	10	1,000	10,000
1	10.5	103	9.81	990.2	10,397
2	11.03	106.09	9.62	980.6	10,811
.
99	1,252.39	1,865.89	1.49	561.7	703,503
100	1,315.01	1,921.86	1.46	560.3	736,757
↓	↓	↓	↓	↓	↓
∞	∞	∞	0.00	480	∞

ที่มา: Van Den Berg (2001)

จากตารางที่ 5 สามารถแสดงในรูปของกราฟ ดังภาพที่ 10a แสดงถึงผลผลิตที่เพิ่มขึ้นในอัตราร้อยละ 3 ต่อปี ทรัพยากรทางกายภาพก็จะลดลงในอัตราที่ลดลงเรื่อยๆ ดังภาพที่ 10b และทรัพยากรประสิทธิผลก็จะเพิ่มขึ้นอันเนื่องมาจากความก้าวหน้าทางเทคโนโลยี ดังภาพที่ 10c ส่งผลให้ในอนาคตจะไม่เกิดขีดจำกัดการเจริญเติบโตอันเนื่องมาจากขาดแคลนทรัพยากรที่ใช้เป็นปัจจัยการผลิตของประเทศ



ภาพที่ 10 จำนวนทรัพยากรจำกัดกับความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีเพิ่มขึ้นร้อยละ 5 ต่อปี และจำนวนผลผลิตเพิ่มขึ้นร้อยละ 3 ต่อปี

ที่มา: Van Den Berg (2001)

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

เพื่อให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ในการศึกษาการเปลี่ยนแปลงเทคโนโลยีในประเทศไทย และการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงของเทคโนโลยีที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงทุนประสิทธิภาพของทุนทางกายภาพ และทุนมนุษย์ในสาขาเศรษฐกิจหลักของประเทศไทยตามวัตถุประสงค์ที่ต้องการศึกษาในครั้งนี้ จึงได้จัดแบ่งงานที่วิจัยเกี่ยวข้อง ออกเป็น 2 ด้านคือ

1. งานศึกษาที่เกี่ยวข้องกับบทบาทของเทคโนโลยีที่มีต่อการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจ
2. งานศึกษาที่เกี่ยวข้องกับบทบาทของทุนมนุษย์ที่มีต่อการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจ

งานศึกษาที่เกี่ยวข้องกับบทบาทของเทคโนโลยีที่มีต่อการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจ

ปิยนาด ลีชะวนิช (2536) ทำการศึกษาเรื่องปัจจัยที่มีผลกระทบต่อความเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจในประเทศไทยโดยเน้นการวัดผลจากการเปลี่ยนแปลงเทคโนโลยี โดยทำการศึกษาในช่วงปี พ.ศ. 2521-2533 ศึกษาประสิทธิภาพการใช้ปัจจัยการผลิตและผลตอบแทนต่อขนาดในการผลิต วิเคราะห์บทบาทของปัจจัยเทคโนโลยี มูลกัณฑ์ทุน และแรงงานที่มีผลิตกัณฑ์ภายในประเทศ โดยรวม และวิเคราะห์แยกตามสาขาการผลิตหลัก 4 สาขา คือ 1) สาขาเกษตรกรรม ประกอบด้วย การเพาะปลูก ปศุสัตว์ ประมง ป่าไม้ บริการทางการเกษตร และการปรับปรุงทางการเกษตรขึ้น

พื้นฐาน 2) สาขาอุตสาหกรรม ประกอบด้วย อุตสาหกรรมหัตถกรรม เหมืองแร่และย่อยหิน และ การก่อสร้าง 3) สาขาสาธารณูปโภค ประกอบด้วย การไฟฟ้า การประปา และการบริหารราชการ และการป้องกันประเทศ 4) สาขาการบริการ ประกอบด้วย การขนส่งและการคมนาคม การค้าส่ง และการค้าปลีก การธนาคาร ประกันภัยและธุรกิจอสังหาริมทรัพย์ ที่อยู่อาศัยและการบริการ โดย การใช้ฟังก์ชันการผลิต Cobb–Douglas และเทคนิคการวิเคราะห์สมการถดถอยกำลังสองน้อยที่สุด (Ordinary Least Square: OLS) เพื่อหาค่าสัมประสิทธิ์ของฟังก์ชันการผลิต และคำนวณหาปัจจัยที่ กำหนดอัตราการผลิตโดยเฉลี่ยต่อทางเศรษฐกิจโดยรวม และการเจริญเติบโตของสาขาการผลิต 4 สาขา หลัก

ผลการศึกษาพบว่าฟังก์ชันการผลิตของภาคเศรษฐกิจรวม และจำแนกตามรายสาขา มีความยืดหยุ่นในการผลิตของการใช้ปัจจัยทุนสูงกว่าความยืดหยุ่นในการผลิตของการใช้ปัจจัย แรงงาน ซึ่งมีผลตอบแทนต่อขนาดการผลิตในลักษณะที่เพิ่มขึ้น ยกเว้นสาขาเกษตรกรรมที่มีความ ยืดหยุ่นของปัจจัยแรงงานสูงกว่าทุน อัตราความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีพบว่า อัตรา ความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีโดยอาศัยการวัดส่วนที่เหลือตามแนวคิดของ Solow สูงที่สุดในสาขา อุตสาหกรรมและสาขาอื่นก็มีค่าของอัตราความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีเป็นบวก และการวิเคราะห์ ประสิทธิภาพการผลิต พบว่าการผลิตในสาขาสาธารณูปโภคได้ผลผลิตเฉลี่ยต่อแรงงานสูงที่สุด ส่วนด้านผลิตภาพเพิ่มของปัจจัยการผลิต พบว่าสาขาอุตสาหกรรมมีผลิตภาพการใช้ทุนและแรงงาน สูงที่สุด

วรรณภา คล้ายสวน (2540) ศึกษาเรื่องแหล่งที่มาของความเจริญเติบโตของสาขาเศรษฐกิจ หลักในประเทศไทย โดยแบ่งการศึกษาออกเป็น 2 ช่วงเวลา คือ พ.ศ. 2515–2524 และ พ.ศ. 2525–2537 เพื่อทำการทดสอบการเปลี่ยนแปลงทางเทคโนโลยีใน 2 ช่วงเวลา โดยทำการศึกษาจากสมการ การผลิต โดยจำแนกตามสาขาเศรษฐกิจหลัก 4 สาขาดังนี้ 1) สาขาเกษตรกรรม ประกอบด้วย การ เพาะปลูก ปศุสัตว์ ประมง ป่าไม้ บริการทางการเกษตรขั้นพื้นฐาน 2) สาขาอุตสาหกรรม ประกอบด้วย สาขาเหมืองแร่และย่อยหิน สาขาหัตถอุตสาหกรรม และสาขาก่อสร้าง 3) สาขา สาธารณูปโภค ประกอบด้วย สาขาไฟฟ้า – ประปา และสาขาคมนาคมขนส่ง 4) สาขาบริการและ อื่นๆ ประกอบด้วย สาขาค้าส่งค้าปลีก สาขาธนาคารและการประกันภัย สาขาที่อยู่อาศัย สาขา บริหารราชการแผ่นดิน และสาขาบริการ โดยการใช้ฟังก์ชันการผลิต Cobb–Douglas และเทคนิค การวิเคราะห์สมการถดถอยกำลังสองน้อยที่สุด (Ordinary Least Square: OLS) เพื่อมาวิเคราะห์หา แหล่งที่มาของการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจในแต่ละสาขาเศรษฐกิจ รวมทั้งนำค่าระดับการ เปลี่ยนแปลงทางเทคโนโลยีที่ได้จากการวิเคราะห์แหล่งที่มาของความเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจมา

ทดสอบการเปลี่ยนแปลงทางเทคโนโลยีใน 2 ช่วงเวลาโดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance: ANOVA) ประยุกต์กับสมการการผลิตแบบ Cobb–Douglas และนำผลที่ได้มาวิเคราะห์ความสัมพันธ์กับอัตราการทดแทนกันระหว่างปัจจัยทุนและปัจจัยแรงงาน โดยทดสอบว่าระดับการเปลี่ยนแปลงทางเทคโนโลยีมีลักษณะแบบเป็นกลางหรือไม่เป็นกลาง

ผลการศึกษาพบว่า ช่วงแรกพบว่าแหล่งที่มาของความเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจในภาพรวมทั้งประเทศมาจากปัจจัยทุน ร้อยละ 28.88 ปัจจัยแรงงาน ร้อยละ 69.99 และจากระดับการเปลี่ยนแปลงทางเทคโนโลยี ร้อยละ 1.73 ในสาขาเศรษฐกิจหลักพบว่าแหล่งที่มาจากปัจจัยทุนสูงที่สุด คือสาขาสาธารณูปโภค แหล่งที่มาจากปัจจัยแรงงานสูงที่สุดคือ สาขาเกษตรกรรม และแหล่งที่มาจากระดับการเปลี่ยนแปลงทางเทคโนโลยีสูงที่สุด คือ สาขาอุตสาหกรรม ในช่วงที่สองพบว่าแหล่งที่มาของความเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจในภาพรวมทั้งประเทศมาจากปัจจัยทุน ร้อยละ 57.2 ปัจจัยแรงงาน ร้อยละ 35.73 และจากระดับการเปลี่ยนแปลงทางเทคโนโลยี ร้อยละ 7.07 ในสาขาเศรษฐกิจหลัก พบว่าแหล่งที่มาจากปัจจัยทุนสูงที่สุด คือ สาขาบริการและอื่นๆ แหล่งที่มาจากปัจจัยแรงงานและจากระดับการเปลี่ยนแปลงทางเทคโนโลยีสูงที่สุด คือ สาขาเกษตรกรรม การทดสอบระดับการเปลี่ยนแปลงทางเทคโนโลยีใน 2 ช่วงเวลา พบว่ามีโครงสร้างทางเทคโนโลยีเปลี่ยนแปลงในช่วงที่พิจารณา โดยภาพรวมทั้งประเทศและในสาขาสาธารณูปโภคมีระดับการเปลี่ยนแปลงทางเทคโนโลยีแบบเป็นกลาง ในขณะที่สาขาเกษตรกรรม สาขาอุตสาหกรรมและสาขาบริการและอื่นๆ มีระดับการเปลี่ยนแปลงทางเทคโนโลยีแบบไม่เป็นกลางโดยเน้นลักษณะการประหยัดพลังงาน

มณฑาทิพย์ ปานกุล (2541) ศึกษาเรื่องบทบาทของเทคโนโลยีต่อการขยายตัวของอุตสาหกรรมในประเทศไทย โดยศึกษาสถานภาพการใช้เทคโนโลยี แหล่งที่มาของเทคโนโลยีและการลงทุนด้านการวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีของประเทศไทย รวมทั้งศึกษาบทบาทของเทคโนโลยีที่มีผลต่อการขยายตัวของภาคอุตสาหกรรมของประเทศไทย แบบจำลองที่ใช้ในการศึกษาอยู่ในรูปของผลผลิตรวมหรือผลิตภัณฑ์ภายในประเทศ (GDP) เป็นตัวแปรที่ขึ้นอยู่กับ การวิจัยและพัฒนาขึ้นเองภายในประเทศ ซึ่งประกอบด้วย จำนวนแรงงานที่มีระดับการศึกษาตั้งแต่มัธยมศึกษาขึ้นไป การลงทุนทางด้านวิทยาศาสตร์ และค่าใช้จ่ายในการวิจัย และพัฒนา รวมทั้งยังขึ้นอยู่กับ การนำเข้าเทคโนโลยีจากต่างประเทศ ซึ่งประกอบด้วยมูลค่าการนำเข้าเครื่องจักรจากต่างประเทศ ค่าธรรมเนียมเทคโนโลยีและสิทธิบัตรของประเทศ โดยใช้ข้อมูล ปีพ.ศ. 2511–2536 มาประยุกต์ใช้กับสมการการผลิตแบบ Cobb–Douglas ในรูปของ Log Linear

ผลการศึกษาพบว่าในช่วงปี พ.ศ. 2511–2536 ประเทศไทยได้พัฒนาเทคโนโลยีขึ้นใช้เองภายในประเทศในรูปของการลงทุนทางด้านวิทยาศาสตร์ และค่าใช้จ่ายในการวิจัยและพัฒนาเพิ่มขึ้นเพียง 6.6 และ 3.0 เท่า ตามลำดับ ในขณะที่การนำเข้าเทคโนโลยีจากต่างประเทศในรูปเครื่องจักร และค่าธรรมเนียมเทคโนโลยีและสิทธิบัตรเพิ่มถึง 17.7 และ 26.3 เท่า ตามลำดับ ผลจากการวิเคราะห์ในภาคเศรษฐกิจโดยรวมพบว่าแรงงานที่มีการศึกษา และมูลค่าการนำเข้าเครื่องจักรมีส่วนช่วยในการขยายตัวของผลผลิตขึ้น โดยการลงทุนทางวิทยาศาสตร์มีผลไม่มากนัก นอกจากนี้ยังพบว่าค่าใช้จ่ายในการวิจัยและพัฒนารวมทั้งค่าธรรมเนียมเทคโนโลยีกลับมีผลตรงกันข้าม สำหรับภาคอุตสาหกรรมพบว่า การขยายตัวของเทคโนโลยียังต้องพึ่งพาแหล่งเทคโนโลยีและสิทธิบัตร โดยการพัฒนาเทคโนโลยีขึ้นใช้เองภายในประเทศไม่มีบทบาทต่อการเพิ่มการผลิต มีเพียงปัจจัยแรงงานเท่านั้นที่ส่งผลในทางบวก ในการศึกษารายอุตสาหกรรมพบว่า มี 8 สาขาที่ส่วนใหญ่เทคโนโลยีนำเข้าจากต่างประเทศมีส่วนเพิ่มผลผลิตอย่างมีนัยสำคัญ ได้แก่ อุตสาหกรรมอาหาร สิ่งทอ กระดาษ การพิมพ์และอุตสาหกรรมเกี่ยวเนื่อง เคมีภัณฑ์และผลิตภัณฑ์เคมี โลหะขั้นมูลฐาน เครื่องจักรที่ไม่ใช้ไฟฟ้า เครื่องใช้ไฟฟ้าและอุปกรณ์ ส่วนเทคโนโลยีที่พัฒนาขึ้นภายในประเทศมีผลทางบวกกับบางอุตสาหกรรม คือ อุตสาหกรรมอาหาร สิ่งทอ กระดาษ โลหะขั้นมูลฐาน และเครื่องจักรที่ไม่ใช้ไฟฟ้า

สมหมาย อุดมวิทิต (2544) ศึกษาเรื่องผลของการเปลี่ยนแปลงทางเทคโนโลยีที่มีต่อความเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจและความได้เปรียบโดยเปรียบเทียบ โดยทำการศึกษาในช่วงปี พ.ศ. 2513–2539 โดยศึกษาผลของการเปลี่ยนแปลงทางเทคโนโลยีต่อความเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจ วัดความได้เปรียบโดยเปรียบเทียบ และ วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงทางเทคโนโลยีกับความได้เปรียบโดยเปรียบเทียบ โดยศึกษาในระดับมหภาคถึงภาพรวมระดับประเทศ ภาคเกษตรกรรม ภาคเหมืองแร่ และภาคหัตถอุตสาหกรรม และการศึกษาในระดับจุลภาคซึ่งศึกษาจากสถานประกอบการตัวอย่างจำนวน 565 รายในภาคหัตถอุตสาหกรรม โดยใช้แนวคิด Solow ฟังก์ชันการผลิต Cobb–Douglas ส่วนความได้เปรียบโดยเปรียบเทียบวัดโดยสัดส่วนการส่งออกของประเทศต่อการส่งออกของโลกในสินค้าหารด้วยสัดส่วนของการส่งออกโดยสุทธิของประเทศทั้งหมดกับการค้าทั้งหมด และเทคนิควิเคราะห์สมการถดถอยกำลังสองน้อยที่สุด เพื่อหาสัมประสิทธิ์ของความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงทางเทคโนโลยีและความได้เปรียบโดยเปรียบเทียบ โดยมีปัจจัยที่กำหนดเทคโนโลยีคือ มูลค่าเครื่องจักรและอุปกรณ์ที่ใช้ในการวิจัยและพัฒนา และจำนวนพนักงานที่ได้รับการอบรม

ผลการศึกษาในระดับมหภาค พบว่า การเปลี่ยนแปลงทางเทคโนโลยีมีส่วนแบ่งในความเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจสูงสุดในภาคเหมืองแร่ รองลงมาคือ ภาคเกษตรกรรม ส่วนในภาคหัตถอุตสาหกรรมกลับพบว่าการเปลี่ยนแปลงทางเทคโนโลยีมีส่วนร่วมในความเจริญเติบโตเป็นลบ อีกทั้งมีการใช้แรงงานอย่างไม่มีประสิทธิภาพในส่วนของความได้เปรียบโดยเปรียบเทียบพบว่าภาคเกษตรกรรมเป็นภาคการผลิตที่มีความได้เปรียบโดยเปรียบเทียบ ส่วนภาคเหมืองแร่และภาคหัตถอุตสาหกรรมมีความเสียเปรียบโดยเปรียบเทียบ แต่เมื่อวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงทางเทคโนโลยีกับความได้เปรียบโดยเปรียบเทียบ พบว่า มีความสัมพันธ์ในทางบวกระหว่างตัวแปรทั้งสองในบางภาคการผลิต

การศึกษาในระดับจุลภาค ได้แบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็นสองกลุ่ม คือ กลุ่มสถานประกอบการที่เน้นตลาดการส่งออก และกลุ่มสถานประกอบการที่เน้นตลาดภายในประเทศ ผลคือทั้งสองกลุ่มเน้นการใช้แรงงานที่มีระดับการศึกษาปานกลาง อย่างไรก็ตาม กลุ่มสถานประกอบการที่เน้นตลาดการส่งออกมีการใช้แรงงานที่มีประสิทธิภาพมากกว่า นอกจากนี้พบว่า การเปลี่ยนแปลงทางเทคโนโลยีมีความสัมพันธ์ในทางบวกกับความได้เปรียบโดยเปรียบเทียบเศรษฐกิจ

จรรยา โตะชา (2548) ทำการศึกษาเรื่องการเปลี่ยนแปลงทางเทคโนโลยีที่มีต่อการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจและปัจจัยที่กำหนดการเปลี่ยนแปลงทางเทคโนโลยีโดยทำการศึกษาในช่วงปี พ.ศ. 2515 – 2545 เพื่อศึกษาผลของการเปลี่ยนแปลงทางเทคโนโลยีที่มีต่อการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจของประเทศไทยทั้งในภาคเศรษฐกิจโดยรวม และรายสาขาการผลิต และเพื่อวิเคราะห์ปัจจัยที่กำหนดการเปลี่ยนแปลงทางเทคโนโลยีของประเทศไทยทั้งในภาคเศรษฐกิจโดยรวม และรายสาขาการผลิต

ผลการศึกษาพบว่า การเปลี่ยนแปลงทางเทคโนโลยีมีผลกระทบทางบวกต่อการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจของประเทศไทยทั้งในภาคเศรษฐกิจโดยรวม และรายสาขาการผลิต และการเปลี่ยนแปลงในเทคโนโลยีทำให้ผลผลิตเพิ่มขึ้นในอัตราที่แตกต่างกันตามสาขาการผลิต และสำหรับการวิเคราะห์อิทธิพลของปัจจัยที่กำหนดการเปลี่ยนแปลงทางเทคโนโลยีพบว่า แรงงานที่มีการศึกษาตั้งแต่มัธยมปลายขึ้นไปมีอิทธิพลทางบวกต่อการเปลี่ยนแปลงเทคโนโลยี ส่วนการลงทุนโดยตรงจากต่างประเทศและค่าใช้จ่ายในการวิจัยและพัฒนาอิทธิพลในทางลบต่อการเปลี่ยนแปลงเทคโนโลยีทั้งในภาคเศรษฐกิจโดยรวม และรายสาขาการผลิตส่วนใหญ่

งานศึกษาที่เกี่ยวข้องกับบทบาทของทุนมนุษย์ที่มีต่อการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจ

สุนิสา ไยเยี่ยม (2538) ศึกษาเรื่องบทบาทการศึกษาต่อการเติบโตทางเศรษฐกิจ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์บทบาทของการศึกษาต่อการเติบโตทางเศรษฐกิจของประเทศ และศึกษาบทบาทของแรงงานแต่ละกลุ่มตามระดับการศึกษาที่สำเร็จต่อการเติบโตทางเศรษฐกิจผ่านทางฟังก์ชันการผลิตแบบ Cobb-Douglas

ผลการศึกษาพบว่า ปัจจัยทุนส่งผลต่อการเติบโตทางเศรษฐกิจร้อยละ 46.35 ปัจจัยทางด้านแรงงานส่วนที่มีการลงทุนทางการศึกษาทั้งหมดส่งผลต่อการเติบโตทางเศรษฐกิจร้อยละ 39.86 โดยแรงงานที่สำเร็จการศึกษาระดับอุดมศึกษาเป็นแรงงานที่มีบทบาทต่อการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจสูงสุด ร้อยละ 17.38 และส่วนใหญ่เป็นแรงงานในสาขาการผลิตที่มีการขยายตัวค่อนข้างสูง รองลงมาเป็นแรงงานที่สำเร็จการศึกษาระดับอนุบาลถึงระดับประถมศึกษาซึ่งมีบทบาทต่อการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจร้อยละ 14.32 เนื่องจากการศึกษาระดับนี้เป็นการศึกษาขั้นพื้นฐาน ทำให้ผู้มีงานทำส่วนใหญ่มีการศึกษาระดับนี้มาก และส่วนใหญ่เป็นแรงงานในภาคเกษตรกรรม ขณะที่แรงงานที่ไม่มีการศึกษา นอกจากไม่มีบทบาทในการส่งเสริมให้เกิดการเติบโตทางเศรษฐกิจแล้ว ยังมีส่วนทำให้การเติบโตทางเศรษฐกิจลดลง และเมื่อนำค่าสัมประสิทธิ์ที่ได้จากการประมาณค่าสมการการผลิตมารวมกันจะมีค่าน้อยกว่า 1 แสดงว่า การผลิตของประเทศไทยอยู่ในช่วงผลได้ต่อขนาดลดลง

สิริลักษณ์ ตระกูลรุ่ง (2544) ศึกษาผลของอัตราการเปลี่ยนแปลงของปัจจัยทุนมนุษย์ที่มีต่อการเจริญเติบโตของผลผลิตมวลรวมภายในประเทศไทยและเปรียบเทียบความสามารถในการใช้ทดแทนกันระหว่างปัจจัยแรงงานที่พิจารณาเฉพาะปริมาณกับปัจจัยทุนกายภาพและความสามารถในการใช้ทดแทนกัน ระหว่างปัจจัยแรงงานที่พิจารณาในรูปที่มีทุนมนุษย์สะสมอยู่ในตัวปัจจัยทุนกายภาพในการผลิตของแต่ละสาขาการผลิต ศึกษาและวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของปัจจัยแรงงานที่พิจารณาในรูปที่มีทุนมนุษย์ระดับต่างๆสะสมอยู่ต่อระดับผลผลิตในแต่ละสาขาเศรษฐกิจ โดยวิเคราะห์จากสาขาเศรษฐกิจของไทยและอยู่ในช่วงปี 2520 ถึง 2541 การวิเคราะห์ใช้ฟังก์ชันการผลิตแบบ Cobb-Douglas และทำการปรับเปลี่ยนให้อยู่ในรูปแบบของสมการถดถอยแล้วหาความสัมพันธ์ของตัวแปร โดยการวิเคราะห์ด้วยวิธีกำลังสองน้อยที่สุดอย่างง่าย (Ordinary Least Squares: OLS)

ผลการศึกษาพบว่า ทุนมนุษย์มีอัตราการการเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้นร้อยละ 1 จะทำให้ประเทศมีอัตราการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจเพิ่มขึ้นในอัตราร้อยละ 0.843 ในอีก 2 ปีถัดไป และความสามารถในการใช้ทดแทนกันของปัจจัยแรงงานต่อปัจจัยทุนกายภาพ ในกรณีที่ปัจจัยแรงงานอยู่ในรูปที่มีทุนมนุษย์สะสมอยู่ มีค่ามากกว่ากรณีของปัจจัยแรงงานที่พิจารณาเฉพาะในรูปของปริมาณในทุกสาขาเศรษฐกิจ ยกเว้นในสาขาอื่นๆและเมื่อทำการวิเคราะห์ปัจจัยแรงงานในรูปที่มีทุนมนุษย์สะสมอยู่ออกเป็นระดับต่างๆ พบว่า ปัจจัยแรงงานที่มีทุนมนุษย์ในระดับประถมศึกษาสะสมอยู่มีผลต่อระดับผลผลิตของประเทศมากที่สุด คือผลต่อการผลิตในสาขาเกษตรกรรม สาขาอุตสาหกรรม และสาขาอื่นๆ ส่วนปัจจัยแรงงานที่มีทุนมนุษย์ในระดับมัธยมศึกษาสะสมอยู่มีผลต่อระดับผลผลิตของสาขาเกษตรกรรม และสาขาอุตสาหกรรมขณะที่ปัจจัยแรงงานที่มีทุนมนุษย์ในระดับอุดมศึกษาสะสมอยู่มีผลต่อระดับผลผลิตของสาขาบริการ

คูสิต อิชยพลกษ (2546) ศึกษาบทบาทของทุนมนุษย์และการวิจัยและพัฒนาที่มีต่อการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจโดยทำการศึกษาในช่วงปี พ.ศ. 2520-2542 ศึกษาการประมาณดัชนีทุนมนุษย์และดัชนีการวิจัยและพัฒนาของประเทศไทย รวมทั้งแสดงมิติและระดับการพัฒนาของดัชนีชี้วัดทั้งสองที่มีการนำมาเปรียบเทียบระหว่างประเทศ และศึกษาบทบาทของทุนมนุษย์และการวิจัยและพัฒนาที่มีต่อการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจของประเทศไทย สำหรับการวิเคราะห์ข้อมูลได้แบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือการศึกษาความสัมพันธ์ของปัจจัยต่างๆที่มีต่อการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจของประเทศไทยในเชิงสถิติ และการศึกษาในเชิงพลวัต โดยการประมาณค่าสัมประสิทธิ์ของปัจจัยการผลิตต่างๆทั้งในเชิงสถิติและเชิงพลวัตจะทำการประมาณด้วยวิธีกำลังสองน้อยสุด

ผลการศึกษาพบว่า อัตราการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจของประเทศไทย ถูกกำหนดมาจากปัจจัยการผลิตประกอบด้วย อัตราการเจริญเติบโตของสต็อกทุน อัตราการเจริญเติบโตของจำนวนแรงงาน สต็อกของการวิจัยและพัฒนา รวมทั้งตัวแปรด้านวิกฤตเศรษฐกิจอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ขณะที่อัตราการเจริญเติบโตของทุนมนุษย์ไม่ปรากฏหลักฐานที่ชัดเจนว่ามีผลต่ออัตราการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจ โดยหากอัตราการเจริญเติบโตของสต็อกทุนและอัตราการเจริญเติบโตของจำนวนแรงงานเพิ่มขึ้นร้อยละ 1 จะส่งผลให้อัตราการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจเพิ่มสูงขึ้นร้อยละ 0.60 และ 0.95 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 90 และ 95ตามลำดับ

Benhabib and Spiegel (1994) ได้ศึกษาบทบาทของทุนมนุษย์ต่อการพัฒนาเศรษฐกิจ โดยวัดทุนมนุษย์จากปีการศึกษาเฉลี่ย (Average Years of Schooling) โดยการใส่ปีการศึกษาเฉลี่ยของแรงงานลงไปในสมการการผลิต Cobb-Douglas ดังนี้

$$Y_i = A_i K_i^\alpha L_i^\beta H_i^\gamma \varepsilon_i$$

สมการที่ 17

ผลการศึกษพบว่าบทบาทของทุนมนุษย์ที่มีต่อการพัฒนาเศรษฐกิจ โดยการใช้ข้อมูลของประเทศในกลุ่มแอฟริกา และกลุ่มประเทศละตินอเมริกา ในปี 1965-1985 โดยการวัดทุนมนุษย์จากจำนวนปีการศึกษาเฉลี่ยที่ได้รับ โดยใส่ลงไปนสมการการผลิต พบว่า ทุนมนุษย์ที่ใส่เข้าไปนั้นไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ และมีค่าสัมประสิทธิ์เป็นลบ เนื่องจากกลุ่มตัวอย่างข้อมูลประเทศที่ใช้ศึกษานั้นเดิมมีทุนมนุษย์อยู่ในระดับต่ำ ดังนั้นการปรับปรุงคุณภาพการศึกษาเพียงเล็กน้อยจะสามารถเพิ่มทุนมนุษย์ได้อย่างมาก

Mulligan and Sala-I-Martin (1995) ศึกษาการวัดทุนมนุษย์ของประเทศสหรัฐอเมริกาด้วยวิธี Labor Income-Based Human Capital (LIHK) เป็นการวัดทุนมนุษย์จากสัดส่วนของรายได้ต่อหัวต่อรายได้ของคนที่ไม่มีการศึกษา (No Schooling) เพื่อจัดคิทธิพลของทุนทางกายภาพ เนื่องจากทุนมนุษย์และทุนทางกายภาพต่างมีบทบาทต่อรายได้ กล่าวคือ ถ้ากำหนดให้ทุนมนุษย์คงที่ แต่มีทุนทางกายภาพระดับสูงจะมีแนวโน้มที่จะมีเงินเดือนที่มากกว่า จึงเป็นสาเหตุที่ต้องจัดผลของทุนทางกายภาพออกไปจากรายได้ด้วย ตัวแปรเงินเดือนของผู้ที่ไม่มีการศึกษา (Wage of a Zero-Schooling Worker) ด้วยสมการ ดังนี้

$$h_i(t) = \int_0^{\infty} w_i(t,s) \eta_i(t,s) ds / w_i(t,0)$$

สมการที่ 18

จากการวัดทุนมนุษย์ด้วยวิธี LIHK ของประเทศสหรัฐอเมริกา ตั้งแต่ปี 1980-1989 พบว่าทุนมนุษย์ของประเทศสหรัฐอเมริกามีอัตราการเติบโตมากกว่าอัตราการเพิ่มขึ้นของปีการศึกษา (Rate of Schooling) และทุนมนุษย์มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น แต่วิธีการนี้มีข้อเสียและไม่เป็นที่นิยม เนื่องจากตัวแปรเงินเดือนสามารถเปลี่ยนแปลงได้จากปัจจัยที่ไม่ได้มาจากทุนมนุษย์ เช่น สภาพเศรษฐกิจ เป็นต้น ซึ่งจะทำให้การวัดทุนมนุษย์ผลออกมาไม่สะท้อนความเป็นจริง และตัวแปรเงินเดือนเป็นตัวแปรที่หาได้ยากจึงทำให้ได้ข้อมูลที่ไม่สมบูรณ์ในการจัดทำ

Robert J. Barro and Jong-Wha Lee (2000) ศึกษาวิธีการวัดทุนมนุษย์โดยปรับปรุงจากงานการศึกษาในปี 1993 ได้ใช้วิธี Gross Enrollment Ratio ในการหาปีการศึกษาเฉลี่ย และในปี 1996 ได้เปลี่ยนมาใช้วิธี Net Enrollment Ratio ในการหาปีการศึกษาเฉลี่ย แต่การใช้วิธีทั้ง Gross Enrollment Ratio และ Net Enrollment Ratio ยังคงมีจุดอ่อนในการเปรียบเทียบระหว่างประเทศ เนื่องจากปัจจัยพื้นฐานทางการศึกษาของแต่ละประเทศยังมีความไม่เท่าเทียมกัน จากปัญหาดังกล่าวงาน

ขึ้นต่อมาในปี 2000 ของ Robert J. Barro and Jong-Wha Lee จึงได้ปรับปรุงวิธี เรียกว่า Adjusted Gross Enrollment Ratios เอามาใช้แทน Gross Enrollment Ratio และ Net Enrollment Ratio สำหรับการศึกษาระดับ Primary และ Secondary Schools แต่สำหรับ Tertiary Schools ยังคงใช้ Gross Enrollment Ratio เช่นเดิม โดยเชื่อว่า มนุษย์ที่มีการศึกษาจะเป็นทรัพยากรที่จะช่วยพัฒนาประเทศต่อไป โดยวัดทุนมนุษย์จากปีการศึกษาที่ได้รับ โดยประยุกต์มาจากวิธีการสะสมทุนนิรันดร์ (PIM) ซึ่งใช้ข้อมูลจากการสำรวจประชากรที่ได้รับการศึกษา และจำนวนนักเรียนที่เข้าเรียนมาเป็นตัวแปรไหลเวียนที่มีความล่าช้าของเวลา (Time Lagged) ซึ่งใช้ข้อมูลในกลุ่มประชากรที่มีอายุ 15 ปี และ 25 ปีขึ้นไปโดยแบ่งการศึกษากออกเป็น 4 กลุ่ม ได้แก่ No Schooling, Primary, Secondary, และ Tertiary โดยมีสมการดังนี้

$$H_{0,t} = H_{0,t-5}(1-\delta) + L15_t(1-PRI_{t-5}) \quad \text{สมการที่ 19}$$

$$H_{1,t} = H_{1,t-5}(1-\delta) + L15_t(PRI_{t-5}-SEC_t) \quad \text{สมการที่ 20}$$

$$H_{2,t} = H_{2,t-5}(1-\delta) + L15_t(SEC_t - L20_t) + HIGH_t \quad \text{สมการที่ 21}$$

$$H_{3,t} = H_{3,t-5}(1-\delta) + L20_t(HIGH_t) \quad \text{สมการที่ 22}$$

โดยที่ $H_{j,t}$ คือ จำนวนประชากรที่อายุ 15 ปีขึ้นไปที่ได้รับการศึกษาระดับ j ; $j=0$ สำหรับ No Schooling, $j=1$ สำหรับ Primary, $j=2$ สำหรับ Secondary , และ $j=3$ สำหรับ Higher

โดยผลการศึกษา พบว่า จากการปรับปรุงชุดของข้อมูลจากการใช้ Gross Enrollment Ratio และ Net Enrollment Ratio มาเป็น Adjusted Gross Enrollment Ratios และประยุกต์ปีการศึกษาที่ได้รับมาเป็นวิธีการสะสมทุนนิรันดร์ (PIM) จากการศึกษาทำให้มีการใช้ชุดของข้อมูลที่ปรับปรุงมาเป็นต้นแบบในการศึกษาอย่างกว้างขวางในการศึกษาผลกระทบของการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจจากระดับการศึกษาสูงสุดที่ได้รับ ซึ่งสามารถวัดทุนมนุษย์เปรียบเทียบระหว่างประเทศได้ ซึ่งผลการศึกษามพบว่าระดับการศึกษาส่งผลกระทบต่อรายได้ประชาชาติ

Yan WANG and Yudong YAO (2002) ได้ศึกษาเรื่องที่มาของความเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจของประเทศไทย และการสะสมทุนในประเทศจีนในปี 1952-1999 โดยใช้วิธีการวัดทุนมนุษย์วิธี Perpetual Inventory Method (PIM) เช่นเดียวกับวิธีของ Barro and Lee (2000) แต่แตกต่างกัน

กันที่เดิม Barro and Lee ใช้ข้อมูลตัวแปรไหลเวียน (flow variable) คือ จำนวนปีการศึกษาโดยเฉลี่ย จากวิธี Educational Attainment (แต่มีปัญหาการขาดแคลนของข้อมูล) Yan WANG and Yudong YAO จึงใช้ข้อมูลผู้จบการศึกษาใหม่มาเป็นข้อมูลตัวแปรไหลเวียนแทนการใช้ Gross และ Net Enrollment Ratio ซึ่งมีความถูกต้อง และสามารถสะท้อนในการวัดทุนมนุษย์ได้ดีกว่าการใช้ gross และ Net Enrollment Ratio ที่ Barro and Lee (2000) ใช้ โดยแบ่งระดับการศึกษาออกเป็น Primary 5 ปี, Junior Secondary 8 ปี, Senior Secondary 11 ปี, Specialize Secondary 12 ปี, และ Tertiary 14.5 ปี โดยจากวิธี (PIM)

โดยที่ $H_{j,t}$ คือ จำนวนคนที่จบการศึกษาระดับ j ในปี t ($j=1$: Primary, 2 : Junior Secondary, 3 : Senior Secondary, 4 : Specialize Secondary และ 5 : Tertiary) โดยผู้ที่ไม่จบการศึกษาระดับ j จะกำหนดให้จบการศึกษาระดับ $(j-1)$ และ δ_j คืออัตราการตาย ณ เวลา t

โดยผลการศึกษาพบว่าแหล่งที่มาของการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจของประเทศจีนตั้งแต่ปี 1952-1999 มาจากการสะสมทุนทางกายภาพร้อยละ 50.9 ซึ่งมีอัตราการเติบโตร้อยละ 7.3 ต่อปีและจากการวัดทุนมนุษย์จากจำนวนปีการศึกษาโดยเฉลี่ยของประชากรอายุ 15-64 ปีพบว่าการสะสมทุนเป็นแหล่งที่มาของการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจของประเทศจีนร้อยละ 29.8 ซึ่งมีอัตราการเติบโตร้อยละ 4.28 ต่อปี ซึ่งถ้าประเทศจีนต้องการการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจ และสวัสดิการอย่างยั่งยืน จะต้องให้ความสำคัญกับการลงทุนในมนุษย์ในด้านการศึกษาที่เพิ่มขึ้น

จากการตรวจเอกสารที่เกี่ยวข้อง ทำให้ทราบว่าการเปลี่ยนแปลงทางเทคโนโลยี มีผลกระทบต่อการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจของประเทศทั้งในภาคเศรษฐกิจโดยรวม และรายสาขาการผลิต และปัจจัยทุนมนุษย์ก็ส่งผลกระทบต่อการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจเช่นกัน ทำให้ทราบได้อย่างชัดเจนว่าปัจจัยการเปลี่ยนแปลงทางเทคโนโลยี และปัจจัยทุนมนุษย์ทำหน้าที่เป็นปัจจัยหลักสำหรับการเจริญเติบโตและการพัฒนาเศรษฐกิจ ให้ดำรงได้อย่างต่อเนื่อง และอย่างยั่งยืน

บทที่ 3

วิธีการศึกษา

ในการศึกษาความสัมพันธ์ของเทคโนโลยีในประเทศไทยกับเทคโนโลยีที่มาจากต่างประเทศ และศึกษาอิทธิพลของเทคโนโลยีที่มีต่อความเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจ รวมทั้งศึกษาอิทธิพลของเทคโนโลยีที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงทุนประสิทธิผลของทุนกายภาพ และทุนประสิทธิผลของทุนมนุษย์ ในภาพรวมเศรษฐกิจ และสาขาเศรษฐกิจหลักของประเทศไทย ได้แก่ สาขาเกษตรกรรม สาขาอุตสาหกรรม สาขาบริการ และสาขาอื่นๆ ศึกษาทั้งในด้านการวิเคราะห์เชิงพรรณนา (Descriptive Method) และการวิเคราะห์เชิงปริมาณ (Quantitative Method) โดยมีวิธีการเก็บรวบรวมข้อมูลดังนี้

วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล

ข้อมูลที่ใช้ในการศึกษาเป็นข้อมูลทุติยภูมิ ลักษณะข้อมูลอนุกรมเวลา ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2519-2552 รวมระยะเวลา 34 ปี ดังนี้

1. ผลิตภัณฑ์มวลรวมภายในประเทศ ณ ปี พ.ศ. 2531 เป็นปีฐาน ของการคำนวณมูลค่า ณ ราคาคงที่ ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2519-2552 ผลิตภัณฑ์มวลรวมภายในประเทศสาขาเกษตรกรรม ผลิตภัณฑ์มวลรวมภายในประเทศสาขาอุตสาหกรรม ผลิตภัณฑ์มวลรวมภายในประเทศสาขาบริการ และผลิตภัณฑ์มวลรวมภายในประเทศสาขาอื่นๆ ซึ่งรวบรวมมาจากบัญชีรายได้ประชาชาติสำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ
2. มูลค่าลงทุนรวมของประเทศ และในรายสาขาเศรษฐกิจหลัก ได้แก่ สาขาเกษตรกรรม สาขาอุตสาหกรรม สาขาบริการ และสาขาอื่นๆ ณ ปี พ.ศ. 2531 เป็นปีฐาน ของการคำนวณมูลค่า ณ ราคาคงที่ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2519-2552 ซึ่งรวบรวมจากสำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ
3. จำนวนแรงงานรวมของประเทศ และในรายสาขาเศรษฐกิจหลัก ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2519-2552 จัดเก็บข้อมูลจากสำนักงานสถิติแห่งชาติ

4. ผู้มีงานทำจำแนกตามระดับการศึกษาตั้งแต่ปี พ.ศ. 2519-2552 จากรายงานการสำรวจผู้มีงานทำทั่วราชอาณาจักร รอบที่ 1 จัดเก็บข้อมูลจากสำนักงานสถิติแห่งชาติ

5. แหล่งที่มาของเทคโนโลยีในประเทศ ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2519-2552 ซึ่งประเมินจากข้อมูลงบประมาณสำหรับการวิจัยและพัฒนาจาก ภาครัฐบาล ภาคเอกชน และภาคอื่นๆ จากกองนโยบายและวางแผนการวิจัย สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ

6. แหล่งที่มาของเทคโนโลยีจากต่างประเทศ ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2519-2552 ซึ่งประเมินจากมูลค่าการนำเข้าเครื่องจักร มูลค่าของค่าธรรมเนียมการนำเข้าเทคโนโลยี และมูลค่าของการลงทุนโดยตรงจากต่างประเทศ จากธนาคารแห่งประเทศไทย

วิธีการวิเคราะห์ข้อมูล

1. วิธีการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อตอบวัตถุประสงค์ข้อที่ 1 แบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ การวิเคราะห์เชิงพรรณนา และการวิเคราะห์เชิงปริมาณ ดังนี้

1.1 การวิเคราะห์เชิงสถิติพรรณนา เป็นการอธิบายลักษณะทั่วไปของตัวแปร เช่น ระดับ อัตราการเปลี่ยนแปลง แนวโน้มของตัวแปรที่ศึกษาในทุกภาคเศรษฐกิจ ได้แก่ ภาคเศรษฐกิจโดยรวม ภาคเกษตรกรรม ภาคอุตสาหกรรม ภาคบริการ และภาคอื่นๆ โดยมีตัวแปร คือ ผลิตภัณฑ์มวลรวมภายในประเทศ (Y) มูลค่าลงทุน (K) แรงงาน (L) ทุนมนุษย์ (H) เทคโนโลยีในประเทศ (Td) ที่ประเมินจากแหล่งในประเทศจากงบประมาณของการวิจัยและพัฒนาภายในประเทศของภาครัฐบาลและภาคเอกชน และเทคโนโลยีที่มาจากต่างประเทศ (Tf) ที่ประเมินจากมูลค่าการนำเข้าเครื่องจักร มูลค่าการลงทุนโดยตรงจากต่างประเทศ และมูลค่าของการนำเข้าเทคโนโลยีโดยตรงซึ่งโดยส่วนใหญ่ดำเนินการโดยภาคเอกชน

1.2 การวิเคราะห์เชิงปริมาณ ได้แบ่งเป็นสองส่วน คือ ส่วนที่ 1 การศึกษาความสัมพันธ์ของเทคโนโลยีในประเทศ (Td) กับเทคโนโลยีที่มาจากต่างประเทศ (Tf) ทั้งในภาคเศรษฐกิจโดยรวม และรายสาขาการผลิตด้วย Granger Causality Test และส่วนที่ 2 ศึกษาอิทธิพลของเทคโนโลยีที่มีต่อความเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจของประเทศไทย ทั้งในภาคเศรษฐกิจโดยรวม และรายสาขาการผลิต รวมทั้งศึกษาการเปลี่ยนแปลงทางเทคโนโลยีจากการคำนวณจากค่าสัมประสิทธิ์ที่คำนวณได้จากสมการถดถอยของสมการปัจจัยกำหนดการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจถ่วงน้ำหนักด้วยผลรวม

ของสัมประสิทธิ์ของอัตราการเปลี่ยนแปลงของเทคโนโลยีในประเทศและเทคโนโลยีที่มาจากต่างประเทศ

การศึกษาความสัมพันธ์ของเทคโนโลยีในประเทศกับเทคโนโลยีจากต่างประเทศของภาคเศรษฐกิจโดยรวม และรายสาขาการผลิต ซึ่งใช้ข้อมูลอนุกรมเวลา ในช่วงปี พ.ศ. 2520-2552 ในการทดสอบความเชื่อมโยงระหว่างความสัมพันธ์ของตัวแปรเทคโนโลยีในประเทศ (Td) กับเทคโนโลยีที่มาจากต่างประเทศ (Tf) นั้นเทคนิคที่นำมาใช้คือ การทดสอบ Granger Causality Test เป็นการทดสอบทางสถิติในเรื่องของความเป็นเหตุเป็นผลระหว่างข้อมูลอนุกรมเวลา 2 ชุด (Gujarati, 2003) กล่าวคือ ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร 2 ชุด คือเทคโนโลยีในประเทศ (Td) และเทคโนโลยีที่มาจากต่างประเทศ (Tf) ซึ่งการตั้งแบบจำลองในการทดสอบนั้นแบบจำลอง Unrestricted Regression ดังนี้

$$Td = \sum_{t=1}^n \alpha_i Td_{t-1} \sum_{t=1}^n \beta_i Tf_{t-1} + \mu_{1t} \quad \text{สมการที่ 23}$$

$$Tf = \sum_{t=1}^n \lambda_i Tf_{t-1} \sum_{t=1}^n \theta_i Td_{t-1} + \mu_{2t} \quad \text{สมการที่ 24}$$

โดยสมมติให้ Disturbance Term (μ_{1t} และ μ_{2t}) ไม่มีความสัมพันธ์ต่อกัน จากสมการที่ 23 แสดงให้เห็นว่าเทคโนโลยีในประเทศในปัจจุบันมีความสัมพันธ์กับค่าในอดีตของเทคโนโลยีในประเทศ และเทคโนโลยีที่มาจากต่างประเทศในอดีต ในทำนองเดียวกันกับแบบจำลองที่มีเทคโนโลยีที่มาจากต่างประเทศเป็นตัวแปรตามของสมการที่ 24 ดังนั้นผลจากการประมาณค่าจากแบบจำลองทั้งสอง สามารถจำแนกความเป็นไปได้ของผลลัพธ์ออกได้เป็น 4 กรณี ดังนี้

1. มีเหตุผลทางเดียวจากเทคโนโลยีในประเทศ (Td) ไปยังเทคโนโลยีจากต่างประเทศ (Tf) เมื่อสัมประสิทธิ์ที่คำนวณหน้าเทคโนโลยีจากต่างประเทศ ในสมการที่ 23 มีค่าไม่แตกต่างจาก 0 อย่างมีนัยสำคัญ ($\sum_{t=1}^n \beta_i = 0$) และสัมประสิทธิ์หน้า Td_{t-1} ในสมการที่ 24 มีค่าแตกต่างจาก 0 อย่างมีนัยสำคัญ ($\sum_{t=1}^n \theta_i \neq 0$) โดยมีความสัมพันธ์ดังภาพที่ 11 ดังนี้



ภาพที่ 11 เหตุผลทางเดียวจากเทคโนโลยีในประเทศไปยังเทคโนโลยีจากต่างประเทศ

2. มีเหตุผลทางเดียวจากเทคโนโลยีจากต่างประเทศ (Tf) ไปยังเทคโนโลยีในประเทศ (Td) เมื่อสัมประสิทธิ์ที่คำนวณหน้า Tf_{t-1} ในสมการที่ 23 มีค่าแตกต่างจาก 0 อย่างมีนัยสำคัญ ($\sum_{t=1}^n \beta_i \neq 0$) และสัมประสิทธิ์หน้า Td_{t-1} ในสมการที่ 24 มีค่าไม่แตกต่างจาก 0 อย่างมีนัยสำคัญ ($\sum_{t=1}^n \theta_i = 0$) โดยมีความสัมพันธ์ ดังภาพที่ 12 ดังนี้



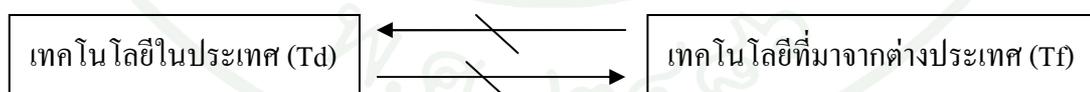
ภาพที่ 12 เหตุผลทางเดียวจากเทคโนโลยีจากต่างประเทศไปยังเทคโนโลยีในประเทศ

3. มีเหตุผลสองทาง (Bilateral Causality) เมื่อสัมประสิทธิ์หน้าตัวแปรทั้งสองตัวจากสมการที่ 23 และสมการที่ 24 ต่างมีค่าแตกต่างจาก 0 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($\sum_{t=1}^n \beta_i \neq 0$ และ $\sum_{t=1}^n \theta_i \neq 0$) โดยมีความสัมพันธ์ ดังภาพที่ 13 ดังนี้



ภาพที่ 13 เหตุผลสองทางของเทคโนโลยีในประเทศ และเทคโนโลยีจากต่างประเทศ

4. ไม่เป็นเหตุเป็นผลต่อกัน (Independent) เมื่อสัมประสิทธิ์หน้าตัวแปรทั้งสองจากสมการที่ 23 และสมการที่ 24 ต่างมีค่าไม่แตกต่างจาก 0 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($\sum_{t=1}^n \beta_i = 0$ และ $\sum_{t=1}^n \theta_i = 0$) โดยมีความสัมพันธ์ ดังภาพที่ 14 ดังนี้



ภาพที่ 14 ไม่เป็นเหตุเป็นผลต่อกันระหว่างเทคโนโลยีในประเทศ และเทคโนโลยีจากต่างประเทศ

สำหรับการศึกษาอิทธิพลของเทคโนโลยีที่มีต่อความเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจของประเทศ ไทย ประเมินค่าจากสมการถดถอยด้วยวิธีกำลังสองน้อยที่สุด จากแบบจำลองปัจจัยกำหนดการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจ ตามสมการที่ 25 ดังนี้

$$Y_i = K_i^\alpha L_i^\beta H_i^\gamma Td_i^\delta Tf_i^\epsilon \epsilon_i$$

สมการที่ 25

โดยที่ Y คือ ผลิตภัณฑ์มวลรวมภายในประเทศ ณ ปี พ.ศ. 2531 เป็นปีฐาน ของการคำนวณมูลค่า ณ ราคาคงที่ (หน่วย: ล้านบาท)

K คือ มูลค่าลงทุน ณ ปี พ.ศ. 2531 เป็นปีฐาน ของการคำนวณมูลค่า ณ ราคาคงที่ (หน่วย: ล้านบาท)

L คือ จำนวนแรงงาน (หน่วย: พันคน)

H คือ ปีการศึกษาเฉลี่ยของแรงงานเป็นตัวแทนของการสะสมทุนมนุษย์ (หน่วย: ปี)

Td คือ เทคโนโลยีในประเทศที่ประเมินจากงบประมาณสำหรับการวิจัยและพัฒนาจาก ภาครัฐบาล ภาคเอกชน และภาคอื่นๆ (หน่วย: ล้านบาท)

TY คือ เทคโนโลยีจากต่างประเทศที่ประเมินจากมูลค่าการนำเข้าเครื่องจักร มูลค่า ค่าธรรมเนียมการนำเข้าเทคโนโลยี และมูลค่าการลงทุนโดยตรงจากต่างประเทศ (หน่วย: ล้านบาท)

\mathcal{E} คือ ค่าความคาดเคลื่อน

i คือ แต่ละสาขาเศรษฐกิจ ($i=1$: ภาคเศรษฐกิจรวม, $i=2$: สาขาเกษตรกรรม, $i=3$: สาขา อุตสาหกรรม, $i=4$: สาขาบริการ และ $i=5$: สาขาอื่นๆ)

$\alpha, \beta, \gamma, \delta, \gamma$ คือ ค่าสัมประสิทธิ์ของตัวแปรแต่ละตัวที่ได้จากการประมาณค่า แสดงถึง ความยืดหยุ่นของการเปลี่ยนแปลงในปัจจัยแต่ละประเภทที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงผลิตภัณฑ์ มวลรวมภายในประเทศทั้งภาคเศรษฐกิจโดยรวม และรายสาขาการผลิต

จากสมการที่ 25 สามารถทำให้อยู่ในรูปของล็อกการิทึมได้ดังนี้

$$\ln Y = \alpha \ln K_i + \beta \ln L_i + \gamma \ln H_i + \delta \ln Td_i + \nu \ln Tf_i \quad \text{สมการที่ 26}$$

จากการประมาณค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ของฟังก์ชันภายใต้สมการเส้นตรงดังกล่าว ได้นำค่าสัมประสิทธิ์ของเทคโนโลยีในประเทศ และเทคโนโลยีที่มาจากต่างประเทศมาถ่วงน้ำหนัก กับผลรวมของอัตราการเปลี่ยนแปลงของเทคโนโลยีทั้งจากในและจากต่างประเทศเพื่อคำนวณ ความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีในภาพรวมและในแต่ละสาขาการผลิต โดยมีสูตรการคำนวณ ความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีตามสมการที่ 27 ดังนี้

$$\left[\left(\frac{\delta_i}{\delta_i + \nu_i} \right) \times Td_{i_{growth}} \right] + \left[\left(\frac{\nu_i}{\delta_i + \nu_i} \right) \times Tf_{i_{growth}} \right] \quad \text{สมการที่ 27}$$

สาเหตุที่เลือกใช้การคำนวณความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีด้วยวิธีตามสมการที่ 27 เนื่องจาก วิธีนี้แสดงถึงน้ำหนัก อิทธิพลของ เทคโนโลยีในประเทศ และเทคโนโลยีที่มาจากต่างประเทศ ซึ่ง ไม่มีในวิธีของ Solow Residual

2. วิธีการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อตอบวัตถุประสงค์ข้อที่ 2 เป็นการวิเคราะห์เชิงปริมาณ โดยมี วิธีการวิเคราะห์ ดังนี้

การวิเคราะห์สำหรับการศึกษาเพื่อตอบวัตถุประสงค์ข้อที่ 2 คือ ศึกษาอิทธิพลของ เทคโนโลยีที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงทุนประสิทธิผลของทุนกายภาพ และทุนประสิทธิผลของทุน มนุษย์ ในภาพรวมเศรษฐกิจ และสาขาเศรษฐกิจหลักของประเทศไทย เป็นการวิเคราะห์เชิงปริมาณ และนำเสนอผลการศึกษาที่ได้ในรูปแบบของตารางสถิติ ดังตารางที่ 7 โดยการใช้แนวความคิดใน ด้านการใช้และการหมดไปของทรัพยากรธรรมชาติเป็นพื้นฐาน

ตารางที่ 7 ตารางนำเสนอผลการศึกษา

ปี	T	Output	Usage	CS	CSR	HC	HCR	ECS	EHCS
1	2	3	$4=3/2$	5	$6=5_{t-1}-3_t+5_t$	7	$8=7_{t-1}/2_{t-1}+7_t$	$9=6*2$	$10=8*2$
	ร้อย	ล้านบาท	ล้านบาท	ล้านบาท	ร้อยละ	ปี	ปี	ล้านบาท	ปี
	ละ								

2520

2552

หมายเหตุ: T คือ การเปลี่ยนแปลงทางเทคโนโลยี CS คือ ทุนทางกายภาพ (Physical Capital Stock)

CSR คือ ทุนทางกายภาพที่เหลืออยู่ (Physical Capital Stock Remaining)

HC คือ ทุนมนุษย์ที่สะสมอยู่ในตัวแรงงาน (Human Capital)

HCR คือ ทุนมนุษย์ที่เหลืออยู่ (Human Capital Remaining)

ECS คือ ทุนประสิทธิผลของทุนทางกายภาพ (Effective Physical Capital Stock)

EHCS คือ ทุนประสิทธิผลของทุนมนุษย์ (Effective Human Capital Stock)

ที่มา: จากการคำนวณ

การนำเสนอผลการศึกษาในรูปแบบตารางสถิติ ดังตารางที่ 7 มีขั้นตอน ดังนี้

ข้อมูลในสมการที่ 2 ได้มาจากผลการศึกษาการเปลี่ยนแปลงของเทคโนโลยี (จากสมการที่ 25) ในภาพรวมเศรษฐกิจ และในแต่ละสาขาเศรษฐกิจ จากวัตถุประสงค์ข้อที่ 1

ข้อมูลในสมการที่ 3 คือ มูลค่าของผลผลิต (Output) ในแต่ละรายสาขาเศรษฐกิจที่ทำการศึกษา

ข้อมูลในสมการที่ 4 คือ การใช้ (Usage) จำนวนจากจำนวนผลผลิต (สมการที่ 3) หารด้วยเทคโนโลยี (สมการที่ 2) เนื่องจากเป็นการแสดงผลของความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีที่เมื่อมีเพิ่มขึ้นแล้วจะส่งผลให้การใช้ทุนลดลง เช่น หากกำหนดให้ผลผลิต (สมการที่ 3) คงที่ในแต่ละปี และหากมีความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีเพิ่มขึ้น (สมการที่ 2) จะทำให้การใช้ทรัพยากรในแต่ละปีนั้นลดลง

ข้อมูลในสมการที่ 5 คือ ทุนทางกายภาพ (Physical Capital Stock) คือ มูลค่าของมูลภัณฑ์
ทุนในแต่ละรายสาขาเศรษฐกิจที่ศึกษา

ข้อมูลในสมการที่ 6 คือ ทุนทางกายภาพที่เหลืออยู่ (Physical Capital Stock Remaining) ที่
หักออกจากการใช้ทุนทางกายภาพไปในแต่ละปี และนำมาบวกเพิ่มกับทุนทางกายภาพที่มีเพิ่ม
ขึ้นมาในแต่ละปี

ข้อมูลในสมการที่ 7 ทุนมนุษย์ทางกายภาพ (Human Capital Stock) คำนวณจากการสะสม
ทุนมนุษย์จากวิธีการวัดผลสะสมจากจำนวนปีการศึกษาเฉลี่ยที่แรงงานได้รับ ดังนี้

การวัดทุนมนุษย์ของการศึกษาครั้งนี้วัดทุนมนุษย์ จากจำนวนปีการศึกษาเฉลี่ย (Average
Year of School) โดยกำหนดให้มีสะสมอยู่ในตัวของแรงงาน ทั้งนี้วัดการสะสมทุนมนุษย์จาก
จำนวนปีการศึกษาเฉลี่ย โดยแบ่งระดับการศึกษาของแรงงานออกเป็น 4 ระดับ ได้แก่ ไม่มีการศึกษา
(0 ปี) ประถมศึกษา (6 ปี) มัธยมศึกษา (12 ปี) และอุดมศึกษา (16 ปี)

การคำนวณปีการศึกษาเฉลี่ยที่แรงงานได้รับ โดยแยกออกเป็นแต่ละระดับ โดยที่การ
คำนวณทุนมนุษย์ในปีที่ t ได้มาจากสมการดังนี้

$$H_t = \frac{(0H_{1,t} + 6H_{2,t} + 12H_{3,t} + 16H_{4,t})}{Pop_t}$$

สมการที่ 28

โดยที่ H_t คือ ปีการศึกษาเฉลี่ยในปีที่ t

$H_{j,t}$ คือ จำนวนผู้จบการศึกษาระดับ j ในปีที่ t

$j=1$ สำหรับไม่มีการศึกษา

$j=2$ สำหรับประถมศึกษา

$j=3$ สำหรับระดับมัธยมศึกษา

$j=4$ สำหรับระดับอุดมศึกษา

Pop_t คือ จำนวนประชากรอายุ 15-64 ปีในปีที่ t

ข้อมูลในสมการที่ 8 คือ ทุนมนุษย์ที่เหลืออยู่ในแต่ละปี (Human Capital Remaining) โดยมีแนวความคิดของการใช้ทุนมนุษย์ไปในแต่ละปีเช่นเดียวกับทุนทางกายภาพ

ข้อมูลในสมการที่ 9 ทุนประสิทธิผลของทุนทางกายภาพ (Effective Physical Capital Stock) คำนวณจากทุนทางกายภาพที่เหลืออยู่ในแต่ละปี (สมการที่ 6) คูณกับการเปลี่ยนแปลงทางเทคโนโลยี (สมการที่ 2)

ข้อมูลในสมการที่ 10 คือ ทุนประสิทธิผลของทุนมนุษย์ (Effective Human Capital Stock) คำนวณจากทุนมนุษย์ทางกายภาพที่เหลืออยู่ในแต่ละปี (สมการที่ 7) คูณกับการเปลี่ยนแปลงทางเทคโนโลยี (สมการที่ 2)

บทที่ 4

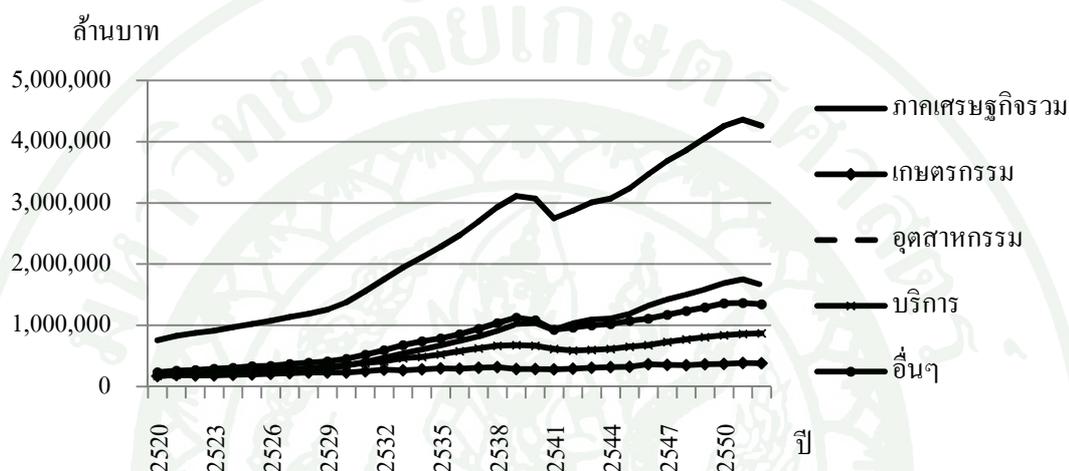
ผลการศึกษาความสัมพันธ์ของเทคโนโลยีในประเทศกับเทคโนโลยีที่มาจากต่างประเทศ และศึกษาอิทธิพลของเทคโนโลยีที่มีต่อความเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจของประเทศไทย

ในการศึกษาความสัมพันธ์ของเทคโนโลยีในประเทศกับเทคโนโลยีที่มาจากต่างประเทศ และศึกษาอิทธิพลของเทคโนโลยีที่มีต่อความเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจของประเทศไทย ทั้งในภาคเศรษฐกิจโดยรวม และรายสาขาการผลิต เพื่อให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของการศึกษาวิจัยครั้งนี้ แบ่งขั้นตอนการวิเคราะห์ข้อมูลออกเป็น 3 ส่วน คือ ส่วนที่ 1 ศึกษาลักษณะทั่วไปของตัวแปร ได้แก่ ผลิตภัณฑ์มวลรวมภายในประเทศ (Y) มูลภัณฑ์ทุน (K) แรงงาน (L) ทุมนมนุษย์ (H) เทคโนโลยีในประเทศ (Td) และเทคโนโลยีที่มาจากต่างประเทศ (Tf) และทดสอบความสัมพันธ์ระหว่างกันของตัวแปรอิสระ โดยการใช้ Correlation Matrix ส่วนที่ 2 ศึกษาความสัมพันธ์ของเทคโนโลยีในประเทศกับเทคโนโลยีที่มาจากต่างประเทศ ทั้งในภาคเศรษฐกิจโดยรวม และรายสาขาการผลิตด้วยวิธี Granger Causality Test และส่วนที่ 3 ศึกษาอิทธิพลของเทคโนโลยีที่มีต่อความเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจของประเทศไทย รวมทั้งศึกษาความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีทั้งในภาคเศรษฐกิจโดยรวม และรายสาขาการผลิต โดยการคำนวณจากค่าสัมประสิทธิ์ที่คำนวณได้จากสมการถดถอยของสมการปัจจัยกำหนดการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจถ่วงน้ำหนักด้วยผลรวมของสัมประสิทธิ์ของอัตราการเปลี่ยนแปลงของเทคโนโลยีในประเทศและเทคโนโลยีที่มาจากต่างประเทศ โดยที่ทุกตัวแปรสำหรับการวิเคราะห์นั้นได้ตรวจสอบความนิ่งของข้อมูล (Stationary) ด้วยวิธี Unit Root Test และทดสอบความสัมพันธ์เชิงคูลยภาพระยะยาว (Cointegration) ตามวิธีของ Engle and Granger (1990) ซึ่งมีเงื่อนไขว่า ตัวแปรที่จะนำมาทดสอบความสัมพันธ์เชิงคูลยภาพระยะยาวได้นั้นต้องมีคุณสมบัติ Stationary ที่ระดับเดียวกัน โดยมีรายละเอียด ดังตารางที่ 1 ในภาคผนวก ก

ลักษณะทั่วไปของตัวแปรที่ศึกษา

1. ลักษณะทั่วไปของผลิตภัณฑ์มวลรวมภายในประเทศ ณ ปี พ.ศ. 2531 เป็นปีฐาน ของการคำนวณมูลค่า ณ ราคาคงที่ (ล้านบาท) รายละเอียดแสดงได้ดังนี้

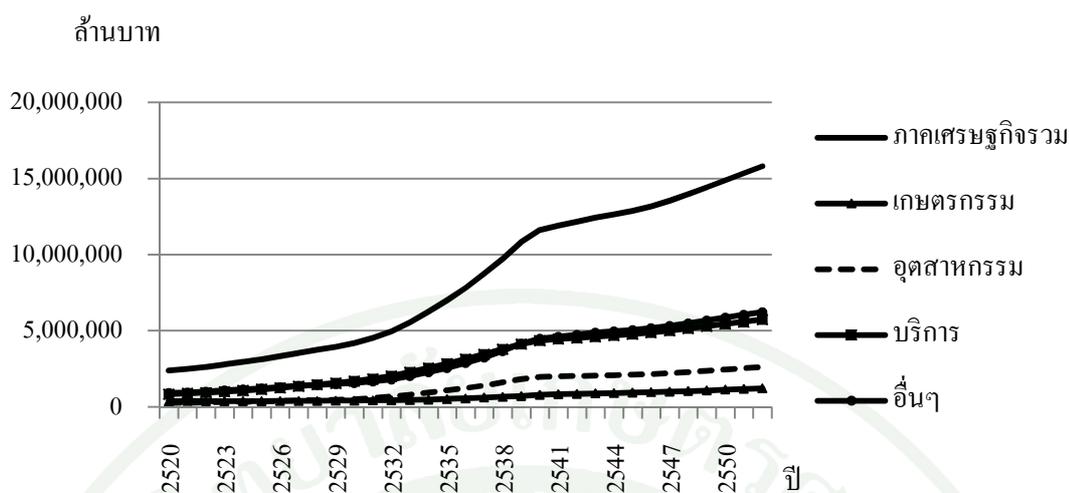
มูลค่าของผลิตภัณฑ์มวลรวมภายในประเทศ ของสาขาเศรษฐกิจรวม สาขาเกษตรกรรม สาขาอุตสาหกรรม สาขาบริการ และสาขาอื่นๆ ในช่วงปีที่ทำการศึกษามีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องในทุกๆ ปี แม้ว่าใน ปี พ.ศ. 2541-2542 จะลดลงเนื่องจากประเทศไทยประสบภาวะวิกฤติเศรษฐกิจ โดยสาขาที่มีมูลค่าของผลิตภัณฑ์มวลรวมภายในประเทศมากที่สุด คือ สาขาอุตสาหกรรม สาขาอื่นๆ สาขาบริการ ตามลำดับ และสาขาเกษตรกรรมมีมูลค่าต่ำที่สุดคือ ตามภาพที่ 15



ภาพที่ 15 มูลค่าของผลิตภัณฑ์มวลรวมภายในประเทศ พ.ศ. 2520-2552

2. ลักษณะทั่วไปของมูลค่าเงินทุน ณ ปี พ.ศ. 2531 เป็นปีฐาน ของการคำนวณมูลค่า ณ ราคาคงที่ (ล้านบาท) รายละเอียดแสดงได้ดังนี้

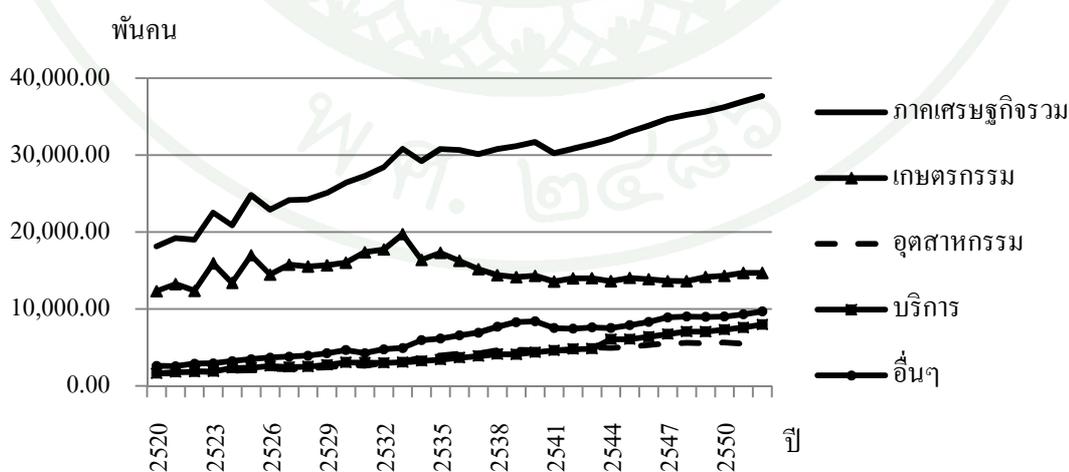
จากภาพที่ 16 แสดงมูลค่าเงินทุนของสาขาเศรษฐกิจรวม และมูลค่าเงินทุนจำแนกรายสาขา เมื่อมองในภาพรวมพบว่า มูลค่าเงินทุนในทุกๆ สาขา มีการขยายตัวเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง โดยขยายตัวมากที่สุด ในสาขาอื่นๆ รองลงมา คือ สาขาบริการ สาขาอุตสาหกรรม และสาขาเกษตรกรรม ตามลำดับ แสดงให้เห็นถึงการเพิ่มทุนเพื่อใช้เป็นปัจจัยการผลิตได้เพิ่มขึ้น ซึ่งส่งผลให้มีการเพิ่มการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจของประเทศ



ภาพที่ 16 มูลค่าของมูลภัณฑ์ทุน แยกรายสาขาการผลิต พ.ศ. 2520-2552

3. ลักษณะทั่วไปของแรงงาน (พินคน) รายละเอียดแสดงได้ดังนี้

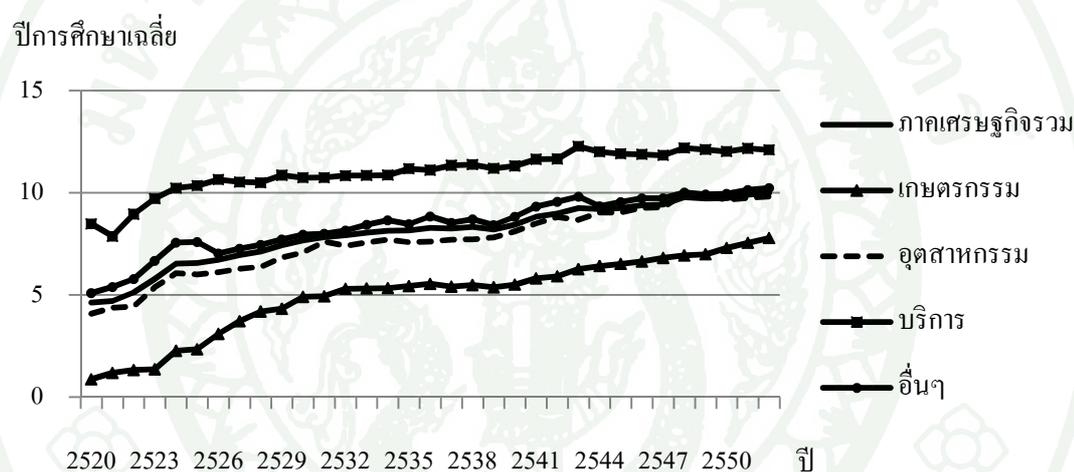
จากภาพที่ 17 แสดงจำนวนแรงงานของภาคเศรษฐกิจรวม และแรงงานจำแนกตามรายสาขา พบว่า จำนวนแรงงานเพิ่มขึ้นในทุกๆ สาขาการผลิต โดยมีการขยายตัวมากในสาขาอื่นๆ ส่วนสาขาเกษตรกรรมในอดีตเป็นแหล่งของแรงงานที่ใหญ่ที่สุด แต่ในระยะที่ผ่านมามีการขยายตัวของ การเพิ่มแรงงานต่ำ และมีสัดส่วนของแรงงานในสาขาเกษตรกรรมที่ลดลง แสดงถึงการโยกย้าย แรงงานจากสาขาเกษตรกรรมไปสู่สาขาการผลิตอื่นมากขึ้น



ภาพที่ 17 จำนวนแรงงาน แยกรายสาขาการผลิต พ.ศ. 2520-2552

4. ลักษณะทั่วไปของปีการศึกษาเฉลี่ยซึ่งเป็นตัวแทนของทุนมนุษย์ (ปี) รายละเอียดแสดงได้ดังนี้

จากภาพที่ 18 แสดงทุนมนุษย์ที่ประเมินจากปีการศึกษาเฉลี่ยของแรงงาน (ตารางผนวกที่ 9) โดยที่มีข้อสมมติว่า แรงงานจะมีการสะสมของทุนมนุษย์เพิ่มขึ้น 1 หน่วย เมื่อมีปีการศึกษาเพิ่มขึ้น 1 ปี พบว่า สาขาบริการเป็นสาขาการผลิตที่มีปีการศึกษาเฉลี่ยของแรงงานที่มากที่สุด รองลงมา คือ สาขาอื่นๆ และสาขาอุตสาหกรรม ส่วนสาขาเกษตรกรรมเป็นสาขาที่มีปีการศึกษาเฉลี่ยต่ำที่สุด แต่อย่างไรก็ตามปีการศึกษาเฉลี่ยของแรงงานในทุกๆ สาขาการผลิตได้เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง

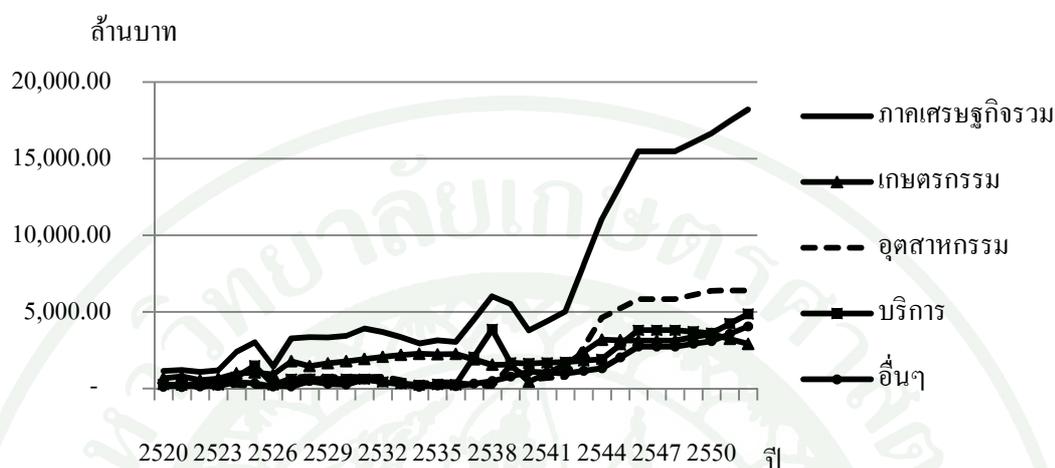


ภาพที่ 18 ปีการศึกษาเฉลี่ยของแรงงาน แยกรายสาขาการผลิต พ.ศ. 2520-2552

5. ลักษณะทั่วไปของเทคโนโลยีในประเทศ ที่ประเมินจากงบประมาณสำหรับการวิจัยและพัฒนาจาก ภาครัฐบาล ภาคเอกชน และภาคอื่นๆ (ล้านบาท) รายละเอียดแสดงได้ดังนี้

จากภาพที่ 19 คือเทคโนโลยีในประเทศที่ประเมินจากค่าใช้จ่ายของการวิจัยและพัฒนาภายในประเทศ ทั้งของภาคเศรษฐกิจรวม และจำแนกรายสาขา โดยแบ่งออกเป็น 3 ช่วงเวลา คือ ช่วง พ.ศ. 2520-2536 สาขาเกษตรกรรมมีมูลค่าการวิจัยและพัฒนาสูงที่สุด รองลงมา คือ สาขาบริการ ช่วงที่สองคือ พ.ศ. 2537-2542 ภาคบริการมีค่าสูงที่สุด และช่วงที่สาม พ.ศ. 2543-2552 สาขาอุตสาหกรรมมีมูลค่าของการวิจัยและพัฒนามากที่สุด โดยที่ทุกสาขาการผลิตมีแนวโน้มของค่าใช้จ่ายของการวิจัยและพัฒนาที่เพิ่มขึ้น ยกเว้นสาขาเกษตรกรรมเพียงภาคเดียวที่มีแนวโน้มที่

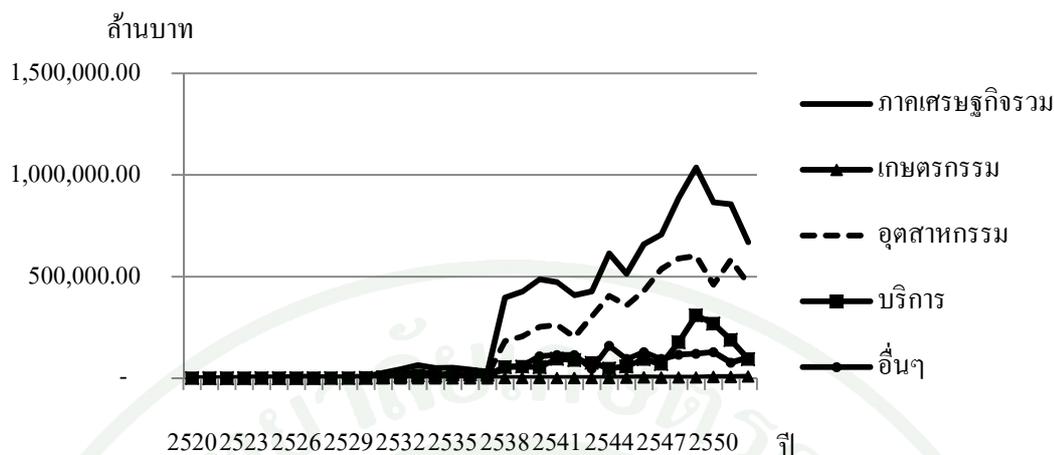
ลดลง ซึ่งสะท้อนถึงเมื่อเวลาผ่านไปการให้ความสำคัญสำหรับสาขาการผลิตด้านเกษตรกรรม สำหรับประเทศไทยได้ลดลง



ภาพที่ 19 ค่าใช้จ่ายสำหรับการวิจัยและพัฒนา แยกรายสาขาการผลิต พ.ศ. 2520-2552

6. ลักษณะทั่วไปของเทคโนโลยีที่นำเข้าจากต่างประเทศ ที่ประเมินจากมูลค่าการนำเข้า เครื่องจักร มูลค่าค่าธรรมเนียมการนำเข้าเทคโนโลยี และมูลค่าการลงทุนโดยตรงจากต่างประเทศ (ล้านบาท) รายละเอียดแสดงได้ดังนี้

จากภาพที่ 20 แสดงการนำเข้าเทคโนโลยีจากต่างประเทศที่ประเมินจากการนำเข้า เครื่องจักร การลงทุนโดยตรงจากต่างประเทศ และการนำเข้าเทคโนโลยี ทั้งของภาคเศรษฐกิจรวม และจำแนกรายสาขา โดยแบ่งออกเป็น 3 ช่วงเวลา คือ ในระยะแรก ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2520-2537 ยังคงมีการนำเข้าเทคโนโลยีที่ไม่เด่นชัด ระยะที่สอง คือ ช่วง พ.ศ. 2538-2546 ประเทศได้เน้นการนำเข้าเทคโนโลยีในสาขาอุตสาหกรรมมากที่สุด รองลงมา คือ สาขาอื่นๆ สาขาบริการ และสาขาเกษตรกรรม ตามลำดับ ระยะที่สาม คือ ช่วง พ.ศ. 2547-2552 สาขาการผลิตที่นำเข้าเทคโนโลยีมากที่สุดยังคงเป็นสาขาอุตสาหกรรม แต่รองลงมา คือ สาขาบริการ สาขาอื่นๆ และสาขาเกษตรกรรม ตามลำดับ



ภาพที่ 20 การนำเข้าเทคโนโลยีจากต่างประเทศ แยกรายสาขาการผลิต พ.ศ. 2520-2552

ความสัมพันธ์ของตัวแปรอิสระ (Correlation)

ความสัมพันธ์ของตัวแปรอิสระวัดจากค่าสหสัมพันธ์ (Correlation) ระหว่างตัวแปรซึ่งมีค่าระหว่าง 0-1 โดยหากตัวแปรอิสระมีค่าสหสัมพันธ์กันสูงมาก จะทำให้ตัวแปรมาค่าสัมประสิทธิ์ของสมการถดถอยมีความแม่นยำและมีเสถียรภาพลดลง โดยหลักเกณฑ์สำหรับการพิจารณาค่าสหสัมพันธ์สามารถใช้เกณฑ์ ดังนี้ (Hinkle, 1998)

ค่าสหสัมพันธ์	ระดับของความสัมพันธ์
0.90 - 1.00	มีความสัมพันธ์กันในระดับสูงมาก
0.70 - 0.90	มีความสัมพันธ์กันในระดับสูง
0.50 - 0.70	มีความสัมพันธ์กันในระดับปานกลาง
0.30 - 0.50	มีความสัมพันธ์กันในระดับต่ำ
0.00 - 0.30	มีความสัมพันธ์กันในระดับต่ำมาก

ผลของความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระ (Correlation) ได้แก่ ปีการศึกษาเฉลี่ยซึ่งเป็นตัวแทนของทุนมนุษย์ (H) มูลกัณฑ์ทุน (K) แรงงาน (L) เทคโนโลยีที่มาจากในประเทศ (Td) และตัวแปรเทคโนโลยีที่มาจากต่างประเทศ (Tf) โดยแบ่งเป็นแต่ละภาคเศรษฐกิจ ตั้งแต่ตารางที่ 8 ถึงตารางที่ 12

1. ภาคเศรษฐกิจโดยรวม

ตารางที่ 8 สหสัมพันธ์ของตัวแปรอิสระของภาคเศรษฐกิจรวม

	H	K	L	Td	Tf
H	1.000000	0.020812	0.385173	0.598562	0.078645
K	0.020812	1.000000	0.021150	0.142652	0.234032
L	0.385173	0.021150	1.000000	0.148252	0.088445
Td	0.598562	0.142652	0.148252	1.000000	0.051099
Tf	0.078645	0.234032	0.088445	0.051099	1.000000
Mean	8.009374	8,342,682	28,991.11	6,563.96	293,947.05
Maximum	9.983619	15,813,149	37,706.33	17,725.25	1,036,861.70
Minimum	4.633586	2,386,024	18,137.10	1,086.00	1,158.20
Std. Dev.	1.487373	4,694,805.33	5,429.93	5,674.21	325,384.46

ที่มา: จากการคำนวณ

จากตารางที่ 8 ค่าสหสัมพันธ์ของตัวแปรอิสระของภาคเศรษฐกิจรวม ส่วนใหญ่อยู่ในระดับต่ำมาก คือ มีค่าอยู่ระหว่าง 0-0.3 ส่วนคู่ที่มีค่าสหสัมพันธ์อยู่ในระดับปานกลาง คือ มีค่าอยู่ระหว่าง 0.5-0.7 คือ สหสัมพันธ์ระหว่างคู่ของปีการศึกษาเฉลี่ยของแรงงานกับแหล่งที่มาของเทคโนโลยีในประเทศ คือ มีค่าเท่ากับ 0.598562 โดยที่ทุกคู่ตัวแปรนั้นมีความสัมพันธ์ไปในทิศทางบวก

2. สาขาเกษตรกรรม

ตารางที่ 9 สหสัมพันธ์ของตัวแปรอิสระของสาขาเกษตรกรรม

	H	K	L	Td	Tf
H	1.000000	0.337559	0.341516	0.283105	0.073685
K	0.337559	1.000000	0.175475	0.386249	0.055736
L	0.341516	0.175475	1.000000	0.084931	0.511716
Td	0.283105	0.386249	0.084931	1.000000	0.016015
Tf	0.073685	0.055736	0.511716	0.016015	1.000000
Mean	4.977288302	666,933	14,932.04	1,950.29	1,634.35
Maximum	7.78699184	1,228,168	19,725.60	3,570.86	6,985.77
Minimum	0.878886768	371,255	12,320.15	444.06	1.20
Std. Dev.	1.946526896	289,267.03	1,643.09	934.62	2,096.01

ที่มา: จากการคำนวณ

จากตารางที่ 9 สหสัมพันธ์ของตัวแปรอิสระของสาขาเกษตรกรรม ส่วนใหญ่อยู่ในระดับต่ำมาก คือ มีค่าอยู่ระหว่าง 0-0.3 ส่วนคู่ที่มีค่าสหสัมพันธ์อยู่ในระดับปานกลาง คือ มีค่าอยู่ระหว่าง 0.5-0.7 คือ สหสัมพันธ์ระหว่างคู่ของแรงงานของภาคเกษตรกรรมกับแหล่งที่มาของเทคโนโลยีจากต่างประเทศ คือ มีค่าเท่ากับ 0.511716

3. สาขาอุตสาหกรรม

ตารางที่ 10 สหสัมพันธ์ของตัวแปรอิสระของสาขาอุตสาหกรรม

	H	K	L	Td	Tf
H	1.000000	0.149968	0.621366	0.034812	0.178035
K	0.149968	1.000000	0.311779	0.145368	0.255596
L	0.621366	0.311779	1.000000	0.129533	0.148468
Td	0.034812	0.145368	0.129533	1.000000	0.075866
Tf	0.178035	0.255596	0.148468	0.075866	1.000000
Mean	7.61916374	1,303,988	3,746.29	1,905.05	186,341.72
Maximum	9.951145341	2,614,027	5,619.23	6,394.20	601,697.30
Minimum	4.081022125	255,203	1,604.20	82.20	465.40
Std. Dev.	1.6450889	844,692.28	1,423.49	2,403.49	214,035.38

ที่มา: จากการคำนวณ

จากตารางที่ 10 สหสัมพันธ์ของตัวแปรอิสระของสาขาอุตสาหกรรม ส่วนใหญ่อยู่ในระดับต่ำมาก คือ มีค่าอยู่ระหว่าง 0-0.3 ส่วนคู่ที่มีค่าสหสัมพันธ์อยู่ในระดับปานกลาง คือ มีค่าอยู่ระหว่าง 0.5-0.7 คือ สหสัมพันธ์ระหว่างคู่ของแรงงานกับปีการศึกษาเฉลี่ย คือ มีค่าเท่ากับ 0.621366

4. สาขาบริการ

ตารางที่ 11 สหสัมพันธ์ของตัวแปรอิสระของสาขาบริการ

	H	K	L	Td	Tf
H	1.000000	0.134257	0.508609	0.294661	0.032117
K	0.134257	1.000000	0.125248	0.013695	0.073924
L	0.508609	0.125248	1.000000	0.079092	0.111680
Td	0.294661	0.013695	0.079092	1.000000	0.368257
Tf	0.032117	0.073924	0.111680	0.368257	1.000000
Mean	11.01662976	3,150,146	4,169.42	1,633.22	53,068.11
Maximum	12.27074777	5,743,679	7,967.80	4,561.74	310,178.54
Minimum	7.874569992	843,178	1,627.60	233.02	81.90
Std. Dev.	1.065576308	1,708,343.18	1,923.22	1,470.73	74,622.61

ที่มา: จากการคำนวณ

จากตารางที่ 11 สหสัมพันธ์ของตัวแปรอิสระของสาขาบริการ ส่วนใหญ่อยู่ในระดับต่ำมาก คือ มีค่าอยู่ระหว่าง 0-0.3 ส่วนคู่ที่มีค่าสหสัมพันธ์อยู่ในระดับปานกลาง คือ มีค่าอยู่ระหว่าง 0.5-0.7 คือ สหสัมพันธ์ระหว่างกลุ่มของแรงงานกับปีการศึกษาเฉลี่ย คือ มีค่าเท่ากับ 0.508609

5. สาขาอื่นๆ

ตารางที่ 12 สหสัมพันธ์ของตัวแปรอิสระของสาขาอื่นๆ

	H	K	L	Td	Tf
H	1.000000	0.196501	0.700409	0.145806	0.006814
K	0.196501	1.000000	0.307544	0.030432	0.170670
L	0.700409	0.307544	1.000000	0.213342	0.070210
Td	0.145806	0.030432	0.213342	1.000000	0.047411
Tf	0.006814	0.170670	0.070210	0.047411	1.000000
Mean	8.424418139	3,221,615	6,143.36	1,075.40	49,872.58
Maximum	10.23925713	6,227,275	9,672.08	4,051.00	160,253.21
Minimum	5.095439444	916,388	2,545.05	91.40	605.70
Std. Dev.	1.373440327	1,862,851.25	2,334.03	1,183.30	52,432.39

ที่มา: จากการคำนวณ

จากตารางที่ 12 สหสัมพันธ์ของตัวแปรอิสระของสาขาอื่นๆ ส่วนใหญ่อยู่ในระดับต่ำมาก คือ มีค่าอยู่ระหว่าง 0-0.3 ส่วนคู่ที่มีค่าสหสัมพันธ์อยู่ในระดับปานกลาง คือ มีค่าอยู่ระหว่าง 0.5-0.7 คือ สหสัมพันธ์ระหว่างกลุ่มของแรงงานกับปีการศึกษาเฉลี่ย คือ มีค่าเท่ากับ 0.70040

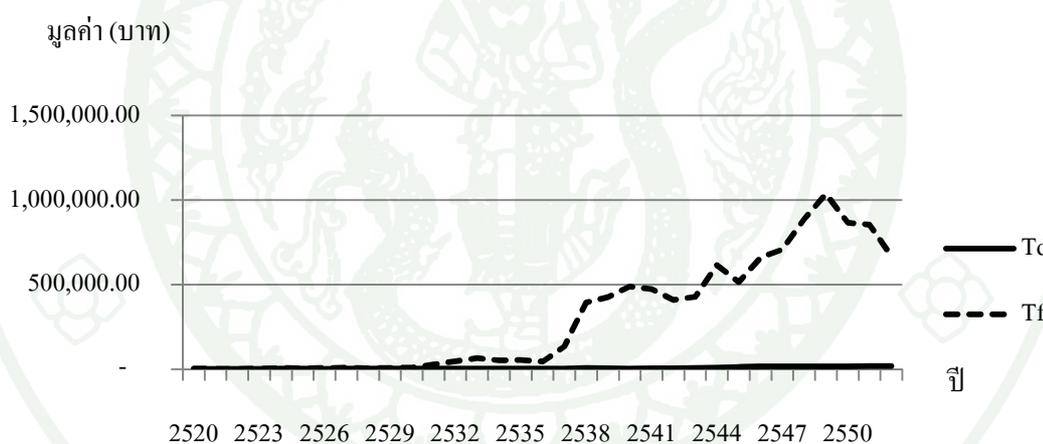
**การศึกษาความสัมพันธ์ของเทคโนโลยีในประเทศกับเทคโนโลยีที่มาจากต่างประเทศ และศึกษา
อิทธิพลของเทคโนโลยีที่มีต่อความเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจของภาคเศรษฐกิจโดยรวม
และรายสาขาการผลิต**

การศึกษาส่วนที่ 2 นั้นเป็นส่วนหนึ่งของวัตถุประสงค์ข้อ 1 โดยเป็นการศึกษาความสัมพันธ์ของเทคโนโลยีในประเทศ (ประเมินจากจากการทำวิจัยและพัฒนาภายในประเทศของภาครัฐบาลและภาคเอกชน) กับเทคโนโลยีที่มาจากต่างประเทศ (ประเมินจากการนำเข้าเครื่องจักรการลงทุนโดยตรงจากต่างประเทศ และการนำเข้าเทคโนโลยีโดยตรง) ของภาคเศรษฐกิจโดยรวม และรายสาขาการผลิต ซึ่งใช้ข้อมูลอนุกรมเวลา ในช่วงปี พ.ศ. 2520-2552 โดยใช้ Granger Causality Test ซึ่งมีผลการศึกษา ดังนี้

ผลการศึกษาความสัมพันธ์ของเทคโนโลยีในประเทศกับเทคโนโลยีจากต่างประเทศ ของภาคเศรษฐกิจโดยรวม และรายสาขาการผลิต

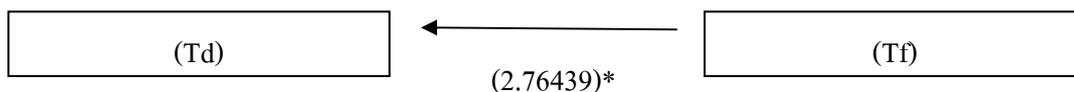
ผลการทดสอบความเป็นเหตุเป็นผลระหว่างเทคโนโลยีในประเทศกับเทคโนโลยีที่มาจากต่างประเทศโดยใช้การทดสอบ Granger Causality เป็นการอธิบายเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรว่าจะอะไรคือสาเหตุ (Causes) และอะไรคือผล (Effects) ซึ่งมีผลการทดสอบ ดังนี้

1. ในภาพรวมเศรษฐกิจ ประเทศไทยมีแนวโน้มของเทคโนโลยีในประเทศ และการนำเข้าเทคโนโลยีจากต่างประเทศ ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2520-2552 ดังภาพที่ 21 ซึ่งพบว่า มีการวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีเองในประเทศน้อยมากเมื่อเทียบกับการนำเข้าเทคโนโลยีจากต่างประเทศ โดยนำเข้าเทคโนโลยีมากที่สุดในปี พ.ศ. 2549 เนื่องจากเป็นปีที่มีการนำเข้าเครื่องจักรจากต่างประเทศมากที่สุด



ภาพที่ 21 แนวโน้มของเทคโนโลยีในประเทศกับเทคโนโลยีที่มาจากต่างประเทศของภาคเศรษฐกิจโดยรวม

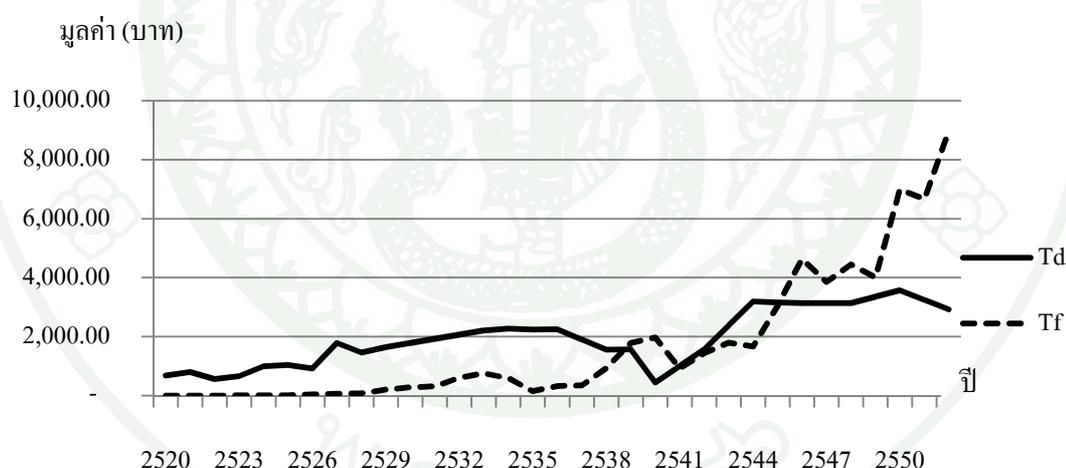
จากการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของภาคเศรษฐกิจโดยรวม พบว่า เทคโนโลยีจากต่างประเทศ (Tf) เป็นสาเหตุ และเทคโนโลยีในประเทศ (Td) เป็นผล ณ ระดับนัยสำคัญที่ 0.10 ณ Lag ที่ 2 ดังภาพที่ 22



ภาพที่ 22 ความสัมพันธ์ระหว่างเทคโนโลยีในประเทศกับเทคโนโลยีที่มาจากต่างประเทศของภาคเศรษฐกิจโดยรวม

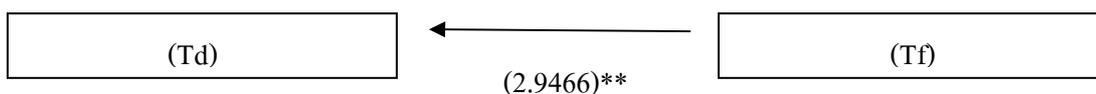
หมายเหตุ: ค่าในวงเล็บ คือ ค่า F – statistic, * หมายถึง มีระดับนัยสำคัญที่ 0.10

2. สาขาเกษตรกรรมมีแนวโน้มของเทคโนโลยีในประเทศ และการนำเข้าเทคโนโลยี ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2520-2552 ดังภาพที่ 23 พบว่า ได้รับงบประมาณในการวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีในประเทศเป็นจำนวนมากเมื่อเทียบกับสาขาการผลิตอื่น เนื่องจากการตระหนักถึงความสำคัญของการพัฒนาด้านเกษตรกรรมต่อการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจของประเทศ ประกอบกับ ประเทศได้พัฒนาจากเกษตรกรรมแบบดั้งเดิมที่เน้นการใช้แรงงานเป็นการใช้เทคโนโลยีใหม่ๆ เพื่อช่วยประหยัดแรงงานมากขึ้น



ภาพที่ 23 แนวโน้มของเทคโนโลยีในประเทศกับเทคโนโลยีที่มาจากต่างประเทศของสาขาเกษตรกรรม

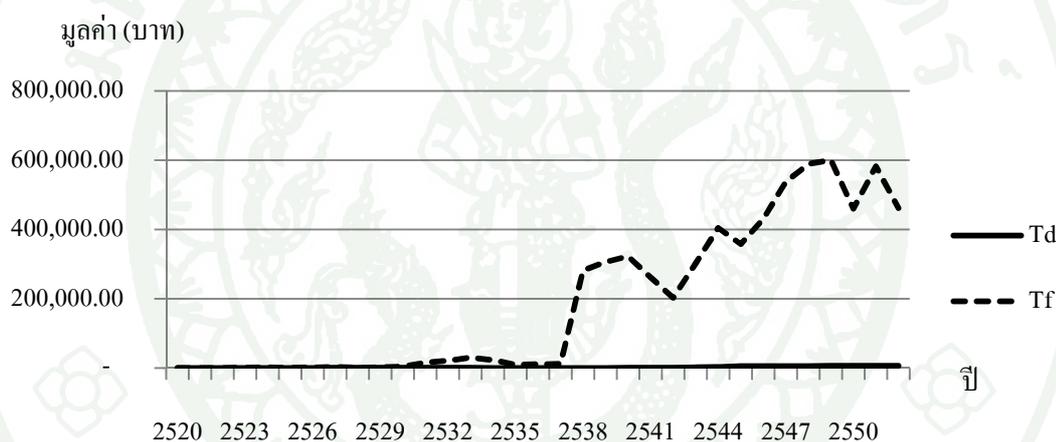
ผลการทดสอบความสัมพันธ์ พบว่า เทคโนโลยีจากต่างประเทศ (Tf) เป็นสาเหตุ และเทคโนโลยีในประเทศ (Td) เป็นผล ณ ระดับนัยสำคัญที่ 0.05 ณ Lag ที่ 4 ดังภาพที่ 24



ภาพที่ 24 ความสัมพันธ์ระหว่างเทคโนโลยีในประเทศกับเทคโนโลยีที่มาจากต่างประเทศของ
สาขาเกษตรกรรม

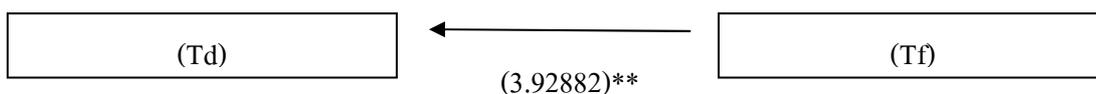
หมายเหตุ: ค่าในวงเล็บ คือ ค่า F – statistic, ** หมายถึง มีระดับนัยสำคัญที่ 0.05

3. สาขาอุตสาหกรรมมีแนวโน้มของเทคโนโลยีในประเทศ และการนำเข้าเทคโนโลยี
ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2520-2552 ดังภาพที่ 25 พบว่า เน้นการนำเข้าเทคโนโลยีเพื่อการพัฒนาประเทศ
มากกว่าการส่งเสริมการวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีในประเทศเอง



ภาพที่ 25 แนวโน้มของเทคโนโลยีในประเทศกับเทคโนโลยีที่มาจากต่างประเทศของสาขา
อุตสาหกรรม

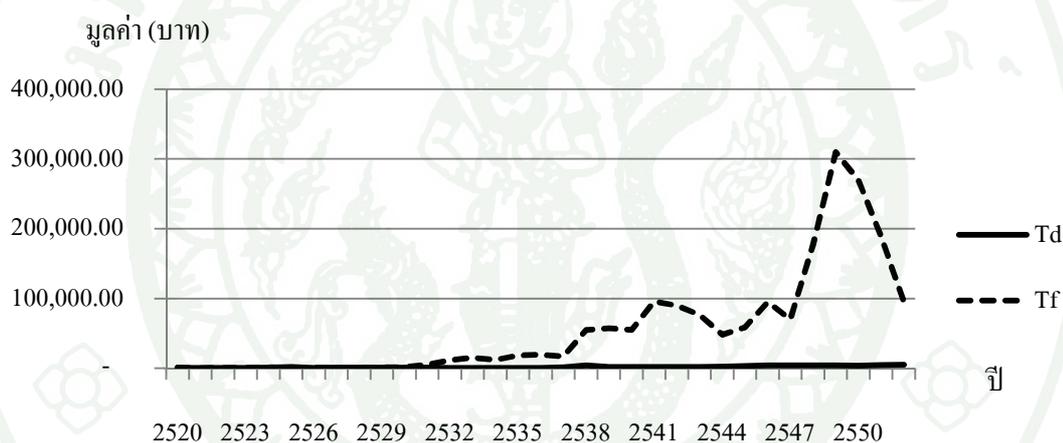
ผลการทดสอบความสัมพันธ์ พบว่า เทคโนโลยีจากต่างประเทศ (Tf) เป็นสาเหตุ และ
เทคโนโลยีในประเทศ (Td) เป็นผล ณ ระดับนัยสำคัญที่ 0.05 ณ Lag ที่ 2 ดังภาพที่ 26



ภาพที่ 26 ความสัมพันธ์ระหว่างเทคโนโลยีในประเทศกับเทคโนโลยีที่มาจากต่างประเทศของ
สาขาอุตสาหกรรม

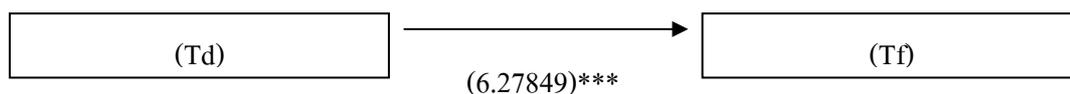
หมายเหตุ: ค่าในวงเล็บ คือ ค่า F – statistic, ** หมายถึง มีระดับนัยสำคัญที่ 0.05

4. สาขาบริการมีแนวโน้มของเทคโนโลยีในประเทศ และการนำเข้าเทคโนโลยี ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2520-2552 ดังภาพที่ 27 พบว่า ประเทศยังคงมีการนำเข้าเทคโนโลยีจากต่างประเทศมากกว่า การส่งเสริมการวิจัยและพัฒนาเอง



ภาพที่ 27 แนวโน้มของเทคโนโลยีในประเทศกับเทคโนโลยีที่มาจากต่างประเทศของสาขาบริการ

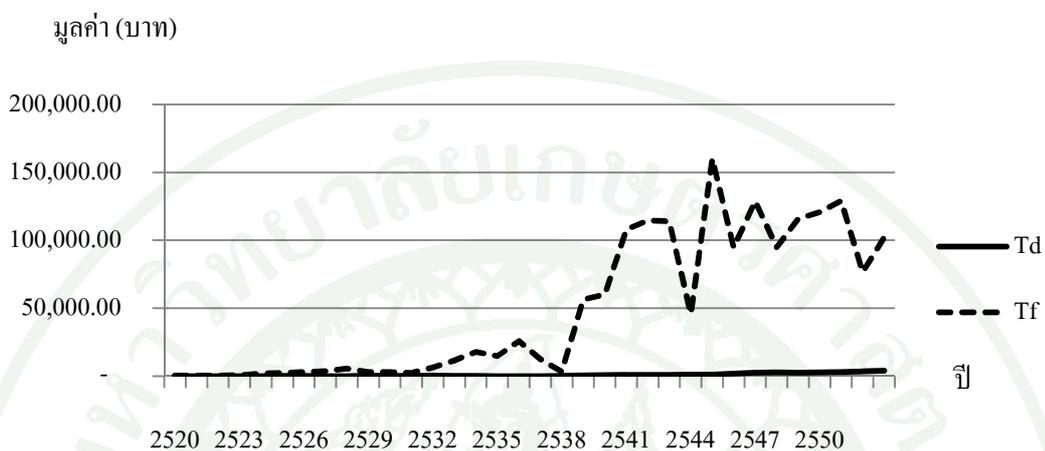
ผลการทดสอบความสัมพันธ์ ในสาขาบริการ พบว่า เทคโนโลยีในประเทศ (Td) เป็นสาเหตุ และเทคโนโลยีจากต่างประเทศ (Tf) เป็นผล ณ ระดับนัยสำคัญที่ 0.01 ดังภาพที่ 28



ภาพที่ 28 ความสัมพันธ์ระหว่างเทคโนโลยีในประเทศกับเทคโนโลยีที่มาจากต่างประเทศของ
สาขาบริการ

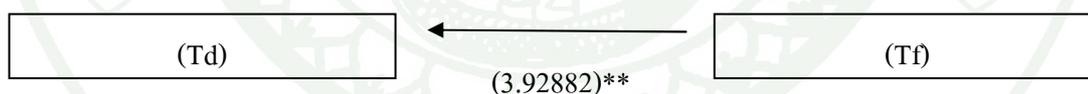
หมายเหตุ: ค่าในวงเล็บ คือ ค่า F – statistic, *** หมายถึง มีระดับนัยสำคัญที่ 0.01

5. สาขาอื่นๆ มีแนวโน้มของเทคโนโลยีในประเทศ และการนำเข้าเทคโนโลยี ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2520-2552 ดังภาพที่ 29 พบว่า ประเทศยังคงมีการนำเข้าเทคโนโลยีจากต่างประเทศมากกว่า การส่งเสริมการวิจัยและพัฒนาเอง เหมือนกับสาขาการผลิตอื่น



ภาพที่ 29 แนวโน้มของเทคโนโลยีในประเทศกับเทคโนโลยีที่มาจากต่างประเทศของสาขาอื่นๆ

ผลการทดสอบความสัมพันธ์ พบว่าเทคโนโลยีจากต่างประเทศ (Tf) เป็นสาเหตุ และเทคโนโลยีในประเทศ (Td) เป็นผล ณ ระดับนัยสำคัญที่ 0.05 ณ Lag ที่ 16 ดังภาพที่ 30



ภาพที่ 30 ความสัมพันธ์ระหว่างเทคโนโลยีในประเทศกับเทคโนโลยีที่มาจากต่างประเทศของสาขาอื่นๆ

หมายเหตุ: ค่าในวงเล็บ คือ ค่า F - statistic, ** หมายถึง มีระดับนัยสำคัญที่ 0.05

จากผลการศึกษาความสัมพันธ์ของเทคโนโลยีในประเทศ และเทคโนโลยีที่มาจากต่างประเทศ ทั้งในภาพรวมเศรษฐกิจ และรายสาขาเศรษฐกิจของประเทศไทย ในช่วง พ.ศ. 2520-2552 สรุปความสัมพันธ์ได้ ดังตารางที่ 13

ตารางที่ 13 ผลการทดสอบความเป็นเหตุเป็นผล (Causality)

สมมติฐานหลัก	จำนวน Lag	F-Statistic	Prob.
Tf ไม่เป็นสาเหตุของ Td (ภาคเศรษฐกิจรวม)	2	2.76439	0.08087
Tf ไม่เป็นสาเหตุของ Td (สาขาเกษตรกรรม)	4	2.94266	0.04460
Tf ไม่เป็นสาเหตุของ Td (สาขาอุตสาหกรรม)	2	3.92882	0.03180
Td ไม่เป็นสาเหตุของ Tf (สาขาบริการ)	2	6.27849	0.00577
Tf ไม่เป็นสาเหตุของ Td (สาขาอื่นๆ)	5	3.25241	0.02887

ที่มา: จากการคำนวณ

จากผลการวิเคราะห์ข้างต้นสรุปได้ว่า ประเทศไทย ได้นำเข้าเทคโนโลยีจากต่างประเทศมาเป็นปัจจัยที่เป็นเหตุให้มีการพัฒนาเทคโนโลยีในประเทศในทุกสาขา ยกเว้นสาขาบริการเพียงสาขาเดียว เนื่องจากสาขาบริการนั้นประกอบไปด้วย โรงแรมและภัตตาคาร การศึกษา และสถาบันการเงิน ซึ่งกิจการเหล่านี้ล้วนเป็นกิจการที่ใช้แรงงานมาก และต้องใช้ความต้องการเทคโนโลยีในประเทศมาเป็นปัจจัยกำหนดการนำเข้าเทคโนโลยีจากต่างประเทศเพื่อให้เหมาะสมกับการผลิตในแต่ละระดับขั้นของการพัฒนา

จากผลการวิเคราะห์จากตารางที่ 13 สะท้อนว่าการคัดแปลงหรือปรับปรุงเทคโนโลยีนำเข้าเพื่อเกื้อหนุนการพัฒนาเทคโนโลยีภายในประเทศมีความล่าช้าตั้งแต่ 2-5 ปี สาเหตุเพราะพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของประเทศยังไม่เข้มแข็งและขาดทิศทางการดำเนินงานที่เหมาะสม กำลังคนด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมีจำนวนจำกัด เทคโนโลยีที่ใช้ส่วนใหญ่นำเข้าจากต่างประเทศอาจมิได้มีการกลั่นกรองให้เหมาะสมกับสภาพทางเศรษฐกิจและสังคมของไทย (แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 9) อย่างไรก็ตามการนำเข้าเทคโนโลยีจากต่างประเทศเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับการผลิตและการพัฒนาประเทศ ซึ่งการนำเข้าเทคโนโลยีจากต่างประเทศเป็นวิธีการที่ประหยัดเมื่อคำนึงถึงค่าใช้จ่ายและเวลาที่ต้องใช้ในการค้นคว้า วิจัย และการเลี้ยงดูที่น้อยกว่าเพราะสามารถคัดเลือกเทคโนโลยีที่มีความสำเร็จเป็นที่เชื่อถือได้ แต่ปัญหาคือพื้นฐานสำหรับประเทศกำลังพัฒนานั้น การนำเทคนิคมาใช้อาจประสบปัญหาเนื่องจากอุปกรณ์ต่างๆ ที่นำมาใช้ในประเทศนั้นส่วนใหญ่มาจากประเทศที่พัฒนาแล้ว โอกาสหรือความเป็นไปได้ในการเลือกใช้เทคนิคการผลิตแบบแรงงานมากทุนน้อยก็ถูกจำกัดลงด้วยความจริงที่ว่าเครื่องมืออุปกรณ์ที่ใช้นั้นเหมาะสำหรับการผลิตแบบใช้ทุนมากแรงงานน้อย ตามแบบฉบับของประเทศที่พัฒนาแล้ว

การศึกษาอิทธิพลของเทคโนโลยีที่มีต่อความเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจในภาคเศรษฐกิจ
โดยรวม และรายสาขาการผลิตของประเทศไทย

การศึกษาส่วนที่ 3 เป็นการศึกษาอิทธิพลของเทคโนโลยีที่มีต่อความเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจ รวมทั้งการเปลี่ยนแปลงทางเทคโนโลยีของประเทศไทยทั้งในภาคเศรษฐกิจโดยรวม และรายสาขาการผลิต ใช้ข้อมูลอนุกรมเวลา ในช่วงปี พ.ศ. 2520-2552 ด้วยการคำนวณจากสมการปัจจัยกำหนดการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจ ดังสมการที่ 25 ดังนี้

$$Y_i = K_i^\alpha L_i^\beta H^\gamma Td_i^\delta Tf_i^\eta \mathcal{E}_i \quad \text{สมการที่ 25}$$

โดยที่ Y คือ ผลิตภัณฑ์มวลรวมภายในประเทศ

L คือ แรงงาน

H คือ ปีการศึกษาเฉลี่ยซึ่งเป็นตัวแทนของทุนมนุษย์

Td คือ เทคโนโลยีในประเทศ

Tf คือ เทคโนโลยีที่นำเข้าจากต่างประเทศ

δ คือ ค่าความยืดหยุ่นของเทคโนโลยีในประเทศ

η คือ ค่าความยืดหยุ่นของเทคโนโลยีที่นำเข้าจากต่างประเทศ

$Td_{i \text{ growth}}$ คือ อัตราการเปลี่ยนแปลงของเทคโนโลยีในประเทศ

$Tf_{i \text{ growth}}$ คือ อัตราการเปลี่ยนแปลงของเทคโนโลยีที่นำเข้าจากต่างประเทศ

\mathcal{E}_i คือ ค่าความคาดเคลื่อน

i คือ สาขาการผลิต ได้แก่ $i=1$ คือ สาขาเศรษฐกิจรวม, $i=2$ คือ สาขาเกษตรกรรม, $i=3$ คือ สาขาอุตสาหกรรม, $i=4$ คือ สาขาบริการ และ $i=5$ คือ สาขาอื่นๆ

โดยคำนวณการเปลี่ยนแปลงก้าวหน้าทางเทคโนโลยีจากค่าสัมประสิทธิ์ที่คำนวณได้จากสมการถดถอยของสมการปัจจัยกำหนดการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจถ่วงน้ำหนักด้วยผลรวมของสัมประสิทธิ์ของอัตราการเปลี่ยนแปลงของเทคโนโลยีในประเทศและเทคโนโลยีที่มาจากต่างประเทศ ตามสมการที่ 27 ดังนี้

$$\left[\left(\frac{\delta_i}{\delta_i + \gamma_i} \right) \times Td_{i\text{growth}} \right] + \left[\left(\frac{\gamma_i}{\delta_i + \gamma_i} \right) \times Tf_{i\text{growth}} \right] \quad \text{สมการที่ 27}$$

ผลการประมาณค่าสัมประสิทธิ์จากสมการกำหนดปัจจัยการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจ

จากแบบจำลองปัจจัยกำหนดความเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจ ดังสมการที่ 24 นั้น ได้ผลการคาดประมาณด้วยวิธีกำลังสองน้อยที่สุด ของทั้ง 5 สาขาเศรษฐกิจที่ศึกษา ตามตารางที่ 14 ดังนี้

ตารางที่ 14 สรุปผลการประมาณค่าสัมประสิทธิ์จากแบบจำลองปัจจัยกำหนดการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจ ของภาคเศรษฐกิจรวม เกษตรกรรม อุตสาหกรรม บริการ และอื่นๆ

ตัวแปร	ตัวแปรตาม Y				
	เศรษฐกิจรวม	เกษตรกรรม	อุตสาหกรรม	บริการ	อื่นๆ
Constant	-5.403037 (-2.758238)**	5.225030 (2.093538)**	0.919440 (2.405926)**	3.271138 (3.032310)***	0.906476 (1.003362)
K	1.620965 (7.991397)***	0.333426 (4.652641)***	0.633178 (5.769842)***	0.544784 (3.526997)***	0.360536 (0.0277)**
L	1.127274 (3.808461)***	0.129488 (0.707570)	0.514860 (2.554577)**	0.074158 (0.912065)	0.741153 (2.553746)**
H	0.365929 (1.938007)*	0.118181 (1.843963)*	0.124891 (0.963338)	0.308043 (2.252819)**	0.106451 (4.465394)***
Td	0.004894 (4.334983)***	0.062138 (3.010892)***	0.048723 (2.675236)**	0.005973 (0.820100)	0.04894 (2.690526)**
Tf	0.005116 (1.901067)*	0.004806 (0.192114)	0.011022 (1.8972)*	0.013734 (1.792821)*	0.05116 (2.071347)**

ตารางที่ 14 (ต่อ)

ตัวแปร	ตัวแปรตาม Y				
	เศรษฐกิจรวม	เกษตรกรรม	อุตสาหกรรม	บริการ	อื่นๆ
R ²	0.945297	0.957372	0.875051	0.952910	0.866727
Adjusted R ²	0.934356	0.949760	0.851022	0.943854	0.841092
S.E. of regression	0.053798	0.056626	0.078686	0.075973	0.076424
F-statistic	1090.33***	140.4199***	1162.415***	1238.240***	705.1272***
D.W	1.838386	2.097369	2.081997	2.284162	1.989314

หมายเหตุ: ค่าในวงเล็บ คือ ค่า t - statistic *** หมายถึง มีระดับนัยสำคัญที่ 0.01

** หมายถึง มีระดับนัยสำคัญที่ 0.05 * หมายถึง มีระดับนัยสำคัญที่ 0.10

ที่มา: จากการวิเคราะห์จากสมการที่ 24

ผลการวิเคราะห์อัตราการเจริญเติบโตของผลผลิต ซึ่งเป็นผลมาจากอัตราการเจริญเติบโตของปัจจัยการผลิต ของภาคเศรษฐกิจโดยรวม

จากตารางที่ 14 ผลของการวิเคราะห์สมการปัจจัยกำหนดการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจของภาคเศรษฐกิจรวม พบว่า ค่าสหสัมพันธ์พหุคูณ (R²) เท่ากับ 0.945297 ซึ่งหมายถึง การเปลี่ยนแปลงระดับผลิตภัณฑ์มวลรวมภายในประเทศสามารถอธิบายได้ด้วย ปีการศึกษาเฉลี่ยซึ่งเป็นตัวแทนของทุนมนุษย์ (H) มูลภัณฑ์ทุน (K) แรงงาน (L) เทคโนโลยีที่มาจากในประเทศ (Td) และตัวแปรเทคโนโลยีที่มาจากต่างประเทศ (Tf) ได้ร้อยละ 94.52 โดยมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 99 (F-statistic มีค่าเท่ากับ 1090.33) และเมื่อทดสอบทางสถิติในส่วนของค่าสัมประสิทธิ์ของตัวแปรที่กำหนดด้วยค่า t-statistic พบว่า มูลภัณฑ์ทุน จำนวนแรงงาน และเทคโนโลยีที่มาจากในประเทศมีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกันกับมูลค่าผลผลิตรวมที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 99 ส่วนปัจจัยทุนมนุษย์ และเทคโนโลยีที่มาจากต่างประเทศมีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกันกับมูลค่าผลผลิตรวมที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 90

เมื่อพิจารณาค่า Durbin-Watson มีค่าเท่ากับ 1.838386 ตกอยู่ในช่วงที่ค่าความคลาดเคลื่อนไม่มีความสัมพันธ์กัน (Nonautocorrelation) และเมื่อพิจารณาค่าความยืดหยุ่น ของแต่ละปัจจัยการผลิต โดยกำหนดให้ปัจจัยอื่นๆ คงที่ ปรากฏว่าปัจจัยมูลภัณฑ์ทุนมีความยืดหยุ่นเท่ากับ 1.620 ซึ่งสามารถอธิบายได้ว่าเมื่อมูลภัณฑ์ทุนเปลี่ยนแปลงไปร้อยละ 1 จะทำให้มูลค่าของผลผลิตรวม

เปลี่ยนแปลงไปในทิศทางเดียวกันร้อยละ 1.620 ปัจจัยจำนวนแรงงานมีความยืดหยุ่นเท่ากับ 1.127 ซึ่งสามารถอธิบายได้ว่าเมื่อจำนวนแรงงานเปลี่ยนแปลงไปร้อยละ 1 จะทำให้มูลค่าของผลผลิตรวมเปลี่ยนแปลงไปในทิศทางเดียวกันร้อยละ 1.127 ปัจจัยทุนมนุษย์มีความยืดหยุ่นเท่ากับ 0.366 อธิบายได้ว่าเมื่อจำนวนปีการศึกษาเฉลี่ยเปลี่ยนแปลงไปร้อยละ 1 จะทำให้มูลค่าของผลผลิตรวมเปลี่ยนแปลงไปในทิศทางเดียวกันร้อยละ 0.366 ปัจจัยเทคโนโลยีที่มาจากในประเทศมีความยืดหยุ่นเท่ากับ 0.004 สามารถอธิบายได้ว่าเมื่องบประมาณจากการลงทุนในการวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีในประเทศเปลี่ยนแปลงไปร้อยละ 1 จะทำให้มูลค่าของผลผลิตรวมเปลี่ยนแปลงไปในทิศทางเดียวกันร้อยละ 0.004 และปัจจัยเทคโนโลยีที่มาจากต่างประเทศมีความยืดหยุ่นเท่ากับ 0.005 อธิบายได้ว่าเมื่อมูลค่านำเข้าเทคโนโลยีจากต่างประเทศเปลี่ยนแปลงไปร้อยละ 1 จะทำให้มูลค่าของผลผลิตรวมเปลี่ยนแปลงไปในทิศทางเดียวกันร้อยละ 0.005

จากการวิเคราะห์สมการปัจจัยกำหนดการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจของภาคเศรษฐกิจโดยรวมนั้น พบว่า ทุนทางกายภาพส่งผลต่อการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจมากกว่าทุนมนุษย์ และการผลิตโดยส่วนใหญ่เป็นการผลิตที่เน้นการใช้มูลค่าขั้นต้น เนื่องจากมีส่วนในการเพิ่มผลผลิตของภาคเศรษฐกิจโดยรวมได้มากที่สุด ส่วนค่าสัมประสิทธิ์ของเทคโนโลยีในประเทศ และเทคโนโลยีที่มาจากต่างประเทศมีค่าที่ใกล้เคียงกันมาก แสดงถึงหากมีการส่งเสริมพัฒนาเทคโนโลยีในประเทศให้มากขึ้น จะทำให้มีความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีที่ทันกัน และทุกปัจจัยมีความสัมพันธ์ในทางบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ผลการวิเคราะห์อัตราการเจริญเติบโตของผลผลิต ซึ่งเป็นผลมาจากอัตราการเจริญเติบโตของปัจจัยการผลิต ของสาขาเกษตรกรรม

ผลของการวิเคราะห์สมการปัจจัยกำหนดการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจของสาขาเกษตรกรรม พบว่า ค่าสหสัมพันธ์พหุคูณ (R^2) เท่ากับ 0.957372 หมายถึง การเปลี่ยนแปลงระดับผลิตภัณฑ์มวลรวมภายในประเทศสาขาเกษตรกรรมสามารถอธิบายได้ด้วย ปีการศึกษาเฉลี่ยซึ่งเป็นตัวแทนของทุนมนุษย์ (H) มูลค่าขั้นต้น (K) เทคโนโลยีที่มาจากในประเทศ (Td) และตัวแปรเทคโนโลยีที่มาจากต่างประเทศ (Tf) ได้ร้อยละ 95.73 โดยมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 99 (F-statistic มีค่าเท่ากับ 140.4199) และเมื่อทดสอบทางสถิติในส่วนของค่าสัมประสิทธิ์ของตัวแปรที่กำหนดด้วยค่า t-statistic พบว่า มูลค่าขั้นต้น และเทคโนโลยีที่มาจากในประเทศมีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกันกับมูลค่าผลผลิตของสาขาเกษตรกรรมที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ

99 และปัจจัยทุนมนุษย์มีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกันกับมูลค่าผลผลิตที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 90

เมื่อพิจารณาค่า Durbin-Watson มีค่าเท่ากับ 2.097369 ตกอยู่ในช่วงที่ค่าความคลาดเคลื่อนไม่มีความสัมพันธ์กัน (Nonautocorrelation) และเมื่อพิจารณาค่าความยืดหยุ่น ของแต่ละปัจจัยการผลิต โดยกำหนดให้ปัจจัยอื่นๆ คงที่ ปรากฏว่าปัจจัยมูลภัณฑ์ทุนมีความยืดหยุ่นเท่ากับ 0.333 ซึ่งสามารถอธิบายได้ว่าเมื่อมูลภัณฑ์ทุนเปลี่ยนแปลงไปร้อยละ 1 จะทำให้มูลค่าของผลผลิตสาขาเกษตรกรรมเปลี่ยนแปลงไปในทิศทางเดียวกันร้อยละ 0.333 ปัจจัยทุนมนุษย์มีความยืดหยุ่นเท่ากับ 0.118 อธิบายได้ว่าเมื่อจำนวนปีการศึกษาเฉลี่ยเปลี่ยนแปลงไปร้อยละ 1 จะทำให้มูลค่าของผลผลิตเปลี่ยนแปลงไปในทิศทางเดียวกันร้อยละ 0.118 และปัจจัยเทคโนโลยีที่มาจากในประเทศมีความยืดหยุ่นเท่ากับ 0.062 อธิบายได้ว่าเมื่องบประมาณจากการลงทุนสำหรับการวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีในประเทศเปลี่ยนแปลงไปร้อยละ 1 จะทำให้มูลค่าของผลผลิตสาขาเกษตรกรรมเปลี่ยนแปลงไปในทิศทางเดียวกันร้อยละ 0.062

จากการวิเคราะห์สมการปัจจัยกำหนดการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจของสาขาเกษตรกรรม นั้นเป็นการผลิตที่เน้นการใช้ปัจจัยมูลภัณฑ์ทุน เนื่องจากปัจจัยมูลภัณฑ์ทุน มีส่วนในการเพิ่มผลผลิตของสาขาเกษตรกรรมมากที่สุด ส่วนจำนวนแรงงาน และการนำเข้าเทคโนโลยีจากต่างประเทศมีอิทธิพลทางบวกอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนหนึ่งอาจมาจากตลอดช่วงเวลาที่ศึกษามีอัตราการเปลี่ยนแปลงของแรงงานจำนวนสาขาเกษตรกรรมที่ลดลงสูง แสดงถึงการโยกย้ายแรงงานจากสาขาเกษตรกรรมไปสู่สาขาการผลิตอื่น และการนำเข้าเทคโนโลยีจากต่างประเทศที่ไม่มีนัยสำคัญทางสถิตินั้นสะท้อนให้เห็นว่าการนำเข้าเทคโนโลยีจากต่างประเทศของประเทศไทย สำหรับสาขาเกษตรกรรมนั้น ไม่ได้ส่งผลต่อการเพิ่มผลผลิตในสาขาเกษตรกรรม และอาจไม่ตรงกับความต้องการสำหรับการพัฒนาผลผลิตของเกษตรกร

ผลการวิเคราะห์อัตราการเจริญเติบโตของผลผลิต ซึ่งเป็นผลมาจากอัตราการเจริญเติบโตของปัจจัยการผลิต ของสาขาอุตสาหกรรม

ผลของการวิเคราะห์สมการปัจจัยกำหนดการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจของสาขาอุตสาหกรรม พบว่า ค่าสหสัมพันธ์พหุคูณ (R^2) เท่ากับ 0.875051 หมายถึง การเปลี่ยนแปลงระดับผลิตภัณฑ์มวลรวมภายในประเทศของสาขาอุตสาหกรรมอธิบายได้ด้วย ปีการศึกษาเฉลี่ยซึ่งเป็นตัวแทนของทุนมนุษย์ (H) มูลค่าลงทุน (K) แรงงาน (L) เทคโนโลยีที่มาจากในประเทศ (Td) และตัวแปรเทคโนโลยีที่มาจากต่างประเทศ (Tf) ได้ร้อยละ 87.50 โดยมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 99 (F-statistic มีค่าเท่ากับ 1162.415) และเมื่อทดสอบทางสถิติในส่วนของค่าสัมประสิทธิ์ของตัวแปรที่กำหนดด้วยค่า t-statistic พบว่า มูลค่าลงทุน มีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกันกับมูลค่าผลผลิตที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 99 ส่วนจำนวนแรงงาน และเทคโนโลยีที่มาจากในประเทศมีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกันกับมูลค่าผลผลิตที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 และเทคโนโลยีที่มาจากต่างประเทศมีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกันกับมูลค่าผลผลิตรวมที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 90

เมื่อพิจารณาค่า Durbin-Watson มีค่าเท่ากับ 2.081997 ตกอยู่ในช่วงที่ค่าความคลาดเคลื่อนไม่มีความสัมพันธ์กัน (Nonautocorelation) และเมื่อพิจารณาค่าความยืดหยุ่น ของแต่ละปัจจัยการผลิต โดยกำหนดให้ปัจจัยอื่นๆ คงที่ ปรากฏว่าปัจจัยมูลค่าลงทุนมีความยืดหยุ่นเท่ากับ 0.633 ซึ่งสามารถอธิบายได้ว่าเมื่อมูลค่าลงทุนเปลี่ยนแปลงไปร้อยละ 1 จะทำให้มูลค่าของผลผลิตสาขาอุตสาหกรรมเปลี่ยนแปลงไปในทิศทางเดียวกันร้อยละ 0.633 จำนวนแรงงานมีความยืดหยุ่นเท่ากับ 0.514 ซึ่งสามารถอธิบายได้ว่าเมื่อจำนวนแรงงานเปลี่ยนแปลงไปร้อยละ 1 จะทำให้มูลค่าของผลผลิตสาขาอุตสาหกรรมเปลี่ยนแปลงไปในทิศทางเดียวกันร้อยละ 0.514 ปัจจัยเทคโนโลยีที่มาจากในประเทศมีความยืดหยุ่นเท่ากับ 0.048 อธิบายได้ว่าเมื่อบประมาณจากการลงทุนในการวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีในประเทศเปลี่ยนแปลงไปร้อยละ 1 จะทำให้มูลค่าของผลผลิตสาขาอุตสาหกรรมเปลี่ยนแปลงไปในทิศทางเดียวกันร้อยละ 0.048 และปัจจัยเทคโนโลยีที่มาจากต่างประเทศมีความยืดหยุ่นเท่ากับ 0.011 อธิบายได้ว่าเมื่อมูลค่าการนำเข้าเทคโนโลยีจากต่างประเทศเปลี่ยนแปลงไปร้อยละ 1 จะทำให้มูลค่าของผลผลิตสาขาอุตสาหกรรมเปลี่ยนแปลงไปในทิศทางเดียวกันร้อยละ 0.011

จากการวิเคราะห์สมการปัจจัยกำหนดการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจของสาขาอุตสาหกรรม นั้น สรุปได้ว่าการผลิตโดยส่วนใหญ่เป็นการผลิตที่เน้นการใช้ปัจจัยมูลค่าลงทุน เนื่องจากปัจจัยมูลค่า

ภัณฑ์ทุน มีส่วนในการเพิ่มผลผลิตของสาขาอุตสาหกรรมมากที่สุด แต่ตัวแปรทุนมนุษย์มีอิทธิพลทางบวกต่อผลผลิต อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ สะท้อนได้ว่าระบบการศึกษานั้นไม่ตอบสนองต่อความต้องการแรงงานของภาคอุตสาหกรรม

ผลการวิเคราะห์อัตราการเจริญเติบโตของผลผลิต ซึ่งเป็นผลมาจากอัตราการเจริญเติบโตของปัจจัยการผลิต ของสาขาบริการ

ผลของการวิเคราะห์สมการปัจจัยกำหนดการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจของสาขาบริการ พบว่า ค่าสหสัมพันธ์พหุคูณ (R^2) เท่ากับ 0.9529 หมายถึง การเปลี่ยนแปลงระดับผลิตภัณฑ์มวลรวมภายในประเทศสาขาบริการอธิบายได้ด้วย ปีการศึกษาเฉลี่ยซึ่งเป็นตัวแทนของทุนมนุษย์ (H) มูลภัณฑ์ทุน (K) เทคโนโลยีที่มาจากในประเทศ (Td) และตัวแปรเทคโนโลยีที่มาจากต่างประเทศ (Tf) ได้ร้อยละ 95.29 โดยมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 99 (F-statistic มีค่าเท่ากับ 1238.240) และเมื่อทดสอบทางสถิติในส่วนของค่าสัมประสิทธิ์ของตัวแปรที่กำหนดด้วยค่า t-statistic พบว่า มูลภัณฑ์ทุน มีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกันกับมูลค่าผลผลิตที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 99 ปีการศึกษาเฉลี่ยซึ่งเป็นตัวแทนของทุนมนุษย์ มีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกันกับมูลค่าผลผลิตรวมที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 และเทคโนโลยีที่มาจากต่างประเทศ มีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกันกับมูลค่าผลผลิตรวมที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 90

เมื่อพิจารณาค่า Durbin-Watson มีค่าเท่ากับ 2.284162 ตกอยู่ในช่วงที่ค่าความคลาดเคลื่อนไม่มีความสัมพันธ์กัน (Nonautocorrelation) และเมื่อพิจารณาค่าความยืดหยุ่น ของแต่ละปัจจัยการผลิต โดยกำหนดให้ปัจจัยอื่นๆ คงที่ ปรากฏว่าปัจจัยมูลภัณฑ์ทุนมีความยืดหยุ่นเท่ากับ 0.544 ซึ่งสามารถอธิบายได้ว่าเมื่อมูลภัณฑ์ทุนเปลี่ยนแปลงไปร้อยละ 1 จะทำให้มูลค่าของผลผลิตสาขาบริการเปลี่ยนแปลงไปในทิศทางเดียวกันร้อยละ 0.544 ปัจจัยทุนมนุษย์มีความยืดหยุ่นเท่ากับ 0.308 ซึ่งสามารถอธิบายได้ว่าเมื่อจำนวนปีการศึกษาเฉลี่ยเปลี่ยนแปลงไปร้อยละ 1 จะทำให้มูลค่าของผลผลิตสาขาบริการเปลี่ยนแปลงไปในทิศทางเดียวกันร้อยละ 0.308 และปัจจัยเทคโนโลยีจากต่างประเทศมีความยืดหยุ่นเท่ากับ 0.013 อธิบายได้ว่าเมื่อมูลค่าการนำเข้าเทคโนโลยีจากต่างประเทศเปลี่ยนแปลงไปร้อยละ 1 จะทำให้มูลค่าของผลผลิตสาขาบริการเปลี่ยนแปลงไปในทิศทางเดียวกันร้อยละ 0.013

จากการวิเคราะห์สมการปัจจัยกำหนดการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจของสาขาบริการนั้น การผลิตโดยส่วนใหญ่เป็นการผลิตที่เน้นการใช้ปัจจัยมูลภัณฑ์ทุน เนื่องจากปัจจัยมูลภัณฑ์ทุน มี

ส่วนในการเพิ่มผลผลิตของสาขาอุตสาหกรรมมากที่สุด ส่วนจำนวนแรงงาน และเทคโนโลยีที่มาจากในประเทศมีอิทธิพลในทางบวก อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติสะท้อนให้เห็นว่าการวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีในประเทศเองยังไม่ตอบสนองต่อการเพิ่มผลผลิตของสาขาบริการ

ผลการวิเคราะห์อัตราการผลิตเชิงโต้ตอบของผลผลิต ซึ่งเป็นผลมาจากอัตราการผลิตเชิงโต้ตอบของการผลิต ของสาขาอื่นๆ

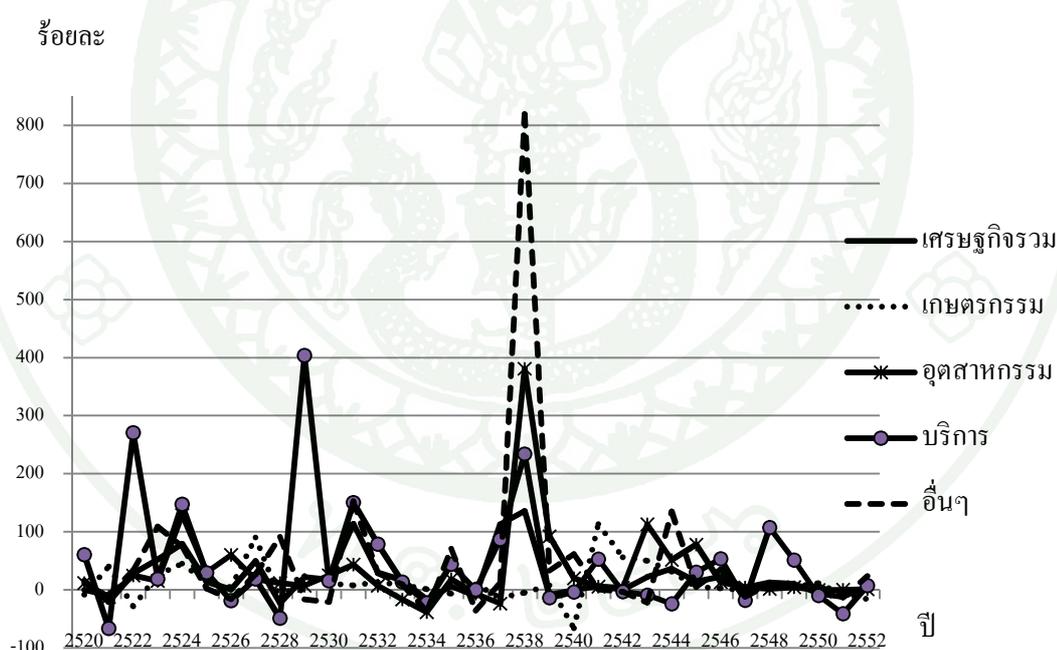
ผลของการวิเคราะห์สมการปัจจัยกำหนดการผลิตเชิงโต้ทางเศรษฐกิจของสาขาอื่นๆ พบว่า ค่าสหสัมพันธ์พหุคูณ (R^2) เท่ากับ 0.8667 หมายถึง การเปลี่ยนแปลงระดับผลิตภัณฑ์มวลรวมภายในประเทศสาขาอื่นๆอธิบายได้ด้วย ปีการศึกษาเฉลี่ยซึ่งเป็นตัวแทนของทุนมนุษย์ (H) มลภัณฑ์ทุน (K) แรงงาน (L) เทคโนโลยีที่มาจากในประเทศ (Td) และตัวแปรเทคโนโลยีที่มาจากต่างประเทศ (Tf) ได้ร้อยละ 86.67 โดยมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 99 (F-statistic มีค่าเท่ากับ 705.1272) และเมื่อทดสอบทางสถิติในส่วนของค่าสัมประสิทธิ์ของตัวแปรที่กำหนดด้วยค่า t-statistic พบว่า ตัวแปรปีการศึกษาเฉลี่ยซึ่งเป็นตัวแทนของทุนมนุษย์มีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกันกับมูลค่าผลผลิตที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 99 ส่วนมลภัณฑ์ทุน แรงงาน เทคโนโลยีที่มาจากในประเทศ และเทคโนโลยีที่มาจากต่างประเทศมีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกันกับมูลค่าผลผลิตที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

เมื่อพิจารณาค่า Durbin-Watson มีค่าเท่ากับ 1.989314 ตกอยู่ในช่วงที่ค่าความคลาดเคลื่อนไม่มีความสัมพันธ์กัน (Nonautocorelation) และเมื่อพิจารณาค่าความยืดหยุ่น ของแต่ละปัจจัยการผลิต โดยกำหนดให้ปัจจัยอื่นๆ คงที่ ปรากฏว่าปัจจัยมลภัณฑ์ทุนมีความยืดหยุ่นเท่ากับ 0.360 ซึ่งสามารถอธิบายได้ว่าเมื่อมลภัณฑ์ทุนเปลี่ยนแปลงไปร้อยละ 1 จะทำให้มูลค่าของผลผลิตสาขาอื่นๆเปลี่ยนแปลงไปในทิศทางเดียวกันร้อยละ 0.360 จำนวนแรงงานมีความยืดหยุ่นเท่ากับ 0.741 ซึ่งสามารถอธิบายได้ว่าเมื่อจำนวนแรงงานเปลี่ยนแปลงไปร้อยละ 1 จะทำให้มูลค่าของผลผลิตสาขาอื่นๆเปลี่ยนแปลงไปในทิศทางเดียวกันร้อยละ 0.741 ปัจจัยทุนมนุษย์มีความยืดหยุ่นเท่ากับ 0.106 ซึ่งสามารถอธิบายได้ว่าเมื่อจำนวนปีการศึกษาเฉลี่ยเปลี่ยนแปลงไปร้อยละ 1 จะทำให้มูลค่าของผลผลิตสาขาอื่นๆเปลี่ยนแปลงไปในทิศทางเดียวกันร้อยละ 0.106 ปัจจัยเทคโนโลยีในประเทศมีความยืดหยุ่นเท่ากับ 0.048 อธิบายได้ว่าเมื่องบประมาณจากการลงทุนในเทคโนโลยีในประเทศเปลี่ยนแปลงไปร้อยละ 1 จะทำให้มูลค่าของผลผลิตสาขาอื่นๆเปลี่ยนแปลงไปในทิศทางเดียวกันร้อยละ 0.048 และปัจจัยเทคโนโลยีจากต่างประเทศมีความยืดหยุ่นเท่ากับ 0.051 อธิบายได้ว่าเมื่อ

มูลค่าการนำเข้าเทคโนโลยีจากต่างประเทศเปลี่ยนแปลงไปร้อยละ 1 จะทำให้มูลค่าของผลผลิตสาขาอื่นๆ เปลี่ยนแปลงไปในทิศทางเดียวกันร้อยละ 0.051

จากการวิเคราะห์สมการปัจจัยกำหนดการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจของสาขาอื่นๆ นั้นการผลิตโดยส่วนใหญ่เป็นการผลิตที่เน้นการใช้ปัจจัยแรงงาน เนื่องจากปัจจัยแรงงาน มีส่วนในการเพิ่มผลผลิตของสาขาอื่นๆ มากที่สุด และทุกปัจจัยมีความสัมพันธ์ในทางบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

จากนั้นนำค่าสัมประสิทธิ์ที่ได้จากการประมาณค่าของเทคโนโลยีในประเทศ และเทคโนโลยีที่มาจากต่างประเทศของภาคเศรษฐกิจ ได้แก่ ภาคเศรษฐกิจรวม สาขาเกษตรกรรม สาขาอุตสาหกรรม สาขาบริการ และสาขาอื่นๆ จากผลการคำนวณข้างต้นมาคำนวณการเปลี่ยนแปลงทางเทคโนโลยี ตามสูตรการคำนวณสมการที่ 25 และผลการคำนวณแสดงดังตารางที่ 8 ในภาคผนวก ก ซึ่งผลการศึกษการเปลี่ยนแปลงทางเทคโนโลยีในทุกภาคเศรษฐกิจสามารถสรุปได้ ดังภาพที่ 31



ภาพที่ 31 การเปลี่ยนแปลงทางเทคโนโลยี

จากภาพที่ 31 สะท้อนการเปลี่ยนแปลงเทคโนโลยีที่มีลักษณะขึ้น-ลงตามการเปลี่ยนแปลงของงบประมาณการวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีในประเทศ กับมูลค่าการนำเข้าเทคโนโลยีจากต่างประเทศ ในภาพรวมเศรษฐกิจ ปี พ.ศ. 2538 เป็นปีที่มีการเปลี่ยนแปลงทางเทคโนโลยีสูงที่สุดเท่ากับ ร้อยละ 135.8 เนื่องจากเป็นปีที่มีการนำเข้าเทคโนโลยีจากต่างประเทศเพิ่มขึ้นจากปี พ.ศ.

2537 ร้อยละ 195.39 (จากตารางผนวกที่ 3) ส่วนปี พ.ศ. 2528 มีการเปลี่ยนแปลงทางเทคโนโลยี เท่ากับ -22.83 ซึ่งเป็นปีที่มีการเปลี่ยนแปลงทางเทคโนโลยีต่ำที่สุด มีการนำเข้าเทคโนโลยีจากต่างประเทศลดลงจากปี พ.ศ. 2527 ร้อยละ 50.28 สำหรับสาขาเกษตรกรรม ปี พ.ศ. 2540 เป็นปีที่มีการเปลี่ยนแปลงทางเทคโนโลยีต่ำที่สุด เท่ากับ ร้อยละ -65.85 (จากตารางผนวกที่ 3) ซึ่งเป็นช่วงวิกฤติเศรษฐกิจของประเทศไทย โดยที่สาขาเกษตรกรรมเป็นสาขาที่มีการลดงบประมาณสำหรับการวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีในประเทศมากที่สุด ซึ่งลดลงจากปี พ.ศ. 2539 ร้อยละ 71.74 ทางด้านสาขาอุตสาหกรรม ปี พ.ศ. 2538 มีการเปลี่ยนแปลงทางเทคโนโลยีสูงที่สุด ร้อยละ 381.17 เนื่องจากมีการนำเข้าเทคโนโลยีเพิ่มขึ้น ร้อยละ 2095.45 ส่วนปี พ.ศ. 2534 มีการเปลี่ยนแปลงทางเทคโนโลยีต่ำที่สุด ร้อยละ -38.46 เนื่องจากมีการลดทั้งงบประมาณสำหรับการวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีในประเทศลง ร้อยละ 41.93 และลดการนำเข้าเทคโนโลยีจากต่างประเทศลงร้อยละ 23.11 ด้านสาขาบริการ ปี พ.ศ. 2529 เป็นปีที่มีการเปลี่ยนแปลงทางเทคโนโลยีสูงที่สุด ร้อยละ 403.29 เนื่องจากมีการนำเข้าเทคโนโลยีจากต่างประเทศเพิ่มขึ้น ร้อยละ 583.82 และปี พ.ศ. 2521 เป็นปีที่มีการเปลี่ยนแปลงทางเทคโนโลยีต่ำที่สุด ร้อยละ -66.67 เนื่องจากมีการลดทั้งงบประมาณสำหรับการวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีในประเทศลง ร้อยละ 11.46 และลดการนำเข้าเทคโนโลยีจากต่างประเทศลงร้อยละ 90.69 และทางด้านสาขาอื่นๆ นั้นปี พ.ศ. 2538 มีการเปลี่ยนแปลงทางเทคโนโลยีสูงที่สุด ร้อยละ 819.26 เนื่องจากมีทั้งงบประมาณสำหรับการวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีในประเทศ และการนำเข้าเทคโนโลยีในประเทศได้เพิ่มขึ้นร้อยละ 50.38 และ 1554.77 ตามลำดับ

ในภาพรวมนั้นมีการเปลี่ยนแปลงทางเทคโนโลยีสูงที่สุดในปี พ.ศ. 2538 ตรงกับช่วงระยะของแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 7 (พ.ศ. 2535-2539) ซึ่งเน้นเป้าหมายในการพัฒนาเพื่อให้มีการนำ เทคโนโลยีที่เหมาะสมมาใช้ในการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิต เพื่อเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันและเสริมสร้างความสามารถในการจัดหาและถ่ายทอดเทคโนโลยีจากต่างประเทศ และการพัฒนาเทคโนโลยี (แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 7, 2535) โดยสาขาเศรษฐกิจที่มีการเปลี่ยนแปลงทางเทคโนโลยีเฉลี่ยสูงที่สุด คือ สาขาบริการ รองลงมา คือ สาขาอื่นๆ (จากตารางผนวกที่ 8) เนื่องจากเกิดการขยายตัวของการลงทุนของสาขาบริการ และสาขาอื่นๆ ซึ่งจำเป็นต้องอาศัยเทคโนโลยีใหม่ๆ มาทำการผลิตเพื่อการแข่งขัน จึงมีการเปลี่ยนแปลงทางเทคโนโลยีมาก ส่วนการผลิตในสาขาเกษตรกรรมเป็นสาขาที่มีการเปลี่ยนแปลงทางเทคโนโลยีที่ต่ำที่สุด อาจเป็นผลมาจากประเทศได้เปลี่ยนแปลงจากระบบฐานเศรษฐกิจจากเกษตรกรรมมาเป็นภาคบริการมากขึ้น รวมทั้งความสามารถในการดูดซับเทคโนโลยีใหม่ที่ใช้ในการผลิตยังจำกัด เช่น ขาดแคลนบุคลากรที่มีการศึกษาในระดับสูงซึ่งพร้อมที่จะรับการถ่ายทอดเทคโนโลยีอย่างมีประสิทธิภาพ แต่อย่างไรก็ตามความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีสามารถที่จะเพิ่มในอนาคตมากหรือ

น้อยขึ้นอยู่กับความพร้อมในด้านต่างๆ ที่จะสามารถรับการถ่ายทอดทางเทคโนโลยีมาใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ และเหมาะสมกับสาขาการผลิตภาคต่างๆ ของประเทศอย่างเหมาะสมต่อไปในอนาคตได้



บทที่ 5

ผลการศึกษาอิทธิพลของเทคโนโลยีที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงทุนประสิทธิผลของ ทุนกายภาพ และทุนประสิทธิผลของทุนมนุษย์ ในภาพรวมเศรษฐกิจ และสาขา เศรษฐกิจหลักของประเทศไทย

จากแนวความคิดของนักเศรษฐศาสตร์สำนักนีโอคลาสสิก กลุ่มมัลธัสเซียน ซึ่งมีแนวความคิดว่าความเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจเป็นสิ่งที่ไม่สามารถเป็นไปได้อย่างต่อเนื่อง เนื่องจากทรัพยากรมีอยู่อย่างจำกัด แต่หากพิจารณาถึงความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีจากแนวความคิดทฤษฎีการเจริญเติบโตแนวใหม่ (Endogenous Growth Theory) แล้วระบบเศรษฐกิจสามารถมีอุปทานของทรัพยากรประสิทธิผลเพิ่มขึ้นได้ ทั้งทุนทางกายภาพ และทุนมนุษย์ โดยที่ทุนประสิทธิผลของทุนทางกายภาพ (Effective Capital Stock) คือ ทุนที่ประเมินมูลค่าในรูปของผลผลิต (Output) อันเนื่องมาจากความก้าวหน้าทางเทคโนโลยี ทำให้ความจำกัดของการมีอยู่ของทุนทางกายภาพนั้นลดลง และทุนประสิทธิผลของทุนมนุษย์ (Effective Human Capital Stock) ในการศึกษาหมายถึง ทุนมนุษย์ที่วัดจากจำนวนปีการศึกษาเฉลี่ยที่แรงงานได้รับและประเมินในรูปของผลผลิต อันเนื่องมาจากความก้าวหน้าทางเทคโนโลยี โดยได้ศึกษาในภาพรวมเศรษฐกิจ และรายสาขาเศรษฐกิจ ได้แก่ สาขาเกษตรกรรม สาขาอุตสาหกรรม สาขาบริการ และสาขาอื่นๆ ดังนี้

ผลการศึกษาอิทธิพลของเทคโนโลยีที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงทุนประสิทธิผลของทุนกายภาพ และทุน ประสิทธิผลของทุนมนุษย์ ในภาพรวมเศรษฐกิจ

การศึกษาอิทธิพลของเทคโนโลยีที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงทุนประสิทธิผลของทุนกายภาพ และทุนประสิทธิผลของทุนมนุษย์ ในภาพรวมเศรษฐกิจ เป็นการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงของทุนประสิทธิผลเมื่อคำนึงถึงความก้าวหน้าทางเทคโนโลยี หากเทคโนโลยีมีการเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้นหรือลดลงในแต่ละปี จะทำให้ทรัพยากรที่มีอยู่สามารถเปลี่ยนแปลงเป็นทรัพยากรประสิทธิผลที่เพิ่มขึ้นหรือลดลงตามความก้าวหน้าทางเทคโนโลยี ซึ่งเป็นการคำนึงถึงอิทธิพลของความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีที่มีต่อกระบวนการผลิตตามแนวความคิดของ Endogenous Growth Theory ซึ่งมีผลการศึกษาของภาพรวมเศรษฐกิจ ดังตารางที่ 15

ตารางที่ 15 ผลการศึกษาอิทธิพลของเทคโนโลยีที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงทุนประสิทธิผลของทุนทางกายภาพ และทุนประสิทธิผลของทุนมนุษย์ของภาพรวมเศรษฐกิจ

ปี	T ¹	Output ²	Usage ²	C S ³	C S R ²	HC ⁴	HCR	ECS	EHCS
1	2	3	4=3/2	5	6=5 _{t-1} -3 _t +5 _t	7	8=7 _{t-1} /2 _{t-1} +6 _t	9=6*2	10=8*2
	(ร้อยละ)	(ล้านบาท)	(ล้านบาท)	(ล้านบาท)	(ร้อยละ)	(ปี)	(ปี)	(ล้านบาท)	(ปี)
2520	16.13	755,415	46,831.33	2,386,024	2,386,024	4.63	4.63	38,487,854.60	74.74
2521	-21.05	830,025	-39,426.81	2,496,001	4,921,452	4.71	5.00	-103,607,899.64	-105.23
2522	27.93	873,508	31,273.38	2,621,485	7,511,663	5.13	4.89	209,810,907.67	136.67
2523	52.42	913,733	17,429.50	2,778,591	10,272,825	5.79	5.96	538,547,885.75	312.52
2524	79.38	967,706	12,190.29	2,951,947	13,212,582	6.53	6.65	1,048,859,315.37	527.76
2525	13.67	1,019,501	74,575.25	3,118,288	16,256,294	6.57	6.66	222,236,053.73	91.01
2526	0.51	1,076,432	2,094,872.09	3,322,354	17,483,776	6.72	7.21	8,983,888.02	3.70
2527	49.49	1,138,353	23,001.96	3,542,885	21,003,659	6.95	20.98	1,039,458,146.27	1,038.18
2528	-22.83	1,191,255	-52,180.45	3,744,061	24,799,901	7.13	7.55	-566,169,965.33	-172.43
2529	22.20	1,257,177	56,619.01	3,938,735	28,682,017	7.43	7.10	636,859,765.43	157.73
2530	17.43	1,376,847	78,995.61	4,187,117	32,790,138	7.67	7.99	571,512,787.62	139.30
2531	113.79	1,559,804	13,707.55	4,519,636	37,296,067	7.82	8.28	4,243,980,022.27	942.42
2532	29.52	1,749,952	59,281.16	4,954,229	42,191,014	7.93	8.00	1,245,458,935.12	236.16
2533	16.69	1,945,372	116,566.62	5,556,557	47,631,005	8.05	8.32	794,910,471.01	138.83
2534	-16.58	2,111,862	-127,348.89	6,250,188	54,008,542	8.14	8.64	-895,638,625.87	-143.25
2535	6.05	2,282,572	376,979.64	6,995,199	60,626,761	8.17	7.65	367,088,646.51	46.29
2536	-11.26	2,473,937	-219,807.55	7,815,304	68,661,873	8.28	9.54	-772,790,320.10	-107.36
2537	112.95	2,695,054	23,859.88	8,740,942	77,378,955	8.25	7.40	8,740,213,851.13	835.84
2538	135.80	2,933,168	21,598.39	9,733,747	87,091,103	8.32	8.39	11,827,401,210.75	1,139.46
2539	-8.79	3,115,338	-354,435.73	10,823,170	98,268,709	8.20	8.26	-863,739,802.37	-72.63

ตารางที่ 15 (ต่อ)

ปี	T ¹	Output ²	Usage ²	C S ³	C S R ²	HC ⁴	HCR	ECS	EHCS
1	2	3	4=3/2	5	6=5 _{t-1} -3 _t +5 _t	7	8=7 _{t-1} /2 _{t-1} +6 _t	9=6*2	10=8*2
	(ร้อยละ)	(ล้านบาท)	(ล้านบาท)	(ล้านบาท)	(ร้อยละ)	(ปี)	(ปี)	(ล้านบาท)	(ปี)
2540	-0.47	3,072,615	-6,511,709.60	11,611,327	116,391,746	8.44	7.50	-54,920,603.92	-3.54
2541	6.40	2,749,684	429,456.70	11,911,713	127,874,002	8.82	-7.07	818,739,342.34	-45.26
2542	-0.21	2,871,980	-13,493,142.93	12,163,043	153,530,188	8.99	7.88	-32,678,496.88	-1.68
2543	22.04	3,008,401	136,511.13	12,430,620	165,824,297	9.25	-27.78	3,654,397,857.86	-612.30
2544	36.46	3,073,601	84,296.10	12,649,512	178,389,513	9.20	7.94	6,504,431,136.41	289.57
2545	14.39	3,237,042	224,889.02	12,880,761	191,045,385	9.25	9.47	2,749,898,295.38	136.35
2546	22.56	3,468,166	153,718.12	13,171,145	204,062,812	9.38	10.04	4,604,035,557.32	226.56
2547	3.88	3,688,189	951,094.79	13,537,985	216,649,702	9.42	9.86	840,131,874.48	38.24
2548	12.84	3,858,019	300,460.14	13,974,896	230,324,138	9.78	12.32	2,957,446,828.56	158.19
2549	10.42	4,056,550	389,489.35	14,430,911	244,365,559	9.72	10.68	2,545,078,840.71	111.21
2550	-6.65	4,256,564	-640,175.41	14,895,285	259,901,020	9.74	10.76	-1,728,097,174.96	-71.55
2551	-11.87	4,361,396	-367,276.47	15,361,707	275,630,003	9.90	8.29	-3,273,097,221.62	-98.39
2552	5.71	4,262,041	746,270.83	15,813,149	290,696,881	9.98	9.29	1,660,204,284.69	53.03
ค่าเฉลี่ย	22.09				103,247,260.74	8.01	6.92	1,502,346,474.19	163.64

หมายเหตุ: T คือ การเปลี่ยนแปลงทางเทคโนโลยี C S คือ ทุนทางกายภาพ (Physical Capital Stock)

C S R คือ ทุนทางกายภาพที่เหลืออยู่ (Physical Capital Stock Remaining)

H C คือ ทุนมนุษย์ที่สะสมอยู่ในตัวแรงงาน (Human Capital)

H C R คือ ทุนมนุษย์ที่เหลืออยู่ (Human Capital Remaining)

E C S คือ ทุนประสิทธิผลของทุนทางกายภาพ (Effective Physical Capital Stock)

E H C S คือ ทุนประสิทธิผลของทุนมนุษย์ (Effective Human Capital Stock)

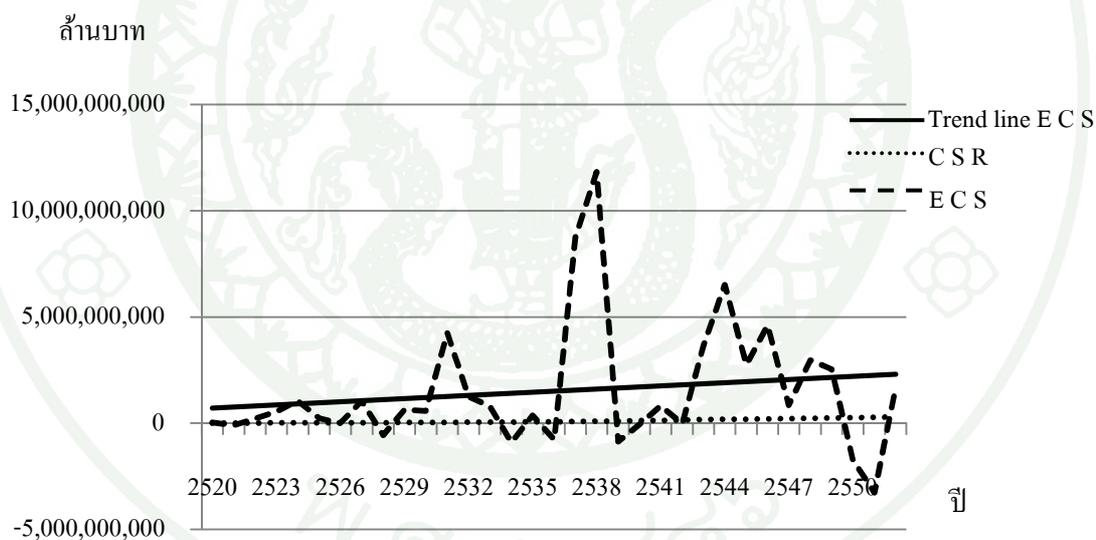
ที่มา: ¹จากการศึกษาการเปลี่ยนแปลงทางเทคโนโลยีตามวัตถุประสงค์ข้อที่ 1

²จากบัญชีรายได้ประชาชาติ สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ

³จากสำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ

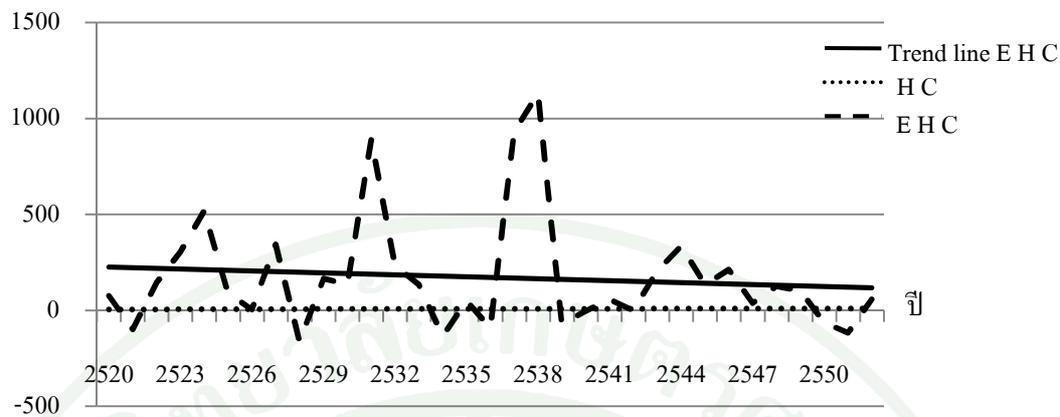
⁴จากตารางภาคผนวกที่ 8

จากตารางที่ 15 ปี พ.ศ. 2538 เป็นปีที่มีการเปลี่ยนแปลงทางเทคโนโลยีสูงสุด เท่ากับ ร้อยละ 135.8 เนื่องจากมีการนำเข้าเทคโนโลยีจากต่างประเทศเพิ่มขึ้นจากปี พ.ศ. 2537 ร้อยละ 195.39 (จากตารางผนวกที่ 3) และในปี พ.ศ. 2528 มีการเปลี่ยนแปลงทางเทคโนโลยีเท่ากับร้อยละ -22.83 ซึ่งเป็นปีที่มีการเปลี่ยนแปลงทางเทคโนโลยีต่ำที่สุด เนื่องจากมีการนำเข้าเทคโนโลยีจากต่างประเทศลดลงจากปี พ.ศ. 2527 ร้อยละ 50.28 ทำให้เป็นปีที่มีทุนประสิทธิผลทางกายภาพและทุนประสิทธิผลของทุนมนุษย์ต่ำที่สุด ดังนั้นเมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ยตั้งแต่ปี พ.ศ. 2520-2552 ของทุนประสิทธิผลทางกายภาพ เท่ากับ 1,502,346,474.19 ล้านบาท และทุนประสิทธิผลของทุนมนุษย์มีค่าเท่ากับ 163.64 ซึ่งมีค่าสูงกว่าเมื่อไม่คำนึงถึงความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีถึง 22.09 เท่า โดยพบว่า ในปี พ.ศ. 2552 นั้นประเทศไทยมีทุนประสิทธิผลของทุนทางกายภาพ เท่ากับ 1,660,204,284.69 ล้านบาท และมีทุนประสิทธิผลของทุนมนุษย์ เท่ากับ 53.03 โดยสามารถสรุปเปรียบเทียบ ดังภาพที่ 32 และภาพที่ 33 พบว่าทุนประสิทธิผลของทุนทางกายภาพมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ในขณะที่ทุนประสิทธิผลของทุนมนุษย์มีแนวโน้มลดลง

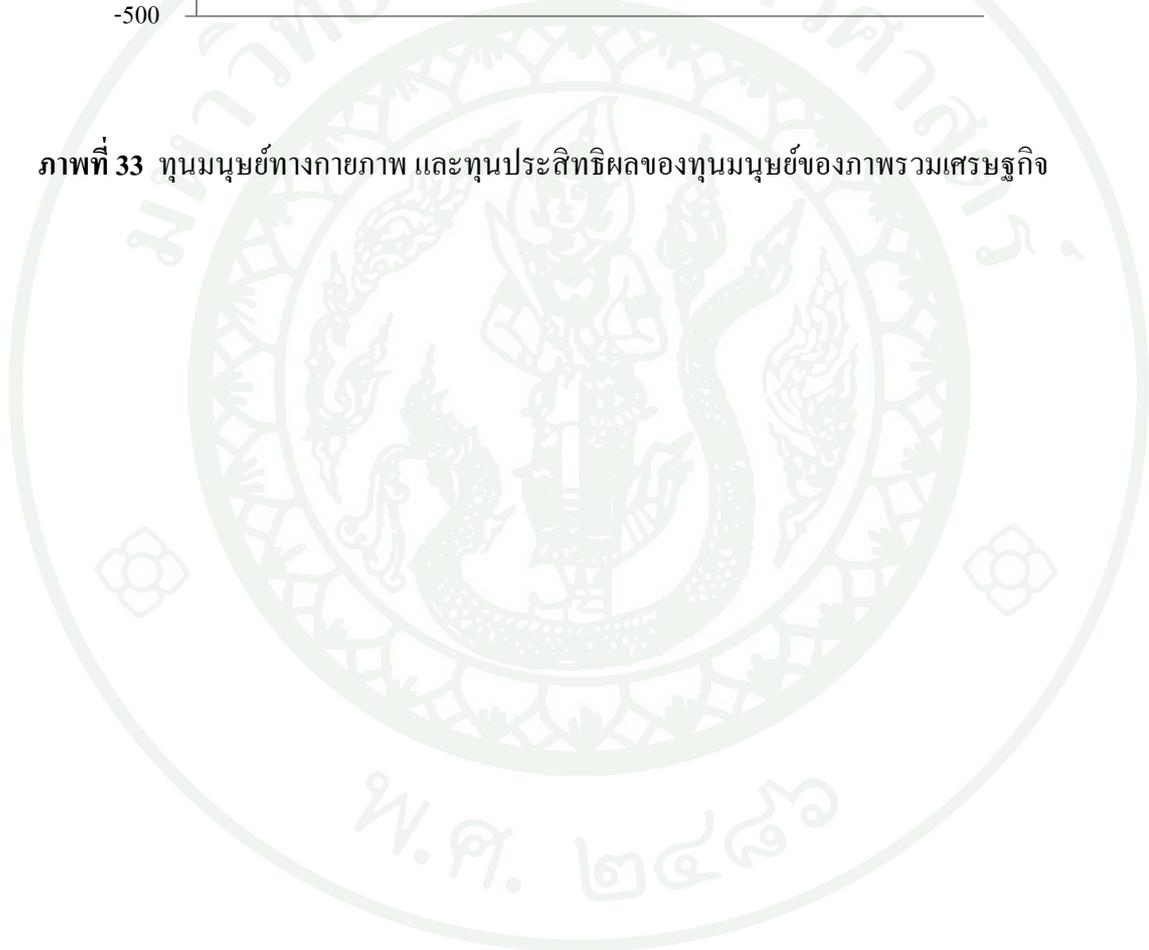


ภาพที่ 32 ทุนทางกายภาพและทุนประสิทธิผลของทุนทางกายภาพของภาพรวมเศรษฐกิจ

ปีการศึกษาเฉลี่ย



ภาพที่ 33 ทุนมนุษย์ทางกายภาพ และทุนประสิทธิผลของทุนมนุษย์ของภาพรวมเศรษฐกิจ



ผลการศึกษาอิทธิพลของเทคโนโลยีที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงทุนประสิทธิผลของทุนทางกายภาพ และทุนประสิทธิผลของทุนมนุษย์ของสาขาเกษตรกรรม

ตารางที่ 16 ผลการศึกษาอิทธิพลของเทคโนโลยีที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงทุนประสิทธิผลของทุนทางกายภาพ และทุนประสิทธิผลของทุนมนุษย์ของสาขาเกษตรกรรม

ปี	T ¹	Output ²	Usage ²	CS ³	CSR ²	HC ⁴	HCR	ECS	EHCS
1	2	3	4=3/2	5	6=5 _{t-1} -3 _t +5 _t	7	8=7 _{t-1} /2 _{t-1} +6 _t	9=6*2	10=8*2
	(ร้อยละ)	(ล้านบาท)	(ล้านบาท)	(ล้านบาท)	(ร้อยละ)	(ปี)	(ปี)	(ล้านบาท)	(ปี)
2520	-8.07	169,319	-20,991.67	371,255	371,255	0.88	0.88	-2,994,547.10	-7.09
2521	40.28	187,355	4,651.14	384,447	751,051	1.19	1.08	30,253,531.87	43.48
2522	-28.77	183,106	-6,364.32	379,412	1,136,827	1.33	1.36	-32,707,388.21	-39.07
2523	25.77	184,576	7,162.57	378,155	1,507,820	1.37	1.32	38,855,809.25	34.07
2524	45.10	194,023	4,301.72	379,932	1,883,450	2.28	2.33	84,950,287.22	104.92
2525	11.94	198,825	16,645.51	381,159	2,247,963	2.35	2.40	26,851,171.36	28.65
2526	4.24	208,312	49,106.57	386,665	2,585,522	3.10	3.30	10,967,884.29	14.01
2527	89.94	217,518	2,418.58	386,260	2,969,363	3.72	4.50	267,053,241.19	404.50
2528	-15.61	227,324	-14,558.28	393,885	3,377,807	4.19	4.24	-52,743,635.09	-66.25
2529	23.44	228,191	9,733.24	411,094	3,779,167	4.33	4.06	88,600,673.29	95.07
2530	10.75	228,346	21,239.76	413,948	4,171,876	4.91	5.08	44,851,321.51	54.64
2531	7.92	252,346	31,880.80	425,226	4,565,221	4.94	5.41	36,135,082.69	42.81
2532	13.22	276,569	20,917.74	437,735	4,982,038	5.31	5.99	65,871,243.15	79.19
2533	8.11	263,607	32,497.60	457,949	5,407,489	5.32	5.77	43,863,299.73	46.84
2534	1.26	282,740	225,045.06	482,416	5,664,860	5.34	6.05	7,117,163.87	7.60
2535	-6.73	296,277	-43,998.66	513,151	6,222,010	5.44	10.25	-41,897,601.39	-69.03

ตารางที่ 16 (ต่อ)

ปี	T ¹	Output ²	Usage ²	C S ³	C S R ²	HC ⁴	HCR	ECS	EHCS
1	2	3	4=3/2	5	6=5 _{t-1} -3 _t +5 _t	7	8=7 _{t-1} /2 _{t-1} +6 _t	9=6*2	10=8*2
	(ร้อยละ)	(ล้านบาท)	(ล้านบาท)	(ล้านบาท)	(ร้อยละ)	(ปี)	(ปี)	(ล้านบาท)	(ปี)
2536	9.25	292,296	31,603.71	559,668	6,750,074	5.54	4.02	62,430,003.97	37.20
2537	-13.89	307,876	-22,171.23	612,263	7,384,508	5.41	5.84	-102,543,379.45	-81.13
2538	-5.05	315,572	-62,548.13	661,710	8,108,767	5.49	5.06	-40,910,893.28	-25.55
2539	7.45	288,840	38,769.45	713,988	8,783,985	5.38	4.37	65,442,418.31	32.57
2540	-65.85	286,833	-4,355.61	792,927	9,581,268	5.51	6.09	-630,962,581.51	-401.37
2541	113.40	282,606	2,492.08	837,523	10,416,299	5.81	5.72	1,181,224,289.73	648.82
2542	55.88	289,178	5,174.59	858,289	11,269,413	5.91	5.96	629,783,011.03	333.25
2543	49.91	309,948	6,210.48	884,251	12,147,454	6.26	6.37	606,245,661.38	317.99
2544	31.18	320,016	10,262.38	909,672	13,046,863	6.42	6.55	406,845,811.95	204.11
2545	5.12	322,179	62,963.07	940,505	13,924,405	6.52	6.73	71,250,514.28	34.45
2546	2.98	363,033	121,963.95	971,610	14,774,051	6.64	7.96	43,975,846.36	23.68
2547	-1.22	354,431	-291,677.75	1,004,443	16,070,172	6.81	9.49	-19,527,602.56	-11.53
2548	1.11	347,892	314,220.28	1,044,953	16,800,905	6.94	-0.87	18,601,282.68	-0.96
2549	5.72	366,842	64,116.69	1,088,558	17,825,346	6.99	6.20	101,987,255.33	35.49
2550	11.38	370,030	32,525.71	1,135,574	18,928,394	7.30	8.39	215,339,632.96	95.42
2551	-8.81	383,079	-43,457.78	1,182,000	20,153,852	7.55	8.29	-177,655,596.19	-73.07
2552	-15.81	380,857	-24,087.94	1,228,168	21,406,108	7.79	6.85	-338,454,207.25	-108.25
ค่าเฉลี่ย	12.29				8,454,411.61	4.98	5.06	82,063,606.22	55.62

หมายเหตุ: T คือ การเปลี่ยนแปลงทางเทคโนโลยี C S คือ ทูทางกายภาพ (Physical Capital Stock)

C S R คือ ทูทางกายภาพที่เหลืออยู่ (Physical Capital Stock Remaining)

H C คือ ทูมนุษย์ที่สะสมอยู่ในตัวแรงงาน (Human Capital)

H C R คือ ทูมนุษย์ที่เหลืออยู่ (Human Capital Remaining)

E C S คือ ทูประสิทธิผลของทูทางกายภาพ (Effective Physical Capital Stock)

E H C S คือ ทูประสิทธิผลของทูมนุษย์ (Effective Human Capital Stock)

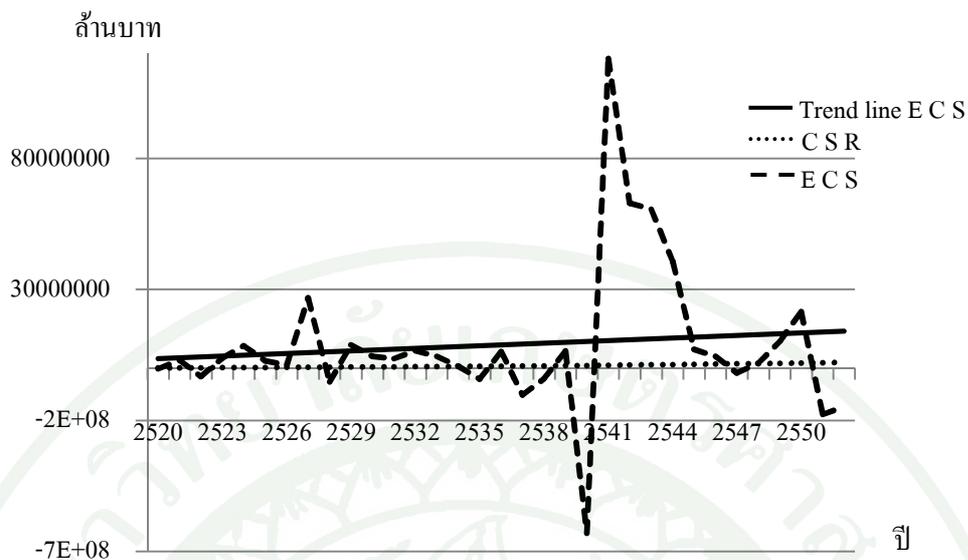
ที่มา:¹ จากการศึกษาการเปลี่ยนแปลงทางเทคโนโลยีตามวัตถุประสงค์ข้อที่ 1

² จากบัญชีรายได้ประชาชาติ สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ

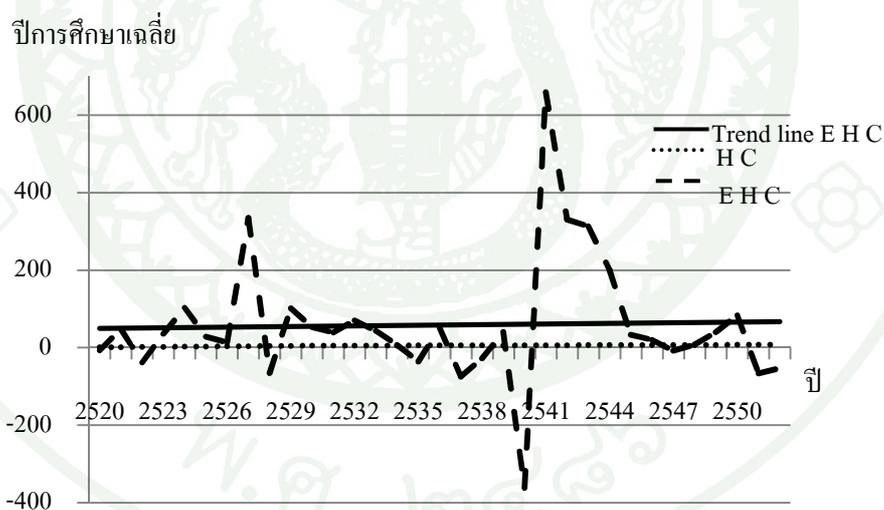
³ จากสำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ

⁴ จากตารางภาคผนวกที่ 8

จากตารางที่ 16 แสดงถึงผลของอิทธิพลของเทคโนโลยีที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงทุน
 ประสิทธิภาพของทุนกายภาพ และทุนประสิทธิภาพของทุนมนุษย์ ของสาขาเกษตรกรรม โดย
 เนื่องจากปี พ.ศ. 2540 เป็นช่วงวิกฤติเศรษฐกิจของประเทศ ซึ่งสาขาเกษตรกรรมเป็นสาขาการผลิต
 เดียวที่มีการลดลงประมาณสำหรับการวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีในประเทศ ซึ่งลดลงจากปี พ.ศ.
 2539 ร้อยละ 71.74 ทำให้เป็นปีที่มีความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีต่ำที่สุด เท่ากับ ร้อยละ -65.85 (จาก
 ตารางผนวกที่ 3) ทำให้ทุนประสิทธิภาพทางกายภาพและทุนประสิทธิภาพของทุนมนุษย์ต่ำที่สุด แต่ใน
 ปี พ.ศ. 2541 มีการเพิ่มงบประมาณเพื่อการวิจัยและพัฒนาประเทศเพิ่มขึ้น ร้อยละ 126.31 แต่มีการ
 ลดการนำเข้าเทคโนโลยีจากต่างประเทศลงเพียง ร้อยละ 53.46 ทำให้เป็นปีที่มีการเปลี่ยนแปลงทาง
 เทคโนโลยีสำหรับสาขาเกษตรกรรมมากที่สุด ร้อยละ 113.40 ทำให้เป็นปีที่มีทั้งทุนประสิทธิภาพทาง
 กายภาพ และทุนประสิทธิภาพของทุนมนุษย์สูงที่สุด ดังนั้นเมื่อพิจารณาที่ค่าเฉลี่ยตั้งแต่ปี พ.ศ. 2520-
 2552 ของทุนประสิทธิภาพทางกายภาพ เท่ากับ 82,063,606.22 ล้านบาท และทุนประสิทธิภาพของทุน
 มนุษย์ มีค่าเท่ากับ 55.62 ซึ่งมีค่าสูงกว่ากรณีที่ไม่คำนึงถึงความก้าวหน้าทางเทคโนโลยี เท่ากับ
 12.29 เท่า รวมทั้งจากผลของอิทธิพลของการเปลี่ยนแปลงทางเทคโนโลยีทำให้ปี พ.ศ. 2552
 ประเทศไทยมีทุนประสิทธิภาพของทุนทางกายภาพ เท่ากับ -338,454,207.25 ล้านบาท และมีทุน
 ประสิทธิภาพเท่ากับ -108.25 เนื่องจากเป็นปีที่มีการเปลี่ยนแปลงทางเทคโนโลยีจากปีที่ผ่านมาลดลง
 ซึ่งเมื่อพิจารณาภาพรวม พบว่า ทั้งทุนประสิทธิภาพของทุนทางกายภาพ และทุนประสิทธิภาพของทุน
 มนุษย์ในสาขาเกษตรกรรมมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น โดยสามารถสรุปเปรียบเทียบ ดังภาพที่ 34 และภาพที่
 35 ดังนี้



ภาพที่ 34 ทุนทางกายภาพ และทุนประสิทธิผลทางกายภาพของสาขาเกษตรกรรม



ภาพที่ 35 ทุนมนุษย์ทางกายภาพ และทุนประสิทธิผลของทุนมนุษย์ของสาขาเกษตรกรรม

ผลการศึกษาอิทธิพลของเทคโนโลยีที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงทุนประสิทธิผลของทุนทางกายภาพ และทุนประสิทธิผลของทุนมนุษย์ของสาขาอุตสาหกรรม

ตารางที่ 17 ผลการศึกษาอิทธิพลของเทคโนโลยีที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงทุนประสิทธิผลของทุนทางกายภาพ และทุนประสิทธิผลของทุนมนุษย์ของสาขาอุตสาหกรรม

ปี	T^1	Output ²	Usage ²	C S ³	C S R ²	HC ⁴	HCR	ECS	EHCS
1	2	3	4=3/2	5	6=5 _{t-1} -3 _t +5 _t	7	8=7 _{t-1} /2 _{t-1} +6 _t	9=6*2	10=8*2
	(ร้อยละ)	(ล้านบาท)	(ล้านบาท)	(ล้านบาท)	(ร้อยละ)	(ปี)	(ปี)	(ล้านบาท)	(ปี)
2520	11.57	174,241	15,063.89	255,203	255203	4.08	4.08	2,951,878.96	47.20
2521	-12.16	189,445	-15,583.22	273,896	544,682	4.38	4.73	-6,621,706.50	-57.56
2522	24.93	205,117	8,227.68	297,170	833,625	4.44	4.05	20,782,399.40	101.06
2523	15.58	211,031	13,543.79	314,501	1,134,582	5.38	5.54	17,678,358.28	86.34
2524	128.44	224,294	1,746.30	336,782	1,469,617	6.06	6.42	188,757,093.67	824.19
2525	30.14	230,235	7,638.92	356,177	1,818,156	6.00	6.05	54,798,750.75	182.46
2526	59.80	255,995	4,280.57	385,871	2,199,746	6.11	6.31	131,553,525.74	377.12
2527	18.08	271,855	15,033.65	415,210	2,599,922	6.29	6.39	47,014,660.34	115.64
2528	11.31	268,133	23,699.79	433,097	3,009,320	6.38	6.73	34,046,623.21	76.18
2529	7.21	294,521	40,853.63	462,211	3,430,677	6.83	7.42	24,732,353.76	53.50
2530	24.60	341,750	13,893.91	512,903	3,929,686	7.09	8.11	96,658,939.84	199.60
2531	43.46	403,034	9,273.90	588,693	4,509,105	7.61	7.94	195,960,931.90	344.92
2532	6.94	467,632	67,346.18	685,107	5,126,866	7.40	7.58	35,599,441.34	52.65
2533	-16.38	540,932	-33,033.46	792,075	5,951,974	7.57	8.66	-97,465,230.51	-141.83
2534	-38.46	604,337	-15,713.60	934,567	6,902,255	7.70	7.17	-265,457,172.19	-275.82
2535	18.16	672,636	37,033.86	1,080,857	7,946,078	7.57	7.39	144,322,489.66	134.18

ตารางที่ 17 (ต่อ)

ปี	T ¹	Output ²	Usage ²	C S ³	C S R ²	HC ⁴	HCR	ECS	EHCS
1	2	3	4=3/2	5	6=5 _{t-1} -3 _t +5 _t	7	8=7 _{t-1} /2 _{t-1} +6 _t	9=6*2	10=8*2
	(ร้อยละ)	(ล้านบาท)	(ล้านบาท)	(ล้านบาท)	(ร้อยละ)	(ปี)	(ปี)	(ล้านบาท)	(ปี)
2536	-6.49	747,943	-115,192.35	1,237,522	9,298,792	7.61	8.02	-60,376,981.96	-52.05
2537	-23.52	817,714	-34,769.86	1,410,853	10,744,415	7.71	6.47	-252,686,075.06	-152.23
2538	381.17	909,316	2,385.61	1,606,774	12,348,804	7.73	7.45	4,706,960,109.21	2,839.62
2539	92.49	1,021,419	11,043.70	1,820,375	14,158,135	7.81	7.83	1,309,468,952.80	724.21
2540	19.63	1,036,152	52,789.62	1,974,747	16,080,092	8.10	8.19	315,619,231.39	160.68
2541	5.52	923,602	167,426.56	2,004,060	17,916,726	8.50	8.92	98,836,907.24	49.21
2542	3.97	1,033,431	260,549.36	2,031,026	19,687,202	8.81	10.43	78,086,415.36	41.36
2543	112.49	1,096,168	9,744.94	2,048,644	21,726,102	8.67	11.29	2,443,880,482.94	1,270.52
2544	51.80	1,111,457	21,456.57	2,073,929	23,778,574	9.03	9.13	1,231,737,465.59	472.76
2545	78.24	1,190,807	15,220.79	2,102,857	25,866,210	9.04	9.21	2,023,656,827.09	720.86
2546	13.04	1,318,279	101,107.36	2,144,985	27,910,088	9.26	9.38	363,903,119.08	122.32
2547	4.57	1,426,338	312,299.13	2,206,440	29,804,229	9.28	10.00	136,122,390.16	45.66
2548	1.77	1,499,882	846,906.84	2,281,678	31,239,000	9.95	12.14	55,324,637.36	21.50
2549	4.23	1,587,709	375,201.72	2,364,262	33,228,060	9.84	16.69	140,608,335.93	70.64
2550	-0.65	1,687,276	-2,595,321.19	2,446,657	38,270,038	9.65	13.60	-24,880,202.67	-8.84
2551	-0.15	1,753,865	-11,489,826.84	2,538,447	52,298,312	9.75	-11.16	-7,983,077.60	1.70
2552	1.32	1,664,103	1,260,606.05	2,614,027	53,651,733	9.81	82.94	70,824,671.82	109.49
ค่าเฉลี่ย	32.50				14,838,424.44	7.62	9.85	401,648,986.25	259.31

หมายเหตุ: T คือ การเปลี่ยนแปลงทางเทคโนโลยี C S คือ ทูทางกายภาพ (Physical Capital Stock)

C S R คือ ทูทางกายภาพที่เหลืออยู่ (Physical Capital Stock Remaining)

H C คือ ทูมนุษย์ที่สะสมอยู่ในตัวแรงงาน (Human Capital)

H C R คือ ทูมนุษย์ที่เหลืออยู่ (Human Capital Remaining)

E C S คือ ทูประสิทธิผลของทูทางกายภาพ (Effective Physical Capital Stock)

E H C S คือ ทูประสิทธิผลของทูมนุษย์ (Effective Human Capital Stock)

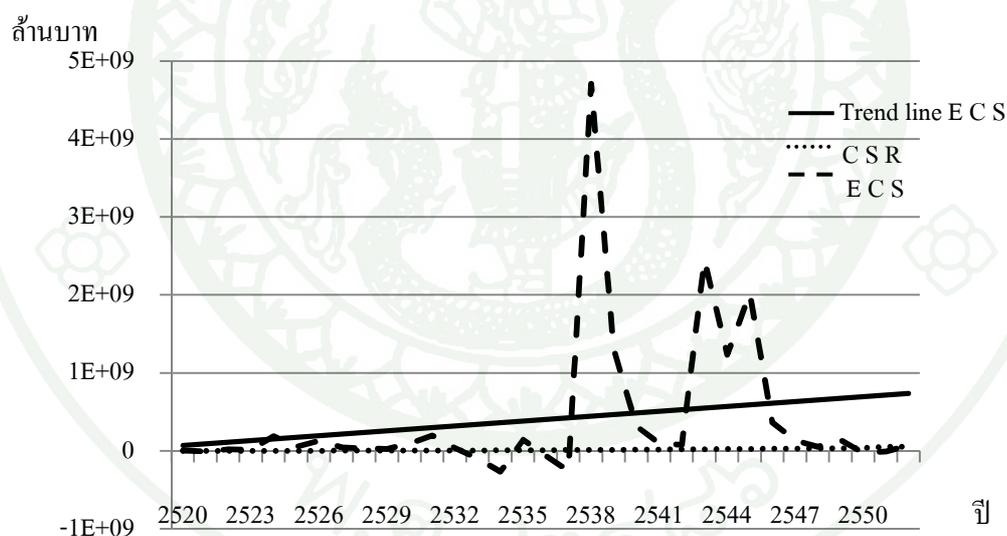
ที่มา:¹ จากการศึกษาการเปลี่ยนแปลงทางเทคโนโลยีตามวัตถุประสงค์ข้อที่ 1

² จากบัญชีรายได้ประชาชาติ สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ

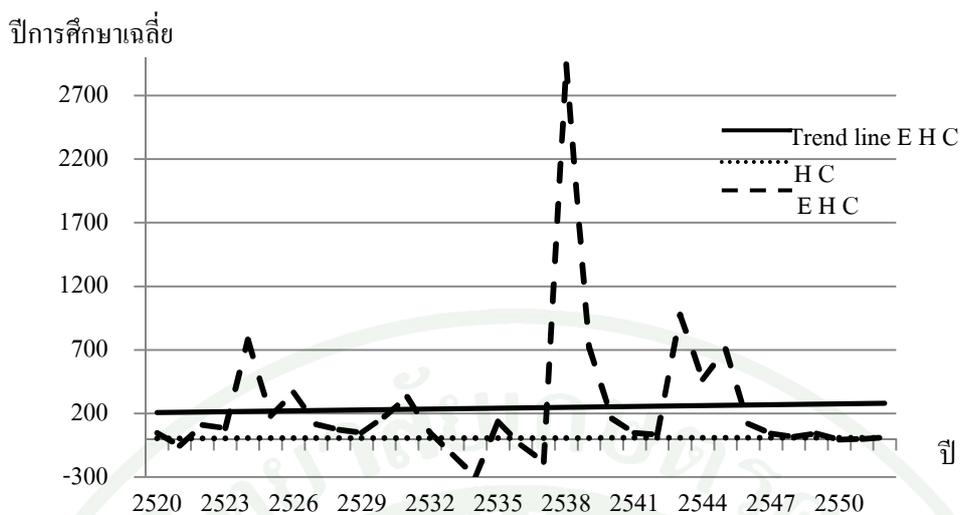
³ จากสำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ

⁴ จากตารางภาคผนวกที่ 8

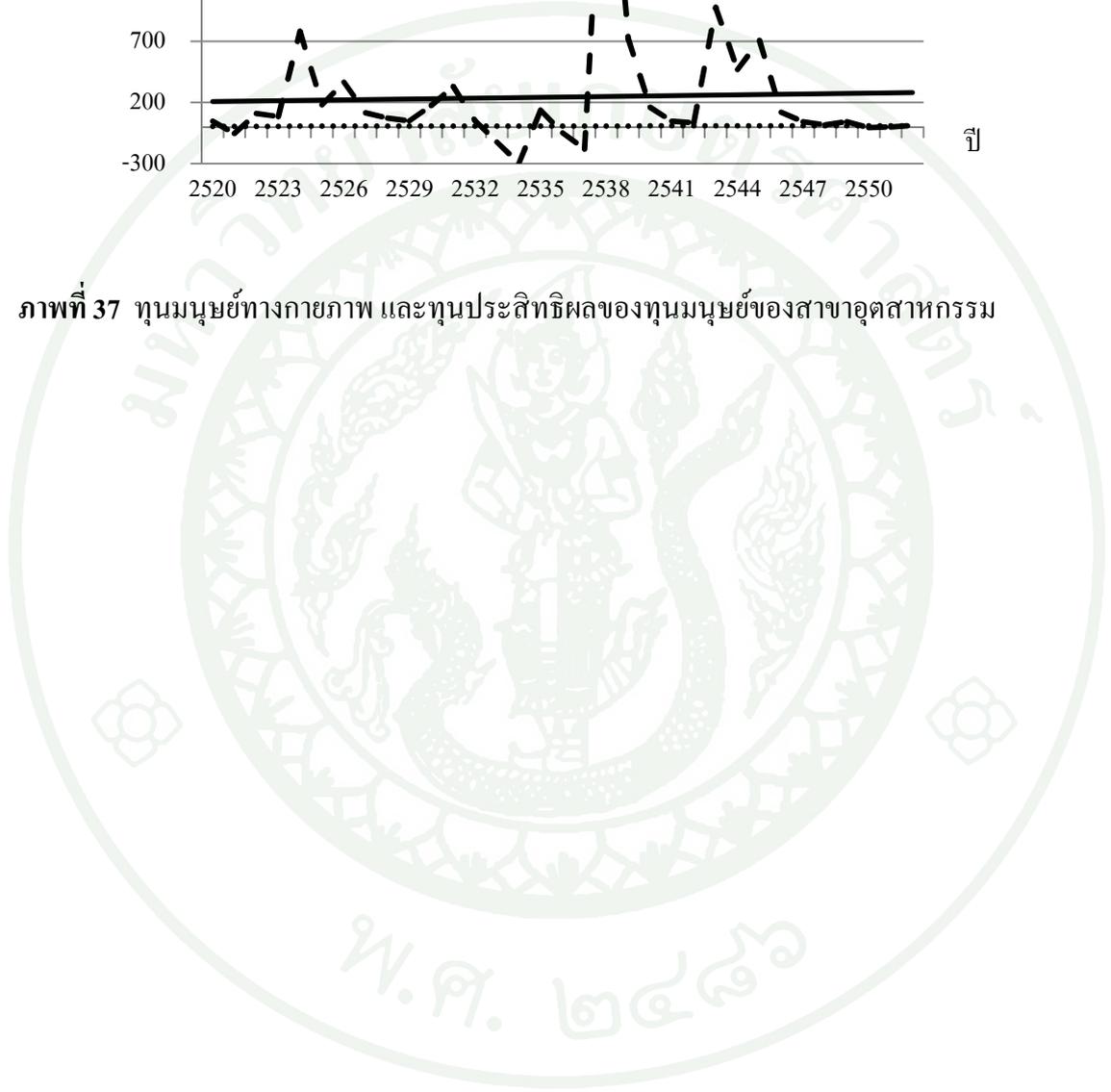
จากตารางที่ 17 ปี พ.ศ. 2538 มีการเปลี่ยนแปลงทางเทคโนโลยีสูงสุด ร้อยละ 381.17 เนื่องจากมีการนำเข้าเทคโนโลยีเพิ่มขึ้น ร้อยละ 2,095.45 ทำให้เป็นปีที่มีต้นทุนประสิทธิผลทางกายภาพ และทุนประสิทธิผลของทุนมนุษย์สูงสุด ส่วนปี พ.ศ. 2534 มีการเปลี่ยนแปลงทางเทคโนโลยีต่ำที่สุด ร้อยละ -38.46 เนื่องจากมีการลดทั้งงบประมาณสำหรับการวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีในประเทศลง ร้อยละ 41.93 และลดการนำเข้าเทคโนโลยีจากต่างประเทศลง ร้อยละ 23.11 ทำให้เป็นปีที่มีทุนประสิทธิผลทางกายภาพและทุนประสิทธิผลของทุนมนุษย์ต่ำที่สุด ดังนั้นเมื่อพิจารณาที่ค่าเฉลี่ยตั้งแต่ปี พ.ศ. 2520-2552 ของทุนประสิทธิผลทางกายภาพ เท่ากับ 401,648,986.25 ล้านบาท และทุนประสิทธิผลของทุนมนุษย์ มีค่าเท่ากับ 259.31 ปีซึ่งมีค่าสูงกว่ากรณีที่ไม่คำนึงถึงความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีถึง 32.50 เท่า โดยปี พ.ศ. 2552 ประเทศไทยมีทุนประสิทธิผลของทุนทางกายภาพ เท่ากับ 70,824,671.82 ล้านบาท และมีทุนประสิทธิผลของทุนมนุษย์ เท่ากับ 109.49 ซึ่งเมื่อพิจารณาโดยภาพรวม พบว่า ทุนประสิทธิผลของทุนทางกายภาพ และทุนประสิทธิผลของทุนมนุษย์ในสาขาอุตสาหกรรมมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น โดยสามารถสรุปเปรียบเทียบ ดังภาพที่ 36 และภาพที่ 37 ดังนี้



ภาพที่ 36 ทุนทางกายภาพ และทุนประสิทธิผลทางกายภาพของสาขาอุตสาหกรรม



ภาพที่ 37 ทุมนมนุษย์ทางกายภาพ และทุนประสิทธิผลของทุนมนุษย์ของสาขาอุตสาหกรรม



ผลการศึกษาอิทธิพลของเทคโนโลยีที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงทุนประสิทธิผลของทุนทางกายภาพ และทุนประสิทธิผลของทุนมนุษย์ของสาขาบริการ

ตารางที่ 18 ผลการศึกษาอิทธิพลของเทคโนโลยีที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงทุนประสิทธิผลของทุน ทางกายภาพ และทุนประสิทธิผลของทุนมนุษย์ของสาขาบริการ

ปี	T ¹	Output ²	Usage ²	C S ³	C S R ²	HC ⁴	HCR	ECS	EHCS
1	2	3	4=3/2	5	6=5 _{t-1} -3 _t +5 _t	7	8=7 _{t-1} /2 _{t-1} +6 _t	9=6*2	10=8*2
	(ร้อยละ)	(ล้านบาท)	(ล้านบาท)	(ล้านบาท)	(ร้อยละ)	(ปี)	(ปี)	(ล้านบาท)	(ปี)
2520	60.33	177,225	2,937.48	843,178.00	843,178.00	8.48	8.48	50,870,895.94	511.56
2521	-66.68	194,639	-2,919.10	890,491.00	1,736,588.10	7.87	8.02	-115,791,578.06	-534.43
2522	270.18	214,628	794.38	944,191.00	2,679,984.72	8.96	8.84	724,086,804.38	2,387.55
2523	18.66	224,420	12,029.21	1,009,400.00	3,677,355.51	9.71	9.75	68,605,660.99	181.85
2524	147.23	240,751	1,635.20	1,082,986.00	4,758,706.31	10.23	10.75	700,625,317.68	1,583.08
2525	29.84	257,144	8,616.81	1,164,529.00	5,914,618.50	10.35	10.43	176,504,863.79	311.13
2526	-18.92	271,588	-14,353.97	1,254,439.00	7,183,411.47	10.65	11	-135,915,598.70	-208.06
2527	18.61	280,543	15,075.59	1,367,233.00	8,535,568.88	10.53	9.95	158,839,180.52	185.11
2528	-48.9	304,663	-6,230.52	1,469,068.00	10,010,867.40	10.5	11.03	-489,516,460.73	-539.37
2529	403.3	323,669	802.56	1,565,744.00	11,575,808.84	10.86	10.64	4,668,489,667.66	4,289.92
2530	15.34	354,625	23,111.47	1,692,726.00	13,245,423.37	10.74	10.77	203,239,242.90	165.26
2531	150.73	385,210	2,555.69	1,838,028.00	15,080,895.68	10.75	11.45	2,273,093,568.29	1,725.83
2532	78.35	414,038	5,284.65	2,027,884.00	17,103,495.03	10.84	10.92	1,340,011,272.36	855.32
2533	13.94	461,431	33,105.17	2,279,692.00	19,350,081.86	10.85	10.99	269,707,989.03	153.22
2534	-22.54	484,179	-21,482.69	2,561,016.00	21,932,580.55	10.86	11.65	-494,318,785.36	-262.64
2535	43.89	528,452	12,039.67	2,841,776.00	24,762,316.88	11.18	10.66	1,086,881,590.25	467.91

ตารางที่ 18 (ต่อ)

ปี	T ¹	Output ²	Usage ²	C S ³	CSR ²	HC ⁴	HCR	ECS	EHCS
1	2	3	4=3/2	5	6=5 _{t-1} -3 _t +5 _t	7	8=7 _{t-1} /2 _{t-1} +6 _t	9=6*2	10=8*2
	(ร้อยละ)	(ล้านบาท)	(ล้านบาท)	(ล้านบาท)	(ร้อยละ)	(ปี)	(ปี)	(ล้านบาท)	(ปี)
2536	-0.4	580,181	-1,450,452.50	3,138,136.00	29,350,905.38	11.11	11.35	-11,740,362.15	-4.54
2537	86.58	627,163	7,243.83	3,463,699.00	32,807,360.55	11.34	-17.03	2,840,427,355.13	-1,474.86
2538	234.32	669,579	2,857.51	3,791,260.00	36,595,763.04	11.38	11.18	8,575,197,469.93	2,620.43
2539	-13.82	679,853	-49,196.48	4,130,617.00	40,775,576.52	11.2	11.25	-563,483,317.28	-155.42
2540	-3.85	666,283	-173,003.63	4,366,967.00	45,315,547.15	11.32	10.5	-174,522,223.44	-40.44
2541	52.57	613,339	11,667.63	4,469,203.00	49,773,082.52	11.64	8.92	2,616,449,954.47	468.71
2542	-3.58	587,213	-164,106.67	4,537,802.00	54,474,991.19	11.66	11.82	-194,924,574.19	-42.31
2543	-8.7	598,980	-68,847.58	4,623,076.00	59,166,914.78	12.27	8.97	-514,757,342.71	-78.01
2544	-24.31	617,471	-25,397.95	4,695,521.00	63,887,833.72	12.01	10.98	-1,553,231,349.77	-266.95
2545	29.97	650,670	21,714.31	4,778,999.00	68,645,118.41	11.92	11.46	2,056,953,233.80	343.52
2546	53.34	677,843	12,708.30	4,881,161.00	73,513,571.11	11.89	12.27	3,921,110,438.25	654.36
2547	-18.25	731,668	-40,083.70	5,009,327.00	78,562,981.81	11.84	12.07	-1,434,049,761.84	-220.23
2548	107.06	773,492	7,225.02	5,153,156.00	83,708,912.78	12.2	11.54	8,961,654,305.61	1,235.06
2549	51.15	808,287	15,801.82	5,300,242.00	88,993,352.97	12.12	12.23	4,552,145,602.34	625.54
2550	-9.96	840,410	-84,415.09	5,447,540.00	94,525,308.06	12.03	12.27	-941,064,150.08	-122.12
2551	-41.42	857,784	-20,707.21	5,592,047.00	100,138,062.27	12.17	10.94	-4,148,160,128.66	-453.08
2552	6.98	872,275	124,954.80	5,743,679.00	105,756,786.46	12.1	11.84	738,258,936.22	82.62
ค่าเฉลี่ย	48.22				38,617,665.15	11.02	9.93	1,067,020,536.87	437.74

หมายเหตุ: T คือ การเปลี่ยนแปลงทางเทคโนโลยี C S คือ ทูทางกายภาพ (Physical Capital Stock)

C S R คือ ทูทางกายภาพที่เหลืออยู่ (Physical Capital Stock Remaining)

H C คือ ทูมนุษย์ที่สะสมอยู่ในตัวแรงงาน (Human Capital)

H C R คือ ทูมนุษย์ที่เหลืออยู่ (Human Capital Remaining)

E C S คือ ทูประสิทธิผลของทูทางกายภาพ (Effective Physical Capital Stock)

E H C S คือ ทูประสิทธิผลของทูมนุษย์ (Effective Human Capital Stock)

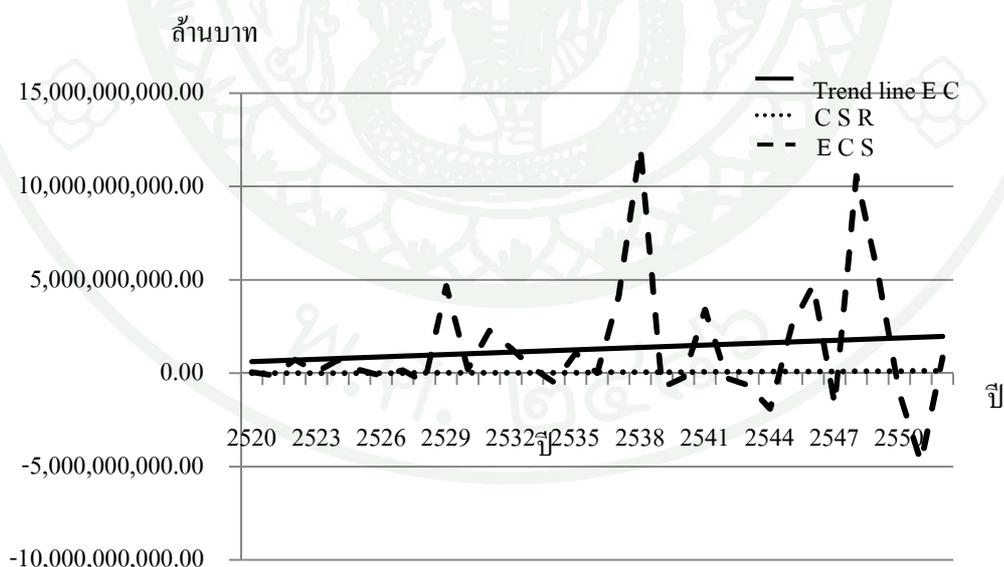
ที่มา:¹ จากการศึกษาการเปลี่ยนแปลงทางเทคโนโลยีตามวัตถุประสงค์ข้อที่ 1

² จากบัญชีรายได้ประชาชาติ สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ

³ จากสำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ

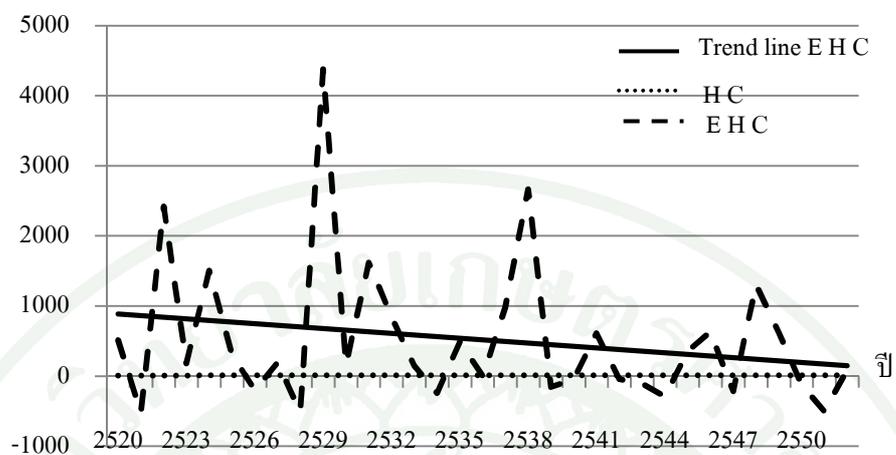
⁴ จากตารางภาคผนวกที่ 8

จากตารางที่ 18 ผลการศึกษาอิทธิพลของเทคโนโลยีที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงทุนประสิทธิผลของทุนทางกายภาพ และทุนประสิทธิผลของทุนมนุษย์ ของสาขาบริการ พบว่า ปี พ.ศ. 2529 เป็นปีที่มีการเปลี่ยนแปลงทางเทคโนโลยีสูงสุด ร้อยละ 403.29 เนื่องจากมีการนำเข้าเทคโนโลยีจากต่างประเทศเพิ่มขึ้น ร้อยละ 583.82 ทำให้เป็นปีที่มีทุนประสิทธิผลของทุนทางกายภาพและทุนประสิทธิผลของทุนมนุษย์สูงสุด และปี พ.ศ. 2521 เป็นปีที่มีการเปลี่ยนแปลงทางเทคโนโลยีต่ำที่สุด ร้อยละ -66.67 เนื่องจากมีการลดทั้งทั้งงบประมาณสำหรับการวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีในประเทศลง ร้อยละ 11.46 และลดการนำเข้าเทคโนโลยีจากต่างประเทศลงร้อยละ 90.69 ทำให้เป็นปีที่มีทุนประสิทธิผลทางกายภาพและทุนประสิทธิผลของทุนมนุษย์ต่ำที่สุด ดังนั้นเมื่อพิจารณาที่ค่าเฉลี่ยตั้งแต่ปี พ.ศ. 2520-2552 ของทุนประสิทธิผลของทุนทางกายภาพ เท่ากับ 1,294,349,687.94 ล้านบาท และทุนประสิทธิผลของทุนมนุษย์ มีค่าเท่ากับ 437.74 ปีซึ่งมีค่าสูงกว่ากรณีที่ไม่คำนึงถึงความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีถึง 48.22 เท่า และในปี พ.ศ. 2552 พบว่าประเทศไทยมีทุนประสิทธิผลของทุนทางกายภาพ เท่ากับ 738,258,936.22 ล้านบาท และมีทุนประสิทธิผลของทุนมนุษย์ เท่ากับ 82.62 ซึ่งเมื่อพิจารณาโดยรวม พบว่า ทุนประสิทธิผลของทุนทางกายภาพมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น แต่ทุนประสิทธิผลของทุนมนุษย์มีแนวโน้มลดลง โดยสามารถสรุปเปรียบเทียบ ดังภาพที่ 38 และภาพที่ 39 ดังนี้



ภาพที่ 38 ทุนทางกายภาพ และทุนประสิทธิผลทางกายภาพของสาขาบริการ

ปีการศึกษาเฉลี่ย



ภาพที่ 39 ทุนมนุษย์ทางกายภาพ และทุนประสิทธิผลของทุนมนุษย์ของสาขาบริการ

ผลการศึกษาอิทธิพลของเทคโนโลยีที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงทุนประสิทธิผลของทุน ทางกายภาพและทุนประสิทธิผลของทุนมนุษย์ของสาขาอื่นๆ

ตารางที่ 19 ผลการศึกษาอิทธิพลของเทคโนโลยีที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงทุนประสิทธิผลของทุน ทางกายภาพและทุนประสิทธิผลของทุนมนุษย์ของสาขาอื่นๆ

ปี	T ¹	Output ²	Usage ²	C S ³	C S R ²	HC ⁴	HCR	ECS	EHCS
1	2	3	4=2/1	5	6=5 _{t-1} -3 _t +5 _t	7	8=7 _{t-1} /2 _{t-1} +6 _t	9=6*2	10=8*2
	(ร้อยละ)	(ล้านบาท)	(ล้านบาท)	(ล้านบาท)	(ร้อยละ)	(ปี)	(ปี)	(ล้านบาท)	(ปี)
2520	0.24	234,629	970,607.85	916,388	916,388	5.1	5.1	221,522.62	1.23
2521	-9.09	258,586	-28,462.74	947,167	1,892,018	5.4	26.48	-17,189,096.35	-240.56
2522	33.25	270,656	8,139.71	1,000,712	2,884,590	5.79	2.88	95,916,307.50	95.65
2523	108.65	293,706	2,703.24	1,076,535	3,958,422	6.68	6.77	430,081,066.33	735.42
2524	74.72	308,638	4,130.55	1,152,247	5,106,538	7.57	7.63	381,564,686.59	570.44
2525	2.17	333,297	153,631.06	1,216,423	6,169,330	7.59	7.69	13,384,137.28	16.69
2526	-16.18	340,537	-21,041.09	1,295,379	7,485,750	7.03	10.58	-121,152,203.73	-171.16
2527	26.46	368,437	13,926.87	1,374,182	8,846,005	7.27	6.61	234,022,169.32	174.92
2528	91.46	391,135	4,276.79	1,448,011	10,289,740	7.45	7.7	941,050,045.95	704.06
2529	-16.59	410,796	-24,757.22	1,499,686	11,814,183	7.72	7.81	-196,032,478.27	-129.54
2530	-20.77	452,126	-21,771.35	1,567,540	13,403,494	7.95	7.48	-278,350,652.80	-155.35
2531	152.09	519,214	3,413.93	1,667,689	15,067,769	8	7.64	2,291,609,174.84	1,162.40
2532	28.41	591,713	20,826.19	1,803,503	16,850,446	8.16	8.21	478,754,323.04	233.32
2533	9.44	679,402	71,963.37	2,026,841	18,805,324	8.45	8.74	177,539,969.10	82.47
2534	-36.75	740,606	-20,154.50	2,272,189	21,097,667	8.66	9.58	-775,264,020.71	-352.12
2535	71.05	785,207	11,052.14	2,559,415	23,646,030	8.48	8.22	1,679,948,455.50	583.67

ตารางที่ 19 (ต่อ)

ปี	T ¹	Output ²	Usage ²	C S ³	C S R ²	HC ⁴	HCR	ECS	EHCS
1	2	3	4=2/1	5	6=5 _{t-1} -3 _t +5 _t	7	8=7 _{t-1} /2 _{t-1} +6 _t	9=6*2	10=8*2
	(ร้อยละ)	(ล้านบาท)	(ล้านบาท)	(ล้านบาท)	(ร้อยละ)	(ปี)	(ปี)	(ล้านบาท)	(ปี)
2536	-35.83	853,517	-23,822.38	2,879,978	26,549,830	8.84	8.96	-951,237,206.82	-320.94
2537	12.22	942,301	77,097.49	3,254,127	29,726,860	8.53	8.28	363,327,651.28	101.2
2538	819.26	1,038,701	1,267.86	3,674,003	33,399,595	8.71	9.39	27,362,852,038.27	7,690.35
2539	33.22	1,125,226	33,874.75	4,158,190	37,523,910	8.42	8.43	1,246,440,929.24	280.05
2540	61.5	1,083,347	17,614.05	4,476,686	41,982,982	8.83	9.08	2,582,151,719.11	558.59
2541	0.47	930,137	1,959,052.58	4,600,927	44,624,857	9.33	9.48	21,187,399.83	4.5
2542	-3.21	962,158	-300,080.55	4,735,926	49,660,863	9.57	29.53	-159,229,234.72	-94.69
2543	-21.77	1,003,305	-46,088.22	4,874,649	54,581,600	9.81	0.6	-1,188,199,348.47	-13.09
2544	134.4	1,024,657	7,623.77	4,970,390	59,544,367	9.35	9.33	8,002,931,998.31	1,253.60
2545	4.87	1,073,386	220,563.91	5,058,400	64,382,203	9.54	9.61	313,319,417.62	46.78
2546	35.26	1,109,011	31,456.32	5,173,389	69,524,135	9.75	11.72	2,451,113,874.98	413.23
2547	-12.16	1,175,752	-96,657.79	5,317,775	74,938,568	9.74	10.07	-911,557,866.93	-122.5
2548	9.96	1,236,753	124,207.65	5,495,109	80,309,470	10.02	9.2	799,652,653.93	91.57
2549	5.56	1,293,712	232,550.10	5,677,849	85,754,768	9.92	10.85	477,066,971.34	60.35
2550	6.63	1,358,848	204,917.23	5,865,514	91,415,365	9.96	11.91	606,193,943.18	78.95
2551	-13.28	1,366,668	-102,905.98	6,049,213	97,567,484	10.14	11.94	-1,295,768,753.33	-158.54
2552	23.57	1,344,806	57,063.45	6,227,275	103,737,696	10.24	9.34	2,444,771,021.46	220.12
ค่าเฉลี่ย	47.25				36,771,462.10	8.42	9.6	1,439,427,897.41	406.09

หมายเหตุ: T คือ การเปลี่ยนแปลงทางเทคโนโลยี C S คือ ทูทางกายภาพ (Physical Capital Stock)

C S R คือ ทูทางกายภาพที่เหลืออยู่ (Physical Capital Stock Remaining)

H C คือ ทูมนุษย์ที่สะสมอยู่ในตัวแรงงาน (Human Capital)

H C R คือ ทูมนุษย์ที่เหลืออยู่ (Human Capital Remaining)

E C S คือ ทูประสิทธิผลของทูทางกายภาพ (Effective Physical Capital Stock)

E H C S คือ ทูประสิทธิผลของทูมนุษย์ (Effective Human Capital Stock)

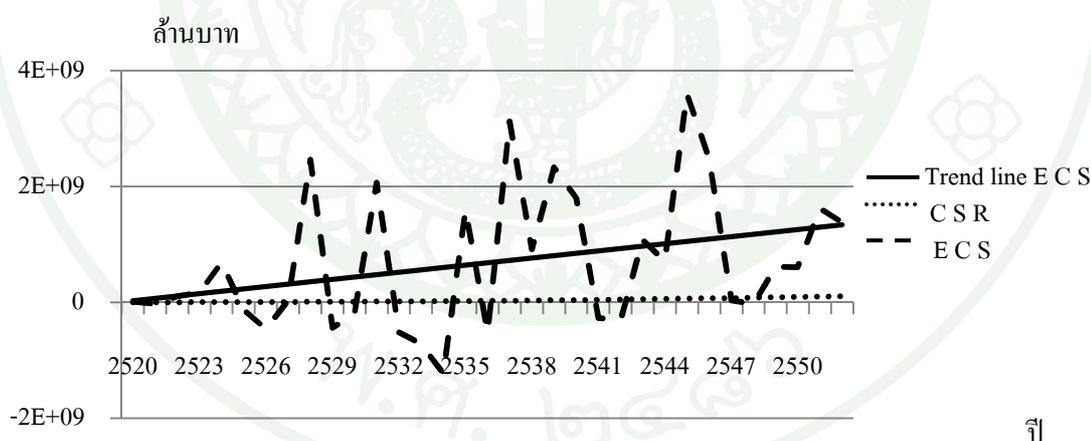
ที่มา:¹ จากการศึกษาการเปลี่ยนแปลงทางเทคโนโลยีตามวัตถุประสงค์ข้อที่ 1

² จากบัญชีรายได้ประชาชาติ สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ

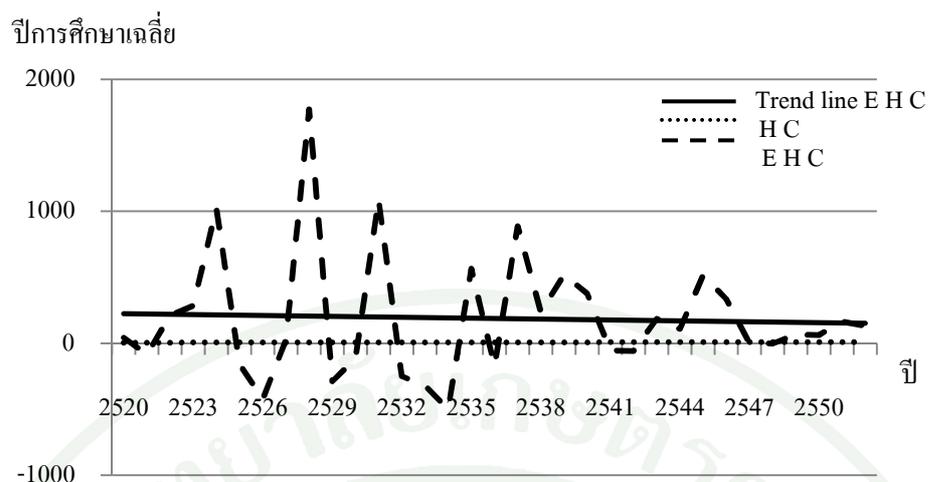
³ จากสำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ

⁴ จากตารางภาคผนวกที่ 8

จากตารางที่ 19 ปี พ.ศ. 2538 มีการเปลี่ยนแปลงทางเทคโนโลยีสูงสุด ร้อยละ 819.26 เนื่องจากทั้งงบประมาณสำหรับการวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีในประเทศ และมูลค่าการนำเข้าเทคโนโลยีจากต่างประเทศได้เพิ่มขึ้นร้อยละ 50.38 และ 1554.77 ตามลำดับ ทำให้เป็นปีที่มีทุนประสิทธิผลของทุนทางกายภาพและทุนประสิทธิผลของทุนมนุษย์สูงสุด แต่ในปี พ.ศ. 2534 มีการเปลี่ยนแปลงทางเทคโนโลยีต่ำที่สุด ร้อยละ -36.74 เนื่องจากมีการลดลงทั้งงบประมาณการวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีในประเทศ และลดการนำเข้าเทคโนโลยีจากต่างประเทศ ทำให้เป็นปีที่มีทุนประสิทธิผลทางกายภาพและทุนประสิทธิผลของทุนมนุษย์ต่ำที่สุด เมื่อพิจารณาที่ค่าเฉลี่ยตั้งแต่ปี พ.ศ. 2520-2552 ของทุนประสิทธิผลทางกายภาพ 1,439,427,897.41 ล้านบาท และทุนประสิทธิผลของทุนมนุษย์ มีค่าเท่ากับ 406.09 ซึ่งมีค่าสูงกว่ากรณีที่ไม่คำนึงถึงความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีถึง 47.25 เท่า นอกจากนี้จากการศึกษายังพบว่า ปี พ.ศ. 2552 ประเทศไทยมีทุนประสิทธิผลของทุนทางกายภาพ เท่ากับ 2,444,771,021.46 ล้านบาท และมีทุนประสิทธิผลของทุนมนุษย์ เท่ากับ 220.12 และเมื่อพิจารณาในภาพรวม พบว่า ทุนประสิทธิผลของทุนทางกายภาพของสาขาอื่นๆ มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ในขณะที่ทุนประสิทธิผลของทุนมนุษย์มีแนวโน้มลดลง โดยสามารถสรุปเปรียบเทียบ ดังภาพที่ 40 และภาพที่ 41 ดังนี้



ภาพที่ 40 ทุนทางกายภาพ และทุนประสิทธิผลทางกายภาพของสาขาอื่นๆ



ภาพที่ 41 ทุนมนุษย์ทางกายภาพ และทุนประสิทธิผลของทุนมนุษย์ของสาขาอื่นๆ

จากผลการศึกษาข้างต้น สามารถสรุปได้ว่า ทุนประสิทธิผลของทุนทางกายภาพ มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ในทุกๆ สาขาเศรษฐกิจ ส่วนทุนประสิทธิผลของทุนมนุษย์ มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นในสาขาเกษตรกรรม สาขาอุตสาหกรรม แต่มีแนวโน้มลดลงในภาพรวมเศรษฐกิจ สาขบริการ และสาขาอื่นๆ

บทที่ 6

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

สรุปผลการวิจัย

จากการศึกษาผลของการเปลี่ยนแปลงเทคโนโลยีที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงทุนประสิทธิผลในประเทศไทย ทั้งในภาคเศรษฐกิจโดยรวม และรายสาขาการผลิต มีวัตถุประสงค์ 2 ประการ คือ เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ของเทคโนโลยีในประเทศกับเทคโนโลยีที่มาจากต่างประเทศ และศึกษาอิทธิพลของเทคโนโลยีที่มีต่อความเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจ รวมทั้งศึกษาอิทธิพลของเทคโนโลยีที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงทุนประสิทธิผลของทุนกายภาพ และทุนประสิทธิผลของทุนมนุษย์ ในภาพรวมเศรษฐกิจ และสาขาเศรษฐกิจหลักของประเทศไทย ได้แก่ สาขาเกษตรกรรม สาขาอุตสาหกรรม สาขาบริการ และสาขาอื่นๆ รวมทั้งภาพรวมเศรษฐกิจของประเทศไทย โดยใช้ข้อมูลทศนิยม ลักษณะข้อมูลอนุกรมเวลา ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2520-2552 รวมระยะเวลา 33 ปี

โดยในการศึกษาความสัมพันธ์ของเทคโนโลยีในประเทศกับเทคโนโลยีที่มาจากต่างประเทศ และศึกษาอิทธิพลของเทคโนโลยีที่มีต่อความเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจตามวัตถุประสงค์ข้อ 1 แบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ การวิเคราะห์เชิงพรรณนา และการวิเคราะห์เชิงปริมาณ ในด้านการวิเคราะห์เชิงพรรณนาได้ศึกษาในเชิงสถิติพรรณนา เป็นการรวบรวมข้อมูล ข้อเท็จจริงที่เกี่ยวกับระดับ อัตราการเปลี่ยนแปลง แนวโน้มของตัวแปรที่ศึกษา ได้แก่ รายได้ประชาชาติ ปีการศึกษาเฉลี่ยซึ่งเป็นตัวแทนของทุนมนุษย์ มูลภัณฑ์ทุน แรงงาน เทคโนโลยีที่มาจากแหล่งในประเทศ และเทคโนโลยีที่มาจากแหล่งต่างประเทศ ในทุกภาคเศรษฐกิจ ส่วนด้านการวิเคราะห์เชิงปริมาณได้แบ่งเป็นสองส่วน คือ ส่วนที่ 1 การศึกษาความสัมพันธ์ของเทคโนโลยีในประเทศ (Td) กับเทคโนโลยีที่มาจากต่างประเทศ (Tf) ทั้งในภาคเศรษฐกิจโดยรวม และรายสาขาการผลิตด้วย Granger Causality Test และส่วนที่ 2 ศึกษาอิทธิพลของเทคโนโลยีที่มีต่อความเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจทั้งในภาคเศรษฐกิจโดยรวม และรายสาขาการผลิต ด้วยการคำนวณจากผลรวมของอัตราการเปลี่ยนแปลงของเทคโนโลยีในประเทศและเทคโนโลยีที่มาจากต่างประเทศถ่วงน้ำหนักด้วยค่าสัมประสิทธิ์ที่คำนวณได้จากสมการถดถอยของสมการปัจจัยกำหนดการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจ

สำหรับการศึกษาอิทธิพลของเทคโนโลยีที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงทุนประสิทธิผลของทุนกายภาพ และทุนประสิทธิผลของทุนมนุษย์ ในภาพรวมเศรษฐกิจ และสาขาเศรษฐกิจหลักของ

ประเทศไทยตามวัตถุประสงค์ข้อ 2 ได้ทำการวิเคราะห์ในเชิงปริมาณ และนำเสนอผลการศึกษาที่ได้ในรูปแบบของตารางสถิติ โดยการใช้แนวความคิดในด้านการใช้และการหมดไปของทรัพยากรธรรมชาติเป็นพื้นฐาน

สรุปความสัมพันธ์ของเทคโนโลยีในประเทศ กับเทคโนโลยีที่มาจากต่างประเทศ และอิทธิพลของความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีที่มีต่อการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจ ทั้งในภาคเศรษฐกิจโดยรวม และรายสาขาการผลิต

ในด้านการวิจัยและพัฒนาในประเทศ ซึ่งเป็นแหล่งที่มาของเทคโนโลยีจากการพึ่งตนเองพบว่า ในภาพรวมประเทศไทยมีค่าใช้จ่ายทางด้านวิจัยและพัฒนาเพิ่มขึ้น โดยส่วนใหญ่เป็นการดำเนินการของภาครัฐบาล แสดงให้เห็นว่าภาคเอกชนไม่ได้ให้ความสำคัญต่อการพัฒนาทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเท่าที่ควร การได้มาซึ่งความรู้และความสามารถทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอีกส่วนหนึ่งได้มาจากการนำเข้าจากต่างประเทศ พบว่ามูลค่าการนำเข้าเทคโนโลยีจากต่างประเทศในรูปแบบต่างๆ เช่น การนำเข้าเครื่องจักร สิทธิบัตร หรือความช่วยเหลือจากต่างประเทศ มีลักษณะเพิ่มขึ้นโดยตลอด ทางด้านปีการศึกษาเฉลี่ยของแรงงานซึ่งเป็นตัวแทนของทุนมนุษย์ พบว่ามีแนวโน้มเพิ่มขึ้นทุกๆ สาขาการผลิต โดยสาขาการผลิตที่มีปีการศึกษาต่ำที่สุดคือ สาขาเกษตรกรรม แต่สาขาเกษตรกรรมยังเป็นสาขาการผลิตที่มีอัตราการเปลี่ยนแปลงเฉลี่ยเพิ่มขึ้นที่สูงที่สุด และสาขาการผลิตที่มีปีการศึกษาเฉลี่ยสูงที่สุดคือ สาขาบริการ

จากผลการศึกษาค้นคว้าความสัมพันธ์ของเทคโนโลยีในช่วงที่ทำการศึกษา ปี พ.ศ. 2520-2552 แสดงให้เห็นว่า ประเทศไทย มีการนำเข้าเทคโนโลยีจากต่างประเทศมาเป็นปัจจัยที่เป็นเหตุให้มีการพัฒนาเทคโนโลยีในประเทศในทุกสาขา ยกเว้นสาขาบริการเพียงสาขาเดียว เนื่องจากสาขาบริการนั้นประกอบไปด้วย โรงแรมและภัตตาคาร การศึกษา และ สถาบันการเงิน ซึ่งกิจการเหล่านี้ล้วนเป็นกิจการที่ใช้แรงงานมาก และต้องใช้ความต้องการเทคโนโลยีในประเทศมาเป็นมากำหนดการนำเข้าเทคโนโลยีจากต่างประเทศเพื่อให้เหมาะสมกับการผลิตในแต่ละระดับขั้นของการพัฒนา

ในด้านการศึกษาการเปลี่ยนแปลงทางเทคโนโลยีนั้น ในภาพรวมมีการเปลี่ยนแปลงทางเทคโนโลยีสูงที่สุดในปี พ.ศ. 2538 ตรงกับช่วงระยะของแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติฉบับที่ 7 (พ.ศ. 2535-2539) ซึ่งเน้นเป้าหมายในการพัฒนาเพื่อให้มีการนำเทคโนโลยีที่เหมาะสมมาใช้ในการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิต เพื่อเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันและเสริมสร้างความสามารถในการจัดหาและถ่ายทอดเทคโนโลยีจากต่างประเทศ และการพัฒนาเทคโนโลยี

(แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 7, 2535) โดยสาขาเศรษฐกิจที่การเปลี่ยนแปลงทางเทคโนโลยีเฉลี่ยสูงสุด คือ สาขาบริการ (ร้อยละ 48.22) รองลงมา คือ สาขาอื่นๆ (ร้อยละ 47.24) อัตราการเปลี่ยนแปลงทางด้านเทคโนโลยีที่มากในสาขาดังกล่าวเนื่องมาจากมีการขยายตัวในการลงทุน ซึ่งจำเป็นต้องอาศัยเทคโนโลยีใหม่ๆ มาทำการผลิต เห็นได้จากสถิติการนำเข้าเครื่องมือเครื่องจักรที่ใช้เทคนิคใหม่ๆ จากต่างประเทศสูงขึ้นอย่างต่อเนื่องรวมทั้งการซื้อขายเทคโนโลยีในรูปแบบต่างๆ เพิ่มมากขึ้น ซึ่งส่งผลให้ผลผลิตเพิ่มขึ้นในอัตราสูงโดยตลอด

ส่วนการผลิตในสาขาเกษตรกรรมเป็นสาขาที่มีการเปลี่ยนแปลงทางเทคโนโลยีเฉลี่ยที่ต่ำที่สุด (ร้อยละ 12.28) เนื่องมาจากประเทศได้เปลี่ยนแปลงจากระบบฐานเศรษฐกิจจากเกษตรกรรมมาเป็นภาคบริการมากขึ้น รวมทั้งในอดีตยังมีการทำการผลิตแบบดั้งเดิมซึ่งไม่มีการเปลี่ยนแปลงทางด้านเทคโนโลยีมากนัก อีกทั้งความสามารถในการดูดซับเทคโนโลยีที่ใช้ในการผลิตยังมีความจำกัด เช่น การขาดแคลนจำนวนแรงงานที่มีความชำนาญเฉพาะด้าน การขาดการฝึกอบรมในการใช้เครื่องจักรเฉพาะทาง ซึ่งพร้อมที่จะรับการถ่ายทอดเทคโนโลยีอย่างมีประสิทธิภาพ รวมทั้งระบบการผลิตยังไม่สามารถใช้เทคโนโลยีได้อย่างเต็มสมรรถนะ ทำให้ความรู้ความสามารถในการนำเทคโนโลยีที่ทันสมัยมาใช้เพิ่มประสิทธิภาพในการผลิตยังมีน้อย ดังนั้นอัตราการเจริญเติบโตของภาคด้านเกษตรกรรมที่ผ่านมา จึงมิได้ก่อให้เกิดการปรับปรุงและเพิ่มเทคโนโลยี รวมไปถึงประสิทธิภาพในการผลิตด้วย

สรุปการศึกษาอิทธิพลของเทคโนโลยีที่มีต่อความเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจ

จากการศึกษาจากสมการปัจจัยกำหนดความเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจ พบว่า ทุนทางกายภาพส่งผลต่อการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจมากกว่าทุนมนุษย์ในทุกๆ สาขาเศรษฐกิจ รวมทั้งเทคโนโลยีที่มาจากต่างประเทศ (Tf) ส่งผลต่อการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจมากกว่า เทคโนโลยีที่มาจากในประเทศ (Td) ในภาพรวมเศรษฐกิจ สาขาบริการ และสาขาอื่นๆ และในทางกลับกัน เทคโนโลยีที่มาจากในประเทศ (Td) ส่งผลต่อการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจมากกว่าเทคโนโลยีที่มาจากต่างประเทศ (Tf) ในสาขาเกษตรกรรม และสาขาอุตสาหกรรม

สรุปอิทธิพลของเทคโนโลยีที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงทุนประสิทธิผลของทุนกายภาพ และทุนประสิทธิผลของทุนมนุษย์ในภาพรวมเศรษฐกิจ และสาขาเศรษฐกิจหลักของประเทศไทย

การเปลี่ยนแปลงของทุนประสิทธิผล ทั้งทุนประสิทธิผลของทุนทางกายภาพ และทุนประสิทธิผลของทุนมนุษย์เมื่อคำนึงถึงความก้าวหน้าทางเทคโนโลยี หากเทคโนโลยีมีการเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้นหรือลดลงในแต่ละปี จะทำให้ทรัพยากรที่มีอยู่สามารถแปลงเป็นทรัพยากรประสิทธิผลที่เพิ่มขึ้นหรือลดลงตามความก้าวหน้าทางเทคโนโลยี ซึ่งเป็นการคำนึงถึงอิทธิพลของความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีที่มีต่อกระบวนการผลิตตามแนวความคิดของ Endogenous Growth Theory

ในภาพรวมเศรษฐกิจ ปี พ.ศ. 2538 เป็นปีที่มีการเปลี่ยนแปลงทางเทคโนโลยีสูงที่สุดเท่ากับ ร้อยละ 135.8 และในปี พ.ศ. 2528 มีการเปลี่ยนแปลงทางเทคโนโลยีต่ำที่สุดเท่ากับ -22.83 ทำให้เป็นปีที่มีทุนประสิทธิผลทางกายภาพและทุนประสิทธิผลของทุนมนุษย์ต่ำที่สุด ดังนั้นเมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ยตั้งแต่ปี พ.ศ. 2520-2552 ของมีการสะสมของทุนประสิทธิผลของทุนทางกายภาพเท่ากับ 1,502,346,474.19 ล้านบาท และมีการสะสมของทุนประสิทธิผลของทุนมนุษย์เท่ากับ 163.64 มีค่าสูงกว่าเมื่อไม่คำนึงถึงความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีถึง 22.09 เท่า และพบว่าทุนประสิทธิผลของทุนทางกายภาพมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ในขณะที่ทุนประสิทธิผลของทุนมนุษย์มีแนวโน้มลดลง

ด้านสาขาเกษตรกรรม ปี พ.ศ. 2540 เป็นช่วงวิกฤติเศรษฐกิจของประเทศไทย ซึ่งสาขาเกษตรกรรมเป็นสาขาการผลิตเดียวที่มีการลดงบประมาณสำหรับการวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีในประเทศไทย ซึ่งลดลงจากปี พ.ศ. 2539 ร้อยละ 71.74 ทำให้เป็นปีที่มีความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีต่ำที่สุด เท่ากับ ร้อยละ -65.85 ทำให้มีการสะสมของทุนประสิทธิผลของทุนทางกายภาพและทุนประสิทธิผลของทุนมนุษย์ต่ำที่สุด แต่ในปี พ.ศ. 2541 มีการเพิ่มงบประมาณเพื่อการวิจัยและพัฒนาประเทศเพิ่มขึ้น ร้อยละ 126.31 แต่มีการลดการนำเข้าเทคโนโลยีจากต่างประเทศลงเพียง ร้อยละ 53.46 ทำให้เป็นปีที่มีการเปลี่ยนแปลงทางเทคโนโลยีสำหรับสาขาเกษตรกรรมมากที่สุด ร้อยละ 113.40 ทำให้เป็นปีที่มีการสะสมของทั้งทุนประสิทธิผลของทุนทางกายภาพ และทุนประสิทธิผลของทุนมนุษย์สูงที่สุด ดังนั้นเมื่อพิจารณาที่ค่าเฉลี่ยตั้งแต่ปี พ.ศ. 2520-2552 มีการสะสมของทุนประสิทธิผลของทุนทางกายภาพเท่ากับ 82,063,606.22 ล้านบาท และทุนประสิทธิผลของทุนมนุษย์ มีค่าเท่ากับ 55.62 ซึ่งมีค่าสูงกว่ากรณีที่ไม่คำนึงถึงความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีเท่ากับ 12.29 เท่า และพบว่า ทั้งทุนประสิทธิผลของทุนทางกายภาพ และทุนประสิทธิผลของทุนมนุษย์ในสาขาเกษตรกรรมมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น

ด้านสาขาอุตสาหกรรมปี พ.ศ. 2538 มีการเปลี่ยนแปลงทางเทคโนโลยีสูงสุด ร้อยละ 381.17 เนื่องจากมีการนำเข้าเทคโนโลยีเพิ่มขึ้น ร้อยละ 2,095.45 ทำให้เป็นปีที่มีทั้งทุนประสิทธิภาพ ทางกายภาพ และทุนประสิทธิภาพของทุนมนุษย์สูงสุด ส่วนปี พ.ศ. 2534 มีการเปลี่ยนแปลงทางเทคโนโลยีต่ำที่สุด ร้อยละ -38.46 เนื่องจากมีการลดทั้งงบประมาณสำหรับการวิจัยและพัฒนา เทคโนโลยีในประเทศลง ร้อยละ 41.93 และลดการนำเข้าเทคโนโลยีจากต่างประเทศลง ร้อยละ 23.11 ทำให้เป็นปีที่มีการสะสมของทุนประสิทธิภาพของทุนทางกายภาพ และมีการสะสมของทุน ประสิทธิภาพของทุนมนุษย์ต่ำที่สุด ดังนั้นเมื่อพิจารณาที่ค่าเฉลี่ยตั้งแต่ปี พ.ศ. 2520-2552 มีการ สะสมทุนประสิทธิภาพของทุนทางกายภาพ เท่ากับ 401,648,986.25 ล้านบาท และทุนประสิทธิภาพ ของทุนมนุษย์ มีค่าเท่ากับ 259.31 ซึ่งมีค่าสูงกว่ากรณีที่ไม่คำนึงถึงความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีถึง 32.50 เท่า และพบว่า ทั้งทุนประสิทธิภาพของทุนทางกายภาพ และทุนประสิทธิภาพของทุนมนุษย์ใน สาขาอุตสาหกรรมมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น

ด้านสาขาบริการปี พ.ศ. 2529 เป็นปีที่มีการเปลี่ยนแปลงทางเทคโนโลยีสูงสุด ร้อยละ 403.29 เนื่องจากมีการนำเข้าเทคโนโลยีจากต่างประเทศเพิ่มขึ้น ร้อยละ 583.82 ทำให้เป็นปีที่มีการ สะสมทุนประสิทธิภาพของทุนทางกายภาพ และมีการสะสมทุนประสิทธิภาพของทุนมนุษย์สูงสุด และปี พ.ศ. 2521 เป็นปีที่มีการเปลี่ยนแปลงทางเทคโนโลยีต่ำที่สุด ร้อยละ -66.67 เนื่องจากมีการลด ทั้งทั้งงบประมาณสำหรับการวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีในประเทศลง ร้อยละ 11.46 และลดการ นำเข้าเทคโนโลยีจากต่างประเทศลงร้อยละ 90.69 ทำให้เป็นปีที่มีการสะสมทุนประสิทธิภาพของทุน ทางกายภาพ และมีการสะสมทุนประสิทธิภาพของทุนมนุษย์ต่ำที่สุด ดังนั้นเมื่อพิจารณาที่ค่าเฉลี่ย ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2520-2552 พบว่า มีการสะสมทุนประสิทธิภาพของทุนทางกายภาพ เท่ากับ 1,294,349,687.94 ล้านบาท และมีการสะสมทุนประสิทธิภาพของทุนมนุษย์ มีค่าเท่ากับ 437.74 ซึ่งมี ค่าสูงกว่ากรณีที่ไม่คำนึงถึงความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีถึง 48.22 เท่า และนอกจากนี้พบว่า ทุน ประสิทธิภาพของทุนทางกายภาพมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น แต่ทุนประสิทธิภาพของทุนมนุษย์มีแนวโน้ม ลดลง

ด้านสาขาอื่นๆ ปี พ.ศ. 2538 มีการเปลี่ยนแปลงทางเทคโนโลยีสูงสุด ร้อยละ 819.26 เนื่องจากทั้งงบประมาณสำหรับการวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีในประเทศ และมูลค่าการนำเข้า เทคโนโลยีจากต่างประเทศได้เพิ่มขึ้นร้อยละ 50.38 และ 1,554.77 ตามลำดับ ทำให้เป็นปีที่มีการ สะสมทุนประสิทธิภาพของทุนทางกายภาพ และมีการสะสมทุนประสิทธิภาพของทุนมนุษย์สูงสุด แต่ในปี พ.ศ. 2534 มีการเปลี่ยนแปลงทางเทคโนโลยีต่ำที่สุด ร้อยละ -36.74 เนื่องจากมีการลดลงทั้ง งบประมาณมากวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีในประเทศ และลดการนำเข้าเทคโนโลยีจากต่างประเทศ

ทำให้เป็นปีที่มีการสะสมทุนประสิทธิผลของทุนทางกายภาพ และมีการสะสมทุนประสิทธิผลของทุนมนุษย์ต่ำที่สุด เมื่อพิจารณาที่ค่าเฉลี่ยตั้งแต่ปี พ.ศ. 2520-2552 พบว่ามีการสะสมทุนประสิทธิผลของทุนทางกายภาพ 1,439,427,897.41 ล้านบาท และมีการสะสมทุนประสิทธิผลของทุนมนุษย์เท่ากับ 406.09 ซึ่งมีค่าสูงกว่ากรณีที่ไม่คำนึงถึงความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีถึง 47.25 เท่า นอกจากนี้ยังพบว่า ทุนประสิทธิผลของทุนทางกายภาพของสาขาอื่นๆ มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ในขณะที่ทุนประสิทธิผลของทุนมนุษย์มีแนวโน้มลดลง

จากผลการศึกษาข้างต้น สามารถสรุปผลได้ดังตารางที่ 20 แสดงให้เห็นว่า ทุนทางกายภาพ (K) เป็นปัจจัยที่กำหนดความเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจของประเทศไทยมากที่สุดในทุกๆ สาขา โดยที่ปัจจัยทุนมนุษย์ส่งผลต่อความเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจมากที่สุดในสาขาบริการ และนอกจากนี้ปัจจัยเทคโนโลยีที่มาจากในประเทศ และเทคโนโลยีที่มาจากต่างประเทศส่งผลต่อความเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจอย่างใกล้เคียงกันมาก

ตารางที่ 20 ตารางสรุปผลการศึกษา

	ภาพรวมเศรษฐกิจ	สาขาเกษตรกรรม	สาขาอุตสาหกรรม	สาขาบริการ	สาขาอื่นๆ
Td → Tf	(2.76439)*	(2.9466)**	(3.92882)**	-	(3.25241)**
Tf ← Td	-	-	-	(6.27849)***	-
K	1.620965	0.333426	0.633178	0.544784	0.360536
L	1.127274	0.129488	0.514860	0.074158	0.741153
H	0.365929	0.118181	0.124891	0.308043	0.106451
Td	0.004894	0.062138	0.048723	0.005973	0.04894
Tf	0.005116	0.004806	0.011022	0.013734	0.05116
อัตราการเปลี่ยนแปลงทาง เทคโนโลยีเฉลี่ย (ร้อยละ)	22.09	12.29	32.50	48.22	47.25
ทุนประสิทธิภาพของทุนทาง กายภาพเฉลี่ย (ล้านบาท)	1,502,346,474.19	82,063,606.22	401,648,986.25	1,067,020,536.87	1,439,427,897.41
แนวโน้มของทุนประสิทธิภาพของ ทุนทางกายภาพ	เพิ่มขึ้น	เพิ่มขึ้น	เพิ่มขึ้น	เพิ่มขึ้น	เพิ่มขึ้น
ทุนประสิทธิภาพของทุนมนุษย์ เฉลี่ย (ปี)	163.64	55.62	259.31	437.74	406.09
แนวโน้มของทุนประสิทธิภาพของ ทุนมนุษย์	ลดลง	เพิ่มขึ้น	เพิ่มขึ้น	ลดลง	ลดลง

หมายเหตุ: ค่าในวงเล็บ คือ ค่า F-statistic

ที่มา: จากการคำนวณ

ข้อเสนอแนะ

จากผลการทดสอบความสัมพันธ์ระหว่างเทคโนโลยีในประเทศกับเทคโนโลยีที่มีมาจากต่างประเทศ พบว่า ในสาขาการผลิตต่างๆ มีการดัดแปลงหรือปรับปรุงเทคโนโลยีนำเข้าเพื่อเกื้อหนุนการพัฒนาเทคโนโลยีภายในประเทศ ได้แก่ ในภาพรวมเศรษฐกิจ สาขาอุตสาหกรรม และสาขาบริการ มีความล่าช้า 2 ปี สาขาเกษตรกรรม มีความล่าช้า 4 ปี และสาขาอื่นๆ มีความล่าช้า 5 ปี ดังนั้นจึงต้องปรับปรุงความสามารถในการดูดซับเทคโนโลยีที่ถ่ายทอดเข้ามา รวมทั้งการคัดเลือกเทคโนโลยีที่เหมาะสมสำหรับการผลิตในแต่ละสาขา โดยเน้นการวิจัยและพัฒนาด้านการปรับปรุงเครื่องมือ เครื่องจักรให้เหมาะสมกับการใช้งาน ของแต่ละสาขาเศรษฐกิจ

จากการศึกษาอิทธิพลของเทคโนโลยีที่มีต่อความเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจ พบว่าค่าสัมประสิทธิ์ของเทคโนโลยีในประเทศส่งผลต่อความเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจใกล้เคียงกับเทคโนโลยีที่มาจากต่างประเทศ ดังนั้น ภาครัฐควรส่งเสริมการวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีให้มากขึ้นในทุกๆ สาขาเศรษฐกิจ โดยเฉพาะอย่างยิ่งสาขาเกษตรกรรมเพื่อให้เทคโนโลยีในประเทศส่งผลต่อความเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจทันกับเทคโนโลยีที่มาจากต่างประเทศ รวมทั้งจากการศึกษา พบว่าทุนทางกายภาพส่งผลต่อการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจ มากกว่าทุนมนุษย์ในทุกๆ สาขาเศรษฐกิจ ดังนั้นจึงควรส่งเสริมการพัฒนาทุนทางกายภาพ แต่ก็ไม่ควรละทิ้งการพัฒนาทุนมนุษย์

ดังนั้นภาครัฐจึงควรส่งเสริมการพัฒนาเทคโนโลยีควบคู่กับการพัฒนาทุนมนุษย์ และรักษาระดับผลผลิตของทุกๆ สาขาการผลิต เพื่อรักษาระดับการเพิ่มขึ้นของทั้งทุนประสิทธิผลของทุนทางกายภาพ และทุนประสิทธิผลของทุนมนุษย์ โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ควรเร่งการพัฒนาทุนมนุษย์ในสาขาบริการ และสาขาอื่นๆ เนื่องจากในสาขาการผลิตดังกล่าวมีแนวโน้มของทุนประสิทธิผลของทุนมนุษย์ที่ลดลง เพื่อให้ประเทศไทยมีทุนประสิทธิผลของทุนทางกายภาพ และทุนประสิทธิผลของทุนมนุษย์อย่างยั่งยืน

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

- จรรยา โต้ะชา. 2548. การเปลี่ยนแปลงทางเทคโนโลยีที่มีต่อการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจและปัจจัยที่กำหนดการเปลี่ยนแปลงทางเทคโนโลยี. วิทยานิพนธ์เศรษฐศาสตรมหาบัณฑิต สาขาเศรษฐศาสตร์, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- จรินทร์ เทศวานิช. 2529. เอกสารการสอนชุดวิชาทฤษฎีและนโยบายการพัฒนาเศรษฐกิจหน่วยที่ 8. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช.
- ชัยยุทธ ปัญญาสวัสดิ์สุทธิ์. 2547. รายงานการวิจัยเสริมหลักสูตรเรื่องทฤษฎีการเจริญเติบโตแนวใหม่ (Online). <http://econ.tu.ac.th.>, 12 มกราคม 2553.
- เทียนฉาย กิระนันท์. 2519. ทรัพยากรมนุษย์และกำลังคน. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์ไทยวัฒนาพานิช.
- นายนัด คักวานี และ เจริญพร โพธิ์ทอง. 2542. การศึกษาของไทยในยุคไร้พรมแดน. เครื่องชี้วัดความอยู่ดีมีสุขและการวิเคราะห์เชิงนโยบาย. กรุงเทพมหานคร.
- บุญคง หันจางสิทธิ์. 2549. เศรษฐศาสตร์ทรัพยากรมนุษย์. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์ไทยวัฒนาพานิช.
- ปิยนาด ลีชะวณิช. 2536. ปัจจัยที่มีผลกระทบต่อความจำเป็นเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจในประเทศไทย โดยเน้นการวัดผลจากการเปลี่ยนแปลงเทคโนโลยี. วิทยานิพนธ์เศรษฐศาสตรมหาบัณฑิต สาขาเศรษฐศาสตร์, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- มณฑาทิพย์ ปานกุล. 2541. บทบาทของเทคโนโลยีต่อการขยายตัวของอุตสาหกรรมในประเทศไทย. วิทยานิพนธ์เศรษฐศาสตรมหาบัณฑิต สาขาเศรษฐศาสตร์, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช. 2549. เทคโนโลยีและความจำเป็นทางเศรษฐกิจ. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช.

มิ่งสรรพ สันติกาจัญ. 2536. “วิวัฒนาการแนวความคิดเกี่ยวกับการถ่ายทอดเทคโนโลยีมายังประเทศด้อยพัฒนา”. **เศรษฐกิจไทยบนเส้นทางแห่งสันติประชาธรรม**. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.

ขงยุทธ ยุทธวงศ์, ھرรษา เจียมเจริญ และ สรัญญา ยุติธรรม. 2532. “สมรรถภาพทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของประเทศไทยกับการเป็น NICs”. **เอกสารประกอบการสัมมนาวิชาการครั้งที่ 12 ประจำปีการศึกษา 2531**. คณะเศรษฐศาสตร์, มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.

ราชบัณฑิตยสถาน. 2546. **พจนานุกรมฉบับราชบัณฑิตยสถาน พ.ศ. 2542**. บริษัท นานมีบุ๊คส์พับลิเคชั่น จำกัด.

วนิดา ลาวัณย์ทักษิณ และ จ่านง พวงพุก. 2549. **เทคโนโลยีและความจำเป็นทางเศรษฐกิจ**. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช.

วรรณภา คล้ายสวน. 2540. **แหล่งที่มาของความเจริญเติบโตของสาขาเศรษฐกิจหลักในประเทศไทย**. วิทยานิพนธ์เศรษฐศาสตรมหาบัณฑิต สาขาเศรษฐศาสตร์, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

วรวิภา หิรัญรักษ์. 2539. **เอกสารการสอนชุดวิชาทฤษฎีและนโยบายการพัฒนาเศรษฐกิจหน่วยที่ 2** กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช.

วรัญญา ภัทรสุข. 2536. **เศรษฐศาสตร์การเปลี่ยนแปลงทางเทคโนโลยี**. ศูนย์บริการเอกสารวิชาการ คณะเศรษฐศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

วิภาวี พิจิตรบัณฑิต. 2538. **การพัฒนาและความจำเป็นทางเศรษฐกิจ**. นนทบุรี: โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช.

สมหมาย อุดมวิทิต. 2544. **ผลของการเปลี่ยนแปลงทางเทคโนโลยีที่มีต่อความเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจและความได้เปรียบโดยเปรียบเทียบ**. วิทยานิพนธ์เศรษฐศาสตรมหาบัณฑิต สาขาเศรษฐศาสตร์, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ. 2535. **แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 7 พ.ศ. 2535-2539**. กรุงเทพฯ: ห้างหุ้นส่วนจำกัด โรงพิมพ์ยูไนเต็ดโปรดักชั่น.

สิริลักษณ์ ตรีภูธรรุ่ง. 2544. **บทบาทของทุนมนุษย์ต่อการพัฒนาเศรษฐกิจของประเทศไทย**. วิทยานิพนธ์เศรษฐศาสตรมหาบัณฑิต สาขาเศรษฐศาสตร์, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สุดใจ ทูลพานิชย์กิจ. 2546. **หลักการพัฒนาเศรษฐกิจ**. กรุงเทพมหานคร.

สุมาลี ปิตยานนท์. 2535. **เศรษฐศาสตร์แรงงาน**. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สุมาลี สันติพลวุฒิ. 2551. **ทฤษฎีการพัฒนาเศรษฐกิจ**. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

อ้อทิพย์ ราษฎร์นิยม และ ดวงใจ รัตนชัยญา. 2545. **ประมวลสาระชุดวิชาเศรษฐศาสตร์ทรัพยากรมนุษย์ หน่วยที่ 1**. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช.

อัศวพงศ์ อ้นทอง. 2550. **คู่มือการใช้โปรแกรม EViews เบื้องต้น: สำหรับการวิเคราะห์ทางเศรษฐมิติ**. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

Barro, R. J. and J. W. Lee. 2000. **International Data on Educational Attainment: Updates and Implications**. CID Working Paper No. 42. Center for International Development at Harvard University, Cambridge, MA.

Branson, W. H. 1989. **Macroeconomic Theory and Policy**. Singapore: Harper and Row.

Gujarati, N. Damodar. 2003. **Basic Econometrics**. 4th ed. New York: McGraw-Hill.

Hinkle, D. E. 1998. **Applied statistics for the behavioral sciences**. Boston: Houghton Mifflin.

Ludger, W. 2000. **Specifying Human Capital: A Review, Some Extensions, and Development Effects**, Kiel Working Paper No. 1007.

Mulligan, C. B. and X. Sala-i-Martin, 1995. **A Labor-Income Based Measure of the Value of Human Capital: An Application to the States of the United States**, NBER Working Paper NO. 5018.

Nafziger, E. W. 1990. "Capital Formation, Investment Choice and Technical Progress". pp. 279. **The Economics of Developing Countries**. New Jersey: Prentice-hall, Inc.

Nicholson, W. 1978. **Microeconomic Theory**. Hinsdale: The Dryden Press Inc.

Pomfret, R. 1997. **Development Economics**. Europe: Prentice Hall.

Rudiger, D. and F, Stanley. 1990. "Long Term Growth and Productivity". pp. 714. **Macroeconomics**. Singapore: McGraw-Hill, Inc.

Van Den Berg, H. 2001. "Are there Limits to Growth?". pp. 516-529. **Economic Growth and Development**. McGraw-Hill, Inc.

Yan, W. and Y. Yudong. 2002. **Sources of China's Economic Growth 1952-1999 Incorporating Human Capital Accumulation**, NBER Working Paper NO. 2650.



ภาคผนวก



ภาคผนวก ก
ผลการทดสอบทางเศรษฐกิจ

ตารางผนวกที่ 1 สรุปผลการทดสอบ unit root test ของทุกตัวแปร

ตัวแปร	คุณสมบัติ stationary	
	ที่ระดับ At Level	ที่ผลต่างอันดับที่ 1
ภาคเศรษฐกิจรวม		
- Y	Non-Stationary	Non-Stationary
- L	Non-Stationary	Stationary
- K	Non-Stationary	Non-Stationary
- H	Stationary	Stationary
- Td	Non-Stationary	Non-Stationary
- Tf	Non-Stationary	Stationary
สาขาเกษตรกรรม		
- Y	Non-Stationary	Stationary
- L	Stationary	Stationary
- K	Non-Stationary	Non-Stationary
- H	Stationary	Stationary
- Td	Non-Stationary	Stationary
- Tf	Non-Stationary	Stationary
สาขาอุตสาหกรรม		
- Y	Non-Stationary	Stationary
- L	Non-Stationary	Stationary
- K	Non-Stationary	Stationary
- H	Non-Stationary	Stationary
- Td	Non-Stationary	Stationary
- Tf	Non-Stationary	Stationary
สาขาบริการ		
- Y	Non-Stationary	Non-Stationary
- L	Stationary	Stationary
- K	Non-Stationary	Non-Stationary

ตารางผนวกที่ 1 (ต่อ)

ตัวแปร	คุณสมบัติ stationary	
	ที่ระดับ At Level	ที่ผลต่างอันดับที่ 1
- H	Non-Stationary	Stationary
- Td	Non-Stationary	Stationary
- Tf	Non-Stationary	Stationary
สาขาอื่นๆ		
- Y	Non-Stationary	Stationary
- L	Non-Stationary	Stationary
- K	Non-Stationary	Non-Stationary
- H	Non-Stationary	Stationary
- Td	Non-Stationary	Stationary
- Tf	Non-Stationary	Stationary

ที่มา: จากการคำนวณ

จากการทดสอบข้อมูล พบว่า ตัวแปรในทุกภาคเศรษฐกิจที่ทำการศึกษางานตัวมีคุณสมบัติ Non-stationary จึงทำการทดสอบข้อมูลทั้งหมดโดยวิธี Cointegration Analysis อีกครั้ง โดยทำการทดสอบจากค่าความคาดเคลื่อนของสมการ (Error Term) การที่ค่าความคาดเคลื่อนที่ได้จากการประมาณค่ามีคุณสมบัติ Stationary อาจจะสามารถกล่าวได้ว่า ค่าความคาดเคลื่อนดังกล่าวมีความผันผวนต่ำ เป็นการแสดงให้เห็นว่า ตัวแปรอิสระในแบบจำลองที่สร้างขึ้นมีความสามารถในการอธิบายตัวแปรตามได้อย่างใกล้เคียงกับความเป็นจริง และความสามารถในการอธิบายดังกล่าวมีความผันผวนเกิดขึ้นน้อย จึงทำให้ความสัมพันธ์ดังกล่าวได้รับผลกระทบจากตัวแปรอื่นๆ นอกเหนือจากตัวแปรที่ปรากฏในแบบจำลองน้อยแม้ว่าระยะเวลาจะเปลี่ยนแปลงไป จากเหตุผลดังกล่าวจึงทำให้ความสัมพันธ์ที่เกิดขึ้นจากการประมาณค่าด้วยวิธีกำลังน้อยที่สุด (OLS) มีคุณสมบัติที่เรียกว่า คุลยภาพในระยะยาว (Long-Run Equilibrium) ซึ่งเป็นการยืนยันได้ว่าแบบจำลองมีความสัมพันธ์ที่แท้จริง ซึ่งจะทำให้ผลการประมาณค่ามีความสอดคล้องกับทฤษฎีเศรษฐศาสตร์ (รังสรรค์ หทัยเสรี, 2538) โดยที่ทำการทดสอบ Cointegration Analysis นั้นในการศึกษานี้ได้เลือกใช้วิธีการของ Engle และ Granger (1987) วิธี Two-Step Approach โดยมีผลการทดสอบ ดังนี้

ตารางผนวกที่ 2 สรุปผลการทดสอบ Cointegration ของทุกสมการ

ภาคเศรษฐกิจ	ค่า error term
- ภาคเศรษฐกิจรวม	(-3.661661)***
- สาขาเกษตรกรรม	(-2.976263)**
- สาขาอุตสาหกรรม	(-2.619160)*
- สาขาบริการ	(-2.621007)*
- สาขาอื่นๆ	(-2.963972)**

หมายเหตุ: ค่าในวงเล็บ คือ ค่า t - statistic *** หมายถึง มีระดับนัยสำคัญที่ 0.01

** หมายถึง มีระดับนัยสำคัญที่ 0.05 * หมายถึง มีระดับนัยสำคัญที่ 0.10

ที่มา: จากการคำนวณ

จากการทดสอบข้อมูล ทั้งหมดด้วยวิธี Cointegration Analysis อีกครั้ง พบว่า ค่าความคาดเคลื่อนที่ได้จากการประมาณค่ามีคุณสมบัติ Stationary แสดงให้เห็นว่า ตัวแปรอิสระในแบบจำลองที่สร้างขึ้นมีความสามารถในการอธิบายตัวแปรตาม ได้อย่างใกล้เคียงกับความเป็นจริง และมีความสัมพันธ์กันในระยะยาว

ตารางผนวกที่ 3 ผลการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงทางเทคโนโลยีของภาคเศรษฐกิจรวม

ปี	Td ¹ (ล้านบาท)	Tf ² (ล้านบาท)	Δ%Td ³	Δ%Tf ³	δTd _{growth} ³ (δ=0.004894)	γTf _{growth} ³ (γ=0.005116)	Td _{growth} + Tf _{growth} ³
2520	1,149.95	2,165.30	-2.71	34.15	-1.32	17.45	16.13
2521	1,213.90	1,158.20	5.56	-46.51	2.72	-23.77	-21.05
2522	1,086.00	1,907.90	-10.54	64.73	-5.15	33.08	27.93
2523	1,197.10	3,678.20	10.23	92.79	5.00	47.42	52.42
2524	2,209.89	6,414.40	84.60	74.39	41.36	38.02	79.38
2525	3,230.13	5,297.31	46.17	-17.42	22.57	-8.90	13.67
2526	1,844.15	7,524.90	-42.91	42.05	-20.98	21.49	0.51
2527	3,169.65	9,637.46	71.88	28.07	35.14	14.35	49.49
2528	3,355.54	4,791.88	5.86	-50.28	2.87	-25.70	-22.83
2529	3,330.36	6,908.10	-0.75	44.16	-0.37	22.57	22.20
2530	3,441.30	9,043.80	3.33	30.92	1.63	15.80	17.43
2531	3,924.84	27,963.80	14.05	209.20	6.87	106.92	113.79
2532	3,692.65	45,697.69	-5.92	63.42	-2.89	32.41	29.52
2533	3,348.40	64,695.00	-9.32	41.57	-4.56	21.25	16.69
2534	2,932.55	51,389.50	-12.42	-20.57	-6.07	-10.51	-16.58
2535	3,140.47	53,992.19	7.09	5.06	3.47	2.59	6.05
2536	3,036.51	43,811.99	-3.31	-18.85	-1.62	-9.64	-11.26
2537	3,535.66	133,749.40	16.44	205.28	8.04	104.92	112.95
2538	6,134.82	395,087.80	73.51	195.39	35.94	99.86	135.80
2539	4,528.13	426,123.90	-26.19	7.86	-12.80	4.01	-8.79
2540	3,796.53	488,050.10	-16.16	14.53	-7.90	7.43	-0.47
2541	4,409.15	473,855.00	16.14	-2.91	7.89	-1.49	6.40
2542	5,021.76	408,900.80	13.89	-13.71	6.79	-7.01	-0.21
2543	7,043.38	427,746.80	40.26	4.61	19.68	2.36	22.04
2544	9,065.00	615,462.60	28.70	43.88	14.03	22.43	36.46
2545	13,282.09	514,904.70	46.52	-16.34	22.74	-8.35	14.39
2546	15,499.19	659,987.40	16.69	28.18	8.16	14.40	22.56
2547	15,571.20	707,130.00	0.46	7.14	0.23	3.65	3.88
2548	15,499.20	887,914.00	-0.46	25.57	-0.23	13.07	12.84
2549	16,082.99	1,036,861.70	3.77	16.78	1.84	8.57	10.42
2550	16,666.78	865,966.76	3.63	-16.48	1.77	-8.42	-6.65
2551	17,446.02	626,031.90	4.68	-27.71	2.29	-14.16	-11.87
2552	17,725.25	686,402.21	1.60	9.64	0.78	4.93	5.71
ค่าเฉลี่ย	6,563.96	290,916.77	11.65	51.69	5.69	26.42	32.11

ที่มา: ¹ จากสภาวะวิจัยแห่งชาติ, ² จากธนาคารแห่งประเทศไทย, ³ จากการคำนวณ

ตารางผนวกที่ 4 ผลการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงทางเทคโนโลยีของสาขาเกษตรกรรม

ปี	Td^1 (ล้านบาท)	Tf^2 (ล้านบาท)	$\Delta\%Td^3$	$\Delta\%Tf^3$	δTd_{growth}^3 ($\delta=0.062138$)	γTf_{growth}^3 ($\gamma=0.004806$)	Td_{growth}^+ Tf_{growth}^3
2520	677.80	1.20	-8.09	-7.69	-7.51	-0.55	-8.07
2521	797.20	5.20	17.62	333.33	16.35	23.93	40.28
2522	558.40	4.50	-29.95	-13.46	-27.80	-0.97	-28.77
2523	661.60	9.90	18.48	120.00	17.15	8.61	25.77
2524	995.49	7.50	50.47	-24.24	46.84	-1.74	45.10
2525	1040.44	15.60	4.52	108.00	4.19	7.75	11.94
2526	920.34	48.10	-11.54	208.33	-10.71	14.96	4.24
2527	1783.22	67.60	93.76	40.54	87.03	2.91	89.94
2528	1464.06	77.00	-17.90	13.91	-16.61	1.00	-15.61
2529	1649.73	202.20	12.68	162.60	11.77	11.67	23.44
2530	1787.99	285.90	8.38	41.39	7.78	2.97	10.75
2531	1926.24	315.30	7.73	10.28	7.18	0.74	7.92
2532	2064.49	603.40	7.18	91.37	6.66	6.56	13.22
2533	2202.75	762.70	6.70	26.40	6.22	1.90	8.11
2534	2269.40	597.80	3.03	-21.62	2.81	-1.55	1.26
2535	2236.07	150.60	-1.47	-74.81	-1.36	-5.37	-6.73
2536	2252.74	330.10	0.75	119.19	0.69	8.56	9.25
2537	1904.85	350.70	-15.44	6.24	-14.33	0.45	-13.89
2538	1556.97	932.33	-18.26	165.85	-16.95	11.91	-5.05
2539	1571.74	1785.51	0.95	91.51	0.88	6.57	7.45
2540	444.06	1970.21	-71.75	10.34	-66.60	0.74	-65.85
2541	1004.94	916.94	126.31	-53.46	117.24	-3.84	113.40
2542	1565.82	1437.90	55.81	56.82	51.81	4.08	55.88
2543	2377.41	1797.75	51.83	25.03	48.11	1.80	49.91
2544	3189.00	1671.70	34.14	-7.01	31.69	-0.50	31.18
2545	3162.38	3043.63	-0.83	82.07	-0.77	5.89	5.12
2546	3135.76	4636.81	-0.84	52.34	-0.78	3.76	2.98
2547	3135.76	3851.98	0.00	-16.93	0.00	-1.22	-1.22
2548	3135.77	4445.87	0.00	15.42	0.00	1.11	1.11
2549	3353.31	4001.32	6.94	-10.00	6.44	-0.72	5.72
2550	3570.86	6985.77	6.49	74.59	6.02	5.35	11.38
2551	3244.59	6660.85	-9.14	-4.65	-8.48	-0.33	-8.81
2552	2718.32	5959.77	-16.22	-10.53	-15.06	-0.76	-15.81
ค่าเฉลี่ย	1950.29	1634.35	9.46	48.82	8.78	3.51	12.29

ที่มา: ¹ จากสภาวะวิจัยแห่งชาติ, ² จากธนาคารแห่งประเทศไทย, ³ จากการคำนวณ

ตารางผนวกที่ 5 ผลการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงทางเทคโนโลยีของสาขาอุตสาหกรรม

ปี	Td ¹ (ล้านบาท)	Tf ² (ล้านบาท)	Δ%Td ³	Δ%Tf ³	δTd _{growth} ³ (δ=0.048723)	γTf _{growth} ³ (γ=0.011022)	Td _{growth} ⁺ Tf _{growth} ³
2520	89.60	659.10	4.31	43.66	3.51	8.05	11.57
2521	82.20	465.40	-8.26	-29.39	-6.74	-5.42	-12.16
2522	97.00	723.90	18.00	55.54	14.68	10.25	24.93
2523	106.80	1012.00	10.10	39.80	8.24	7.34	15.58
2524	238.86	2526.00	123.65	149.60	100.84	27.60	128.44
2525	354.85	1230.50	48.56	-51.29	39.60	-9.46	30.14
2526	527.85	2567.50	48.75	108.66	39.76	20.05	59.80
2527	617.08	3165.56	16.90	23.29	13.79	4.30	18.08
2528	782.88	1347.06	26.87	-57.45	21.91	-10.60	11.31
2529	749.98	2123.70	-4.20	57.65	-3.43	10.64	7.21
2530	766.43	4749.30	2.19	123.63	1.79	22.81	24.60
2531	758.21	16162.40	-1.07	240.31	-0.87	44.33	43.46
2532	762.32	21858.40	0.54	35.24	0.44	6.50	6.94
2533	537.10	31003.40	-29.54	41.84	-24.09	7.72	-16.38
2534	311.88	23839.60	-41.93	-23.11	-34.20	-4.26	-38.46
2535	424.49	9259.40	36.11	-61.16	29.45	-11.28	18.16
2536	368.18	11430.20	-13.27	23.44	-10.82	4.33	-6.49
2537	251.49	12873.10	-31.69	12.62	-25.85	2.33	-23.52
2538	234.81	282621.82	-6.63	2095.45	-5.41	386.58	381.17
2539	496.63	306465.15	111.50	8.44	90.93	1.56	92.49
2540	610.11	322967.56	22.85	5.38	18.63	0.99	19.63
2541	677.36	262173.55	11.02	-18.82	8.99	-3.47	5.52
2542	744.61	203477.23	9.93	-22.39	8.10	-4.13	3.97
2543	1689.01	303325.48	126.83	49.07	103.43	9.05	112.49
2544	2633.40	405292.71	55.91	33.62	45.60	6.20	51.80
2545	5228.67	358383.63	98.55	-11.57	80.37	-2.14	78.24
2546	5823.93	431312.45	11.38	20.35	9.28	3.75	13.04
2547	5823.93	538091.20	0.00	24.76	0.00	4.57	4.57
2548	5823.93	589746.93	0.00	9.60	0.00	1.77	1.77
2549	6099.43	601697.30	4.73	2.03	3.86	0.37	4.23
2550	6374.92	460358.83	4.52	-23.49	3.68	-4.33	-0.65
2551	6384.56	453472.43	0.15	-1.50	0.12	-0.28	-0.15
2552	6394.20	482894.09	0.15	6.49	0.12	1.20	1.32
ค่าเฉลี่ย	1905.05	186341.72	19.91	88.19	16.23	16.27	32.50

ที่มา: ¹ จากสภากิจแห่งชาติ, ² จากธนาคารแห่งประเทศไทย, ³ จากการคำนวณ

ตารางผนวกที่ 6 ผลการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงทางเทคโนโลยีของสาขาบริการ

ปี	Td ¹ (ล้านบาท)	Tf ² (ล้านบาท)	Δ%Td ³	Δ%Tf ³	δTd _{growth} ³ (δ=0.005973)	γTf _{growth} ³ (γ=0.013734)	Td _{growth} ⁺ Tf _{growth} ³
2520	274.55	880.10	6.08	83.93	1.84	58.49	60.33
2521	243.10	81.90	-11.46	-90.69	-3.47	-63.21	-66.68
2522	306.00	390.20	25.87	376.43	7.84	262.34	270.18
2523	248.40	526.60	-18.82	34.96	-5.71	24.36	18.66
2524	554.59	1356.80	123.26	157.65	37.36	109.87	147.23
2525	1498.75	933.21	170.24	-31.22	51.60	-21.76	29.84
2526	258.52	1015.70	-82.75	8.84	-25.08	6.16	-18.92
2527	625.86	659.24	142.09	-35.10	43.07	-24.46	18.61
2528	629.54	195.00	0.59	-70.42	0.18	-49.08	-48.90
2529	627.70	1323.70	-0.29	578.82	-0.09	403.39	403.30
2530	628.62	1614.30	0.15	21.95	0.04	15.30	15.34
2531	628.16	5106.20	-0.07	216.31	-0.02	150.75	150.73
2532	430.59	11545.10	-31.45	126.10	-9.53	87.88	78.35
2533	331.81	15006.00	-22.94	29.98	-6.95	20.89	13.94
2534	233.02	12096.10	-29.77	-19.39	-9.02	-13.51	-22.54
2535	282.41	18599.40	21.20	53.76	6.42	37.47	43.89
2536	257.72	19297.20	-8.74	3.75	-2.65	2.61	-0.04
2537	1061.15	17107.50	311.75	-11.35	94.49	-7.91	86.58
2538	3864.59	54972.03	264.19	221.33	80.07	154.25	234.32
2539	1689.73	57525.96	-56.28	4.65	-17.06	3.24	-13.82
2540	1639.55	55089.93	-2.97	-4.23	-0.90	-2.95	-3.85
2541	1685.58	95971.36	2.81	74.21	0.85	51.72	52.57
2542	1731.61	89903.97	2.73	-6.32	0.83	-4.41	-3.58
2543	1822.16	76635.91	5.23	-14.76	1.58	-10.29	-8.70
2544	1912.71	48245.04	4.97	-37.05	1.51	-25.82	-24.31
2545	2861.84	58577.19	49.62	21.42	15.04	14.93	29.97
2546	3810.96	94960.86	33.16	62.11	10.05	43.29	53.34
2547	3810.96	70088.65	0.00	-26.19	0.00	-18.25	-18.25
2548	3810.96	177756.90	0.00	153.62	0.00	107.06	107.06
2549	3714.72	310178.54	-2.53	74.50	-0.77	51.92	51.15
2550	3618.47	269363.35	-2.59	-13.16	-0.79	-9.17	-9.96
2551	4240.10	89128.17	17.18	-66.91	5.21	-46.63	-41.42
2552	4561.74	95115.47	7.59	6.72	2.30	4.68	6.98
ค่าเฉลี่ย	1633.22	53068.11	27.82	57.10	8.43	39.79	48.22

ที่มา: ¹ จากสภาวะวิจัยแห่งชาติ, ² จากธนาคารแห่งประเทศไทย, ³ จากการคำนวณ

ตารางผนวกที่ 7 ผลการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงทางเทคโนโลยีของสาขาอื่นๆ

ปี	Td ¹ (ล้านบาท)	Tf ² (ล้านบาท)	$\Delta\%Td^3$	$\Delta\%Tf^3$	δTd_{growth}^3 ($\delta=0.04894$)	γTf_{growth}^3 ($\gamma=0.05116$)	Td_{growth}^+ Tf_{growth}^3
2520	108.00	624.90	8.32	-7.49	4.07	-3.83	0.24
2521	91.40	605.70	-15.37	-3.07	-7.51	-1.57	-9.09
2522	124.60	789.30	36.32	30.31	17.76	15.49	33.25
2523	180.30	2129.70	44.70	169.82	21.86	86.79	108.65
2524	420.95	2524.10	133.47	18.52	65.26	9.46	74.72
2525	336.09	3118.00	-20.16	23.53	-9.86	12.03	2.17
2526	137.44	3893.60	-59.11	24.87	-28.90	12.71	-16.18
2527	143.49	5745.06	4.40	47.55	2.15	24.30	26.46
2528	479.06	3172.82	233.86	-44.77	114.34	-22.88	91.46
2529	302.95	3258.50	-36.76	2.70	-17.97	1.38	-16.59
2530	258.26	2394.30	-14.75	-26.52	-7.21	-13.55	-20.77
2531	612.23	6379.90	137.06	166.46	67.01	85.08	152.09
2532	435.25	11690.79	-28.91	83.24	-14.13	42.55	28.41
2533	276.75	17922.90	-36.42	53.31	-17.80	27.25	9.44
2534	118.25	14856.00	-57.27	-17.11	-28.00	-8.75	-36.75
2535	197.50	25982.79	67.02	74.90	32.77	38.28	71.05
2536	157.88	12754.49	-20.06	-50.91	-9.81	-26.02	-35.83
2537	318.16	3418.10	101.52	-73.20	49.63	-37.41	12.22
2538	478.45	56561.68	50.38	1554.77	24.63	794.63	819.26
2539	770.04	60347.33	60.94	6.69	29.80	3.42	33.22
2540	1102.81	108022.41	43.21	79.00	21.13	40.38	61.50
2541	1041.26	114793.24	-5.58	6.27	-2.73	3.20	0.47
2542	979.72	114081.70	-5.91	-0.62	-2.89	-0.32	-3.21
2543	1154.80	45987.73	17.87	-59.69	8.74	-30.51	-21.77
2544	1329.89	160253.21	15.16	248.47	7.41	126.99	134.40
2545	2029.21	94900.28	52.58	-40.78	25.71	-20.84	4.87
2546	2728.54	129077.30	34.46	36.01	16.85	18.41	35.26
2547	2800.54	95098.26	2.64	-26.32	1.29	-13.45	-12.16
2548	2728.54	115964.32	-2.57	21.94	-1.26	11.21	9.96
2549	2915.53	120984.61	6.85	4.33	3.35	2.21	5.56
2550	3102.53	129258.81	6.41	6.84	3.14	3.50	6.63
2551	3576.76	76770.45	15.29	-40.61	7.47	-20.75	-13.28
2552	4051.00	102432.88	13.26	33.43	6.48	17.08	23.57
ค่าเฉลี่ย	1075.40	49872.58	23.72	69.75	11.60	35.65	47.25

ที่มา: ¹ จากสภากิจแห่งชาติ, ² จากธนาคารแห่งประเทศไทย, ³ จากการคำนวณ

ตารางผนวกที่ 8 ผลการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงทางเทคโนโลยีของทุกภาคเศรษฐกิจ

(หน่วย: ร้อยละ)

ปี	ภาคเศรษฐกิจรวม	สาขาเกษตรกรรม	สาขาอุตสาหกรรม	สาขาบริการ	สาขาอื่นๆ
2520	16.1305	-8.0660	11.5668	60.3323	0.2417
2521	-21.0523	40.2816	-12.1570	-66.6776	-9.0851
2522	27.9314	-28.7708	24.9302	270.1832	33.2513
2523	52.4245	25.7695	15.5814	18.6562	108.6496
2524	79.3834	45.1036	128.4396	147.2302	74.7208
2525	13.6708	11.9447	30.1397	29.8421	2.1695
2526	0.5138	4.2420	59.8040	-18.9208	-16.1844
2527	49.4894	89.9362	18.0831	18.6091	26.4551
2528	-22.8295	-15.6148	11.3137	-48.8985	91.4552
2529	22.2042	23.4445	7.2092	403.2971	-16.5930
2530	17.4293	10.7509	24.5971	15.3441	-20.7670
2531	113.7916	7.9153	43.4589	150.7267	152.0868
2532	29.5195	13.2217	6.9437	78.3472	28.4120
2533	16.6889	8.1116	-16.3753	13.9383	9.4409
2534	-16.5833	1.2564	-38.4595	-22.5381	-36.7464
2535	6.0550	-6.7338	18.1627	43.8926	71.0457
2536	-11.2550	9.2488	-6.4930	-0.0352	-35.8284
2537	112.9534	-13.8863	-23.5179	86.5790	12.2222
2538	135.8048	-5.0453	381.1673	234.3221	819.2570
2539	-8.7895	7.4502	92.4888	-13.8191	33.2172
2540	-0.4719	-65.8538	19.6279	-3.8513	61.5047
2541	6.4027	113.4015	5.5165	52.5676	0.4748
2542	-0.2128	55.8843	3.9664	-3.5782	-3.2063
2543	22.0377	49.9072	112.4859	-8.7001	-21.7692
2544	36.4619	31.1834	51.8003	-24.3118	134.4028
2545	14.3940	5.1170	78.2355	29.9650	4.8666
2546	22.5618	2.9766	13.0384	53.3386	35.2556
2547	3.8778	-1.2151	4.5672	-18.2535	-12.1641
2548	12.8404	1.1072	1.7710	107.0573	9.9571
2549	10.4150	5.7215	4.2316	51.1515	5.5632
2550	-6.6491	11.3765	-0.6501	-9.9557	6.6312
2551	-11.8750	-8.8150	-0.1526	-41.4244	-13.2807
2552	5.7111	-15.8111	1.3201	6.9807	23.5669
เฉลี่ย	32.1107	12.2891	32.5043	48.2241	47.2492

ที่มา: จากการคำนวณ

ตารางผนวกที่ 9 ผลการคำนวณปีการศึกษาเฉลี่ยของทุกภาคเศรษฐกิจ

(หน่วย: ปี)

ปี	ภาคเศรษฐกิจรวม	สาขาเกษตรกรรม	สาขาอุตสาหกรรม	สาขาบริการ	สาขาอื่นๆ
2520	4.6336	0.8789	4.0810	8.4790	5.0954
2521	4.7111	1.1884	4.3816	7.8746	5.3998
2522	5.1307	1.3312	4.4433	8.9570	5.7911
2523	5.7862	1.3694	5.3786	9.7145	6.6823
2524	6.5346	2.2750	6.0613	10.2299	7.5721
2525	6.5739	2.3474	6.0039	10.3530	7.5913
2526	6.7208	3.1017	6.1051	10.6470	7.0294
2527	6.9506	3.7192	6.2893	10.5286	7.2653
2528	7.1292	4.1926	6.3800	10.4959	7.4485
2529	7.4345	4.3268	6.8254	10.8627	7.7229
2530	7.6725	4.9094	7.0855	10.7438	7.9512
2531	7.8234	4.9355	7.6068	10.7481	8.0032
2532	7.9274	5.3064	7.4002	10.8411	8.1618
2533	8.0476	5.3211	7.5692	10.8534	8.4468
2534	8.1400	5.3379	7.7006	10.8644	8.6572
2535	8.1661	5.4366	7.5743	11.1775	8.4762
2536	8.2762	5.5443	7.6099	11.1087	8.8420
2537	8.2474	5.4075	7.7078	11.3440	8.5304
2538	8.3249	5.4854	7.7251	11.3798	8.7095
2539	8.2013	5.3761	7.8107	11.1990	8.4193
2540	8.4383	5.5080	8.1016	11.3154	8.8283
2541	8.8224	5.8140	8.5026	11.6432	9.3297
2542	8.9873	5.9127	8.8102	11.6552	9.5711
2543	9.2534	6.2649	8.6660	12.2707	9.8121
2544	9.2025	6.4179	9.0262	12.0109	9.3548
2545	9.2548	6.5218	9.0378	11.9157	9.5438
2546	9.3837	6.6401	9.2638	11.8854	9.7457
2547	9.4163	6.8133	9.2787	11.8353	9.7378
2548	9.7771	6.9353	9.9511	12.1974	10.0244
2549	9.7186	6.9898	9.8386	12.1215	9.9247
2550	9.7352	7.3034	9.6537	12.0271	9.9565
2551	9.9042	7.5517	9.7536	12.1696	10.1420
2552	9.9836	7.7870	9.8089	12.0993	10.2393
เฉลี่ย	8.0094	4.9773	7.6192	11.0166	8.4244



ภาคผนวก ข
ตัวแปรที่ใช้ในการศึกษา

ตารางผนวกที่ 10 ผลิตภัณฑ์มวลรวมภายในประเทศ ตามราคาปี 2531 จำแนกตามสาขาการผลิต
พ.ศ. 2519-2552

(หน่วย: ล้านบาท)

ปี พ.ศ.	สาขาเกษตรกรรม	สาขาอุตสาหกรรม	สาขบริการ	สาขาอื่นๆ	รวม
2519	164,885	152,444	161,540	208,738	687,608
2520	169,319	174,241	177,225	234,629	755,415
2521	187,355	189,445	194,639	258,586	830,025
2522	183,106	205,117	214,628	270,656	873,508
2523	184,576	211,031	224,420	293,706	913,733
2524	194,023	224,294	240,751	308,638	967,706
2525	198,825	230,235	257,144	333,297	1,019,501
2526	208,312	255,995	271,588	340,537	1,076,432
2527	217,518	271,855	280,543	368,437	1,138,353
2528	227,324	268,133	304,663	391,135	1,191,255
2529	228,191	294,521	323,669	410,796	1,257,177
2530	228,346	341,750	354,625	452,126	1,376,847
2531	252,346	403,034	385,210	519,214	1,559,804
2532	276,569	467,632	414,038	591,713	1,749,952
2533	263,607	540,932	461,431	679,402	1,945,372
2534	282,740	604,337	484,179	740,606	2,111,862
2535	296,277	672,636	528,452	785,207	2,282,572
2536	292,296	747,943	580,181	853,517	2,473,937
2537	307,876	817,714	627,163	942,301	2,695,054
2538	315,572	909,316	669,579	1,038,701	2,933,168
2539	288,840	1,021,419	679,853	1,125,226	3,115,338
2540	286,833	1,036,152	666,283	1,083,347	3,072,615
2541	282,606	923,602	613,339	930,137	2,749,684

ตารางผนวกที่ 10 (ต่อ)

(หน่วย : ล้านบาท)

ปี พ.ศ.	สาขาเกษตรกรรม	สาขาอุตสาหกรรม	สาขาบริการ	สาขาอื่นๆ	รวม
2542	289,178	1,033,431	587,213	962,158	2,871,980
2543	309,948	1,096,168	598,980	1,003,305	3,008,401
2544	320,016	1,111,457	617,471	1,024,657	3,073,601
2545	322,179	1,190,807	650,670	1,073,386	3,237,042
2546	363,033	1,318,279	677,843	1,109,011	3,468,166
2547	354,431	1,426,338	731,668	1,175,752	3,688,189
2548	347,892	1,499,882	773,492	1,236,753	3,858,019
2549	366,842	1,587,709	808,287	1,293,712	4,056,550
2550	370,030	1,687,276	840,410	1,358,848	4,256,564
2551	383,079	1,753,865	857,784	1,366,668	4,361,396
2552	380,857	1,664,103	872,275	1,344,806	4,262,041

ที่มา: คำนวณจากสำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ

ตารางผนวกที่ 11 มูลค่าเงินทุน ตามราคาปี 2531 จำแนกตามสาขาการผลิต พ.ศ.2519-2552

(หน่วย: ล้านบาท)

ปี พ.ศ.	สาขาเกษตรกรรม	สาขาอุตสาหกรรม	สาขบริการ	สาขาอื่นๆ	รวม
2519	373,004	236,306	803,232	868,751	2,281,293
2520	371,255	255,203	843,178	916,388	2,386,024
2521	384,447	273,896	890,491	947,167	2,496,001
2522	379,412	297,170	944,191	1,000,712	2,621,485
2523	378,155	314,501	1,009,400	1,076,535	2,778,591
2524	379,932	336,782	1,082,986	1,152,247	2,951,947
2525	381,159	356,177	1,164,529	1,216,423	3,118,288
2526	386,665	385,871	1,254,439	1,295,379	3,322,354
2527	386,260	415,210	1,367,233	1,374,182	3,542,885
2528	393,885	433,097	1,469,068	1,448,011	3,744,061
2529	411,094	462,211	1,565,744	1,499,686	3,938,735
2530	413,948	512,903	1,692,726	1,567,540	4,187,117
2531	425,226	588,693	1,838,028	1,667,689	4,519,636
2532	437,735	685,107	2,027,884	1,803,503	4,954,229
2533	457,949	792,075	2,279,692	2,026,841	5,556,557
2534	482,416	934,567	2,561,016	2,272,189	6,250,188
2535	513,151	1,080,857	2,841,776	2,559,415	6,995,199
2536	559,668	1,237,522	3,138,136	2,879,978	7,815,304
2537	612,263	1,410,853	3,463,699	3,254,127	8,740,942
2538	661,710	1,606,774	3,791,260	3,674,003	9,733,747
2539	713,988	1,820,375	4,130,617	4,158,190	10,823,170
2540	792,927	1,974,747	4,366,967	4,476,686	11,611,327
2541	837,523	2,004,060	4,469,203	4,600,927	11,911,713
2542	858,289	2,031,026	4,537,802	4,735,926	12,163,043
2543	884,251	2,048,644	4,623,076	4,874,649	12,430,620

ตารางผนวกที่ 11 (ต่อ)

(หน่วย : ล้านบาท)

ปี พ.ศ.	สาขาเกษตรกรรม	สาขาอุตสาหกรรม	สาขบริการ	สาขาอื่นๆ	รวม
2544	909,672	2,073,929	4,695,521	4,970,390	12,649,512
2545	940,505	2,102,857	4,778,999	5,058,400	12,880,761
2546	971,610	2,144,985	4,881,161	5,173,389	13,171,145
2547	1,004,443	2,206,440	5,009,327	5,317,775	13,537,985
2548	1,044,953	2,281,678	5,153,156	5,495,109	13,974,896
2549	1,088,558	2,364,262	5,300,242	5,677,849	14,430,911
2550	1,135,574	2,446,657	5,447,540	5,865,514	14,895,285
2551	1,182,000	2,538,447	5,592,047	6,049,213	15,361,707
2552	1,228,168	2,614,027	5,743,679	6,227,275	15,813,149

ที่มา: คำนวณจากสำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ

ตารางผนวกที่ 12 จำนวนแรงงาน จำแนกตามสาขาการผลิต พ.ศ.2520-2552

(หน่วย: พันคน)

ปี พ.ศ.	สาขาเกษตรกรรม	สาขาอุตสาหกรรม	สาขาบริการ	สาขาอื่นๆ	รวม
2519	13,948.50	1,145.40	1,381.90	1,935.10	18,410.90
2520	12,320.15	1,604.20	1,627.60	2,585.15	18,137.10
2521	13,246.85	1,613.35	1,810.20	2,545.05	19,215.45
2522	12,350.85	1,951.10	1,848.85	2,869.85	19,020.65
2523	15,942.70	1,788.90	1,886.80	2,904.70	22,523.10
2524	13,403.95	1,914.95	2,343.75	3,210.10	20,872.75
2525	16,984.90	2,006.70	2,378.20	3,460.80	24,830.60
2526	14,464.93	2,189.50	2,576.80	3,678.95	22,910.18
2527	15,764.40	2,134.80	2,459.20	3,800.35	24,158.75
2528	15,528.85	2,264.20	2,515.80	3,918.00	24,226.85
2529	15,681.05	2,403.55	2,749.05	4,223.95	25,057.60
2530	16,026.55	2,691.60	3,046.80	4,647.25	26,412.20
2531	17,379.05	2,610.90	3,043.55	4,254.75	27,288.25
2532	17,737.90	2,971.45	2,989.75	4,756.50	28,455.60
2533	19,725.60	3,132.50	3,064.90	4,919.00	30,842.00
2534	16,384.00	3,658.00	3,252.00	5,926.00	29,220.00
2535	17,305.00	3,933.00	3,419.00	6,137.00	30,794.00
2536	16,269.00	4,178.95	3,676.50	6,554.35	30,678.80
2537	15,180.00	4,190.80	3,881.95	6,911.35	30,164.10
2538	14,389.10	4,608.20	4,132.25	7,688.30	30,817.85
2539	14,136.65	4,650.80	4,097.10	8,280.75	31,165.30
2540	14,314.60	4,644.15	4,370.95	8,384.15	31,713.85
2541	13,571.28	4,577.25	4,612.90	7,508.40	30,269.83
2542	13,997.28	4,611.25	4,793.50	7,432.99	30,835.02
2543	13,999.90	5,004.80	4,833.60	7,608.20	31,446.50

ตารางผนวกที่ 12 (ต่อ)

(หน่วย: พันคน)

ปี พ.ศ.	สาขาเกษตรกรรม	สาขาอุตสาหกรรม	สาขাবริการ	สาขาอื่นๆ	รวม
2544	13,611.85	4,926.93	6,063.87	7,501.63	32,104.28
2545	14,041.82	5,052.37	6,077.11	7,889.58	33,060.88
2546	13,880.09	5,298.72	6,372.44	8,289.77	33,841.02
2547	13,633.87	5,476.14	6,716.50	8,902.32	34,728.83
2548	13,616.97	5,587.89	7,048.74	9,003.58	35,257.18
2549	14,170.51	5,504.13	7,042.98	8,967.93	35,685.55
2550	14,306.01	5,619.23	7,315.94	9,008.29	36,249.47
2551	14,699.12	5,453.27	7,574.50	9,289.74	37,016.63
2552	14,692.5	5,373.9	7,967.8	9,672.1	37,706.3

ที่มา: คำนวณจากสำนักงานสถิติแห่งชาติ

ตารางผนวกที่ 13 จำนวนแรงงาน ตามระดับการศึกษาที่สำเร็จ ภาคเศรษฐกิจรวม พ.ศ. 2519-2552
(หน่วย: พันคน)

ปี พ.ศ.	ไม่มีการศึกษา	ประถมศึกษา	มัธยมศึกษา	อุดมศึกษา	รวม
2519	1,575.01	473.41	179.00	110.15	2,337.57
2520	1,955.10	626.50	286.60	146.10	3,014.30
2521	1,833.00	739.30	269.70	133.10	2,975.10
2522	1,813.90	785.40	350.30	199.30	3,148.90
2523	969.35	496.70	285.65	187.10	1,938.80
2524	124.80	208.00	221.00	174.90	728.70
2525	125.10	199.70	230.00	180.20	735.00
2526	1,613.70	1,844.50	628.70	403.80	4,490.70
2527	1,650.20	2,557.00	688.20	416.30	5,311.70
2528	1,658.30	3,078.00	839.90	454.00	6,030.20
2529	1,716.00	3,757.00	912.80	587.50	6,973.30
2530	1,580.20	4,534.00	1,169.20	705.70	7,989.10
2531	1,624.10	4,930.00	1,247.30	867.80	8,669.20
2532	1,462.40	5,982.60	1,200.90	917.90	9,563.80
2533	1,401.75	6,017.40	1,346.75	1,042.55	9,808.45
2534	1,341.10	6,052.20	1,492.60	1,167.20	10,053.10
2535	1,380.10	6,763.80	1,628.50	1,205.30	10,977.70
2536	1,280.40	7,071.30	1,796.20	1,386.80	11,534.70
2537	1,193.10	6,625.30	1,729.70	1,494.20	11,042.30
2538	1,186.50	6,219.50	1,848.10	1,610.90	10,865.00
2539	1,312.30	6,803.70	1,840.70	1,673.10	11,629.80
2540	1,332.70	6,644.90	2,067.90	1,950.20	11,995.70
2541	1,109.10	6,246.70	2,220.60	2,170.90	11,747.30
2542	1,218.90	6,148.50	2,351.00	2,351.70	12,070.10
2543	1,049.40	6,384.80	2,620.00	2,605.80	12,660.00

ตารางผนวกที่ 13 (ต่อ)

(หน่วย: พันคน)

ปี พ.ศ.	ไม่มีการศึกษา	ประถมศึกษา	มัธยมศึกษา	อุดมศึกษา	รวม
2544	1,090.70	6,706.20	2,935.90	2,855.00	3,587.80
2545	1,203.20	7,003.30	3,101.10	3,014.80	4,322.40
2546	1,144.30	7,307.80	3,433.90	3,261.10	5,147.10
2547	1,168.00	7,469.60	3,668.30	3,477.80	5,783.70
2548	1,325.10	8,028.10	4,117.50	3,994.30	7,465.00
2549	1,232.80	7,575.80	4,018.10	4,122.00	6,948.70
2550	1,171.30	8,084.90	4,534.50	4,211.30	8,002.00
2551	1,113.90	8,074.40	4,565.20	4,599.80	18,353.30
2552	1,070.50	8,330.10	4,839.40	4,850.40	19,090.40

ที่มา: จำนวนจากสำนักงานสถิติแห่งชาติ

ตารางผนวกที่ 14 จำนวนแรงงาน ตามระดับการศึกษาที่สำเร็จ สาขาเกษตรกรรม พ.ศ. 2519-2552

(หน่วย: พันคน)

ปี พ.ศ.	ไม่มีการศึกษา	ประถมศึกษา	มัธยมศึกษา	อุดมศึกษา	รวม
2519	1,155.26	169.97	3.70	1.20	1,330.13
2520	1,398.70	217.90	6.80	0.70	1,624.10
2521	1,320.50	280.90	13.90	0.80	1,616.10
2522	1,258.00	299.00	17.50	1.50	1,576.00
2523	634.00	156.05	8.90	1.05	800.00
2524	10.00	13.10	0.30	0.60	24.00
2525	7.90	9.50	1.20	0.40	19.00
2526	1,162.30	1,018.70	45.80	4.80	2,231.60
2527	1,230.70	1,621.80	54.50	17.00	2,924.00
2528	1,197.30	1,977.10	100.90	21.60	3,296.90
2529	1,292.90	2,400.90	116.80	18.30	3,828.90
2530	1,125.80	2,872.50	167.70	48.20	4,214.20
2531	1,215.70	3,257.40	192.10	36.80	4,702.00
2532	1,064.50	3,844.20	222.40	56.50	5,187.60
2533	984.15	3,623.20	204.60	55.45	4,867.40
2534	903.80	3,402.20	186.80	54.40	4,547.20
2535	932.00	3,852.10	231.00	43.20	5,058.30
2536	880.20	3,754.40	256.20	46.90	4,937.70
2537	788.60	3,020.80	188.70	44.90	4,043.00
2538	742.70	2,573.90	212.40	49.10	3,578.10
2539	808.70	2,697.70	211.80	39.00	3,757.20
2540	799.60	2,709.40	249.40	43.30	3,801.70
2541	713.30	2,696.70	297.40	60.50	3,767.90
2542	784.90	2,851.60	361.90	73.50	4,071.90
2543	681.20	2,829.90	448.80	66.60	4,026.50

ตารางผนวกที่ 14 (ต่อ)

(หน่วย: พันคน)

ปี พ.ศ.	ไม่มีการศึกษา	ประถมศึกษา	มัธยมศึกษา	อุดมศึกษา	รวม
2544	682.50	2,739.30	471.30	105.30	3,998.40
2545	707.20	3,048.10	520.00	134.40	4,409.70
2546	670.00	3,129.40	553.80	135.50	4,488.70
2547	696.70	2,992.40	614.90	166.70	4,470.70
2548	883.70	4,039.60	874.90	218.00	6,016.20
2549	745.80	3,147.20	728.90	195.40	4,817.30
2550	683.10	3,391.80	866.30	215.70	5,156.90
2551	644.80	3,339.40	939.30	250.40	5,173.90
2552	582.10	3,527.40	1,008.40	311.00	5,428.90

ที่มา: จำนวนจากสำนักงานสถิติแห่งชาติ

ตารางผนวกที่ 15 จำนวนแรงงาน ตามระดับการศึกษาที่สำเร็จ สาขาอุตสาหกรรม พ.ศ. 2519-2552
(หน่วย: พันคน)

ปี พ.ศ.	ไม่มีการศึกษา	ประถมศึกษา	มัธยมศึกษา	อุดมศึกษา	รวม
2519	124.57	90.94	17.17	6.08	238.76
2520	151.50	127.00	32.70	9.70	320.90
2521	148.70	132.10	35.50	14.40	330.70
2522	178.60	173.30	42.40	17.60	411.90
2523	100.05	119.25	39.20	19.25	277.75
2524	21.50	65.20	36.00	20.90	143.60
2525	25.90	65.70	42.40	21.20	155.20
2526	126.70	292.20	76.50	35.70	531.10
2527	111.50	312.90	89.00	29.20	542.60
2528	133.40	399.50	113.40	38.00	684.30
2529	124.10	506.40	152.10	52.10	834.70
2530	128.50	631.10	195.70	71.10	1,026.40
2531	100.20	577.50	184.30	104.90	966.90
2532	117.70	843.70	246.50	106.80	1,314.70
2533	125.10	953.30	283.50	140.75	1,502.65
2534	132.50	1,062.90	320.50	174.70	1,690.60
2535	132.10	1,224.60	348.50	164.50	1,869.70
2536	122.20	1,432.40	369.60	192.30	2,116.50
2537	115.20	1,466.00	386.60	208.90	2,176.70
2538	143.70	1,459.90	420.80	221.10	2,245.50
2539	147.50	1,552.20	470.10	243.40	2,413.20
2540	136.80	1,465.50	495.50	285.70	2,383.50
2541	101.20	1,332.60	492.60	329.80	2,256.20
2542	114.00	1,228.60	569.80	367.10	2,279.50
2543	107.60	1,528.10	624.60	398.70	2,659.00

ตารางผนวกที่ 15 (ต่อ)

(หน่วย: พันคน)

ปี พ.ศ.	ไม่มีการศึกษา	ประถมศึกษา	มัธยมศึกษา	อุดมศึกษา	รวม
2544	126.70	1,428.20	685.30	491.50	2,731.70
2545	119.10	1,389.80	694.60	465.50	2,669.00
2546	122.30	1,462.60	788.40	556.60	2,929.90
2547	115.40	1,536.30	818.60	577.30	3,047.60
2548	107.60	1,285.00	932.00	700.70	3,025.30
2549	133.40	1,381.70	977.30	731.00	3,223.40
2550	150.10	1,448.00	998.80	692.70	3,289.60
2551	151.20	1,425.80	998.70	733.70	3,309.40
2552	152.00	1,364.20	1,009.10	723.00	3,248.30

ที่มา: จำนวนจากสำนักงานสถิติแห่งชาติ

ตารางผนวกที่ 16 จำนวนแรงงาน ตามระดับการศึกษาที่สำเร็จ สาขาบริการ พ.ศ. 2519-2552

(หน่วย: พันคน)

ปี พ.ศ.	ไม่มีการศึกษา	ประถมศึกษา	มัธยมศึกษา	อุดมศึกษา	รวม
2519	85.48	76.72	76.62	72.30	311.12
2520	104.60	90.10	121.80	90.60	407.10
2521	99.50	107.30	101.40	69.70	377.90
2522	105.20	109.00	153.80	113.10	481.10
2523	66.75	73.00	117.45	103.60	360.80
2524	28.30	37.00	81.10	94.10	240.50
2525	25.80	39.20	94.70	95.00	254.70
2526	85.60	184.20	286.30	257.80	813.90
2527	69.30	233.80	306.30	244.50	853.90
2528	83.90	228.90	340.20	254.00	907.00
2529	57.70	312.20	322.60	346.10	1,038.60
2530	70.50	355.50	419.90	364.60	1,210.50
2531	75.00	361.40	418.80	380.40	1,235.60
2532	68.80	433.90	391.50	463.80	1,358.00
2533	70.45	459.55	412.40	490.05	1,432.45
2534	72.10	485.20	433.30	516.30	1,506.90
2535	60.10	496.50	458.10	594.20	1,608.90
2536	74.80	561.90	506.20	664.50	1,807.40
2537	72.40	574.50	504.60	764.70	1,916.20
2538	65.60	592.70	520.80	781.80	1,960.90
2539	75.90	624.20	517.30	766.70	1,984.10
2540	83.20	650.60	554.60	858.10	2,146.50
2541	96.30	627.00	667.60	1,014.80	2,405.70
2542	107.50	656.30	683.50	1,088.40	2,535.70
2543	83.80	547.60	702.10	1,247.50	2,581.00

ตารางผนวกที่ 16 (ต่อ)

(หน่วย: พันคน)

ปี พ.ศ.	ไม่มีการศึกษา	ประถมศึกษา	มัธยมศึกษา	อุดมศึกษา	รวม
2544	96.30	770.80	902.70	1,453.90	3,223.70
2545	126.40	751.40	860.30	1,439.30	3,177.40
2546	119.50	802.20	968.00	1,465.70	3,355.40
2547	132.90	900.40	1,048.10	1,597.80	3,679.20
2548	131.60	874.00	1,102.20	1,903.80	4,011.60
2549	131.40	916.40	1,043.20	1,889.70	3,980.70
2550	140.40	1013.9	1,321.70	1,972.20	4,448.20
2551	125.80	1040.6	1,207.80	2,129.30	4,503.50
2552	134.20	1152.2	1,266.00	2,250.10	4,802.50

ที่มา: จำนวนจากสำนักงานสถิติแห่งชาติ

ตารางผนวกที่ 17 จำนวนแรงงาน ตามระดับการศึกษาที่สำเร็จ สาขาอื่นๆ พ.ศ. 2519-2552

(หน่วย: พันคน)

ปี พ.ศ.	ไม่มีการศึกษา	ประถมศึกษา	มัธยมศึกษา	อุดมศึกษา	รวม
2519	209.70	135.78	81.51	30.57	457.56
2520	300.30	191.50	125.30	45.10	662.20
2521	264.30	219.00	118.90	48.20	650.40
2522	272.10	204.10	136.60	67.10	679.90
2523	168.55	148.40	120.10	63.20	500.25
2524	65.00	92.70	103.60	59.30	320.60
2525	65.50	85.30	91.70	63.60	306.10
2526	239.10	349.40	220.10	105.50	914.10
2527	238.70	388.50	238.40	125.60	991.20
2528	243.70	472.50	285.40	140.40	1,142.00
2529	241.30	537.50	321.30	171.00	1,271.10
2530	255.40	674.90	385.90	221.80	1,538.00
2531	233.20	733.70	452.10	345.70	1,764.70
2532	211.40	860.80	340.50	290.80	1,703.50
2533	222.05	981.35	446.25	356.30	2,005.95
2534	232.7	1,101.90	552.00	421.80	2,308.40
2535	255.90	1,190.60	590.90	403.40	2,440.80
2536	203.20	1,322.60	664.20	483.10	2,673.10
2537	216.90	1,564.00	649.80	475.70	2,906.40
2538	234.50	1,593.00	694.10	558.90	3,080.50
2539	280.20	1,929.60	641.50	624.00	3,475.30
2540	313.10	1,819.40	768.40	763.10	3,664.00
2541	198.30	1,590.40	763.00	765.80	3,317.50
2542	212.50	1,412.00	735.80	822.70	3,183.00
2543	176.80	1,479.20	844.50	893.00	3,393.50

ตารางผนวกที่ 17 (ต่อ)

(หน่วย: พันคน)

ปี พ.ศ.	ไม่มีการศึกษา	ประถมศึกษา	มัธยมศึกษา	อุดมศึกษา	รวม
2544	185.20	1,767.90	876.60	804.30	3,634.00
2545	250.50	1,814.00	1,026.20	975.60	4,066.30
2546	232.50	1,913.60	1,123.70	1,103.30	4,373.10
2547	223.00	2,040.50	1,186.70	1,136.00	4,586.20
2548	202.20	1,829.50	1,208.40	1,171.80	4,411.90
2549	222.20	2,130.50	1,268.70	1,305.90	4,927.30
2550	197.70	2,231.20	1,347.70	1,330.70	5,107.30
2551	192.10	2,268.60	1,419.40	1,486.40	5,366.50
2552	202.20	2,286.30	1,555.90	1,566.30	5,610.70

ที่มา: จำนวนจากสำนักงานสถิติแห่งชาติ

ตารางผนวกที่ 18 ค่าใช้จ่ายของการวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีจากภาครัฐบาล เอกชน และอื่นๆของ
ประเทศไทย จำแนกตามสาขาการผลิต พ.ศ.2520-2552

(หน่วย: ล้านบาท)

ปี พ.ศ.	สาขาเกษตรกรรม	สาขาอุตสาหกรรม	สาขบริการ	สาขาอื่นๆ	รวม
2520	677.8	89.6	274.55	108	1,149.95
2521	797.2	82.2	243.1	91.4	1,213.90
2522	558.4	97	306	124.6	1,086.00
2523	661.6	106.8	248.4	180.3	1,197.10
2524	995.49	238.86	554.59	420.95	2,209.89
2525	1,040.44	354.85	1,498.75	336.09	3,230.13
2526	920.34	527.85	258.52	137.44	1,844.15
2527	1,783.22	617.08	625.86	143.49	3,169.65
2528	1,464.06	782.88	629.54	479.06	3,355.54
2529	1,649.73	749.98	627.7	302.95	3,330.36
2530	1,787.99	766.43	628.62	258.26	3,441.30
2531	1,926.24	758.21	628.16	612.23	3,924.84
2532	2,064.49	762.32	430.59	435.25	3,692.65
2533	2,202.75	537.1	331.81	276.75	3,348.40
2534	2,269.40	311.88	233.02	118.25	2,932.55
2535	2,236.07	424.49	282.41	197.5	3,140.47
2536	2,252.74	368.18	257.72	157.88	3,036.51
2537	1,904.85	251.49	1,061.15	318.16	3,535.66
2538	1,556.97	234.81	3,864.59	478.45	6,134.82
2539	1,571.74	496.63	1,689.73	770.04	4,528.13
2540	444.06	610.11	1,639.55	1,102.81	3,796.53
2541	1,004.94	677.36	1,685.58	1,041.26	4,409.15
2542	1,565.82	744.61	1,731.61	979.72	5,021.76

ตารางผนวกที่ 18 (ต่อ)

(หน่วย: ล้านบาท)

ปี พ.ศ.	สาขาเกษตรกรรม	สาขาอุตสาหกรรม	สาขบริการ	สาขาอื่นๆ	รวม
2543	2,377.41	1,689.01	1,822.16	1,154.80	7,043.38
2544	3,189.00	2,633.40	1,912.71	1,329.89	9,065.00
2545	3,162.38	5,228.67	2,861.84	2,029.21	13,282.09
2546	3,135.76	5,823.93	3,810.96	2,728.54	15,499.19
2547	3,135.76	5,823.93	3,810.96	2,800.54	15,571.20
2548	3,135.77	5,823.93	3,810.96	2,728.54	15,499.20
2549	3,353.31	6,099.43	3,714.72	2,915.53	16,082.99
2550	3,570.86	6,374.92	3,618.47	3,102.53	16,666.78
2551	3,244.59	6,384.56	4,240.10	3,576.76	17,446.02
2552	2,718.32	6,394.20	4,561.74	4,051.00	17,725.25

ที่มา: คำนวณจากกองนโยบายและวางแผนการวิจัย สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ

ตารางผนวกที่ 19 ค่าใช้จ่ายในการนำเข้าเทคโนโลยีจากต่างประเทศของประเทศไทย จำแนกตาม
สาขาการผลิต พ.ศ.2520-2552

(หน่วย: ล้านบาท)

ปี พ.ศ.	สาขาเกษตรกรรม	สาขาอุตสาหกรรม	สาขาบริการ	สาขาอื่นๆ	รวม
2520	1.2	659.1	880.1	624.9	2,165.30
2521	5.2	465.4	81.9	605.7	1,158.20
2522	4.5	723.9	390.2	789.3	1,907.90
2523	9.9	1,012.00	526.6	2,129.70	3,678.20
2524	7.5	2,526.00	1,356.80	2,524.10	6,414.40
2525	15.6	1,230.50	933.21	3,118.00	5,297.31
2526	48.1	2,567.50	1,015.70	3,893.60	7,524.90
2527	67.6	3,165.56	659.24	5,745.06	9,637.46
2528	77	1,347.06	195	3,172.82	4,791.88
2529	202.2	2,123.70	1,323.70	3,258.50	6,908.10
2530	285.9	4,749.30	1,614.30	2,394.30	9,043.80
2531	315.3	16,162.40	5,106.20	6,379.90	27,963.80
2532	603.4	21,858.40	11,545.10	11,690.79	45,697.69
2533	762.7	31,003.40	15,006.00	17,922.90	64,695.00
2534	597.8	23,839.60	12,096.10	14,856.00	51,389.50
2535	150.6	9,259.40	18,599.40	25,982.79	53,992.19
2536	330.1	11,430.20	19,297.20	12,754.49	43,811.99
2537	350.7	12,873.10	17,107.50	3,418.10	133,749.40
2538	932.33	282,621.82	54,972.03	56,561.68	395,087.80
2539	1,785.51	306,465.15	57,525.96	60,347.33	426,123.90
2540	1,970.21	322,967.56	55,089.93	108,022.41	488,050.10
2541	916.94	262,173.55	95,971.36	114,793.24	473,855.00
2542	1,437.90	203,477.23	89,903.97	114,081.70	408,900.80

ตารางผนวกที่ 19 (ต่อ)

(หน่วย: ล้านบาท)

ปี พ.ศ.	สาขาเกษตรกรรม	สาขาอุตสาหกรรม	สาขบริการ	สาขาอื่นๆ	รวม
2543	1,797.75	303,325.48	76,635.91	45,987.73	427,746.80
2544	1,671.70	405,292.71	48,245.04	160,253.21	615,462.60
2545	3,043.63	358,383.63	58,577.19	94,900.28	514,904.70
2546	4,636.81	431,312.45	94,960.86	129,077.30	659,987.40
2547	3,851.98	538,091.20	70,088.65	95,098.26	707,130.00
2548	4,445.87	589,746.93	177,756.90	115,964.32	887,914.00
2549	4,001.32	601,697.30	310,178.54	120,984.61	1036861.7
2550	6,985.77	460,358.83	269,363.35	129,258.81	865,966.76
2551	6,660.85	453,472.43	89,128.17	76,770.45	626,031.90
2552	5,959.77	482,894.09	95,115.47	102,432.88	686,402.21

ที่มา: จำนวนจากธนาคารแห่งประเทศไทย

ประวัติการศึกษาและการทำงาน

ชื่อ - นามสกุล

นางสาวเจนจิรา โสดาลิทธิ

วัน เดือน ปี ที่เกิด

วันที่ 3 เดือน กันยายน พ.ศ. 2529

สถานที่เกิด

กรุงเทพมหานคร

ประวัติการศึกษา

เศรษฐศาสตรบัณฑิต

มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

