บทที่ 2

แนวคิดและวรรณกรรมปริทัศน์

บทนี้ได้แยกพิจารณาออกเป็น 5 ส่วน คือ การประมาณดัชนีทุนมนุษย์ การประมาณดัชนีการวิจัยและพัฒนา บทบาทของทุนมนุษย์และการวิจัยและพัฒนาที่มีต่อการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจ มิติของดัชนีชี้วัดและดัชนีชี้วัดแบบรวม โดยใน 2 ส่วนแรกจะอธิบายถึงแนวคิดและวิธีการประมาณดัชนีทั้งสองของงานศึกษาในอดีต ส่วนต่อมาจะอธิบายถึงช่องทางของทั้งสองปัจจัยที่มีผลต่อการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจ ขณะที่ส่วนสุดท้ายจะอธิบายถึงมิติของดัชนีชี้วัดทั้งสองในแบบเชิงเดี่ยวและแบบรวม

2.1 การประมาณดัชนีทุนมนุษย์

อันที่จริงแล้วทั้งดัชนีทุนมนุษย์และดัชนีการวิจัยและพัฒนามีอยู่ด้วยกันหลายประเภทไม่ว่าจะเป็น ดัชนีเชิงเดี่ยว (Single Index) ดัชนีแบบรวม (Composite Index) และดัชนีแบบประมาณการ (Estimated Index) โดยในส่วนนี้จะเน้นนำเสนอถึงดัชนีทุนมนุษย์แบบประมาณของงานศึกษาในอดีตว่ามีกี่วิธี และแต่ละวิธีมีข้อดีและข้อด้อยอย่างไรบ้าง ส่วนอีกสองดัชนีที่เหลือจะกล่าวถึงอย่างละเอียดในส่วนสุดท้ายของบทนี้

การประมาณทุนมนุษย์ได้รับความสนใจมานานแล้ว โดยเทียนฉาย กีระนันทน์ (2519) ได้นำเสนอให้เห็นว่าการประมาณทุนมนุษย์ให้อยู่ในรูปตัวเงิน ถือได้ว่าเป็นจุดเริ่มต้นของการเห็นความสำคัญถึงศักยภาพที่แฝงอยู่ในตัวมนุษย์ โดยกลุ่มที่ศึกษาการประมาณค่าทุนมนุษย์ด้วยวิธีนี้ในระยะแรก คือ William Pretty (1687) ที่ทำการประมาณมูลค่าของทหารที่ตายในสงครามและการตายด้วยสาเหตุต่างๆ ให้อยู่ในรูปตัวเงิน เพื่อประเมินอำนาจของประเทศอังกฤษ William Farr (1853) ที่ประเมินค่าความสามารถในการหาทรัพย์สินในอนาคต เพื่อนำมาอธิบายในเรื่องระบบการเก็บภาษีเงินได้ของอังกฤษ หรืออย่างเช่น Theodore Wittstein (1867) ที่ทำการประเมินค่าเงินที่ต้องชดเชยให้ครอบครัวในกรณีที่บุคคลหนึ่งๆ ต้องเสียชีวิตไป เป็นต้น

ดังนั้น จะเห็นได้ว่าแนวความคิดเรื่องทุนมนุษย์ถูกนำมาประยุกต์ใช้อย่างกว้างขวาง โดยเฉพาะการประเมินค่าทุนมนุษย์เพื่อประโยชน์เฉพาะอย่าง เช่น การประเมินค่าใช้จ่ายทางเศรษฐกิจในการสงครามและการทหาร ค่าชดเชยจากการประกันชีวิตสำหรับบุคคลที่เสียชีวิต การเก็บภาษีเงินได้ และการพิจารณาให้รัฐสวัสดิการต่างๆ ยิ่งกว่านั้นการคำนึงถึงทุนมนุษย์เพื่อจะได้

เห็นความสำคัญและบทบาททางเศรษฐกิจของทรัพยากรมนุษย์นั้น ทำให้เห็นว่าการประเมินค่าตัวเงินของทุนมนุษย์ในรูปสินทรัพย์อย่างหนึ่งช่วยทำให้เห็นภาพของพลังทางเศรษฐกิจของชาติได้อย่างชัดเจนยิ่งขึ้นอีกด้วย ส่วนวิธีการประเมินค่าตัวเงินของทุนมนุษย์นั้นนับได้ว่า แยกเป็นหลักใหญ่สองประการ กล่าวคือ (ก) พิจารณาในแง่ของวิธีประเมินรายได้เป็นทุน โดยการประเมินค่าทุนมนุษย์จากรายได้หรือผลได้ที่มนุษย์นั้นๆ สร้างขึ้นแก่ระบบเศรษฐกิจ และพิจารณาหามูลค่าปัจจุบันของผลได้นั้นโดยใช้อัตราดอกเบี้ยเป็นอัตราลดที่เหมาะสมประกอบด้วย และ (ข) พิจารณาในแง่ของวิธีต้นทุนการผลิต โดยประเมินค่าทุนมนุษย์จากต้นทุนหรือค่าใช้จ่ายในการสร้างทุนมนุษย์นั้นขึ้นมาในทำนองเดียวกับการผลิตสินค้าประเภททุนอย่างอื่น ทั้งนี้ โดยพิจารณาตัดค่าเสื่อมและค่าบำรุงรักษาทุนมนุษย์นั้นเช่นเดียวกับสินทรัพย์อื่นๆ ด้วย อย่างไรก็ตาม วิธีที่หนึ่งเป็นวิธีที่นิยมกันจนถึงปัจจุบัน เพราะค่อนข้างจะเป็นระบบถูกต้องและหลีกเลี่ยงปัญหาในการตีค่าเสื่อมราคาของทุนมนุษย์ โดยสรุปได้ว่า ถ้าปัจจัยอื่นๆ คงที่แล้ว คนหนุ่มซึ่งจะมีชีวิตอยู่ในแรงงานยาวกว่าย่อมมีมูลค่าทุนมากกว่าคนสูงอายุโดยเปรียบเทียบ ส่วนวิธีที่สองให้ผลในเชิงวิเคราะห์ได้น้อยกว่า เพราะเหตุที่พิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างต้นทุนการผลิตสินทรัพย์อย่างหนึ่งกับคุณค่าทางเศรษฐกิจของสินทรัพย์นั้นๆ ได้ยาก ปัญหาในการตีค่าเสื่อมราคาและค่าบำรุงรักษาทุนมนุษย์ก็ทำได้ยาก และในบางกรณีก็อาจแยกไม่ได้ว่า การที่บิดามารดามีบุตรนั้นเป็นรายจ่ายบริโภคหรือเป็นรายจ่ายประเภทลงทุน

การประมาณทุนมนุษย์ในเชิงทฤษฎีสามารถประมาณจากต้นทุนค่าเสียโอกาส (Opportunity Cost) ได้ เช่น Lucas (1988) อธิบายว่าทุนมนุษย์สามารถเปลี่ยนแปลงหรือสะสมได้ในสองแนวทาง โดยแนวทางแรกคือ ทุนมนุษย์เปลี่ยนแปลงผ่านกระบวนการทางการศึกษา โดยทุนมนุษย์จะเพิ่มขึ้นก็ต่อเมื่อมีการให้เวลากับการศึกษามากขึ้นเพื่อเป็นการเพิ่มผลิตภาพในอนาคต ขณะเดียวกันก็จะต้องชดเชยด้วยผลผลิตที่ลดลงในปัจจุบันเนื่องจากใช้เวลาไปกับการศึกษามากขึ้น ส่วนแนวทางที่สองคือ ทุนมนุษย์สามารถสะสมผ่านทางการฝึกอบรมขณะทำงาน โดยคนงานต้องลาพักจากการทำงานเพื่อไปฝึกอบรมซึ่งเป็นการเพิ่มผลิตภาพการผลิตเช่นเดียวกัน ดังนั้น การเพิ่มขึ้นหรือสะสมทุนมนุษย์ของ Lucas (1988) หมายถึงการจะต้องเสียสละผลผลิตบางส่วนในช่วงเวลาปัจจุบันไป เพื่อแลกกับผลิตภาพที่สูงขึ้นในอนาคต

ทั้งนี้การประมาณทุนมนุษย์ที่ดี ควรทำให้ดัชนีนั้นสามารถครอบคลุมทั้งในส่วนของการลงทุนด้วยตนเองและการได้รับผลกระทบจากภายนอกซึ่งประกอบด้วย การศึกษาอย่างเป็นทางการ (Formal Education) การศึกษาอย่างไม่เป็นทางการ (Informal Education) การฝึกอบรม สุขภาพ โภชนาการ และสภาพแวดล้อมของสังคม เป็นต้น ซึ่งที่ผ่านมาก็มิได้มีงานศึกษาใดที่สามารถรวมปัจจัยต่างๆ ข้างต้นไว้ได้ทั้งหมด ดังนั้น จึงได้มีการนำค่าสถิติบางตัวมาใช้เป็นตัวแทนของทุนมนุษย์

ซึ่งงานศึกษาส่วนใหญ่ในระยะแรกมักนิยมใช้ อัตราการเข้าเรียน (Enrollment Rate) อัตราการรู้หนังสือของผู้ใหญ่ (Adult Literacy Rate) มาเป็นตัวแทนของดัชนีทุนมนุษย์ เนื่องจากการประมาณทางด้านการศึกษาถือได้ว่าเป็นองค์ประกอบสำคัญหนึ่งของทุนมนุษย์ ด้วยเหตุว่าการศึกษาสามารถมีผลทางอ้อมที่ส่งเสริมให้มนุษย์สามารถเพิ่มศักยภาพในการเรียนรู้สิ่งต่างๆ ให้รวดเร็วขึ้น หรือช่วยให้สามารถดูแลสุขภาพของตนเองได้ดียิ่งขึ้น อย่างไรก็ตาม ค่าสถิติที่นำมาใช้ข้างต้นยังคงมีจุดอ่อนอยู่ ฉะนั้น จึงต้องมีการปรับปรุงค่าสถิติเหล่านี้ โดยอาจจะทำการประมาณขึ้นมาใหม่หรือการทำให้เป็นดัชนีแบบรวม

สำหรับการเปรียบเทียบทุนมนุษย์หรือการหาบทบาทที่มีต่อการเจริญเติบโตแบบระหว่างประเทศในเชิงประจักษ์ มักจะทำการนำสถิติบางชนิดมาใช้เป็นตัวแทนของทุนมนุษย์ โดยในระยะแรกดัชนีที่นิยมใช้คือ อัตราการรู้หนังสือและอัตราการเข้าเรียน เนื่องจากเป็นการง่ายต่อการได้มาของข้อมูลและครอบคลุมได้หลายประเทศ ซึ่งการเลือกดัชนีเช่นนี้มิได้สอดคล้องกับกรอบทฤษฎีแต่อย่างใด เช่น งานศึกษาของ Azariadis and Drazen (1990) ได้ใช้อัตราการรู้หนังสือของผู้ใหญ่ (อายุตั้งแต่ 15 ปีขึ้นไป) มาใช้เป็นดัชนีทุนมนุษย์ ซึ่งการรู้หนังสือเป็นการแสดงถึงความสามารถในการอ่าน เขียน และเข้าใจสิ่งต่างๆ ที่เป็นพื้นฐานในการดำรงชีวิตประจำวันเท่านั้น โดยไม่ได้แสดงศักยภาพที่ได้จากการลงทุนทางทุนมนุษย์เพิ่มเติมแต่อย่างใด ตัวอย่างเช่น แรงงานที่สำเร็จระดับประถมศึกษากับอุดมศึกษาต่างก็ถือว่ารู้หนังสือเหมือนกัน แต่ในความเป็นจริงแรงงานที่สำเร็จในระดับอุดมศึกษาย่อมมีผลิตภาพมากกว่า เนื่องจากแรงงานที่สำเร็จระดับนี้ย่อมได้รับการฝึกฝนทั้งการวิเคราะห์ สังเคราะห์มามากกว่า ซึ่งการรู้หนังสือไม่สามารถแสดงในประเด็นนี้ได้ แสดงในเห็นว่าดัชนีนี้มีข้อจำกัดต่อการสะท้อนถึงศักยภาพของทุนมนุษย์ที่แท้จริง และไม่เหมาะสมอย่างยิ่งต่อการศึกษาเปรียบเทียบระหว่างประเทศ

สถิติที่นิยมนำมาเป็นตัวแทนของทุนมนุษย์อีกหนึ่งดัชนีคือ อัตราการเข้าเรียนในระดับการศึกษาต่างๆ ซึ่งงานศึกษาที่ได้นำสถิตินี้มาเป็นตัวแทน ตัวอย่างเช่น Barro (1991) และ Mankiw, Romer and Weil (1992) โดยจุดอ่อนของค่าสถิตินี้คือ การที่มีลักษณะเป็นตัวแปรกระแส (Flow Variable) อีกทั้งค่าสถิตินี้เป็นการแสดงถึงการเข้าเรียนของนักเรียน ซึ่งไม่ได้นับรวมอยู่ในกำลังแรงงาน ซึ่งหมายถึงเป็นการไม่ได้สะท้อนถึงภาวะทุนมนุษย์ในปัจจุบัน โดยอัตราการเข้าเรียนไม่จำเป็นจะต้องมีความสัมพันธ์อย่างชัดเจนและทันทีกับภาวะทุนมนุษย์ที่มีอยู่ในกำลังแรงงาน ณ ปัจจุบัน อัตราการเข้าเรียนมีผล (ทางอ้อม) ต่อภาวะทุนมนุษย์ในปัจจุบันได้ต้องมีความล่าช้าเข้ามาเกี่ยวข้อง อันหมายถึงภาวะทุนมนุษย์ในปัจจุบันขึ้นอยู่กับอัตราการเข้าเรียนในอดีต โดยหากอัตราการเข้าเรียนมีสัดส่วนที่สูง นั่นย่อมส่งผลให้ทุนมนุษย์ในอนาคตน่าจะเพิ่มสูงขึ้นตามไปด้วย อีกทั้งอัตราการเข้าเรียนก็ไม่สามารถเป็นตัวแทนทุนมนุษย์ที่สมบูรณ์ในลักษณะของตัวแปรเชิงกระแสที่

สะท้อนสภาวะการเปลี่ยนแปลงของทุนมนุษย์ได้ เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงทุนมนุษย์นั้นหมายถึงการเปลี่ยนแปลงสุทธิของกำลังแรงงาน ซึ่งถูกกำหนดโดยผลต่างระหว่างทุนมนุษย์ของแรงงานที่เข้าตลาดแรงงานกับทุนมนุษย์ของแรงงานที่ออกจากตลาดแรงงาน

Hanushek and Kimko (2000) ได้ชี้ว่า อัตราการเข้าเรียน มีจุดอ่อนอันประกอบด้วย ประการที่หนึ่ง ดัชนีนี้ไม่ได้สะท้อนถึงภาวะทุนมนุษย์ของแรงงานที่เข้าตลาดแรงงานในปัจจุบัน แต่เป็นการสะท้อนถึงภาวะในอนาคต ประการที่สองคือ หากถึงแม้จะนำความล่าช้ามีพิจารณาก็ตาม ค่าดัชนีที่ได้ ก็มิได้หมายถึงว่านักเรียนทุกคนในปัจจุบันจะได้เป็นส่วนหนึ่งของกำลังแรงงานในอนาคต ทั้งนี้เนื่องจากนักเรียนบางส่วนยังคงศึกษาต่อและอีกบางส่วนอาจซ้ำชั้นหรือเลิกเรียนกลางคัน เป็นต้น ประการที่สาม ดัชนีนี้ไม่สามารถมีส่วนต่อการชี้ให้เห็นถึงภาวะทุนมนุษย์ของแรงงานที่กำลังออกจากตลาดแรงงานในปัจจุบัน

จากตัวอย่างข้างต้นได้แสดงให้เห็นว่าทั้งอัตราการรู้หนังสือและอัตราการเข้าเรียน ต่างยังคงมีจุดอ่อนเชิงกรอบแนวคิดของการเป็นตัวแทนของทุนมนุษย์ที่ดี แต่กลับเป็นตัวแทนของทุนมนุษย์ที่ดีในเชิงปฏิบัติ โดยเฉพาะเมื่อทำการศึกษาเปรียบเทียบระหว่างประเทศ ทำให้มีความพยายามที่จะแสวงหาตัวแทนของทุนมนุษย์ที่ดีอย่างต่อเนื่อง เพื่อที่จะให้สามารถแสดงถึงระดับของทุนมนุษย์ของกำลังแรงงานในปัจจุบันให้มากที่สุด ซึ่งงานศึกษาในระยะหลังได้หันมาใช้การประมาณทุนมนุษย์ขึ้นเอง โดยวิธีที่นิยมอย่างเป็นมากคือ การอาศัย "ขั้นการศึกษาที่สำเร็จสูงสุดของแรงงาน (Educational Attainment)" มาใช้ในการประมาณให้เป็น "จำนวนปีการศึกษาเฉลี่ยของแรงงาน (Average Year of Schooling)" แทน ซึ่งตัวแปรขั้นการศึกษาที่สำเร็จนี้มีข้อดีคือการที่มีลักษณะเป็นตัวแปรเชิงสต๊อกอยู่แล้ว งานศึกษาที่ได้อาศัยการประมาณด้วยวิธีนี้ ตัวอย่างเช่น Barro and Sala-i-Martin (1995) Benhabib and Spiegel (1994) Islam (1995) Krueger and Lindahl (2000) เป็นต้น ซึ่งการประมาณเช่นนี้มีอยู่ด้วยกันหลักๆ 3 วิธีคือ

Perpetual Inventory Method (PIM)

เป็นวิธีการที่อาศัยอัตราการเข้าเรียนมาใช้ในการประมาณ งานศึกษาที่ใช้วิธีการนี้เช่น Nehru, Swanson and Dubey (1995) ที่ทำการปรับปรุงมาจากงานของ Lau, Jamison and Louat (1991) ซึ่งวิธีการนี้ต้องอาศัยข้อมูลอัตราการเข้าเรียนที่เป็นอนุกรมเวลาอย่างเพียงพอ เพื่อใช้สำหรับการประมาณจำนวนปีการศึกษาโดยรวมของกำลังแรงงาน ณ เวลา T โดยวิธีที่ใช้ในการประมาณคือ

$$S^{PIM} = \sum_{t=T-A_h+D_0}^{T-A_l+D_0} \sum_{g} E_{g,t+g-1}(1-r_g-d)p_{g,t+g-1} \qquad (2.1)$$

โดยที่ $E_{g,t}$ คือ จำนวนการเข้าเรียนรวม (Total Gross Enrollment) ของการศึกษาระดับ g ณ เวลา t

A_h คือ (จำนวน) อายุสูงสุดที่อยู่ในวัยแรงงาน (โดยทั่วไปกำหนดไว้ที่ 64 ปี)

A_l คือ (จำนวน) อายุต่ำสุดที่อยู่ในวัยแรงงาน (โดยทั่วไปกำหนดไว้ที่ 15 ปี)

D_0 คือ อายุของเด็กที่จะเข้าวัยเรียน (โดยทั่วไปกำหนดไว้ที่อายุ 6 ปี)

r_g คือ สัดส่วนของนักเรียนที่ซ้ำชั้นต่อนักเรียนที่เข้าเรียนทั้งหมด ในการศึกษาระดับ g (โดยทั่วไปกำหนดให้คงที่ในช่วงของการประมาณ)

d คือ อัตราการเลิกเรียนกลางคัน (โดยทั่วไปกำหนดให้คงที่ทั้งในช่วงของการประมาณและระดับการศึกษา)

$p_{g,t}$ คือ ความน่าจะเป็นของนักเรียนในการศึกษาระดับ g ณ เวลา t ที่จะสามารถมีชีวิตอยู่ถึงปีที่ทำการประมาณ (ปีที่ T) ซึ่งคำนวณมาจากอัตราการตายของแต่ละกลุ่มอายุ (Age – specific Mortality Rate) ในแต่ละปี เพื่อใช้เป็นตัวแทนของค่าเสื่อมราคา

ดังนั้น ค่า S^{PIM} ซึ่งเป็นการคำนวณจำนวนปีการศึกษารวม สามารถนำมาหาเป็นจำนวนปีการศึกษาเฉลี่ยได้โดย

$$s^{PIM} = \frac{S^{PIM}}{P_w} \qquad (2.2)$$

โดย P_w คือ จำนวนประชากรในวัยทำงาน

อย่างไรก็ตาม การประมาณด้วยวิธีนี้จำเป็นต้องอาศัยค่าสถิติอื่น (เช่น อัตราการเข้าเรียน อัตราการซ้ำชั้น อัตราการเลิกเรียนกลางคัน อัตราการตาย) มาใช้ประกอบในการประมาณ ซึ่งมีความเป็นไปได้ว่าค่าสถิติบางค่าจะต้องทำการประมาณขึ้นมาเองก่อน เช่น อัตราการเข้าเรียน ที่จำเป็นจะต้องมีข้อมูลที่ยาวนานและต่อเนื่องเพียงพอ ทำให้มีความเป็นไปได้ที่จะต้องทำการประมาณย้อนหลังกลับไปมากขึ้น หรือหากเป็นการเปรียบเทียบระหว่างประเทศแล้ว อัตราการตาย

ก็จะต้องมีความแตกต่างกันตามประเทศนั้นด้วยเช่นกัน อีกทั้ง การประมาณด้วยวิธีนี้ยังขาดการปรับคุณภาพการศึกษาของแต่ละประเทศ

Projection Method (PRO)

วิธีที่สองของการประมาณมาจากงานของ Kyriacou (1991) ที่ได้อาศัยข้อมูลของอัตราการเข้าเรียนเช่นกัน โดยอาศัยข้อมูลด้านปีการศึกษาเฉลี่ยของแรงงานในช่วงกลางทศวรรษ 1970 (ระหว่างปี 1974 ถึง 1977) จาก Psacharopoulos and Arriagada (1986) ซึ่งทำการประมาณมาจาก Census ของแรงงานที่สำเร็จการศึกษาในระดับต่างๆ วิธีการประมาณนี้จะใช้ข้อมูลสัดส่วนการเข้าเรียนในอดีตมาเป็นตัวประมาณการจำนวนปีการศึกษาเฉลี่ยในปัจจุบัน (ปีที่ T) ดังนี้

$$s_T^{PRO} = \alpha_0 + \alpha_1 e_{pri,T-15} + \alpha_2 e_{\sec,T-5} + \alpha_3 e_{ter,T-5} \tag{2.3}$$

โดยที่ $e_{i,t}$ คือ อัตราการเข้าเรียน ณ ระดับการศึกษา i (ประกอบด้วยประถมศึกษา มัธยมศึกษา อุดมศึกษา)

α คือ ค่าสัมประสิทธิ์ที่ได้จากการประมาณระหว่างจำนวนปีการศึกษากับสัดส่วนการเข้าเรียนโดยใช้ข้อมูลในช่วงกลางทศวรรษ 1970 เช่น

$$s_{1975}^{ATT} = \alpha_0 + \alpha_1 e_{pri,1960} + \alpha_2 e_{\sec,1970} + \alpha_3 e_{ter,1970} + \varepsilon \tag{2.4}$$

อย่างไรก็ตาม การประมาณด้วยวิธีนี้ต้องมีสมมติฐานว่าความสัมพันธ์ของปีการศึกษาเฉลี่ยของแรงงานกับอัตราการเข้าเรียนมีความสัมพันธ์ที่ค่อนข้างแน่นอนตลอดทั้งประเทศและระยะเวลาที่ทำการศึกษา ซึ่งมีความเป็นไปได้ว่าความสัมพันธ์นี้จะมีการเปลี่ยนแปลงไปตามประเทศและระยะเวลาที่ทำการศึกษา ซึ่งส่งผลให้การประมาณด้วยวิธีนี้ขาดความน่าเชื่อถือ

Attainment Census Method (ATT)

วิธีการประมาณนี้จะทำการประมาณจากจำนวนแรงงานที่สำเร็จการศึกษาในระดับต่างๆ โดยตรง ซึ่งข้อมูลที่ใช้ในการประมาณอาจมาจากการสำรวจหรือ Census งานศึกษาที่ใช้วิธีการประมาณแบบนี้ เช่น Psacharopoulos and Arriagada (1986) โดยทำการแยกแรงงานตามระดับการศึกษาออกเป็น 6 ระดับ คือ ไม่มีการศึกษา ไม่สำเร็จขั้นประถมศึกษา สำเร็จขั้นประถมศึกษา ไม่

สำเร็จขั้นมัธยมศึกษา สำเร็จขั้นมัธยมศึกษา และสำเร็จขั้นที่สูงกว่ามัธยมศึกษา โดยวิธีการประมาณเป็นดังนี้

$$s^{ATT} = \sum_{g} \left[n_g \left(\sum_{i=1}^{g} D_i \right) \right] \tag{2.5}$$

โดยที่ n_g คือ สัดส่วนของแรงงานที่สำเร็จการศึกษาขั้นสูงสุด ณ ระดับ g ต่อจำนวนแรงงานทั้งหมด $n_g = \frac{N_g}{L}$

D_i คือ ระยะเวลาในการศึกษาของระดับการศึกษา g

สำหรับแรงงานในกลุ่มที่ไม่สำเร็จการศึกษาในขั้นต่างๆ ก็จะกำหนดให้ปีการศึกษาของแรงงานในกลุ่มเหล่านี้อยู่ระหว่างขั้นการศึกษาที่สำเร็จ

ทั้งนี้ การประมาณด้วยวิธีนี้มักเป็นที่นิยมใช้อย่างมาก เนื่องจากเป็นวิธีที่สะดวกต่อการประมาณซึ่ง Psacharopoulos and Arriagada (1986) ได้ทำการประมาณโดยใช้ข้อมูลการสำรวจสำมะโนครัว (Census Data) ของ 94 ประเทศ การประมาณด้วยวิธีนี้ช่วยให้ Psacharopoulos and Arriagada (1986) สามารถประมาณทุนมนุษย์ได้โดยตรงจากประเทศในกลุ่มตัวอย่างได้ถึง 66 ประเทศ ขณะที่อีก 33 ประเทศต้องมีการปรับข้อมูลเพียงบางส่วน เพื่อให้สามารถประมาณด้วยวิธีเดียวกันได้ โดยผลการประมาณของ Psacharopoulos and Arriagada (1986) พบว่า ปีการศึกษาเฉลี่ยที่ประมาณได้มีความแตกต่างอย่างมากในแต่ละประเทศ

แนวคิดนี้ได้รับการพัฒนาต่อมาในงานของ Barro and Lee (1993) ที่ได้นำแนวคิดนี้มาประยุกต์กับข้อมูลของ UNESCO'S International Standard Classification of Education (ISCED) โดยการขยายของเขตของประเทศและระยะเวลาที่ใช้ในการศึกษา ซึ่งกระทำด้วยเปลี่ยนสัดส่วนของแรงงานที่สำเร็จการศึกษาขั้นสูงสุด ณ ระดับ g ต่อจำนวนแรงงานทั้งหมด (n_g) มาเป็น $n_g = \frac{N_g}{P_g}$ โดยที่ P_g คือ จำนวนประชากรผู้ใหญ่ อีกทั้ง Barro and Lee (1993) มีการนำอัตราการไม่รู้หนังสือของผู้ใหญ่ (Adult Illiteracy Rate) มาใช้ประมาณสัดส่วนของแรงงานที่ไม่มีการศึกษาด้วย

อย่างไรก็ตาม แม้การประมาณทุนมนุษย์ด้วยปีการศึกษาเฉลี่ยนี้จะเป็นที่ได้รับความนิยมอย่างมาก แต่การประมาณนี้ก็ยังมีข้อโต้แย้งถึงความไม่เหมาะสมอยู่ 2 ประการด้วยกัน ประการแรก

คือ ในความเป็นจริงปีการศึกษาที่เพิ่มขึ้นหนึ่งปีของแต่ละระดับการศึกษาจะมีผลต่อการเพิ่มขึ้นของทุนมนุษย์ที่ไม่เท่ากัน ตัวอย่างเช่น การเพิ่มขึ้นของปีการศึกษาในระดับประถม (เช่น ประถมปีที่ 4 เป็นประถมปีที่ 5) มีผลต่อการเพิ่มขึ้นของทุนมนุษย์ไม่เท่ากับการเพิ่มขึ้นของปีการศึกษาในระดับมัธยม (เช่น มัธยมปีที่ 4 เป็นมัธยมปีที่ 5) แต่การประมาณด้วยวิธีนี้มีนัยว่าการเพิ่มขึ้นของปีการศึกษาในทุกระดับจะมีผลต่อการเพิ่มขึ้นของทุนมนุษย์ที่เท่ากัน และหมายความต่อได้ว่าแรงงานแต่ละคนจะมีผลิตภาพของตนเป็นไปตามจำนวนปีการศึกษาที่ได้รับ ซึ่งขัดแย้งกับงานศึกษาของ Psacharopoulos (1994) ที่ได้ค้นพบว่า ยิ่งแรงงานมีปีการศึกษามาขึ้นเท่าใดผลตอบแทนที่แรงงานจะได้รับนั้นย่อมลดลงเรื่อยๆ ดังนั้น ปีการศึกษาที่เพิ่มขึ้นหนึ่งปีควรต้องมีการถ่วงน้ำหนักให้แตกต่างกัน โดยขึ้นอยู่กับจำนวนปีการศึกษาสะสมที่ได้รับมา

ประการที่สองคือ การประมาณทุนมนุษย์ด้วยจำนวนปีการศึกษาถือเป็นการสมมติให้ทุนมนุษย์เพิ่มขึ้นเท่ากันไม่ว่าจะอยู่ในเวลาและระบบการศึกษาแบบใด นั่นหมายความว่า แรงงานจะมีทักษะที่เพิ่มโดยปราศจากการพิจารณาในด้านคุณภาพของระบบการศึกษา ไม่ว่าจะเป็นคุณภาพของครู สิ่งอำนวยความสะดวกด้านการศึกษา หรือหลักสูตรที่ใช้ ตัวอย่างเช่น หากไม่พิจารณาคุณภาพด้านการศึกษาของแต่ละประเทศแล้ว การเพิ่มขึ้นของปีการศึกษาในระดับประถม (เช่น ประถมปีที่ 4 เป็นประถมปีที่ 5) ของประเทศกัมพูชากับญี่ปุ่นจะมีผลต่อการเพิ่มขึ้นของทุนมนุษย์ที่เท่ากัน ดังนั้น ปีการศึกษาที่เพิ่มขึ้นหนึ่งปีควรต้องมีการถ่วงน้ำหนักให้แตกต่างกัน โดยขึ้นอยู่กับคุณภาพของการศึกษาที่เป็นอยู่ด้วย (เป็นปัญหาที่เพิ่มขึ้นเมื่อศึกษาแบบ Cross - country) หรือแม้แต่ในประเทศเดียวกันที่มีก่อนและหลังการปฏิรูปการศึกษา

ฉะนั้น จากการที่ประมาณทุนมนุษย์ด้วยปีการศึกษายังมีข้อบกพร่องอยู่ เป็นผลให้มีการประมาณทุนมนุษย์ด้วยปัจจัยอื่นที่มิใช่มาจากการศึกษา โดยปัจจัยที่นิยมนำมาใช้แทนปัจจัยการศึกษาคือปัจจัยด้านค่าจ้างหรือรายได้ที่แรงงานได้รับ มาเป็นค่าถ่วงน้ำหนักแทนจำนวนปีการศึกษา เช่น งานของ WoBmann (2000) ที่มีการนำเอากรอบแนวคิดของ Mincer (1974) มาใช้ในการประมาณทุนมนุษย์ และในปัจจุบันงานศึกษาจำนวนไม่น้อยได้การนำสมการรายได้ของ Mincer (1974) มาใช้ในการประมาณทุนมนุษย์ เพื่อเป็นการแก้ปัญหาผลตอบแทนด้านการศึกษาที่ลดลง (Decreasing Return to Education) เกิดจากการใช้จำนวนปีการศึกษาเฉลี่ยมาเป็นตัวแทนของทุนมนุษย์ ขณะที่ข้อบกพร่องที่สองในเรื่องของคุณภาพการศึกษากลับยังไม่ได้รับการแก้ไขมากนัก การประมาณทุนมนุษย์ในงานศึกษาแบบระหว่างประเทศ โดยใช้จำนวนปีการศึกษาที่ไม่ปรับด้วยคุณภาพการศึกษาของแต่ละประเทศนั้น จะส่งผลให้การประมาณที่ได้มีความคาดเคลื่อน ฉะนั้น การประมาณทุนมนุษย์ในงานแบบระหว่างประเทศ ควรมีการนำปัจจัยด้านคุณภาพการศึกษาของแต่ละประเทศเข้ามาร่วมพิจารณาด้วย โดยมีวิธีการนำเข้ามาร่วมพิจารณาด้วยกัน 2 วิธีคือ

วิธีที่หนึ่งของการประมาณคุณภาพการศึกษาของแต่ละประเทศคือ การหาตัวแทนที่สะท้อนในด้านนี้ได้ เพิ่มเข้าไปในสมการเพื่อเป็นการช่วยอธิบายนอกเหนือจากทุนมนุษย์ที่วัดเฉพาะเชิงปริมาณ เช่น งานของ Barro (1991) ที่ได้เพิ่มตัวแปรสัดส่วนของนักเรียนต่อครู Barro and Sala-i-Martin (1995) ได้ใช้สัดส่วนค่าใช้จ่ายด้านการศึกษาของภาครัฐต่อผลิตภัณฑ์ภายในประเทศ Barro and Lee (1996) ได้ใช้ค่าใช้จ่ายด้านการศึกษาต่อนักเรียน สัดส่วนของนักเรียนต่อครู รายได้ของครู และระยะเวลาของปีการศึกษามาใช้เป็นตัวแทนคุณภาพการศึกษาของแต่ละประเทศ อย่างไรก็ตาม Hanushek (1996) ได้แย้งว่า การคำนึงถึงคุณภาพการศึกษาโดยการเพิ่มตัวแปรบางตัวนั้น อาจไม่ได้สอดคล้องกับ Cognitive Skill ของแรงงานซึ่งหมายถึงปัจจัยเหล่านี้ไม่สามารถเป็นตัวแทนที่ดีของคุณภาพการศึกษาได้ เนื่องจากปัจจัยเหล่านี้ยังขาดการสะท้อนในด้านปัจจัยเชิงสถาบันของระบบการศึกษาในแต่ละประเทศ เช่น การกระจายอำนาจบริหารการศึกษาสู่ท้องถิ่น เป็นต้น

วิธีที่สองคือ การประมาณจาก Cognitive Skill โดยตรง ซึ่งคือ การประมาณจากคะแนนทดสอบของนักเรียนในประเทศต่างๆ ในขณะนี้มี 2 องค์กรสำคัญที่ทำหน้าที่ในการประเมินศักยภาพของนักเรียนโดยเฉพาะในด้านคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ องค์กรแรกคือ The International Assessment of Educational Progress (IAEP) ที่ได้ทำการสร้างข้อสอบกลางเพื่อประเมินศักยภาพของนักเรียน โดยทดสอบเฉพาะวิชาคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ องค์กรที่สองคือ The International Association for the Evaluation of Educational Achievement (IEA) เป็นองค์กรที่เน้นในด้านการศึกษาเปรียบเทียบระบบการศึกษาของแต่ละประเทศ โดยทำการทดสอบวิชาคณิตศาสตร์ในปี 1964 และ 1981 วิชาวิทยาศาสตร์ในปี 1971 และ 1984 ทั้งนี้ คะแนนทดสอบต่างๆ ได้มีการแบ่งกลุ่มนักเรียนตามอายุ ระดับการศึกษา และสาขาวิชาที่เรียนด้วย และจากการมีการสำรวจคะแนนทดสอบของประเทศต่างๆ ทำให้ Hanushek and Kimko (2000) ได้นำข้อมูลของคะแนนทดสอบนี้มาสร้างดัชนีคุณภาพการศึกษาของแต่ละประเทศ ซึ่งถือได้ว่าเป็นอีกทางเลือกหนึ่งที่น่าสนใจ

จากการอธิบายข้างต้น จะเห็นได้ว่าดัชนีทุนมนุษย์แบบประมาณการมีอยู่หลากหลายประเภทด้วยกัน ซึ่งโดยส่วนใหญ่จะเป็นดัชนีที่เน้นในด้านการศึกษา ทั้งในแบบเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพ อย่างไรก็ตาม การประมาณดัชนีที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่สืบเนื่องมาจากวัตถุประสงค์และข้อจำกัดของข้อมูลที่จะใช้ในการศึกษาเป็นสำคัญ

2.2 การประมาณดัชนีการวิจัยและพัฒนา

โดยทั่วไปแล้วดัชนีการวิจัยและพัฒนาอาจไม่มีความจำเป็นที่จะต้องทำการประมาณขึ้น เนื่องจากเมื่อกล่าวถึงการวิจัยและพัฒนาส่วนใหญ่จะนึกถึงค่าใช้จ่ายด้านการวิจัยและพัฒนาหรือบุคลากรที่เกี่ยวข้อง ซึ่งค่าดัชนีทั้งสองข้างต้นสามารถหาได้จากรายงานสถิติหรือรายงานการสำรวจด้านวิทยาศาสตร์ แต่ส่วนใหญ่จะเป็นการพิจารณาในด้านค่าใช้จ่ายด้านการวิจัยและพัฒนาเป็นหลัก จนอาจกล่าวได้ว่าค่าใช้จ่ายในด้านนี้เป็นตัวแทนที่สำคัญในการบ่งชี้ถึงการวิจัยและพัฒนา

อย่างไรก็ตาม ควรยอมรับด้วยว่าค่าใช้จ่ายด้านการวิจัยและพัฒนาก็มิได้เป็นตัวแทนที่ดีเสมอไป เนื่องจากตัวแปรนี้มีลักษณะของการเป็นกระแสมากกว่าที่จะเป็นสต็อก ซึ่งขัดกับข้อเท็จจริงที่ว่าเมื่อมีการลงทุนในการวิจัยและพัฒนาแล้ว ผลตอบแทนที่ได้รับมักจะให้ผลตอบแทนเกิน 1 ช่วงเวลาหรือ 1 ครั้ง จนอาจเป็นผลให้ค่าใช้จ่ายด้านการวิจัยและพัฒนาเป็นตัวเลือกที่ไม่เหมาะสมพอ ดังนั้น ดัชนีที่ใช้ชี้วัดถึงระดับของการวิจัยและพัฒนาควรมีลักษณะเป็นสต็อกน่าจะเป็นแนวทางที่เหมาะสมกว่า

สำหรับการประมาณสต๊อกของการวิจัยและพัฒนานั้นส่วนมากจะหมายถึง การแปลงค่าใช้จ่ายด้านการวิจัยและพัฒนาให้อยู่ในรูปสต็อกด้วยวิธีต่างๆ ซึ่งโดยส่วนใหญ่จะใช้วิธีสะสมทุนนิรันทร์ (Perpetual Inventory Method) โดยเป็นการอาศัยแนวคิดเดียวกับการประมาณสต๊อกทุน (Capital Stock) จากมูลค่าการลงทุน (Investment) ซึ่งเป็นวิธีที่นิยมใช้อย่างมากหากต้องการศึกษาปัจจัยด้านการวิจัยและพัฒนาให้อยู่ในรูปสต็อก งานศึกษาที่ทำการประมาณในลักษณะนี้ เช่น Coe and Helpman (1995) Jacob, Nahuis and Tang (1999) Kwon (2003) เป็นต้น

การประมาณสต๊อกของการวิจัยและพัฒนาด้วยวิธีข้างต้นจะต้องอาศัยข้อมูล 5 ด้านอันประกอบไปด้วย สต๊อกของการวิจัยและพัฒนาเริ่มต้น (Initial Stock of R&D) ค่าใช้จ่ายด้านการวิจัยและพัฒนาแบบต่อเนื่องและมากเพียงพอ (Historical R&D Expenditures) ค่าเสื่อมราคา (Depreciation Rate) ความล่าช้า (Lags) และดัชนีราคาของค่าใช้จ่ายด้านวิจัยและพัฒนา (Deflator of R&D Expenditures) ทั้งนี้ การประมาณสต๊อกของการวิจัยและพัฒนาก็ยังเป็นที่โต้แย้งกันอยู่โดยเฉพาะในประเด็นเรื่องของค่าเสื่อมราคาว่าควรเป็นเท่าใด หรือความล่าช้าของการวิจัยและพัฒนาที่มีต่อปัจจัยอื่นว่ามีระยะเวลานานเพียงใด

2.3 บทบาทของทุนมนุษย์และการวิจัยและพัฒนาที่มีต่อการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจ

2.3.1 บทบาทของทุนมนุษย์ที่มีต่อการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจ

ความสนใจในบทบาทของทุนมนุษย์ที่มีต่อการเจริญเติบโต เกิดขึ้นจากการโต้แย้งข้อสมมติเดิมที่ว่าแรงงานมีลักษณะเหมือนกันทุกประการ (Homogeneous) ซึ่ง Solow (1957) ได้ตระหนักถึงความไม่เป็นจริงในสมมติฐานข้อนี้ เนื่องจาก Solow (1957) เชื่อว่าทักษะและความสามารถที่สั่งสมในตัวแรงงานมีส่วนก่อให้เกิดการเจริญเติบโตได้ งานศึกษาในด้านการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจในระยะต่อมาจึงได้ให้ความสำคัญกับการยอมรับว่าแรงงานมีลักษณะที่แตกต่างกัน(Heterogeneous) มากขึ้น โดยการพิจารณาจากปัจจัยที่สามารถส่งผลต่อคุณภาพของแรงงานได้ ซึ่งเกณฑ์ในเบื้องต้นที่ใช้คือ เพศ อายุ การศึกษา อาชีพ เช่น ในงานของ Denison (1967) จึงได้ทำการปรับจำนวนแรงงานให้สามารถสะท้อนถึงคุณภาพของแรงงานผ่านทางค่าจ้างที่แรงงานได้รับ ด้วยการแบ่งแรงงานออกเป็นกลุ่มย่อยโดยใช้เกณฑ์อายุ เพศ ชั่วโมงการทำงานและการศึกษา เนื่องจากมีแนวคิดที่ว่าความแตกต่างในรายได้ของแรงงานเกิดขึ้นจากการที่แรงงานนั้นมีผลิตภาพส่วนเพิ่ม (MP_L) ที่ไม่เท่ากัน ซึ่งเกิดขึ้นจากการที่แรงงานแต่ละกลุ่มมีทุนมนุษย์ที่ไม่เท่ากัน ทั้งนี้ การประมาณด้วยเกณฑ์ข้างต้นจำเป็นต้องอาศัยข้อมูลที่หลากหลายตามเกณฑ์ต่างๆ ซึ่งมีประเทศที่มีข้อมูลเหล่านี้ไม่มากนักทำให้การศึกษาบทบาทของทุนมนุษย์ที่ได้จากการปรับคุณภาพแรงงานในระยะแรก จะศึกษาได้เฉพาะภายในประเทศเท่านั้น ไม่สามารถทำการเปรียบเทียบระหว่างประเทศได้

การอธิบายถึงบทบาทของทุนมนุษย์ที่มีต่อการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจมีอยู่ด้วยกันสองแนวทาง โดยในแนวทางแรกเป็นการพิจารณาทุนมนุษย์ว่าเป็นปัจจัยการผลิตอีกปัจจัยหนึ่งนอกเหนือจากปัจจัยทุนและแรงงาน ซึ่งเป็นการแสดงให้เห็นว่าทุนมนุษย์มีบทบาททางตรงต่อการกำหนดระดับผลผลิต แนวทางนี้เรียกว่า Lucas Approach งานศึกษาในลักษณะนี้ยกตัวอย่างเช่น งานของ Schultz (1961) Denison (1962) ที่เห็นว่าความแตกต่างของการศึกษามีผลต่อความแตกต่างในรายได้ เพียงแต่ทั้งสองนิยามทุนมนุษย์หรือคุณภาพแรงงานแตกต่างกันออกไปโดย Schultz (1961) อธิบายว่าคุณภาพของแรงงานคือ ผลตอบแทนจากการลงทุนทางการศึกษา ดังนั้น ตัวแปรของ Schultz (1961) ที่มีเพิ่มนอกเหนือจากปัจจัยทุนและแรงงานแล้วก็คือ ผลตอบแทนจากการลงทุนในการศึกษา (rK_e) โดยที่ r คืออัตราผลตอบแทนภายใน (Internal Rate of Return) ที่ได้รับจากการลงทุนในการศึกษา ขณะที่ K_e คือปริมาณทุนที่ใช้ในการศึกษา ส่วน Denison (1962) นิยามทุนมนุษย์หรือคุณภาพแรงงานจากอัตราค่าจ้างที่แรงงานในแต่ละระดับการศึกษาได้รับ โดยใช้สัดส่วนอัตราค่าจ้างของแรงงานมีฝีมือ (W_h) ต่ออัตราค่าจ้างเฉลี่ย (W_o) คูณกับสัดส่วนของแรงงาน

ที่มีฝีมือ (L_h) ต่อแรงงานอื่นๆ (L) เพราะฉะนั้น ทุนมนุษย์ตามความหมายของ Denison (1962) คือ $\frac{W_h}{W_o}\frac{L_h}{L_o}$ ซึ่งผลการศึกษาของทั้ง Schultz (1961) และ Denison (1962) สอดคล้องกันว่า ปริมาณและคุณภาพของการเพิ่มขึ้นในทุนมนุษย์เป็นปัจจัยสำคัญที่กำหนดการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจ

สำหรับแนวทางที่สองของการอธิบายทุนมนุษย์มีผลกระทบต่อการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจ จะเป็นการอธิบายว่าทุนมนุษย์มีผลต่อการเจริญเติบโตผ่านทางความก้าวหน้าทางเทคโนโลยี หรือเรียกว่า Nelson and Phelps Approach แนวคิดนี้เริ่มจาก Nelson and Phelps (1966) ที่มีความเห็นว่าทุนมนุษย์จะมีบทบาทต่อการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจผ่านทางความก้าวหน้าทางเทคโนโลยี โดยทุนมนุษย์จะทำหน้าที่ทั้งในส่วนของการสร้างนวัตกรรมหรือเทคโนโลยีขึ้นมาเอง และยังมีส่วนช่วยเพิ่มความสามารถในการปรับใช้เทคโนโลยีอื่นที่รับมาจากภายนอก (Catch up) ด้วย ทุนมนุษย์ที่ใช้ในการศึกษา คือ ดัชนีเกี่ยวกับระดับการศึกษาที่สำเร็จเฉลี่ย (Index of Average Educational Attainment) โดยงานศึกษาในระยะหลังที่อาศัยกรอบแนวคิดนี้ ตัวอย่างเช่น Benhabib and Spiegel (1994) จะเห็นได้ว่า แนวความคิดของ Nelson and Phelps (1966) แตกต่างจากแนวคิดของ Schultz (1961) และ Dension (1962) ที่เห็นว่าทุนมนุษย์มีผลต่อการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจทางตรง

นอกจากนี้ในงานศึกษาอื่นยังได้มีการนำเสนอถึงบทบาทของทุนมนุษย์ในช่องทางอื่นด้วย เช่น แนวคิดของ Schumpeter (1934) ที่ได้อธิบายบทบาทของทุนมนุษย์ที่มีต่อการเจริญเติบโตว่า ทุนมนุษย์ในความหมายของ Schumpeter (1934) นั้นหมายถึงผู้ประกอบการ (Entrepreneur) โดยผู้ประกอบการเหล่านี้จะสนใจกำไรของตนเองเป็นหลัก ดังนั้น ผู้ประกอบการแต่ละคนจึงทำการคิดค้นสินค้า (Product) นวัตกรรม (Innovation) หรือกระบวนการ (Process) ใหม่ๆ ให้แก่ตลาด ทำให้ผู้ประกอบการเหล่านั้นมีกำไรเพิ่มขึ้น ส่วนหนึ่งมาจากกำไรของผู้ประกอบการรายอื่นที่ลดลงและเกิดการผูกขาด (Monopoly) หรือเกิดค่าเช่าทางเศรษฐกิจ (Rent) ในสินค้านั้นๆ ขณะเดียวกันการที่มีสินค้าใหม่ๆ เกิดขึ้นในตลาดก็ได้เป็นแรงผลักดันให้ผู้ประกอบการรายอื่น คิดค้นนวัตกรรมใหม่ๆ ขึ้นมาบ้าง เพื่อเป็นการดึงกำไรจากที่เคยสูญเสียไปให้กลับคืนมา ดังนั้น เมื่อพิจารณาในภาพรวมแล้ว จะเห็นได้ว่า สังคมจะได้ประโยชน์จากการแข่งขันระหว่างผู้ประกอบการด้วยกันเองในอันที่จะมีสินค้าใหม่เกิดขึ้นในสังคมเสมอๆ

อีกทั้ง Lucas (1988) ยังมีความเห็นที่แตกต่างถึงบทบาทของทุนมนุษย์ว่า กระบวนการเรียนรู้จากการทำงาน (Learning by Doing) ของการผลิตสินค้าชนิดหนึ่งๆ แม้ให้ผลตอบแทนในผลิตภาพการผลิตลดลงเรื่อยๆ แต่ผลิตภาพดังกล่าวสามารถเพิ่มขึ้นได้จากการผลิตสินค้าที่มีความ

ใกล้เคียงกันผ่านการเรียนรู้จากการทำงาน ด้วยเหตุนี้ Stokey (1988) และ Young (1991) จึงนำแนวคิดของ Lucas (1988) ไปสร้างแบบจำลองที่อธิบายทุนมนุษย์ในแง่ที่ว่ามีผลกระทบภายนอกที่เป็นบวก (Positive Externalities) จากกระบวนการเรียนรู้นั่นคือประสบการณ์ในกระบวนการผลิตของบริษัทหนึ่งๆ สามารถกระจายหรือแพร่หลายไปยังบริษัทอื่นได้ โดยจะสามารถกระจายต่อไปได้เรื่อยๆ จนถึงกระบวนการผลิตสินค้าที่มีความคล้ายคลึงกันน้อยลง แบบจำลองของ Stokey (1988) และ Young (1991) จะแตกต่างจาก Lucas (1988) ตรงที่การเจริญเติบโตมาจากการปรับปรุงคุณภาพของสินค้า และรวมถึงการมีสินค้าประเภทใหม่ๆ เกิดขึ้นในระบบเศรษฐกิจ ซึ่งจะคล้ายกับงานศึกษาของ Romer (1990) ที่ไม่เน้นบทบาทของทุนมนุษย์อย่างที่ผ่านมา แต่กลับได้ให้ความสำคัญกับนวัตกรรมแทน โดยที่นวัตกรรมถูกสร้างจากแรงงานมีฝีมือหรือทุนมนุษย์ นวัตกรรมในที่นี้มี 2 ลักษณะคือ การมีสินค้าและวิธีการผลิตที่มีความหลากหลายมากขึ้น หรือ นวัตกรรมคือการปรับปรุงสินค้าที่มีอยู่เดิมให้มีคุณภาพดีขึ้น อีกทั้ง Romer (1990) เน้นไปที่แรงงานมีฝีมือจำนวนหนึ่ง ที่มีหน้าที่สร้างสินค้าทุนประเภทใหม่ เพราะ Romer (1990) มีความเห็นว่าแรงงานที่มีทักษะหรือทุนมนุษย์จะถูกใช้งานเพื่อผลิตสินค้าขั้นกลางประเภทใหม่ๆ (ซึ่งต่อไปจะถูกใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตสินค้าขั้นสุดท้าย) แต่ความรู้ในการสินค้าทุนประเภทใหม่มีลักษณะเป็น Nonrival จุดนี้เองที่ทำให้นวัตกรรมที่สร้างขึ้นไม่ก่อให้เกิดกำไรเท่าที่ควร อย่างไรก็ตาม ถึงแม้ว่าจะได้กำไรน้อยกว่าที่ควรจะเป็น แต่การมีสินค้าประเภทใหม่สามารถก่อให้เกิดค่าเช่าหรืออำนาจผูกขาดแก่บริษัทที่มีการทำนวัตกรรมขึ้น ทำให้บริษัทนั้นเกิดการเจริญเติบโต ดังนั้น Romer (1990) จึงอธิบายว่าอัตราการเจริญเติบโตในระยะยาวมาจากการสะสมความรู้ ผ่านทางความหลากหลายของสินค้าในระบบเศรษฐกิจ

ในประเด็นเรื่อง Convergence นั้น เริ่มแรก Lucas (1988) วิเคราะห์ไว้ว่า ประเทศใดที่มีทั้งทุนทางกายภาพและทุนมนุษย์น้อยจะมีผลทำให้ประเทศนั้นยากจนต่อไป โดยไม่สามารถไล่กวด (Catch Up) ประเทศที่ร่ำรวยกว่าได้ทัน เนื่องจากมีข้อสมมติว่าอัตราการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจของประเทศต่างๆ จะเท่ากันในระยะยาว อย่างไรก็ตาม การไม่มี Convergence มีอยู่ด้วยกัน 2 ลักษณะคือ ข้อแรกคือจะต้องไม่มีการเผยแพร่องค์ความรู้ระหว่างประเทศขณะที่ทำการเพิ่มทุนมนุษย์ ข้อที่สองคือไม่มีการเคลื่อนย้ายคนงานระหว่างประเทศเกิดขึ้น จากข้อสมมติข้างต้นดูจะไม่เป็นจริงเสียแล้วในโลกแห่งความเป็นจริง ทำให้ต่อมา Lucas (1993) ได้พัฒนาแบบจำลองเพื่อชี้ให้เห็นบทบาทของทุนมนุษย์ที่มีต่อการเจริญเติบโตในอีกลักษณะหนึ่ง ซึ่งผลการศึกษาชี้ให้เห็นว่าการเผยแพร่ความรู้ระหว่างประเทศจะทำให้เกิดการเปลี่ยนข้อสรุปด้าน Convergence ของ Lucas (1988) โดยถ้าหากประเทศใดยอมให้ทุนมนุษย์สามารถเพิ่มขึ้นจากปัจจัยภายนอกประเทศได้ Convergence ก็จะสามารถเกิดขึ้นได้

Grossman and Helpman (1991) และ Barro and Sala-i-Martin (1995) ได้ทำการศึกษาผลของการเผยแพร่นวัตกรรมหรือเทคโนโลยีระหว่างประเทศ โดยแบ่งประเทศในโลกออกเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มประเทศผู้นำ (Leader) และกลุ่มประเทศผู้ตาม (Follower) และใช้เกณฑ์ความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีในการแบ่งกลุ่ม ข้อสมมติที่สำคัญคือ กลุ่มประเทศผู้ตามจะสามารถลอกเลียนเทคโนโลยีจากกลุ่มประเทศผู้นำ แทนที่จะผลิตนวัตกรรมขึ้นเอง เนื่องจากมีต้นทุนที่ต่ำกว่า และต้นทุนการลอกเลียนแบบจะสูงขึ้น หากความแตกต่างทางเทคโนโลยีในสองกลุ่มประเทศมีความใกล้เคียงกันมากขึ้น ผลจากเงื่อนไขนี้ทำให้กลุ่มประเทศผู้ตามพอใจที่จะลอกเลียนแบบแผนการผลิตแทนที่จะสร้างนวัตกรรมขึ้นเอง และยิ่งต้นทุนในการลอกเลียนแบบลดลง กลุ่มประเทศผู้ตามจะทำการลอกเลียนมากขึ้นซึ่งสามารถทำให้มีอัตราการเจริญเติบโตสูงกว่ากลุ่มประเทศผู้นำได้ เพราะกลุ่มประเทศผู้นำจะเติบโตได้จากการลงทุนในนวัตกรรมเท่านั้น ซึ่งใช้ต้นทุนสูงเมื่อเทียบกับต้นทุนในการลอกเลียนแบบ ทำให้เกิดความเข้าใจมากขึ้นว่า Convergence ของ 2 กลุ่มประเทศสามารถเกิดขึ้นได้อย่างไรในระยะยาว และถึงแม้ว่าการเผยแพร่องค์ความรู้ นวัตกรรม หรือเทคโนโลยีจะเป็นปัจจัยสำคัญในการก่อให้เกิด Convergence แต่ก็ไม่จำเป็นที่จะต้องเป็นเช่นนี้ตลอดไป อันที่จริงแล้วการถ่ายทอดองค์ความรู้จำเป็นต้องอาศัยความร่วมมือจากประเทศผู้รับด้วย ในที่นี้จะหมายถึงบทบาทของทุนมนุษย์ในอันที่จะส่งเสริมให้มนุษย์มีความสามารถในการรับการถ่ายทอดได้มีประสิทธิภาพมากขึ้น

สำหรับการศึกษาบทบาทของทุนมนุษย์ที่มีต่อการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจเชิงประจักษ์นั้น ส่วนมากจะทำการศึกษาในลักษณะแบบระหว่างประเทศ Cross-country (และมักที่จะศึกษาถึงประเด็นเรื่อง Convergence ไปพร้อมๆกัน) เช่น งานของ Mankiw, Romer and Weil (1992) หรือ Barro (1991) ได้ทำการศึกษาในลักษณะ Cross-country โดยตัวแปรที่เป็นตัวแทนของทุนมนุษย์คืออัตราการเข้าเรียนในระดับประถมศึกษาและมัธยมศึกษา (Primary and Secondary Enrollment Rates) ซึ่งพบว่าตัวแปรเหล่านี้มีความสัมพันธ์ทางบวกกับอัตราการเจริญเติบโตต่อหัว อีกทั้ง Barro (1991) ได้ยืนยันเพิ่มเติมว่าทุนมนุษย์มีบทบาทในการไล่กวดได้ด้วย ซึ่งหมายถึงประเทศที่ยากจนแต่มีระดับทุนมนุษย์ที่สูงเมื่อเปรียบเทียบกับรายได้ประชาชาติของประเทศในกลุ่มเดียวกัน มีแนวโน้มที่จะไล่ทันประเทศที่ร่ำรวยกว่าได้

ในช่วงเวลาต่อมา Barro and Lee (1993) ได้แย้งว่าการเอาอัตราการเข้าเรียนเป็นตัวแทนของทุนมนุษย์มีลักษณะที่ไม่เหมาะสม เพราะตัวแปรนี้มีลักษณะเป็นกระแส (Flow) มากกว่าที่จะเป็นสต๊อก (Stock) ดังนั้นจึงได้เสนอตัวแปรที่เป็นตัวแทนของทุนมนุษย์ขึ้นมาใหม่ โดยใช้จำนวนปีการศึกษา (Year of Schooling) ของคนในระดับต่างๆ เช่น ประถมศึกษา มัธยมศึกษาและสูงกว่ามัธยมศึกษา อย่างไรก็ตาม แม้ตัวแปรนี้มีลักษณะเป็นสต๊อก (Stock) แล้ว แต่

ก็ยังคงมีลักษณะที่สะท้อนถึงทุนมนุษย์ได้ค่อนข้างหยาบ เนื่องจากตัวแปรนี้ขาดการพิจารณาในเรื่องของคุณภาพของการศึกษา โดยคนที่เรียนในระยะเวลาที่เท่ากันอาจจะมีความสามารถหรือทักษะที่ไม่เท่ากัน ทั้งนี้ต้องขึ้นอยู่กับคุณภาพของการศึกษาด้วย ทำให้ Barro and Lee (1996) ได้ปรับปรุงตัวแปรใหม่นี้ โดยเพิ่มตัวแปรที่เป็นตัวแทนด้านคุณภาพทางการศึกษาเข้าไปด้วย เช่น ค่าใช้จ่ายด้านการศึกษาจากภาครัฐต่อจำนวนนักเรียน อัตราครูต่อนักเรียน หรือผลตอบแทนที่แท้จริงของครูผู้สอน เป็นต้น

แม้ว่าปัจจัยเหล่านี้จะสื่อถึงคุณภาพของทุนมนุษย์ได้ไม่ครบถ้วนก็ตาม (เนื่องจากพิจารณาเฉพาะด้านการศึกษา) ทำให้สามารถปรับปรุงต่อไปได้อีก โดยคุณภาพของทุนมนุษย์ที่ไม่ได้มาจากการศึกษาเช่น ปัจจัยด้านครอบครัว ความสามารถเฉพาะตัวของนักเรียน ปัจจัยด้านสาธารณสุข ดังนั้นในงานของ Barro and Sala-i-Martin (1995) ได้เพิ่มตัวแปรด้านอัตราคาดการณ์ความยืนยาวของชีวิต (Life Expectancy) และอัตราการตายของทารก เข้าไปในสมการเจริญเติบโตร่วมกับปัจจัยด้านการศึกษา พบว่า อัตราคาดการณ์ความยืนยาวของชีวิต มีผลต่อการเจริญเติบโต

สำหรับงานศึกษาเกี่ยวกับทุนมนุษย์ในประเทศไทยมีอยู่ด้วยกัน 2 งานคือ สุนิสา ใยเยี่ยม (2538) และ Apipat Wangudom (2001) แต่ทั้งสองมีการนิยามทุนมนุษย์แตกต่างกัน สุนิสา ใยเยี่ยม (2538) จะเน้นเฉพาะบทบาทด้านการศึกษาที่มีต่อการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจ จึงทำการแบ่งแรงงานออกตามระดับการศึกษาที่สำเร็จ โดยแบ่งเป็น 4 ระดับคือ แรงงานที่ไม่มีการลงทุนทางการศึกษา แรงงานที่สำเร็จการศึกษาระดับอนุบาลและประถมศึกษา แรงงานที่สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมศึกษา แรงงานที่สำเร็จการศึกษาระดับอุดมศึกษา แสดงให้เห็นว่า ทุนมนุษย์จะถูกแฝงอยู่ในจำนวนแรงงาน ซึ่งแตกต่างจากงานศึกษาของ Apipat Wangudom (2001) ที่ได้ทำการประมาณดัชนีทุนมนุษย์ของประเทศไทยขึ้นมาใหม่ โดยทุนมนุษย์ที่ Apipat Wangudom (2001) ประมาณขึ้นมี 3 แบบคือ การประมาณด้วยจำนวนปีการศึกษาเฉลี่ย การประมาณด้วยรายได้ของแรงงานแบบยังไม่รวมประสบการณ์ และการประมาณด้วยรายได้ของแรงงานที่รวมประสบการณ์ทำงาน ซึ่งเป็นการอาศัยการประมาณตามแนวคิดของ WoBmann (2000) อีกทั้ง Apipat Wangudom (2001) ยังได้ศึกษาบทบาทของทุนมนุษย์ที่มีต่อการเจริญเติบโตในลักษณะเดียวกับแนวคิดของ Nelson and Phelps (1966) ด้วย

ผลการศึกษาของสุนิสา ใยเยี่ยม (2538) พบว่า ปัจจัยทุนสามารถส่งผลต่อการเจริญเติบโตมากที่สุด ขณะที่ปัจจัยด้านแรงงานมีผลแตกต่างกันออกไป โดยแรงงานที่ไม่มีการศึกษาส่งผลทางลบต่อการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจ ส่วนแรงงานที่การศึกษาส่งผลทางบวกต่อการเจริญเติบโตทาง

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

เศรษฐกิจ แรงงานที่สำเร็จในระดับอุดมศึกษาเป็นแรงงานที่มีบทบาทต่อการเจริญเติบโตสูงสุด สำหรับผลการศึกษาของ Apipat Wangudom (2001) กลับพบว่าระดับของทุนมนุษย์ไม่มีผลต่อการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจผ่านทางความก้าวหน้าทางเทคโนโลยี ทั้งในส่วนของการพัฒนาเทคโนโลยีขึ้นเองและการรับเทคโนโลยีจากต่างประเทศ สาเหตุที่เป็นเช่นนี้อาจเนื่องมาจากข้อจำกัดในส่วนของข้อมูลด้านค่าจ้างแรงงานที่มีไม่มากเพียงพอ ทำให้ศึกษาได้เพียงช่วงระยะเวลาที่สั้น และส่วนหนึ่งเกิดจากการประมาณทุนมนุษย์ที่ยังไม่ดีพอ

2.3.2 บทบาทของการวิจัยและพัฒนาที่มีต่อการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจ

ผู้ที่ศึกษาถึงบทบาทของการวิจัยและพัฒนาที่มีต่อการเจริญเติบโตในระยะแรกคือ Griliches (1973) โดยมีความเชื่อว่า การวิจัยและพัฒนาที่ไม่ว่าจะมาจากภาครัฐหรือภาคเอกชน ต่างก็เป็นปัจจัยสำคัญหนึ่งในการอธิบายการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจ เนื่องจากการวิจัยและพัฒนาจะมีส่วนช่วยในการเพิ่มผลิตภาพการผลิต อีกทั้งผลตอบแทนที่ได้ก็มากกว่าผลตอบแทนจากการลงทุนประเภทอื่นๆ ขณะเดียวกัน Griliches (1973) ก็ได้ชี้ให้เห็นความสำคัญถึงประเด็นของความล่าช้าจากการวิจัยและพัฒนา โดยจะเริ่มนับตั้งแต่ผลงาน (หรือผลผลิต) ที่ได้จากการทำวิจัยมีผลกระทบถึงผลิตภาพการผลิตของอุตสาหกรรมหรือของประเทศเกิดการเปลี่ยนแปลงตาม ซึ่งงานศึกษาของ Griliches (1973) ไม่ได้ศึกษาในประเด็นนี้ เพียงแต่ได้สรุปจากงานศึกษาในอดีตว่า การวิจัยพื้นฐานและการวิจัยภาครัฐจะมีความล่าช้าเฉลี่ย 5-8 ปี ขณะที่การวิจัยในภาคอุตสาหกรรมจะใช้เวลาเพียง 2-3 ปี ในการที่จะส่งผลต่อผลิตภาพการผลิต อีกทั้งยังได้ชี้ว่าการลงทุนเพื่อการวิจัยสามารถเสื่อมค่าและล้าสมัยได้ ตัวแปรที่ใช้เป็นตัวแทนของการวิจัย คือ สัดส่วนของงบลงทุนสุทธิด้านการวิจัยต่อผลผลิตทั้งหมด ซึ่งผลการศึกษาของ Griliches (1973) ครั้งนี้พบว่า ค่าใช้จ่ายในการวิจัยโดยรวมมีผลต่อการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจประมาณร้อยละ 0.5 ต่อปี

Birdsall and Rhee (1993) ได้ทำการศึกษาเป็นการศึกษาแบบ Cross-country ในประเด็นที่คล้ายกับ Griliches (1973) เพียงแต่ Birdsall and Rhee (1993) ได้ทำการศึกษาจากประเทศทั้งหมด 40 ประเทศแบ่งเป็นประเทศในกลุ่ม OECD จำนวน 21 ประเทศ และกลุ่มประเทศกำลังพัฒนาอีก 19 ประเทศ โดยตัวแปรที่เป็นตัวแทนของการวิจัยและพัฒนามีอยู่ 3 ตัวแปรด้วยกัน คือสัดส่วนของจำนวนนักวิทยาศาสตร์และวิศวกรต่อจำนวนประชากรทั้งหมด สัดส่วนของจำนวนนักวิทยาศาสตร์และวิศวกรเฉพาะที่ทำงานเกี่ยวกับทางด้านการวิจัยและพัฒนา สัดส่วนของค่าใช้จ่ายด้านการวิจัยและพัฒนาต่อรายได้ประชาชาติ ผลของการศึกษา พบว่า การวิจัยและพัฒนาไม่มีความสัมพันธ์กับการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจในกลุ่มประเทศที่ทำการศึกษาทั้งหมด แต่หากศึกษาเป็นกลุ่มย่อยจะพบว่า การวิจัยและพัฒนาที่วัดจากจำนวนนักวิทยาศาสตร์และวิศวกรมีส่วนช่วยในการอธิบายการ

เจริญเติบโตได้เฉพาะกลุ่มประเทศ OECD เท่านั้น เมื่อเป็นเช่นนี้ Birdsall and Rhee (1993) จึงชี้ให้เห็นนัยประการหนึ่งคือ การวิจัยและพัฒนาจะมีผลต่อการเจริญเติบโตก็ต่อเมื่อประเทศนั้นๆ ได้พัฒนาไปได้ในระดับหนึ่งแล้ว การอธิบายในลักษณะนี้สอดคล้องกับการศึกษาบทบาทของทุนมนุษย์ที่มีต่อการเจริญเติบโตอย่างที่อธิบายไว้ข้างต้นว่า การเจริญเติบโตของประเทศกำลังพัฒนาควรจะต้องพึ่งพาเทคโนโลยีจากภายนอกประเทศเป็นหลัก โดยการรับและนำมาปรับใช้ให้เข้ากับประเทศของตนมากกว่าที่จะเน้นการพัฒนาเทคโนโลยีขึ้นเอง

ขณะเดียวกัน Goel and Ram (1994) ได้ทำการศึกษาคล้ายกับ Birdsall and Rhee (1993) โดยทำการศึกษาจากประเทศทั้งหมด 52 ประเทศ ตัวแปรที่ใช้เป็นตัวแทนของการวิจัยและพัฒนาคือสัดส่วนของค่าใช้จ่ายในการวิจัยและพัฒนาต่อรายได้ประชาชาติ ในงานของ Goel and Ram (1994) ได้ตระหนักถึงความล่าช้าระหว่างการวิจัยและพัฒนาต่อการเจริญเติบโตเช่นเดียวกัน แต่การศึกษาครั้งนี้ก็ไม่สามารถเพิ่มในประเด็นนี้ได้ โดยให้เหตุผลว่าการศึกษาเรื่องความล่าช้าจำเป็นต้องเข้าใจในโครงสร้างของแต่ละภาคการผลิตอย่างดีพอ ขณะที่การศึกษาครั้งนี้เป็นแบบ Cross-country ขนาดใหญ่ซึ่งไม่สามารถทราบถึงรายละเอียดได้ดีพอ จึงทำได้เพียงแค่อ้างงานศึกษาในอดีตอีกเช่นกันว่า การวิจัยพื้นฐานจะมีความล่าช้าประมาณ 5 ปีและการวิจัยประยุกต์มีความล่าช้าประมาณ 2 ปี อย่างไรก็ตาม Goel and Ram (1994) ก็ตระหนักดีว่าการไม่พิจารณาถึงความล่าช้าอาจทำให้ผลการประมาณของการวิจัยและพัฒนาที่มีต่อการเจริญเติบโตน้อยกว่าความเป็นจริงได้ สำหรับผลการศึกษาพบว่า ค่าสัมประสิทธิ์ของตัวแปรด้านการวิจัยและพัฒนา มีค่าเป็นบวกและให้ผลตอบแทนมากกว่าการลงทุนทางกายภาพ แต่ทว่าค่าสัมประสิทธิ์ที่ได้กลับไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ดังนั้นจึงทำการปรับรูปแบบสมการใหม่โดยการเปลี่ยนตัวแปรตามจากรายได้ประชาชาติเป็นรายได้ประชาชาติต่อหัว อีกทั้งเพิ่มตัวแปรด้านทุนมนุษย์(จำนวนประชากรที่ทำงานโดยจบการศึกษาระดับมัธยม) และรายได้ต่อหัวในช่วงต้นของเวลาที่ศึกษา จึงจะพบว่า การวิจัยและพัฒนามีผลต่อการเจริญเติบโตอย่างมีนัยสำคัญ

นอกจากนี้ งานที่ศึกษาถึงบทบาทของการวิจัยและพัฒนาส่วนใหญ่มักเน้นไปที่การศึกษาถึงผลตอบแทนที่จะได้จากการลงทุนด้านการวิจัยและพัฒนาของภาคเอกชนเป็นหลัก ทั้งนี้ เพื่อเป็นการเปรียบเทียบกับผลตอบแทนที่ได้จากการลงทุนในด้านอื่น เช่น การลงทุนในเครื่องจักรและอุปกรณ์ ซึ่งงานศึกษาของ Lichtenberg and Siegel (1991) ได้ทำการสำรวจงานศึกษาที่ศึกษาการลงทุนด้านการวิจัยและพัฒนาของภาคเอกชนในสหรัฐอเมริกาพบว่า บริษัทเหล่านั้นมีผลตอบแทนจากการลงทุนที่แท้จริงประมาณร้อยละ 25 ซึ่งสอดคล้องกับ Nadri (1993) ที่พบว่าผลตอบแทนของการวิจัยมีค่าที่สูงมากโดยเฉพาะผลตอบแทนของบริษัทนั้นๆ มีประมาณร้อยละ 20-30 และในระดับอุตสาหกรรมประมาณร้อยละ 10-30 อีกทั้งยังได้ศึกษาในประเด็นของการ

แพร่กระจาย (Spillover) ด้วย ซึ่งปรากฏว่าในระดับอุตสาหกรรมหนึ่งๆ การลงทุนด้านการวิจัยจะมีการแพร่กระจาย ไปยังอุตสาหกรรมอื่นสูงกว่าผลที่เกิดขึ้นกับอุตสาหกรรมนั้นๆ อย่างมาก ในการศึกษาระดับเศรษฐกิจมวลรวม Lichtenberg (1992) ได้ทำการศึกษาแบบ Cross-country ทั้งหมด 74 ประเทศถึงผลของค่าใช้จ่ายด้านการวิจัยและพัฒนาที่มีต่อระดับและอัตราการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจที่แท้จริง จากผลการศึกษาทำให้ทราบว่า การวิจัยและพัฒนาจะให้ผลตอบแทนที่สูงกว่าการลงทุนทางกายภาพถึงสองเท่า ซึ่งผลการศึกษานี้สอดคล้องกับการนำไปประยุกต์ใช้ทั้งในระดับบริษัทและระดับอุตสาหกรรม ขณะที่บางงานศึกษาจะเน้นไปทางด้านการเปรียบเทียบผลตอบแทนระหว่างอัตราผลตอบแทนส่วนบุคคล (Private Rate of Return) กับผลตอบแทนของสังคม (Social Rate of Return)

ทั้งนี้ การวิจัยและพัฒนาของประเทศอื่นๆ สามารถมีผลต่อการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจของประเทศได้ผ่านทางการค้าระหว่างประเทศ โดยเฉพาะการนำเข้าสินค้าจากประเทศที่พัฒนาแล้ว โดยส่งผ่านมาทางสินค้าทุนนำเข้า (Imported Capital Goods) เนื่องจากสินค้าเหล่านี้มักมีเทคโนโลยีแฝง (Embodied) เข้ามาด้วย สินค้าประเภทนี้ส่วนใหญ่มักได้รับการพัฒนามาดีแล้วระดับหนึ่ง เช่น งานศึกษาของ Coe and Helpman (1995) ได้ชี้ว่าการวิจัยและพัฒนามีผลผ่านทางความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีและสามารถแพร่กระจายไปยังต่างประเทศได้ด้วย โดยทั้งสองได้อธิบายจากอัตราการเปลี่ยนแปลงของผลิตภาพมวลรวม (Total Factor Productivity) ของ 21 ประเทศในกลุ่ม OECD ระหว่างปี 1970 – 1990 ซึ่งผลการศึกษาพบว่า ผลสะสมของค่าใช้จ่ายด้านการวิจัยและพัฒนาของประเทศหนึ่ง สามารถส่งผลต่อผลิตภาพของอีกประเทศหนึ่งผ่านทางการค้าระหว่างประเทศ จากประเด็นข้างต้นนั้น การแพร่กระจายจะมีประโยชน์ที่สูงขึ้นก็ต่อเมื่อประเทศผู้รับนั้นมีศักยภาพในการรับที่ดี เช่น การมีทุนมนุษย์ที่ดี ทำให้สะดวกแก่การรับหรือปรับใช้เทคโนโลยีหรือสินค้าทุนนำเข้า หรือการมีกฎระเบียบที่เอื้อต่อการรับหรือส่งเสริมเทคโนโลยีนั้นๆ

อนึ่งกรอบในการศึกษาก็มีส่วนสำคัญในการหาบทบาทของการวิจัยและพัฒนา โดยในงานของ Jacob, Nahuis and Tang (1999) ได้สำรวจงานศึกษาก่อนหน้าทำให้ทราบว่า หากพิจารณาการวิจัยและพัฒนาภายใต้กรอบของ Growth Accounting แล้วจะพบว่า การวิจัยและพัฒนามีบทบาทต่อการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจน้อยมาก แต่เมื่อพิจารณาภายใต้กรอบของ New Growth Theory แล้วกลับพบว่า การแพร่กระจายของการวิจัยและพัฒนาจะมีบทบาทต่อการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจอย่างมาก

ประเด็นสำคัญที่น่าสนใจต่อไปคือ การคุ้มครองสิทธิในผลงานที่ได้จากการวิจัยและพัฒนา เพราะถ้าหากเอกชนลงทุนในด้านการวิจัยแล้ว หากผลตอบแทนที่ได้ไม่ได้รับการคุ้มครองที่

ครอบคลุมเพียงพอ จนเป็นเหตุให้บุคคลอื่นสามารถใช้ประโยชน์จากผลงานทั้งทางตรงและทางอ้อมแล้ว ก็จะไปลดแรงจูงใจในการลงทุนด้านนี้ของภาคเอกชนลง ฉะนั้นภาครัฐต้องเข้ามามีส่วนร่วมในการปกป้องคุ้มครองสิทธิให้ครบสมบูรณ์ให้มากที่สุดเท่าที่จะกระทำได้ อีกทั้ง ยังควรจะต้องมีบทบาทในการลงทุนด้านนี้ โดยเฉพาะการวิจัยขั้นพื้นฐานด้วย เพื่อจะได้เป็นฐานที่สำคัญให้แก่ภาคเอกชนนำไปพัฒนาหรือประยุกต์ใช้ต่อไป ทั้งหมดนี้ก็เพื่อสังคมโดยรวมจะได้ประโยชน์จากการมีสินค้าที่มีการพัฒนาให้ดีขึ้นจากที่ได้ทำการวิจัย โดย Romer (1993) ได้เสนอให้รัฐเข้ามามีบทบาทเฉพาะในส่วนของการวิจัยขั้นพื้นฐานเท่านั้น

2.4 มิติของดัชนีชี้วัดทุนมนุษย์และการวิจัยและพัฒนา

ปัจจุบันดัชนีชี้วัดทุนมนุษย์และการวิจัยและพัฒนามีหลากหลายประเภท ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับนิยามและขอบเขตในการจัดเก็บเป็นสำคัญ ซึ่งดัชนีแต่ละประเภทต่างมีลักษณะหรือมิติที่แตกต่างกันออกไป ในส่วนนี้จึงนำเสนอถึงมิติของดัชนีชี้วัดเชิงเดี่ยว (Single Index) ที่นิยมอ้างอิงว่าสามารถใช้เป็นตัวแทนในการชี้วัดทุนมนุษย์และการวิจัยและพัฒนาได้ โดยในดัชนีหนึ่งๆ จะแบ่งออกเป็น 3 มิติอันประกอบด้วย การมีลักษณะเป็นปัจจัยเข้า (Input) หรือปัจจัยออก (Output) การมีลักษณะเป็นกระแส (Flow) หรือสต๊อก (Stock) และการมีลักษณะที่อยู่ในรูปตัวเงิน (Monetary Value) หรือการมิได้อยู่ในรูปตัวเงิน (Non-monetary Value) เพื่อพิจารณาว่าดัชนีเหล่านี้มีลักษณะหรือมิติเช่นไร ซึ่งเป็นการช่วยสร้างความเข้าใจและตระหนักถึงข้อดีและข้อด้อยของดัชนีแต่ละประเภทอย่างชัดเจนยิ่งขึ้น

ตารางที่ 2.1 มิติของดัชนีชี้วัดทุนมนุษย์

มิติของดัชนีชี้วัด	ปัจจัยเข้า (Input)		ปัจจัยออก (Output)	
	กระแส (Flow)	สต็อก (Stock)	กระแส (Flow)	สต็อก (Stock)
รูปตัวเงิน (Monetary Value)	• ค่าใช้จ่ายด้านการศึกษาโดยรวม (Total Education Expenditure) • ค่าใช่จ่ายด้านการศึกษาภาครัฐต่อจำนวนนักเรียน (Public Education Expenditure per Student) • ค่าใช่จ่ายด้านสาธารณสุขภาครัฐต่อประชากร (Public Health Expenditure per capita)		• ค่าจ้าง (Wage) • มูลค่าเพิ่มต่อแรงงาน (Value Added per Worker)	
มิใช่รูปตัวเงิน (Non-monetary Value)	• ค่าใช่จ่ายด้านการศึกษาภาครัฐต่องบประมาณโดยรวม (Total Education Expenditure on Total Government Expenditure) • ค่าใช่จ่ายด้านสาธารณสุขต่อผลิตภัณฑ์มวลรวมในประเทศ (Total Health Expenditure on GDP) • อัตราการเข้าเรียน (Gross Enrollment Ratio) • อัตราการเข้าเรียนสุทธิ (Net Enrollment Ratio) • สัดส่วนจำนวนนักเรียนต่อจำนวนครู (Pupil-Teacher Ratio)		• อัตราการสำเร็จการศึกษา (Completion Rate)	• อัตราการรู้หนังสือ (Literacy Rate) • อัตราการไม่รู้หนังสือ (Illiteracy Rate) • จำนวนปีที่ได้รับการศึกษาเฉลี่ย (Average Years of Schooling) • ระดับการศึกษาที่สำเร็จ (Level of Education Attainment) • คะแนนทดสอบทางวิชาการ (โดยเฉพาะคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์) (Mathematic and Science Test Score) • คะแนนสะสมเฉลี่ย (Grade Point Average) • สัดส่วนบุคคลที่ประกอบอาชีพขั้นสูงต่อประชากร (Ratio of High-skill Labor on Total Population)

ตารางที่ 2.2 มิติของดัชนีชี้วัดการวิจัยและพัฒนา

มิติของดัชนีชี้วัด	ปัจจัยเข้า (Input)		ปัจจัยออก (Output)	
	กระแส (Flow)	สต็อก (Stock)	กระแส (Flow)	สต็อก (Stock)
รูปตัวเงิน (Monetary Value)	• ค่าใช้จ่ายด้านการวิจัยและพัฒนา (Total Expenditure on R&D) • ค่าใช้จ่ายด้านการวิจัยและพัฒนาของภาคเอกชน (Business Expenditure on R&D) • ค่าใช้จ่ายด้านการวิจัยและพัฒนาต่อประชากร (Total Expenditure on R&D per Capita)		• ค่าธรรมเนียมหรือลิขสิทธิ์ (Royalty and License Fees) • การส่งออกสินค้าเทคโนโลยีขั้นสูง (High Technology Exports)	
มิใช่รูปตัวเงิน (Non-monetary Value)	• ค่าใช้จ่ายด้านวิจัยและพัฒนาต่อผลิตภัณฑ์มวลรวมในประเทศ (Total R&D Expenditure on GDP)	• นักวิทยาศาสตร์และวิศวกรด้านวิจัยและพัฒนา (Scientists and Engineers in R&D) • ช่างเทคนิคด้านวิจัยและพัฒนา (Technicians in R&D) • นักวิจัยด้านการวิจัยและพัฒนา (Researchers in R&D) • นักวิจัยด้านการวิจัยและพัฒนาต่อประชากร (Researchers in R&D per Capita)		• บทความในวารสารวิทยาศาสตร์และเทคนิค (Scientific and Technical Journal Articles) • ดัชนีการอ้างอิงจากวารสาร (Citation Index) • สิทธิบัตร (Patent Application filed) • เครื่องหมายการค้า (Trademark Application field)

จากตารางทั้งสองข้างต้นเป็นการแสดงให้เห็นถึงมิติของดัชนีชี้วัดทุนมนุษย์และการวิจัยและพัฒนาใน 3 มิติ มิติของดัชนีชี้วัดทั้งสองมีประเด็นที่น่าสนใจต่อการพิจารณาที่สำคัญคือ ในแต่ละดัชนีจะมีลักษณะเป็นปัจจัยเข้าหรือปัจจัยออก เพื่อแสดงถึงต้นทุนและผลได้จากการลงทุนในทุนมนุษย์และการวิจัยและพัฒนา ประเด็นที่น่าสนใจรองลงมาคือ แต่ละดัชนีจะมีลักษณะเป็นตัวแปรเชิงกระแสหรือเชิงสต๊อก หากดัชนีใดมีลักษณะของการเป็นตัวแปรเชิงกระแส นั่นหมายความว่าดัชนีนั้นจะแสดงถึงการเปลี่ยนแปลงหรือการสะสมที่เกิดขึ้นต่อระดับของทุนมนุษย์และการวิจัยและพัฒนา โดยมิใช่แสดงถึงระดับของปัจจัยทั้งสอง ซึ่งตามหลักการแล้วทุนมนุษย์และการวิจัยและพัฒนาควรมีลักษณะของการเป็นตัวแปรเชิงสต๊อกมากกว่า ทั้งนี้ จะสังเกตได้ว่าหากดัชนีใดที่อยู่ในรูปตัวเงินแล้ว ดัชนีนั้นจะมีลักษณะเป็นตัวแปรเชิงกระแสอยู่ด้วยเสมอ ส่วนประเด็นสุดท้ายของการพิจารณาจากตารางข้างต้นคือ การที่ดัชนีอยู่ในรูปใดระหว่างตัวเงินหรือมิใช่ตัวเงิน ซึ่งจะมีความสำคัญต่อเมื่อต้องนำไปเปรียบเทียบกับประเทศต่างๆ หรือระหว่างช่วงเวลา

ตารางที่ 2.1 แสดงถึงมิติของดัชนีชี้วัดทุนมนุษย์โดยเน้นในด้านของการศึกษาเป็นหลัก เนื่องจากปัจจัยการศึกษาถือได้ว่าเป็นปัจจัยสำคัญของการสะสมหรือสะท้อนถึงภาวะทุนมนุษย์ ซึ่งจากตารางพบว่า ดัชนีชี้วัดทุนมนุษย์ในมิติของการเป็นปัจจัยเข้าจะมีมิติเป็นตัวแปรเชิงกระแสทั้งสิ้นทั้งในมิติที่อยู่ในรูปของตัวเงินและมิใช่ตัวเงิน ขณะที่ปัจจัยออกก็อยู่ทั้งในรูปของตัวเงินและมิใช่ตัวเงิน ขึ้นอยู่กับสถานะภาพ เช่น หากปัจจัยออกของทุนมนุษย์ในนักเรียนที่สำคัญคือ คะแนนสะสมเฉลี่ยหรือระดับการศึกษาที่สำเร็จ ขณะที่ปัจจัยออกของทุนมนุษย์ในแรงงานจะกลายเป็นค่าจ้างหรือรายได้ของแรงงานแทน

เมื่อกล่าวถึงดัชนีชี้วัดการวิจัยและพัฒนาโดยส่วนใหญ่มักจะนึกถึงแต่เพียงค่าใช้จ่ายด้านการวิจัยและพัฒนา ทั้งที่ในความเป็นจริงดัชนีชี้วัดด้านนี้ยังคงมีอีกหลายดัชนีที่น่าสนใจ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในด้านของปัจจัยออกของการวิจัยและพัฒนาทั้งที่อยู่ในรูปตัวเงินและมิใช่ตัวเงิน จากตารางที่ 2.2 จะเห็นได้ว่าผลได้หรือปัจจัยออกของการวิจัยและพัฒนามีหลากหลายดัชนีด้วยกัน โดยสามารถอธิบายผลได้ที่แตกต่างกันได้ดังนี้ จากนิยามของการวิจัยและพัฒนาในบทที่ 1 ซึ่งนำมาจาก A Summary of the Frascati Manual 1993 ได้แยกกิจกรรมของการวิจัยและพัฒนาออกเป็น 3 ประเภทด้วยคือ การวิจัยพื้นฐาน (Basic Research) การวิจัยประยุกต์ (Applied Research) และการพัฒนา (Experimental Development) โดยการวิจัยพื้นฐานจะมุ่งเน้นไปที่การแสวงหาความรู้ใหม่ทั้งในทางทฤษฎีและปฏิบัติโดยมิได้มุ่งเน้นถึงการนำไปใช้ในทางใดทางหนึ่ง ส่งผลให้ผลได้ของการวิจัยในลักษณะเช่นนี้มักอยู่ในรูปของบทความในวารสารวิทยาศาสตร์และเทคนิค การวิจัยประยุกต์เป็นการแสวงหาความรู้ใหม่เช่นเดียวกับการวิจัยพื้นฐาน เพียงแต่จะมุ่งเน้นไปในทางใดทางหนึ่งเป็นการเฉพาะ ดังนั้นผลได้ขั้นแรกของการวิจัยลักษณะนี้จะอยู่ในรูปของสินค้าหรือ กระบวนการ

ผลิตตัวอย่าง และหากความรู้ใหม่ที่มีอยู่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้อย่างจริงจัง ผู้วิจัยจะทำการคุ้มครองสิ่งที่ค้นพบโดยการจดสิทธิบัตร เพื่อป้องกันการลอกเลียนแบบ ฉะนั้นผลได้ของการวิจัยประยุกต์มักอยู่ในรูปของสิทธิบัตร ส่วนการพัฒนาจะเป็นการนำความรู้ที่ได้จากการวิจัยประยุกต์มาใช้เพื่อผลิตสินค้า อุปกรณ์ หรือพัฒนากระบวนการปฏิบัติใหม่ๆ ให้ดียิ่งขึ้น ส่วนมากการพัฒนาเช่นนี้มักต้องอาศัยเทคโนโลยีเข้ามามีส่วนร่วมมากขึ้น ดังนั้นผลได้ของการพัฒนาจะอยู่ในรูปของสินค้าที่มีเทคโนโลยีแฝงอยู่ และหากสินค้านั้นเป็นที่ยอมรับของตลาดโลกก็ย่อมส่งผลให้สินค้าที่มีเทคโนโลยีขั้นสูงแฝงอยู่สามารถส่งออกไปยังประเทศต่างๆ ได้ หรือถ้าเป็นการพัฒนาในสิ่งที่ไม่อาจจับต้องได้ (เช่น เครื่องหมายการค้า) แต่เป็นที่ยอมรับของตลาดแล้ว ผู้วิจัยหรือผู้พัฒนาก็สามารถได้ประโยชน์จากการใช้และ/หรือให้เช่าสิทธิในสิ่งๆ นั้นได้

ดัชนีชี้วัดเชิงเดี่ยวยังสามารถแบ่งออกเป็นมิติอื่นๆ ที่น่าสนใจเพิ่มเติมนอกเหนือจากสามมิติข้างต้น อาทิเช่น ในดัชนีชี้วัดทุนมนุษย์จะมีมิติระหว่างการเป็นตัวแปรเชิงปริมาณหรือตัวแปรเชิงคุณภาพ ค่าใช้จ่ายด้านการศึกษาถือได้ว่าเป็นดัชนีที่มีลักษณะเชิงปริมาณ ขณะที่สัดส่วนของจำนวนนักเรียนต่อจำนวนครูหรือค่าใช้จ่ายด้านการศึกษาภาครัฐต่อจำนวนนักเรียนถือได้ว่าเป็นดัชนีที่มีลักษณะเชิงคุณภาพ เนื่องจากสามารถสะท้อนถึงคุณภาพของการศึกษาได้ดี สำหรับดัชนีชี้วัดการวิจัยและพัฒนาก็สามารถแยกพิจารณาตามมิติข้างต้นได้เช่นกัน คือ ค่าใช้จ่ายด้านการวิจัยและพัฒนาจะมีลักษณะเป็นตัวแปรเชิงปริมาณ ส่วนค่าใช้จ่ายด้านการวิจัยและพัฒนาต่อจำนวนนักวิจัย คุณวุฒิหรือประสบการณ์ของนักวิจัย ถือได้ว่าเป็นตัวแปรเชิงคุณภาพ ฉะนั้นจะเห็นได้ว่าโดยทั่วไปตัวแปรในเชิงคุณภาพมักจะถูกพิจารณาในรูปของต่อหน่วยหรือต่อคนมากกว่า

ทั้งนี้ การนำเสนอข้างต้นเป็นเพียงการแสดงให้เห็นถึงมิติของดัชนีเชิงเดี่ยว (Single Index) เท่านั้น แต่ในความเป็นจริงแล้วดัชนีชี้วัดทุนมนุษย์และการวิจัยและพัฒนาสามารถอยู่ในรูปแบบอื่นได้อีก เช่น ดัชนีรวม (Composite Index) และดัชนีแบบประมาณการ (Estimated Index) โดยดัชนีเชิงเดี่ยวจะมีข้อด้อยตรงที่มักจะเป็นการบ่งบอกถึงทุนมนุษย์และการวิจัยและพัฒนาเพียงด้านใดด้านหนึ่งเท่านั้น เช่น ในดัชนีชี้วัดทุนมนุษย์ในตารางที่ 2.1 มักจะเป็นการชี้วัดจากทางด้านการศึกษาและสาธารณสุขเป็นหลัก หรืออย่างค่าจ้างและมูลค่าเพิ่มต่อแรงงานที่ถือได้ว่าเป็นตัวแทนของทุนมนุษย์ได้ดีผ่านทางกลไกตลาดแรงงาน แต่ในบางงานศึกษาได้มีความเห็นว่าค่าจ้างหรือมูลค่าเพิ่มต่อแรงงานก็ยังเป็นเพียงมุมมองหนึ่งที่ยังไม่ครอบคลุม อีกทั้งต้องมีสมมติฐานด้วยว่ากลไกตลาดแรงงานสามารถทำงานได้อย่างสมบูรณ์ ดังนั้น จึงมีบางหน่วยงานจัดทำดัชนีทุนมนุษย์และการวิจัยและพัฒนาแบบรวมขึ้น เพื่อให้ดัชนีเหล่านี้สามารถรวมมิติด้านอื่นๆ เข้ามาร่วมพิจารณาด้วย สำหรับดัชนีแบบประมาณการมักจะนำมาใช้ในกรณีที่ต้องการความถูกต้องชัดเจน หรือให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ที่กำลังสนใจเป็นการเฉพาะ เช่น ในสองส่วนแรกของบทนี้ ได้แสดงให้

เห็นว่าในบางครั้งจำเป็นจะต้องมีการแปลงตัวแปรเชิงกระแสให้อยู่ในรูปของสต๊อก เพื่อเป็นการสะท้อนถึงภาวะของทุนมนุษย์และการวิจัยและพัฒนามากกว่าที่จะพิจารณาถึงการเปลี่ยนแปลงของตัวแปร เพียงแต่ดัชนีแบบประมาณการนี้มักไม่ได้รับความนิยมมากนักเนื่องจากต้องใช้ต้นทุนที่สูง

2.5 ดัชนีชี้วัดทุนมนุษย์และการวิจัยและพัฒนาแบบรวม

ดัชนีชี้วัดทุนมนุษย์และการวิจัยและพัฒนาที่นำเสนอข้างต้นเป็นเพียงดัชนีเชิงเดี่ยวธรรมดาที่ส่วนใหญ่นำเสนอองค์ประกอบของดัชนีทั้งสองเพียงด้านใดด้านหนึ่งเท่านั้น ฉะนั้น จึงได้มีการนำเสนอดัชนีแบบรวม (Composite Index) ขึ้นมาเพิ่มเติม โดยดัชนีรวมเกิดจากการนำเอาดัชนีเชิงเดี่ยวหลายดัชนีมาถ่วงน้ำหนักร่วมกัน เพื่อเป็นการสะดวกแก่การพิจารณาในภาพรวมและครอบคลุมในทุกองค์ประกอบที่สนใจ

ทั้งนี้ แม้ดัชนีรวมที่นำจะเสนอต่อไปไม่ได้สะท้อนถึงทุนมนุษย์หรือการวิจัยและพัฒนาโดยตรงต่องานศึกษานี้ ซึ่งดัชนีเหล่านี้ได้มีมิติที่ครอบคลุมในด้านที่เกี่ยวกับการพัฒนาของมนุษย์และเทคโนโลยีอันเป็นมิติที่กว้างกว่าขอบเขตงานศึกษานี้ วัตถุประสงค์สำคัญของการนำเสนอคือเพื่อเป็นการบ่งบอกถึงช่องทางในการมองภาพรวมของดัชนีโดยพิจารณาในหลายมิติพร้อมกัน และยังเป็นแนวทางในการนำไปพัฒนาต่อให้เป็นไปตามวัตถุประสงค์ที่ต้องการ เช่น อาจมีการสร้างดัชนีรวมด้านทุนมนุษย์ที่ต้องการให้ดัชนีได้สะท้อนเฉพาะผลิตภาพของแรงงานเท่านั้น โดยอาจเป็นการพิจารณาร่วมกันระหว่างดัชนีด้านการศึกษา ด้านฝึกอบรม และด้านสาธารณสุข เป็นต้น

2.5.1 ดัชนีรวมด้านทรัพยากรมนุษย์

ดัชนีรวมด้านทุนมนุษย์มีการจัดทำอยู่หลายดัชนีด้วยกัน ในที่นี้จะนำเสนอเพียง 2 ดัชนีคือ ดัชนีการพัฒนามนุษย์และดัชนีความก้าวหน้าของมนุษย์

1. ดัชนีการพัฒนามนุษย์ (Human Development Index: HDI) เป็นดัชนีที่พัฒนาโดย United Nations Development Program (UNDP) ซึ่งเป็นค่าเฉลี่ยความสำเร็จในการพัฒนามนุษย์ของแต่ละประเทศ ดัชนีรวมนี้แสดงถึงการพัฒนาของมนุษย์ใน 3 ด้านคือ การมีคุณภาพชีวิตที่ยืนยาว การมีความรู้ และการมีมาตรฐานการครองชีพที่ดี โดยดัชนีการพัฒนามนุษย์เป็นดัชนีรวมที่เกิดจากการผสมผสานดัชนีเชิงเดี่ยวจำนวน 3 ดัชนีด้วยกันอันประกอบด้วย

- ดัชนีอายุขัย ได้จากอายุขัยเฉลี่ยเมื่อแรกเกิด (Life Expectancy at Birth)

- ดัชนีการศึกษา (Education Attainment Index) ได้จากการถ่วงน้ำหนักของค่าสถิติ 2 ค่าคือ อัตราการรู้หนังสือของผู้ใหญ่ (ให้น้ำหนักสองในสามส่วน) และอัตราการเข้าเรียนระดับประถมศึกษา มัธยมศึกษา และอุดมศึกษา (ให้น้ำหนักหนึ่งในสามส่วน)

- ดัชนีรายได้ ได้จากผลิตภัณฑ์มวลรวมในประเทศต่อหัวที่ปรับด้วยอำนาจการซื้อที่แท้จริง (GDP per capita - PPP US$)

ในการคำนวณหาค่าดัชนีที่เป็นองค์ประกอบของดัชนีการพัฒนามนุษย์แต่ละตัว จะต้องมีการนำไปเปรียบเทียบกับค่าสูงสุด/ต่ำสุดของดัชนีนั้นๆ กับค่าจริงเสียก่อนดังนี้

ค่าดัชนีแต่ละตัว = (ค่าจริง – ค่าต่ำสุด) / (ค่าสูงสุด – ค่าต่ำสุด)

สำหรับค่าสูงสุดและต่ำสุดในการคำนวณได้มีการกำหนดไว้ดังนี้

- อายุขัยเฉลี่ยเมื่อแรกเกิด : 25 ปี และ 85 ปี
- อัตราการรู้หนังสือของผู้ใหญ่ (อายุ 14 - 50ปี) : 0% และ 100%
- อัตราการเข้าเรียนทุกระดับ : 0% และ 100%
- ผลิตภัณฑ์มวลรวมในประเทศต่อหัว (PPP US$): $100 และ $40,000 (PPP US$)

เมื่อได้ดัชนีทั้ง 3 ข้างต้นก็สามารถนำมาคำนวณเป็นดัชนีการพัฒนามนุษย์ได้ดังนี้

ดัชนีการพัฒนามนุษย์ = (ดัชนีอายุขัย + ดัชนีการศึกษา + ดัชนีรายได้)/3

ตัวอย่างเช่น ประเทศไทยมีดัชนีที่ใช้ในการสร้างดัชนีการพัฒนามนุษย์ดังนี้ ดัชนีอายุขัยเฉลี่ยเมื่อแรกเกิดมีค่าเท่ากับ 0.69 ดัชนีการศึกษามีค่าเท่ากับ 0.84 ดัชนีรายได้มีค่าเท่ากับ 0.67 ดังนั้นดัชนีการพัฒนามนุษย์ของประเทศไทยมีค่าเท่ากับ 0.73

2. ดัชนีความก้าวหน้าของมนุษย์ (Human Achievement Index: HAI) เป็นดัชนีที่มีความหมายครอบคลุมมนุษย์ในหลายด้านกว่าดัชนีการพัฒนามนุษย์ โดยเป็นดัชนีที่มีการรวม 8 องค์ประกอบที่เปรียบได้กับช่วงต่างๆ ของชีวิตมนุษย์ ที่เริ่มตั้งแต่วันแรกของชีวิต (สุขภาพ) ตามด้วยสิ่งที่สำคัญของเด็กทุกคน (การศึกษา) และเมื่อเรียนจบทุกคนก็จะ (ทำงาน) เพื่อให้มี (รายได้) ที่เพียงพอแก่การเลี้ยงชีพและมี (ที่อยู่อาศัย) จากนั้นชีวิตมนุษย์จะก้าวไปสู่ (ชีวิตครอบครัวและชุมชน) และการ (คมนาคมและสื่อสาร) รวมทั้ง (การมีส่วนร่วม) ในฐานะสมาชิกในสังคม ซึ่ง 8

องค์ประกอบของดัชนีรวมประกอบขึ้นจากดัชนีเชิงเดี่ยวจำนวน 40 ดัชนี วิธีการคำนวณดัชนีความก้าวหน้าของมนุษย์ ก็เป็นเช่นเดียวกับดัชนีการพัฒนามนุษย์ คือ

ดัชนีความก้าวหน้ามนุษย์ = (ดัชนีสุขภาพ + ดัชนีการศึกษา + ดัชนีการทำงาน + ดัชนีรายได้ + ดัชนีที่อยู่อาศัย + ดัชนีชีวิตครอบครัวและชุมชน + ดัชนีคมนาคมและสื่อสาร + ดัชนีการมีส่วนร่วม)/8

ตารางที่ 2.3 ดัชนีความก้าวหน้าของมนุษย์

ดัชนีความก้าวหน้าของมนุษย์	องค์ประกอบ	ตัวชี้วัด	ค่าต่ำสุด	ค่าสูงสุด
1. ดัชนีสุขภาพ	1. อายุขัย	1. อายุขัยเฉลี่ยแรกเกิด (ปี)	50	95
	2. สุขภาพอนามัย	2. อัตราการขาดสารอาหารขั้นแรกเริ่มในเด็กอายุต่ำกว่า 5 ปี (%)	0	20
		3. จำนวนผู้เป็นโรคเอดส์ที่เพิ่มขึ้น (ต่อประชากร 100,000)	0	65
		4. จำนวนผู้ป่วยโรคเครียด โรคจิต ประสาท (ต่อประชากร 1,000)	0	100
	3. การส่งเสริมสุขภาพ	5. ประชากรมีพฤติกรรมที่เป็นอันตรายต่อสุขภาพ เช่น สูบบุหรี่ ดื่มสุรา (%	15	55
	4. บริการสาธารณสุข	6. จำนวนประชากรต่อแพทย์ (คน)	600	20,000
2. ดัชนีการศึกษา	5. ผลสะสมด้านการศึกษา	7. จำนวนปีการศึกษาเฉลี่ยในประชากรอายุ 15 ปีขึ้นไป (ปี)	3	12
	6. การเข้าเรียน	8. อัตราการเข้าเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น (%)	30	100
		9. อัตราการเข้าเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย (%)	20	95
	7. คุณภาพการศึกษา	10. คะแนนเฉลี่ยของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น (%)	30	65
		11. คะแนนเฉลี่ยของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย (%)	20	55
	8 บริการการศึกษา	12. จำนวนนักเรียนต่อครูชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย (คน)	10	37
		13. จำนวนนักเรียนต่อห้องเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย (คน)	20	60
3. ดัชนีการทำงาน	9. การว่างงานและการทำงานต่ำระดับ	14. อัตราการว่างงาน (%)	0	8
		15. อัตราการทำงานต่ำระดับ (%)	0	30
	10. สวัสดิการแรงงาน	16. แรงงานที่มีประกันสังคม (%)	1	100
4. ดัชนีรายได้	11. ระดับรายได้	17. รายได้เฉลี่ยครัวเรือนต่อเดือน (บาท)	4,000	30,000
	12. การเปลี่ยนแปลงรายได้	18. การเปลี่ยนแปลงรายได้เฉลี่ยครัวเรือนต่อเดือน (2541-2543) (%)	-50	40
	13. ความยากจน	19. สัดส่วนคนจน (%)	0	60
	14. หนี้ครัวเรือน	20. ครัวเรือนที่มีหนี้ (%)	20	90
5. ดัชนีที่อยู่อาศัยและสภาพแวดล้อม	15. ที่อยู่อาศัย	21. ครัวเรือนที่สร้างด้วยวัสดุคงทนถาวร (%)	70	100
		22. ครัวเรือนในชุมชนแออัดในเขตเมือง (%)	0	100
	16. สภาพแวดล้อม	23. ครัวเรือนที่มีตู้เย็น (%)	30	100
		24. ครัวเรือนที่หุงต้มด้วยเตาแก๊สหรือเตาไฟฟ้า (%)	10	100
6. ดัชนีชีวิตครอบครัวและชุมชน	17. ชีวิตครอบครัว	25. ครัวเรือนที่ผู้หญิงเป็นหัวหน้าครอบครัว (%)	10	50
		26.ครัวเรือนที่ผู้สูงอายุเป็นหัวหน้าครอบครัว (%)	5	50
		27. เด็กอายุ 15-17 ปีที่ทำงาน (%)	0	60
		28. การหย่าร้าง (ต่อคู่สมรส 1,000 คู่)	50	600
		29. คนพิการ (%)	0	6
	18. ความปลอดภัยในชุมชน	30. การแจ้งความคดีอุกฉกรรจ์และสะเทือนขวัญ (ต่อประชากร 100,000)	0	40
		31. การจับกุมคดีเกี่ยวกับยาเสพติด (ต่อประชากร 100,000)	60	1,250
7. ดัชนีคมนาคมและการสื่อสาร	19. คมนาคม	32. ครัวเรือนที่เดินทางไปอำเภอที่ใกล้ที่สุดได้สะดวกตลอดปี (%)	30	100
		33. จำนวนยานพาหนะส่วนบุคคล (ต่อประชากร 1,000)	80	950
	20. การสื่อสาร	34. ครัวเรือนที่มีโทรทัศน์ (%)	40	100
		35. จำนวนประชากรต่อโทรศัพท์ (คน)	1	65
		36. ประชากรที่เข้าถึงอินเทอร์เน็ต (%)	1	20
8. ดัชนีการมีส่วนร่วม	21. การมีส่วนร่วมทางการเมือง	37. การใช้สิทธิเลือกตั้ง (%)	30	100
	22. การมีส่วนร่วมทางสังคม	38. จำนวนองค์กรชุมชน (ต่อประชากร 100,000)	4	450
		39. ครัวเรือนที่เป็นสมาชิกกลุ่ม/องค์กรท้องถิ่น (%)	35	100
		40. ครัวเรือนที่ร่วมกิจกรรมสาธารณประโยชน์ในชุมชน (%)	70	100

ที่มา: รายงานการพัฒนาคนของประเทศไทย 2546

2.5.2 ดัชนีรวมด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

การวิจัยและพัฒนาเป็นองค์ประกอบหนึ่งของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ดังนั้นดัชนีรวมด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีจึงมีความหมายกว้างกว่าการวิจัยและพัฒนา ในที่นี้จะนำเสนอดัชนีรวมด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเพียงดัชนีเดียวคือ ดัชนีความก้าวหน้าทางเทคโนโลยี

ดัชนีความก้าวหน้าทางเทคโนโลยี (Technology Achievement Index: TAI) เป็นดัชนีรวมที่มีวัตถุประสงค์เพื่อวัดสมรรถนะของประเทศในด้านการสร้างสรรค์และการแพร่กระจายเทคโนโลยีตลอดจนการพัฒนาทักษะของประชากร ดัชนีนี้ประกอบด้วยองค์ประกอบ 4 ด้านคือ

- การสร้างสรรค์ทางเทคโนโลยี (Technology Creation) วัดจากจำนวนสิทธิบัตรที่ได้รับการคุ้มครองให้แก่ผู้พำนักอาศัยในประเทศต่อหัว (Patents Granted to Residents per capita) และค่าธรรมเนียมการใช้ลิขสิทธิ์จากต่างประเทศ (Receipts of Royalty and License Fees from Abroad per capita)

- การแพร่กระจายนวัตกรรมที่ทันสมัย (Diffusion of Recent Innovations) วัดจากจำนวนเครื่องแม่ข่ายที่เชื่อมต่ออินเตอร์เน็ตต่อหัว (Internet Hosts per capita) และสัดส่วนมูลค่าการส่งออกสินค้าเทคโนโลยีขั้นกลางและขั้นสูงต่อมูลค่าส่งออกรวม (High and Medium Technology Exports as A Share of All Exports)

- การแพร่กระจายนวัตกรรมดั้งเดิม ((Diffusion of Old Innovations) วัดจากจำนวนโทรศัพท์บ้านและโทรศัพท์เคลื่อนที่ต่อหัว (Mainline and Cellular Telephones per capita) และการบริโภคด้านไฟฟ้าต่อหัว (Electricity Consumption per capita)

- ทักษะแรงงาน (Human Skills) วัดจากปีการศึกษาเฉลี่ยของผู้ใหญ่ (Mean Years of Schooling) และอัตราการเข้าเรียนระดับอุดมศึกษาในสาขาวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และวิศวกรรม (Gross Enrollment Ratio at Tertiary Level in Science, Mathematics and Engineering)

วิธีการคำนวณดัชนีความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีก็เป็นเช่นเดียวกับดัชนีรวมทั้งสองข้างต้นคือ

ดัชนีความก้าวหน้าทางเทคโนโลยี = (ดัชนีการสร้างสรรค์ทางเทคโนโลยี + ดัชนีการแพร่กระจายนวัตกรรมที่ทันสมัย + ดัชนีการแพร่กระจายนวัตกรรมดั้งเดิม + ดัชนีทักษะแรงงาน)/4

ทั้งนี้จะเห็นได้ว่าดัชนีชี้วัดทุนมนุษย์และการวิจัยและพัฒนาที่นำเสนอข้างต้น ในแต่ละดัชนีมีมิติที่หลากหลายและความหมายที่แตกต่างกันไป ดังนั้นการเลือกใช้ในแต่ละดัชนีจึงควรพิจารณาที่วัตถุประสงค์เป็นสำคัญ