

บทที่ 2

เทคโนโลยีกับโครงสร้างอุตสาหกรรมและการพัฒนา

1. ความนำ

ดังที่ได้กล่าวมาแล้วในบทที่ผ่านมาว่าปัจจุบันเทคโนโลยีมีบทบาทที่สำคัญเป็นอย่างมาก โดยถูกถือเสมือนว่าเป็นปัจจัยการผลิตอย่างหนึ่งที่นอกเหนือจากทุน ที่ดิน แรงงาน และผู้ประกอบการ นอกจากนี้ในอุตสาหกรรมต่าง ๆ ไม่ว่าจะเป็นอุตสาหกรรมทางการเกษตร (agro-industry) จนถึงอุตสาหกรรมขนาดใหญ่ต่างต้องอาศัยเทคโนโลยีในรูปแบบต่าง ๆ นับตั้งแต่การเตรียมวัตถุดิบเพื่อใช้ในการผลิต ในกระบวนการผลิตเทคโนโลยีก็มีส่วนช่วยในการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิต ฯลฯ ในประเทศที่พัฒนาแล้วเทคโนโลยีเป็นเครื่องมือที่สำคัญที่ช่วยเสริมสร้างการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจซึ่งส่งผลให้สังคมและมาตรฐานการครองชีพของคนในสังคมนั้นดีขึ้น ดังนั้นประเทศกำลังพัฒนาจึงมีความต้องการที่จะได้มาซึ่งเทคโนโลยีเพื่อนำมาใช้ในการพัฒนาประเทศในด้านต่าง ๆ แต่ในฐานะของนักเศรษฐศาสตร์จำเป็นต้องมีการกำหนดข้อสมมติฐานไว้ว่าเทคโนโลยีนั้นจะต้องดีหรือมีความเหมาะสม (appropriate technology) กับสถานะของสถาบันหรือประเทศเหล่านั้น ซึ่งถ้าเป็นไปตามข้อสมมติฐานก็จะมีผลเกิดขึ้นคือ จะก่อให้เกิดความเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจและสังคม และความมั่นคงหรือความมั่งคั่งทางเศรษฐกิจของประเทศนั้น แต่ก็ยังเป็นที่ยกเถียงกันของนักเศรษฐศาสตร์ตลอดมาว่าความเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจนั้นเกิดจากเทคโนโลยีหรือเป็นผลที่สืบเนื่องมาจากความก้าวหน้าของเทคโนโลยี

2. เทคโนโลยีกับโครงสร้างอุตสาหกรรม

ความก้าวหน้าของเทคโนโลยีได้ทำให้โครงสร้างการผลิตของประเทศ เปลี่ยนจากประเทศที่มีภาคเกษตรเป็นตัวนำไปสู่ภาคอุตสาหกรรมและภาคบริการมากขึ้น การพัฒนาโดยใช้เทคโนโลยีย่อมจะมีผลทำให้โครงสร้างอุตสาหกรรมเปลี่ยนแปลงไปในทางที่ดีขึ้น คือ ก่อให้เกิดอุตสาหกรรมที่ทันสมัย (modern industry) ซึ่งในประเทศกำลังพัฒนาเราจะเห็นความเปลี่ยนแปลง

แปลงทางด้านโครงสร้างอุตสาหกรรมได้ชัดเจน แต่ในการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างอุตสาหกรรมนั้น ไม่ใช่สิ่งที่จะทำได้โดยง่าย ทั้งนี้เนื่องจากสาเหตุต่าง ๆ ซึ่งได้แก่

1) ด้านโครงสร้างทางเศรษฐกิจ เนื่องจากมีข้อจำกัดเกี่ยวกับโครงสร้างทางเศรษฐกิจในประเทศกำลังพัฒนาอยู่หลายอย่าง เช่น คุณภาพของแรงงาน การศึกษา ขนบธรรมเนียมประเพณี ในด้านการดำรงชีวิตทำให้ยากที่จะพัฒนาหรือเปลี่ยนแปลงให้ก้าวหน้าได้อย่างรวดเร็ว เพราะการที่จะยอมรับการเปลี่ยนแปลงใหม่ ๆ นี้ มีเพียงบางส่วนเท่านั้น อีกทั้งการผลิตแบบเดิมเป็นการใช้แรงงานเป็นส่วนใหญ่ (labour intensive) และมีการดำเนินอุตสาหกรรมขนาดย่อมเป็นจำนวนมาก ซึ่งสามารถผลิตสินค้าได้พอประมาณเท่านั้น และความต้องการของตลาดอยู่ในวงแคบจึงทำให้อุตสาหกรรมมีขนาดการผลิตขนาดย่อมเป็นจำนวนมาก โอกาสที่จะต้องใช้เทคโนโลยีที่ก้าวหน้ามากขึ้นจึงเป็นสิ่งที่ไม่จำเป็นมากนัก

2) ด้านผู้ลงทุน จุดอ่อนที่เห็นได้ชัดได้แก่ การขาดแคลนด้านเงินทุนและความรู้ทางเทคนิคในการใช้เครื่องจักรให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด ส่วนมากมีเฉพาะผู้ประกอบการรายใหญ่หรืออุตสาหกรรมขนาดใหญ่เท่านั้น ที่สามารถใช้เทคนิคให้เกิดผล เช่น อุตสาหกรรมเคมี อุตสาหกรรมโลหะ และอุตสาหกรรมปูนซีเมนต์ เป็นต้น ดังนั้น จึงจำเป็นที่จะต้องดำเนินการแก้ไขโครงสร้างของอุตสาหกรรมส่วนใหญ่ของประเทศ โดยมีรัฐบาลเป็นผู้กำหนดนโยบาย เพื่อให้อุตสาหกรรมยึดถือเป็นแนวปฏิบัติ เช่น การวางแผนรูปแบบทางเทคนิคในอุตสาหกรรมที่เกี่ยวข้องกับการกำหนดประสิทธิภาพของเครื่องมือ เครื่องจักร การใช้ดัชนีโดยอาศัยข้อมูลต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง การรวบรวมแนวความคิดของผู้ที่เชี่ยวชาญที่มีเหตุผล และแนวทางการแก้ไขด้านการเงิน ตลอดจนการออกกฎหมายป้องกันการดำเนินธุรกิจแบบผูกขาดที่มีอยู่มากมาย ทั้งนี้เพื่อจะได้ปรับปรุงเทคโนโลยีและการจัดการให้กระจายออกไป แต่การปรับปรุงนั้นไม่สมควรจะดำเนินการเฉพาะปัจจัยโครงสร้างของอุตสาหกรรมขนาดใหญ่เท่านั้น แต่ต้องจัดให้มีการปรับปรุงโครงสร้างพื้นฐานทางเศรษฐกิจ (infrastructure) สำหรับกิจการอุตสาหกรรมขนาดเล็กและกลางด้วย เพื่อให้กิจการเหล่านี้มีประสิทธิภาพในการดำเนินงานของตนเองอย่างเพียงพอ ที่จะก่อให้เกิดความเจริญเติบโตในด้านอุตสาหกรรม

ในการแก้ไขโครงสร้างดังกล่าว ถ้าหากว่าปล่อยให้ไปไปตามยถากรรมก็จะทำให้เสียเวลามาก เนื่องจากความยุ่งยากและความสลับซับซ้อนภายในอุตสาหกรรมและประเทศที่มีโครงสร้างไม่เหมาะสมต้องใช้เวลาอันกว่าจะได้ผล แต่การถ่ายทอดเทคโนโลยีเป็นวิธีเร่งให้เกิดการเปลี่ยนแปลงในอุตสาหกรรม การถ่ายทอดให้ได้ผลในบางครั้งอาจไม่สามารถทำได้ในกิจการ

ที่ตั้งอยู่แล้ว แต่ต้องตั้งกิจการใหม่ขึ้นมา แม้ว่าในระบบเศรษฐกิจทวิลักษณ์¹ (Dualism) จะเป็นการเสี่ยงอยู่บ้างต่อการที่จะประกอบกิจการใหม่พร้อมด้วยเทคโนโลยีที่ทันสมัยท่ามกลางกิจการต่าง ๆ ที่ตั้งอยู่เดิมแต่ใช้เทคโนโลยีที่ด้อยกว่า เพราะอาจจะมีปฏิกิริยาต่อต้านการใช้เทคโนโลยีชนิดใหม่ หรืออาจจะมีทุนภายในประเทศไม่เพียงพอ ในกรณีเช่นนี้ก็มิมีข้อเสนอแนะว่า บริษัทต่างประเทศที่เป็นเจ้าของเทคโนโลยี อาจใช้วิธีการตั้งบริษัทย่อยของตนเองขึ้นมาในประเทศกำลังพัฒนา ซึ่งจะช่วยให้ง่ายต่อการเปลี่ยนแปลงในระดับเทคโนโลยี และก็จะมีส่วนทำให้กิจการอื่น ๆ พลอยเปลี่ยนแปลงเทคโนโลยีของตนเองด้วย แต่ไม่ได้หมายความว่าวิธีการตั้งบริษัทย่อยของบริษัทต่างประเทศขึ้นมา จะเป็นวิธีที่ดีที่สุดที่จะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางเทคโนโลยี ถ้าหากปราศจากความเข้าใจถึงความจำเป็นที่จะต้องใช้เทคโนโลยีที่ก้าวหน้ากว่าในโอกาสต่าง ๆ ของประชาชนที่เป็นเจ้าของประเทศแล้ววิธีดังกล่าวก็จะไม่ให้ผลอะไรมากนัก จึงเป็นเหตุให้การแผ่ขยายความรู้ทางเทคโนโลยีจึงเป็นไปอย่างช้า ๆ ดังนั้นการให้บริษัทต่างประเทศเข้ามาตั้งบริษัทในเครือจึงอาจเป็นวิธีที่ดีเพราะจะช่วยเร่งรัดให้มีการเปลี่ยนแปลงเร็วขึ้น

สำหรับประเทศไทยการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างของอุตสาหกรรม ทำได้ไม่มากนัก เพราะมีปัญหาคือ

1) ด้านโครงสร้างทางเศรษฐกิจ ซึ่งมีข้อจำกัดหลายอย่าง เช่น คุณภาพของแรงงาน การศึกษา และขนบธรรมเนียมประเพณี เป็นต้น

2) ด้านผู้ลงทุน ซึ่งส่วนใหญ่มักจะขาดแคลนเงินทุนและความรู้ในการใช้เครื่องมือเครื่องจักรให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด

ซึ่งจากปัญหาทั้งสองข้อ จึงควรมีการแก้ไขโครงสร้างของอุตสาหกรรมส่วนใหญ่ของประเทศ โดยรัฐบาลควรเป็นผู้กำหนดนโยบายและดำเนินการในเรื่องต่าง ๆ ได้แก่

- การกำหนดประสิทธิภาพของเครื่องมือเครื่องจักรให้สูงขึ้นกว่าเดิม
- รวบรวมแนวคิดของผู้เชี่ยวชาญต่าง ๆ
- หาแนวทางการแก้ไขปัญหาด้านการเงิน
- ออกกฎหมายป้องกันการดำเนินธุรกิจแบบผูกขาด

และจากสภาพความเป็นจริงเราจะพบเสมอว่า อุตสาหกรรมขนาดเล็กและขนาดกลาง จะมีปัญหาในการประกอบการ โดยเฉพาะอย่างยิ่งคือ การขาดความรู้ความชำนาญในการที่จะเลือกเทคโนโลยีมาใช้ให้เหมาะสมกับกิจการของตน แต่ก็อาจไม่เป็นเช่นนี้เสมอไปเพราะว่า บางกิจการก็รู้ว่าจะต้องใช้เทคโนโลยีอะไร แต่ก็ขาดแคลนเงินทุนหรือขาดผู้ที่มีความรู้มาถ่ายทอด

เทคโนโลยีให้ และเรื่องที่มีมักจะพบปัญหาบ่อย ๆ ก็คือในการถ่ายทอดเทคโนโลยีให้ได้ผลนั้นบางครั้งในกิจการขนาดเล็กก็ไม่สามารถทำได้ในกิจการที่ดำเนินการมาก่อนแล้วเพราะอาจมีการต่อต้านการใช้เทคโนโลยีใหม่ แต่ถ้าผู้ประกอบการได้แสดงถึงความตั้งใจจริงและมีการกระจายรายได้อย่างยุติธรรมแล้ว การยอมรับในเทคโนโลยีนั้น ๆ ก็จะเกิดขึ้นตามมา

3. เทคโนโลยีกับการพัฒนา (Technology and Development)

เทคโนโลยีเป็นปัจจัยหนึ่งที่ทำให้เกิดการพัฒนาศรษฐกิจและสังคมเพราะเทคโนโลยีเป็นตัวที่ทำให้เกิดผลผลิตเพิ่มขึ้น ซึ่งจากการที่ผลผลิตเพิ่มขึ้นจะเป็นตัวบ่งชี้ว่าเศรษฐกิจของประเทศนั้นเจริญขึ้น (มีการพัฒนา) แต่ในปัจจุบันมีสิ่งที่จะต้องตระหนักก็คือ ถึงแม้ว่าหลายประเทศต้องการให้เศรษฐกิจประเทศของตนมีการพัฒนาก็ตาม ทุกประเทศก็ต้องพยายามทำให้ทรัพยากรธรรมชาติ ประสพการณ์และความมุ่งหมายของโลกอยู่ในแนวที่ต้องการแนวเดียวกันหรือเหมือนกัน ประเทศกำลังพัฒนามักจะขาดแคลนทรัพยากรประเภททุนและมีพื้นความรู้ทางเทคโนโลยีต่ำ ดังนั้นในการที่จะยกระดับกิจกรรมในการผลิตให้สูงขึ้นนั้น ไม่ควรจะใช้วิธีการลอกเลียนแบบหรือยอมรับวิธีการของประเทศพัฒนามาใช้ทั้งหมด แต่ควรจะนำวิธีการที่เคยประสบความสำเร็จและหลีกเลี่ยงความล้มเหลวที่เคยประสบมาใช้ (นำประสบการณ์ในอดีตมาใช้) ในการแก้ปัญหาทั้งนี้เพราะการที่จะไปลอกเลียนแบบหรือนำเทคโนโลยีของประเทศที่พัฒนาแล้วมาใช้โดยตรงนั้นอาจทำไม่ได้ เพราะอาจก่อให้เกิดผลเสียได้ เช่น ปัญหามลภาวะต่อสิ่งแวดล้อม ปัญหาการว่างงาน เป็นต้น

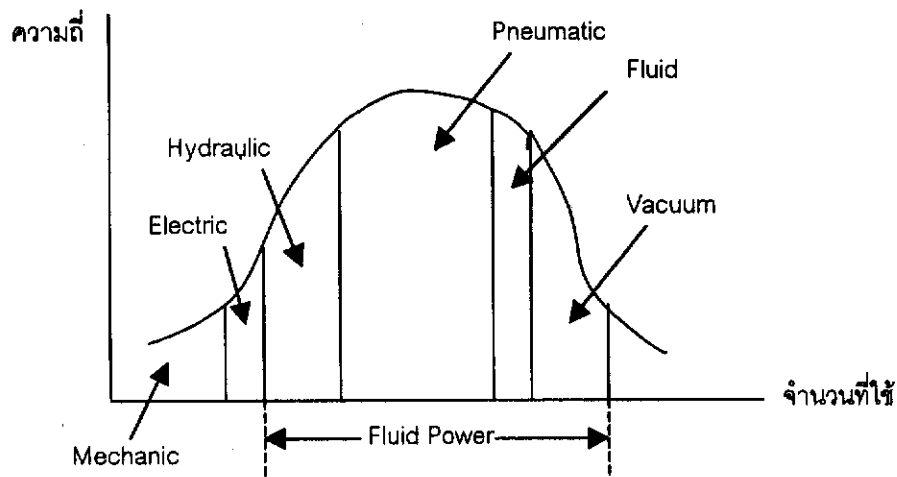
ซึ่งวิธีการแก้ปัญหาต่าง ๆ เหล่านี้จะแตกต่างกันไปตามสภาพของปัญหานั้น ๆ จะระบุวิธีการแก้ปัญหาให้ตายตัวลงไปนั้นทำได้ยากหรือทำไม่ได้เลย แต่ไม่ว่าจะแก้ปัญหาด้วยวิธีใดก็ตามควรจะต้องตระหนักว่ามนุษย์เราทุกวันนี้เพิ่มความเป็นมนุษย์กลมากขึ้นทุกที

4. ระบบมนุษย์กล (Automation)

ในการใช้ชีวิตของมนุษย์เราทุกวันนี้ไม่ว่าจะเป็นกิจกรรมในครัวเรือนหรือธุรกิจอุตสาหกรรม จะพบว่ามนุษย์กล (automaton) จะเข้ามามีส่วนเกี่ยวข้องเพิ่มมากขึ้นทุกทีทั้งนี้เนื่องจากมันมีคุณสมบัติต่อมนุษย์เป็นอย่างมาก

ระบบมนุษย์กล (automation) มีความหมายตามพจนานุกรม คือ การเปลี่ยนไปใช้เครื่องจักรแทนคนในอุตสาหกรรม แต่ความหมายของระบบมนุษย์กลที่รู้จักกันโดยทั่วไปนั้น

หมายถึง การที่เราทำให้เครื่องจักรมีประสิทธิภาพในการทำงานสูงขึ้นโดยการใช้ระบบอัตโนมัติ (automatic) เข้าไปทำการควบคุมเครื่องจักรอีกทีหนึ่ง สิ่งที่จะทำให้เกิดระบบมนุษย์กลได้นั้นมีอยู่หลายประเภท เช่นระบบไฟฟ้า (electric) ระบบไฮดรอลิค (hydraulic) ระบบนิวเมติก (pneumatic) ฟลูอิด (fluid) ระบบสุญญากาศ (vacuum) หรือระบบกลไก (mechanic) เป็นต้น โดยใช้วิธีตัวเองควบคุมตัวเอง (self-acting) ซึ่งตัวอย่างของการใช้ตัวเองควบคุมตัวเองนั้น ได้แก่ การทำงานของตู้เย็น เครื่องปรับอากาศ ฯลฯ ลักษณะการใช้งานของแต่ละระบบที่กล่าวมานี้จะไม่เหมือนกัน ดังจะเห็นได้จากรูปข้างล่างนี้ที่แสดงให้เห็นถึงการที่ระบบต่าง ๆ ทำให้เกิดระบบมนุษย์กลตามความมากน้อยที่แตกต่างกัน



รูปที่ 2-1 แสดงการนำระบบต่าง ๆ มาใช้กับระบบมนุษย์กล

จากรูปจะเห็นว่า Fluid Power ซึ่งประกอบด้วยระบบไฮดรอลิค ระบบนิวเมติก-ฟลูอิด และระบบสุญญากาศ ซึ่งทั้งหมดนี้เกี่ยวข้องกับของเหลวหรือของไหล ซึ่งหมายถึงน้ำและอากาศจะถูกนำมาใช้งานมากที่สุด โดยมีสาเหตุมาจากมีราคาถูก มีระบบการทำงานที่ไม่ซับซ้อน และสะดวกต่อการออกแบบอุปกรณ์หรือเครื่องมือที่ใช้งานร่วมกัน เช่นการใช้กังหันลมจุดระเบิด วิดน้ำ เป็นต้น

5. ความนึกคิดของผู้ประกอบการอุตสาหกรรมเกี่ยวกับมนุษย์กล

ผู้ประกอบการกิจการอุตสาหกรรมส่วนใหญ่มักจะคิดว่า ระบบมนุษย์กลนี้สามารถนำมาประยุกต์ใช้ได้เฉพาะในโรงงานอุตสาหกรรมขนาดใหญ่ ที่ผลิตสินค้าเป็นจำนวนมาก ๆ (mass production) เท่านั้นและการที่จะนำมนุษย์กลมาใช้ในอุตสาหกรรมขนาดเล็กนั้นจะเป็นการเสี่ยงต่อการขาดทุนเพราะต้องใช้เงินลงทุนสูง การดำเนินการมีความจำเป็นต้องจ้างผู้ที่มีความรู้ความชำนาญทางด้านมนุษย์กลมาทำงานเท่านั้น ฉะนั้นจึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องชี้แจงเหตุผลและความหมายที่ถูกต้องของคำว่าระบบมนุษย์กล (automation) ให้แก่ผู้ประกอบการกิจการอุตสาหกรรมได้ทราบเพื่อเป็นการลบล้างความคิดที่ผิดออกไปให้หมด

เมื่อเราพูดถึงคำว่า “มนุษย์กล” ผู้ที่ได้ยินจะนึกไปทันทีว่าการทำงานทุกอย่างใช้ระบบมนุษย์กลทั้งหมด (pure automation หรือ full automation) โดยใช้การควบคุมของเครื่องคอมพิวเตอร์ (computer) และตาไฟฟ้า (spectacular automatic control) โดยการทำงานต่าง ๆ จะต้องเป็นไปอย่างต่อเนื่อง (continuous process) ซึ่งความคิดอันนี้เองที่ทำให้ผู้ประกอบการอุตสาหกรรมขนาดเล็กตกใจ เพราะได้เคยไปเห็นระบบมนุษย์กลในโรงงานอุตสาหกรรมขนาดใหญ่มาแล้ว เหตุผลอีกอย่างหนึ่งก็คือ ผู้ประกอบการอุตสาหกรรมคิดว่าคำว่ามนุษย์กลเป็นเทคนิคใหม่ที่ค้นคิดกันขึ้นมาแต่ความเป็นจริงแล้วมีการใช้กันมาตั้งแต่สมัยโบราณแล้ว ซึ่งจะขอยกตัวอย่างง่าย ๆ ที่สามารถเห็นได้ในบ้านเราจนถึงปัจจุบันนี้ก็คือ การใช้กังหันลมมาดูดระเหยไอน้ำ ไม่ว่าจะลมจะมาจากทิศใดกังหันก็สามารถปรับตัวเองให้รับทิศทางลมได้ด้วยตัวของมันเอง ซึ่งบางท่านอาจจะคิดว่าเป็นเพียงเครื่องช่วยทุ่นแรงเท่านั้นเอง ตัวอย่างอีกอันหนึ่งก็คือ ในปี ค.ศ.1725 บราซิล บูชอง (Basile Bouchon) ได้ออกแบบสร้างนูกทอผ้าโดยใช้บัตรที่มีรู (punched card) เป็นตัวกำหนดสายผ้า ซึ่งเป็นการป้อนข้อมูลคล้ายกับเครื่องคอมพิวเตอร์ในปัจจุบัน และปัจจุบันเครื่องจักรแบบนี้ยังเป็นที่นิยมใช้กันทั่วไป ตัวอย่างทั้งสองนี้แสดงให้เห็นอย่างชัดเจนว่าคำว่า มนุษย์กลมีอายุการทำงานมากกว่าคำของมันเองอีก

เมื่อผู้ประกอบการกิจการอุตสาหกรรมมีความเข้าใจเกี่ยวกับมนุษย์กลแล้ว จะต้องนำไปติดต่อไปว่าในโรงงานอุตสาหกรรมของตนนั้น สามารถนำระบบมนุษย์กลเข้าไปประยุกต์ใช้ได้หรือไม่ โดยผู้ประกอบการควรจะต้องพิจารณาเรื่องต่าง ๆ ดังนี้

- 1) จะต้องศึกษาดูว่าเครื่องจักรที่เรามีอยู่แล้วสามารถดัดแปลงให้มีประสิทธิภาพในการทำงานดีขึ้นได้โดยมนุษย์กลหรือไม่ ทั้งนี้เพื่อจะได้หลีกเลี่ยงการลงทุนซื้อเครื่องจักรที่ทันสมัย

มาใช้เพราะจะทำให้ต้นทุนสูงขึ้น ซึ่งผิดหลักการของการจะนำมนุษย์กลมาใช้เพื่อลดต้นทุนการผลิต

2) เครื่องจักรที่มีอยู่แล้วนั้นยังคงอยู่ในสภาพที่พร้อมที่จะนำส่วนประกอบเกี่ยวกับมนุษย์กลเข้าไปเพิ่มได้หรือไม่ ทั้งนี้เพื่อให้มีประสิทธิภาพในการทำงานที่ดีขึ้น

3) เมื่อพบว่าเครื่องจักรเก่าที่มีอยู่แล้วสามารถดัดแปลงได้ควรทำการดัดแปลงแบบค่อยเป็นค่อยไปเพื่อดูข้อดีข้อเสียที่เกิดจากการดัดแปลงไปด้วย และจะทำให้เกิดการประหยัดโดยการนำชิ้นส่วนเก่า ๆ มาใช้ได้ จะได้ไม่ต้องไปซื้อชิ้นส่วนใหม่ หรือถ้าซื้อก็จะซื้อเฉพาะเท่าที่จำเป็นเท่านั้น

4) สิ่งที่สำคัญก็คือจะต้องรู้ว่าเงินทุนที่ลงไปเครื่องจักรนั้นสามารถเรียกกลับคืนมาได้อย่างรวดเร็วด้วย ไม่ใช่กว่าจะได้เงินคืนมาเป็นระยะเวลาเนิ่นนานเกินไปมันจะไม่คุ้มทุน

5) ในการออกแบบให้ชิ้นส่วนของมนุษย์กลให้เข้ากับเครื่องจักรที่มีอยู่แล้วนั้น จะต้องพยายามออกแบบให้ง่ายที่สุดเพื่อเป็นการลดต้นทุน และเพื่อที่เราจะได้สามารถทำได้เองในโรงงานของเราและเมื่อเวลาเกิดขัดข้องเราก็สามารถซ่อมแซมได้เองด้วย นอกจากนี้ส่วนประกอบของมนุษย์กลที่จะใช้นั้นควรใช้ชิ้นส่วนที่เป็นมาตรฐานและสามารถใช้กับงานอื่น ๆ ได้ด้วย

นอกจากนี้ยังมีสิ่งที่จะต้องคำนึงถึงครั้งสุดท้ายก่อนที่จะตัดสินใจใช้ระบบมนุษย์กลอีก 3 ข้อ คือ

1) ในกรรมวิธีการผลิตที่ใช้มาก่อนแล้วนั้น ควรจะตัดขั้นตอนใดออกได้บ้าง เพื่อเป็นการลดต้นทุน สิ่งแรกที่ต้องคำนึงถึงในการตัดออกไปก็คือ การขนย้าย และขั้นตอนการผลิตที่ไม่จำเป็น เช่น การกำหนดตำแหน่งการจับชิ้นงาน การทำความสะอาดชิ้นงาน เป็นต้น

2) ขั้นตอนการผลิตสามารถนำมารวมเข้าด้วยกันได้หรือไม่ กล่าวคือหลังจากที่ตัดขั้นตอนและการขนย้ายที่ไม่จำเป็นออกไปแล้ว จะต้องมาพิจารณาว่า ขั้นตอนไหนควรจะทำการรวมกันได้บ้าง เพราะจะเป็นการช่วยลดเวลาการผลิต ลดการขนย้าย และลดกำลังคนได้ด้วย

3) ควรจะปรับปรุงขั้นตอนในการทำงานหรือไม่ เพราะการปรับปรุงนี้จะช่วยทำให้คุณภาพของงานดีขึ้น เศษวัสดุเหลือใช้น้อยลง และยังช่วยยืดอายุการใช้งานของเครื่องจักรได้อีกด้วย หลังจากที่ได้คำนึงถึงสิ่งต่าง ๆ ที่กล่าวมาแล้วนี้อย่างถูกต้อง ผลลัพธ์ของการลงทุนโดยใช้ระบบมนุษย์กลจะให้ผลคุ้มค่าทีเดียว แต่จะต้องนึกอยู่เสมอว่ามนุษย์กลไม่ใช่การรักษาโรคที่สามารถจะรักษาการจัดการที่ไม่ดี (poor management) การวางแผนโรงงาน (plant

organization) ที่ไม่ดี และกรรมวิธีการผลิตที่ไม่ดีได้ เมื่อไรก็ตามที่โรงงานสามารถทำให้การจัดการ (management) มีบรรยากาศที่ดีได้แล้วเมื่อนั้นมนุษย์กลจะมีประโยชน์ทันที

นอกจากนี้ควรจะทราบถึงประโยชน์และข้อจำกัดของมนุษย์กล ซึ่งเป็นลักษณะหนึ่งของการนำเอาเทคโนโลยีเข้าไปลดต้นทุนของโรงงานอุตสาหกรรมแล้ว ยังจะต้องทำการศึกษาในด้านต่าง ๆ อีก เช่น ด้านนโยบายการจัดการ ฯลฯ ประกอบด้วย เพราะจะก่อให้เกิดผลดีต่อประสิทธิภาพการผลิตคือมีขนาดการผลิตที่เหมาะสมและมีการสร้างงานใหม่เกิดขึ้น

6. มูลเหตุที่นำระบบมนุษย์กลมาใช้

มูลเหตุที่เรานำเอาระบบมนุษย์กล (automation) มาใช้กับเครื่องจักรเป็นส่วนใหญ่ นั้นก็เพื่อเป็นการลดค่าใช้จ่ายต่าง ๆ ลง แต่การที่เราลดค่าใช้จ่ายลงไปนี้เราจำเป็นต้องคำนึงถึงปัจจัยอื่น ๆ ประกอบด้วย และที่สำคัญจะต้องไม่ไปทำให้ต้นทุนการผลิตสูงขึ้นอีกเพราะจะทำให้ขัดกับหลักการที่นำระบบมนุษย์กลมาใช้เพื่อจะลดต้นทุนการผลิต (low cost automation)

7. ประโยชน์ของมนุษย์กลในกิจการอุตสาหกรรม

ประโยชน์ที่เห็นได้ค่อนข้างชัดก็คือ การใช้มนุษย์กลในประเทศที่ขาดแคลนแรงงาน หรือในที่ที่ถึงแม้ว่าจะมีแรงงานแต่ขาดแคลนช่างฝีมือ นอกจากนี้มนุษย์กลยังมีประโยชน์ในการทำงานอีกดังต่อไปนี้

1) ช่วยลดสิ่งที่ไม่ดีของมนุษย์ที่มีอิทธิพลต่อกระบวนการผลิต เช่น ความเบื่อหน่ายที่ต้องทำงานที่ซ้ำซาก จำเจ ทั้งนี้เนื่องมาจากเกิดความเบื่อหน่ายในการทำงาน ซึ่งจะส่งผลให้งานที่ทำได้จะออกมาไม่ดีหรือเสร็จช้ากว่ากำหนด

2) ช่วยปรับปรุงคุณภาพของผลิตภัณฑ์ให้ดีขึ้น หรือให้มีคุณภาพสม่ำเสมอ

3) ช่วยเพิ่มความปลอดภัยในการทำงาน เช่น ในโรงงานอุตสาหกรรมที่มีความร้อนมาก ๆ อย่างเช่นโรงงานหลอมเหล็ก โรงงานที่มีเสียงดังมาก ๆ เช่นโรงงานแก้ว

4) ช่วยลดระยะเวลาในการผลิต

5) เป็นการเปิดโอกาสให้คนที่มีความรู้ต่ำได้มีงานทำ เพราะมนุษย์กลจะทำงานตามคำสั่งที่ได้ตั้งไว้ เพียงแต่มีคนคอยควบคุมการทำงานของมันอีกทีหนึ่ง

ซึ่งจากตัวอย่างของประโยชน์ที่กล่าวมานี้ จะเห็นว่ามนุษย์กลมีประโยชน์และสามารถนำไปใช้ในกิจการต่าง ๆ หลากรูปแบบทั้งในอุตสาหกรรมขนาดใหญ่หรือขนาดเล็กก็ได้

และยังสามารถทำงานที่ละเอียดอ่อนแทนมนุษย์ก็ได้โดยมีระบบการมองและการรับความรู้สึกได้ เช่น การขจัดโลหะให้มีความเงางามหลังจากที่หลอมออกมาเป็นรูปร่างแล้วมนุษย์ก็ จะทำการ ขัดตรงส่วนที่ยังไม่เรียบร้อยให้เรียบร้อยและมีความเงางาม

ถึงมนุษย์ก็จะมีประโยชน์อย่างไรก็ตามแต่ก็ยังไม่สามารถทำงานแทนมนุษย์ได้ทุก อย่าง เพราะมันปรับตัวเองไม่ได้เหมือนมนุษย์ คือถ้ามีปัญหาเกิดขึ้นมันไม่สามารถจะทำงานได้ เพราะว่ามันไม่รู้จักรหัสการแก้ปัญหา มันจะทำงานเฉพาะตามคำสั่งเท่านั้น และที่สำคัญมนุษย์ก็ จะไม่สามารถสร้าง (create) งานขึ้นมาได้เอง

8. แนวความคิดของนักเศรษฐศาสตร์กับการพัฒนาเทคโนโลยี

การปฏิวัติทางอุตสาหกรรม (industrial revolution) ได้เกิดขึ้นในช่วงคริสต์ศตวรรษ ที่ 18-19 โดยมีเทคโนโลยีเป็นปัจจัยที่สำคัญ ที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงครั้งใหญ่นี้ คือมีการ สร้างสรร ประดิษฐ์และคิดค้นสิ่งใหม่ ๆ (innovation) ขึ้นมาทำงานแทนคนและสัตว์ ซึ่งเครื่องมือที่ ประดิษฐ์หรือสร้างขึ้น (invention) นี้ถูกนำมาใช้เป็นเครื่องทุ่นแรงในการเพิ่มผลผลิตของโรงงาน ดังที่ปรากฏหลักฐานว่าในปี ค.ศ. 1923 ได้มีการพัฒนาอุตสาหกรรมการทอผ้าขึ้นในประเทศ อังกฤษ โดยการนำเครื่องปั่นด้ายและกี่ทอผ้าที่ทำงานด้วยเครื่องจักรแทนแรงงาน ซึ่งทำให้เกิดการ ตื่นตัวในการผลิตกันตลอดมา และได้มีนักเศรษฐศาสตร์หลายคนได้พิจารณาเห็นถึงประโยชน์ และปัญหาที่อาจจะเกิดขึ้นจากการพัฒนาเทคโนโลยี ซึ่งได้แก่

1) Joseph Schumpeter ได้ให้ความสำคัญต่อการประดิษฐ์คิดค้นสิ่งใหม่ ๆ (innovation) โดยเขาเห็นว่าผู้ประกอบการ (entrepreneur) ที่มีความคิดริเริ่ม จะเป็นผู้เลือกสรร ประดิษฐ์กรรมและกรรมวิธีที่มีช่องทางที่จะทำให้เกิดกำไร โดยการนำเอาเทคนิคนั้นไปใช้ก่อนผู้ อื่น อันจะส่งผลให้เกิดประโยชน์ต่อเศรษฐกิจ สำหรับผู้คิดค้นประดิษฐ์กรรมหรือพัฒนากรรมวิธี การผลิตใหม่ ๆ (innovator) ขึ้นมาใช้นี้จะเป็นคนเดียวกันกับผู้ค้นคิด (inventor) หรือเป็นคนละ คนก็ได้ ดังนั้น Joseph จึงได้เห็นถึงความสำคัญในการพัฒนาประเทศ ว่าขึ้นอยู่กับปัจจัย 2 อย่าง คือ

ก. การประดิษฐ์คิดค้น (innovation)

ข. ความสามารถในการประกอบการ (entrepreneur ability)

2) Semonde de Sismondi เป็นนักเศรษฐศาสตร์ชาวฝรั่งเศสได้ค้นคว้าแนวความคิดในเรื่อง การพัฒนาอุตสาหกรรม หลังจากการปฏิวัติทางอุตสาหกรรม โดย Semonde เห็น

ความสำคัญในการปรับปรุงประสิทธิภาพในการผลิตด้วยการนำเอาเทคนิคใหม่ ๆ (technical innovation) มาใช้ เพื่อลดต้นทุนการผลิตและราคาสินค้าลงอันเป็นผลดีต่อผู้บริโภคที่จะได้รับประโยชน์ในด้านราคาที่ถูกลง แต่ Semonde ไม่เห็นว่าผลผลิตที่เพิ่มขึ้นจะทำให้มีคนซื้อสินค้ามากขึ้นถึงแม้ว่าราคาของสินค้าจะถูกลง แต่จะมีผลทำให้เกิดปัญหาต่อเนื่องของการนำเอาเทคนิคใหม่ ๆ มาใช้ก็คือปัญหาการว่างงานหรือการนำเอาเทคโนโลยีในรูปแบบของเครื่องจักรมาใช้งานแทนแรงงานคนและปัญหาของราคาของเครื่องจักรนั้นจะมีราคาแพงซึ่งมีเพียงเฉพาะอุตสาหกรรมขนาดใหญ่ที่สามารถซื้อได้เท่านั้น ดังนั้นอุตสาหกรรมขนาดเล็กย่อมไม่สามารถจะผลิตแข่งขันได้ ก็จำเป็นต้องเลิกกิจการไป และในขณะที่เครื่องจักรสามารถเพิ่มผลผลิตได้มากเกินความต้องการ (over production) แต่อำนาจในการซื้อ (purchasing power) ลดลง ย่อมจะนำไปสู่วิกฤตการณ์ทางเศรษฐกิจ (economic crisis) ได้

3) George M. Foster ได้ชี้ถึงขบวนการอันซับซ้อนของการพัฒนาเทคโนโลยีซึ่งเป็นไปได้ที่จะมีการพัฒนากรรมวิธีทางเทคโนโลยี (technological development) ขึ้นมาได้เอง แต่การพัฒนาทางเทคโนโลยีจะต้องเกิดขึ้นพร้อม ๆ กับการเปลี่ยนแปลงของชนบทรรมนิยม สังคม และพฤติกรรมของประชาชน มากกว่าที่จะเป็นการเปลี่ยนแปลงในด้านวัตถุและเทคนิคใหม่ ๆ

4) E. F. Schamacher นักเศรษฐศาสตร์ชาวอังกฤษได้ให้ความเห็นว่า การเลือกใช้ระดับของเทคโนโลยีที่เหมาะสม (appropriate technology) สำหรับประเทศกำลังพัฒนาได้แก่ เทคโนโลยีระดับกลาง (intermediate technology) ซึ่งไม่ค่อยยุ่งยากซับซ้อน และเหมาะสมกับความสามารถของแรงงานส่วนใหญ่ภายในประเทศ แนวความคิดของ Schamacher เกี่ยวกับเทคโนโลยีระดับกลางได้แก่ เทคโนโลยีชนิดที่ใช้พลังงานต่ำ มีกลไกง่าย ๆ ไม่ซับซ้อน แต่มีคุณภาพในการผลิตสูงกว่าการผลิตแบบพื้นฐาน และเนื่องจากการใช้ต้นทุนในการดำเนินงานต่ำกว่า เทคโนโลยีระดับสูงเป็นจำนวนมากย่อมจะกระจายออกไปได้กว้างขวางกว่า อีกทั้งเทคนิคและวิธีการที่ง่าย สามารถควบคุมและดำเนินการได้โดยคนทั่วไปซึ่งไม่มีทักษะในทางเครื่องจักรกลมาก่อน

5) Saint Simon นักเศรษฐศาสตร์ชาวฝรั่งเศสเป็นผู้สนับสนุนการตื่นตัวทางอุตสาหกรรม หลังจากการปฏิวัติในฝรั่งเศสระหว่างคริสต์ศตวรรษที่ 17-18 โดยการนำเอาเทคโนโลยีและวิทยาศาสตร์มาใช้ในการพัฒนาทางเศรษฐกิจ โดยการส่งเสริมให้มีผู้เชี่ยวชาญทางเทคนิคและวิทยาศาสตร์มากที่สุด และ Simon ได้เสนอแผนสภาอุตสาหกรรม (industrial parliament)

โดยมีนักวิทยาศาสตร์และนักอุตสาหกรรมเป็นผู้วางแผนทางเศรษฐกิจ ในแง่ของการผลิตเทคโนโลยีระดับกลางก็สามารถให้ผลต่อหน่วย ต่อปัจจัยที่ใช้ในอัตราที่สูงกว่าเทคโนโลยีระดับสูง

6) Mesarovic และ Pestel ได้ให้ทัศนะเกี่ยวกับการนำเอาเทคโนโลยีระดับสูงมาใช้ในประเทศกำลังพัฒนาว่า ควรจะพัฒนาให้คนในสังคมเกิดจรรยาบรรณใหม่เสียก่อน และในการใช้ทรัพยากรธรรมชาติสมควรมีการพัฒนาเทคโนโลยีชนิดใหม่ ๆ ขึ้นมาใช้ในการผลิต โดยคำนึงถึงกรรมวิธีในการผลิตที่ใช้ปริมาณทรัพยากรน้อยที่สุดแต่ให้ผลผลิตที่ใช้ได้ยาวนาน ไม่ใช่การผลิตที่มุ่งหวังแต่กำไรสูงสุดเป็นเกณฑ์ นอกจากนั้น จะต้องปลูกฝังนิสัยให้ประชาชนรู้จักการประหยัด และมีความภาคภูมิใจในการอนุรักษ์ แทนที่จะภูมิใจกับการฟุ่มเฟือยฟุ้งเฟ้อ

7) Friedrich List and Adam Maller นักเศรษฐศาสตร์ชาวเยอรมันมีแนวความคิดว่า อุตสาหกรรมและเทคโนโลยีจะเป็นพลังทางสังคมที่ส่งผลช่วยให้มีการปรับปรุงแรงงานและทุนให้เหมาะสม และ List เชื่อว่าการพัฒนาอุตสาหกรรมจะไม่ขึ้นอยู่กับความสามารถในการผลิตเพียงอย่างเดียว แต่ความสามารถในการผลิตนั้นจะต้องมีรัฐบาลทำหน้าที่คุ้มครองในด้านการค้าด้วยการตั้งกำแพงภาษี เพื่อปกป้องทรัพยากรของชาติให้เพียงพอ และปกป้องคุ้มครองอุตสาหกรรมทารก (infant industry)

8) Frances Stewart กล่าวไว้ในหนังสือ "Technology and Underdevelopment" ว่าเป็นไปไม่ได้ที่จะเลือกเทคโนโลยีชนิดใดชนิดหนึ่งเพื่อนำมาใช้ในประเทศกำลังพัฒนาได้อย่างเหมาะสม ดังนั้นการเลือกเทคโนโลยีที่เหมาะสมสำหรับประเทศใดประเทศหนึ่งนั้น เราต้องเปรียบเทียบเทคนิคต่าง ๆ ที่มีอยู่ว่าเป็นลักษณะที่ใช้ทุนเป็นส่วนใหญ่ (capital intensive) หรือแรงงานเป็นส่วนใหญ่ (labor intensive) ไม่ว่าจะการเพิ่มเทคโนโลยีในประเทศใดก็ตาม จะก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของดุลยภาพของระบบเศรษฐกิจ ปัญหาต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นในประเทศกำลังพัฒนาส่วนใหญ่จะมีลักษณะคล้ายคลึงกันคือ ปัญหาของการเกิดระบบเศรษฐกิจทวิลักษณะ¹ (dualism) คือแบบสมัยใหม่ (modern) และแบบเก่า (traditional) เกิดการแบ่งแยกระหว่างความเจริญในเขตเมือง (urban) และเขตชนบท (rural) และปัญหาของการทำงานต่ำกว่าระดับ (underemployment) ซึ่งเกิดขึ้นในเขตชนบท และการว่างงานที่เพิ่มขึ้น (unemployment) ในเขตเมือง (urban area) โดยทั่ว ๆ ไปประสิทธิภาพในการผลิตของแรงงานจะอยู่ในระดับต่ำ ปัญหาในด้านการกระจายรายได้ (income distribution) และมีอำนาจในการซื้อจำกัด การอุปโภคบริโภคในสินค้าที่มีคุณภาพดีและราคาแพง บุคคลที่ร่ำรวยซึ่งเป็นคนกลุ่มน้อยในสังคมเท่านั้นที่สามารถจัดซื้อได้ สำหรับการกำหนดขนาดในการผลิต (scale of production) จะเป็นส่วนสำคัญหนึ่งที่จะ

ช่วยคัดเลือกเทคโนโลยีที่เหมาะสม และเนื่องจากขนาดของตลาดส่วนใหญ่ในประเทศกำลังพัฒนามีลักษณะแคบ การเลือกใช้โรงงานที่มีกำลังผลิตขนาดเล็ก จึงเป็นการเหมาะสมกว่า

9) Gustav Ranis ศาสตราจารย์ในมหาวิทยาลัย Yale (ท่านได้เขียนหนังสือเกี่ยวกับการพัฒนาเทคโนโลยีถึง 8 เล่ม และบทความประมาณ 70 บท) ได้กล่าวเกี่ยวกับเทคโนโลยีที่เหมาะสมไว้ว่า จะต้องขึ้นอยู่กับสภาพของประเทศ ทรัพยากรธรรมชาติที่มีอยู่ ความพอใจในเทคโนโลยี และระยะเวลาที่มีความต้องการใช้เทคโนโลยี เป็นส่วนประกอบที่สำคัญในการเลือกเทคโนโลยีที่เหมาะสม มากกว่าการยึดถือขนาดของเทคโนโลยี เพราะผู้ซื้อเทคโนโลยีสมควรจะเข้าใจถึงสภาพที่ได้กล่าวข้างต้นก่อนที่จะทำการเลือกขนาดของเทคโนโลยีว่า เทคโนโลยีเหมาะสมควรจะเป็นระดับเล็ก (small technology) ระดับกลาง (intermediate technology) ระดับสูง (advanced technology) การซื้อเทคโนโลยีสมัยใหม่ (modern technology) หรือการซื้อของใช้แล้ว (second hand) เป็นต้น

9. บทบาทและความสำคัญของเทคโนโลยีในการพัฒนาการเศรษฐกิจ

ในตอนต้นได้ชี้ให้เห็นแล้วว่า เทคโนโลยีมีส่วนช่วยให้มนุษย์รู้จักเพาะปลูก และผลิตสิ่งของกับบริการต่าง ๆ ที่จำเป็นในการดำรงชีวิต และช่วยให้การครองชีวิตเป็นไปโดยความผาสุกเพิ่มพูนมากยิ่งขึ้น ในสมัยปัจจุบัน นักเศรษฐศาสตร์อธิบายความสำคัญของเทคโนโลยีด้วยฟังก์ชันการผลิต² (production function) ซึ่งจะกล่าวโดยสรุปได้ว่า ในการผลิตสิ่งของหรือบริการประเภทใดนั้น จะใช้ส่วนผสมของปัจจัยการผลิตคือ แรงงาน ทูณ ที่ดินและทรัพยากรธรรมชาติอย่างละเท่าใดและจะได้ผลผลิตเท่าใดนั้น ขึ้นอยู่กับเทคโนโลยี เมื่อการพัฒนาเศรษฐกิจมีวัตถุประสงค์ที่จะเพิ่มผลผลิต เทคโนโลยีย่อมเป็นหัวใจสำคัญในการเพิ่มพูนผลผลิตของระบบเศรษฐกิจ หากขาดเทคโนโลยี ระบบเศรษฐกิจจะพัฒนาไปไม่ได้

ถ้าพิจารณาย้อนหลังไปในอดีตจะเห็นได้ว่า เทคโนโลยีช่วยให้มนุษย์รู้จักนำไม้และถ่านมาใช้เป็นเชื้อเพลิง ต่อมาถ่านหินจึงได้ถูกนำมาใช้ประโยชน์ในการให้พลังงานความร้อนและพลังงานรูปอื่นแก่อุตสาหกรรม แต่เมื่อกังวลกันว่าถ่านหินจะหมดไปจากโลกนี้ในอนาคตอันใกล้ เทคโนโลยีก็ช่วยให้มนุษย์รู้จักนำน้ำมันมาใช้ผ่อนคลายความสิ้นเปลืองของถ่านหิน ต่อมาพอมองเห็นว่าถ่านหินและน้ำมันจะไม่มีให้ใช้ต่อไปอีกแล้ว เทคโนโลยีช่วยให้มนุษย์รู้จักใช้ประโยชน์ของพลังงานปรมาณูอันมีมหาอำนาจเหนือกว่าพลังงานจากน้ำมัน นักเศรษฐศาสตร์บางท่านกล่าวว่า สิ่งใดจะเป็นทรัพยากรธรรมชาติหรือไม่นั้นขึ้นอยู่กับบทบาทของเทคโนโลยี ดังจะเห็นได้ว่าน้ำ

มันและแร่ก็มีมันตรงสี่ได้กล่าวเป็นทรัพยากรธรรมชาติที่สำคัญไปเสียแล้ว ส่วนถ่านหินกำลังด้วยความสำคัญลง เหล่านี้ล้วนแต่เป็นบทบาทของเทคโนโลยีทั้งนั้น

1) การเพิ่มผลผลิต (Productivity)

ถ้าเรามององค์กรทางธุรกิจเราจะพบว่าโดยทั่วไปหน่วยงานหลักขององค์กรจะประกอบด้วย³

ก. งานผลิต ซึ่งจะวัดผลการดำเนินงานในรูปของประสิทธิภาพ (efficiency)

ข. งานตลาด จะวัดผลการดำเนินงานในรูปของประสิทธิผล (effective)

การวัดประสิทธิภาพ เป็นการวัดว่าการดำเนินงานขององค์กรหรือหน่วยงานนั้นสามารถทำงานได้ตามเป้าหมายที่กำหนดไว้หรือไม่ ซึ่งเป้าหมายมักจะกำหนดไว้เป็นตัวเลข เช่น กำหนดว่าคนงานควรจะมีผลผลิตของได้จำนวน 100 ชิ้นต่อชั่วโมง เป็นต้น ถ้าคนงานทำได้ก็จะถือว่าหน่วยงานนั้นมีประสิทธิภาพ

การวัดประสิทธิผล เป็นการวัดที่ต่อจากการวัดประสิทธิภาพ กล่าวคือ นอกจากจะดูว่าการดำเนินงานของหน่วยงานหรือองค์กรเป็นไปตามเป้าหมายที่กำหนดไว้หรือไม่แล้ว ยังจะต้องดูอีกว่าการดำเนินงานนั้นทำให้เกิดมูลค่าหรือไม่ ถ้าผลของการดำเนินงานนั้นไม่ได้ทำให้เกิดมูลค่า ก็ถือว่าไม่มีประสิทธิผล

จากที่กล่าวมาจะเห็นได้ว่ก่อนที่จะเกิดประสิทธิผลนั้นจะต้องมีประสิทธิภาพเกิดขึ้นก่อน และทั้งประสิทธิภาพและประสิทธิผลจะนำไปสู่คำว่า "Productivity" ซึ่งมีคำที่ใช้เรียกในภาษาไทยหลายคำ ได้แก่ ผลิตภาพ ผลิตผล การเพิ่มผลผลิต

การเพิ่มผลผลิต เป็นเครื่องมือทางเศรษฐศาสตร์อย่างหนึ่งที่ใช้เปรียบเทียบความเจริญในการผลิตของโรงงานหนึ่งกับอีกโรงงานหนึ่งหรืออุตสาหกรรมหนึ่งกับอีกอุตสาหกรรมหนึ่งหรือประเทศหนึ่งกับอีกประเทศหนึ่ง โดยทั่วไปถ้ากิจการนั้นดำเนินงานมาแล้วมากกว่า 3 ปีจะใช้การเพิ่มผลผลิตในการวัด

องค์การแรงงานระหว่างประเทศ (International Labor Organization: ILO) ได้ให้ความหมายของการวัดการเพิ่มผลผลิตว่า การเพิ่มผลผลิต คืออัตราส่วนของผลผลิตต่อปัจจัยการผลิตที่ใส่เข้าไป หรือ

$$\text{การเพิ่มผลผลิต (Productivity)} = \frac{\text{ปริมาณผลผลิต (Output)}}{\text{ปริมาณปัจจัยการผลิต (Input)}}$$

ซึ่งโดยทั่วไปการคำนวณหาค่าการเพิ่มผลผลิตมีอยู่ 3 วิธี คือ

- 1) การคำนวณผลผลิตที่ได้จากการผลิตต่อหนึ่งหน่วยของแรงงาน (labor productivity)
- 2) การคำนวณผลผลิตที่ได้จากการผลิตต่อหนึ่งหน่วยของทุน (capital productivity)
- 3) การคำนวณผลผลิตที่ได้จากการผลิตต่อหนึ่งหน่วยของวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิต (material productivity)

วิธีคำนวณที่นิยมใช้กันมากคือ labor productivity แต่ไม่ว่าจะใช้วิธีไหนคำนวณก็ตาม ก่อนการวัดการเพิ่มผลผลิตจะต้องมีการกำหนดวัตถุประสงค์ของการวัดเสียก่อน โดยวัตถุประสงค์ควรจะครอบคลุมให้เห็นทั้งประสิทธิภาพและประสิทธิผลขององค์กร

2) ขั้นตอนการวัดการเพิ่มผลผลิต

ในการวัดการเพิ่มผลผลิตทำได้โดยการแบ่งขั้นตอนดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 การกำหนดวัตถุประสงค์ของการวัด โดยจะต้องกำหนดให้ชัดเจนว่าเราต้องการวัดการเพิ่มผลผลิตขององค์กรทั้งองค์กรหรือต้องการเพียงแค่การวัดประสิทธิภาพขององค์กรหรือประสิทธิภาพของแผนกใดแผนกหนึ่ง เท่านั้น แต่เราจะต้องตระหนักว่าการวัดประสิทธิภาพขององค์กรแต่เพียงอย่างเดียวไม่เป็นการพอเพียงต่อการวัดการเพิ่มผลผลิต (productivity) ดังนั้น สิ่งที่จะต้องพิจารณาคงคู่ไปด้วยก็คือประสิทธิผล ซึ่งการกำหนดวัตถุประสงค์ของการวัดการเพิ่มผลผลิตที่ดีที่สุดน่าจะเป็นวิธีการที่สามารถหาตัวบ่งบอกที่ชี้ให้เรามองเห็นถึงภาพของประสิทธิภาพและประสิทธิผลขององค์กร (และแผนกต่าง ๆ) ให้ได้ในเวลาเดียวกัน และนอกจากนี้การกำหนดวัตถุประสงค์ของการจัดการเพิ่มผลผลิตควรให้ผลของการวัดการเพิ่มผลผลิตบ่งบอกให้เห็นสภาพขององค์กรว่าจะเป็นอย่างไรในระยะยาว (เกินกว่า 3 ปี) เช่นจะสามารถแข่งขันกับผู้อื่นได้หรือไม่ (ธุรกิจที่มีกำไรสูงสุดไม่ได้หมายความว่าธุรกิจนั้นมีการเพิ่มผลผลิตดีที่สุดในด้วย)

ขั้นตอนที่ 2 ขั้นตอนการกำหนดตัวผลผลิตและปัจจัยการผลิต โดยใน
ขั้นตอนนี้ก็คือการหาตัวแทนของผลผลิต และปัจจัยการผลิตที่เราจะนำไปใช้คำนวณหาค่าการ
เพิ่มผลผลิตซึ่งจะกล่าวถึงต่อไป

ขั้นตอนที่ 3 ขั้นตอนการวิเคราะห์อัตราส่วนต่าง ๆ เนื่องจากการประเมิน
ผลเป็นสิ่งที่สำคัญ และเราจะทำได้โดยดูผลหรือค่าการเพิ่มผลผลิต (productivity) จากอัตราส่วน
ต่าง ๆ โดยการเปรียบเทียบ โดยจะทำให้เราทราบถึงสภาพของการเพิ่มผลผลิตที่แท้จริง ซึ่งเรา
สามารถทำได้โดย

- เปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานอุตสาหกรรมที่เรามีอยู่และอาจหาข้อมูลได้จาก
รายงานอุตสาหกรรมต่างๆ ที่ออกโดยหน่วยงานต่างๆ เช่น สำนักงานสถิติแห่งชาติ สมาคม
อุตสาหกรรมไทย เป็นต้น

- เปรียบเทียบกับกิจการอื่นที่อยู่ในอุตสาหกรรมเดียวกันหรือคู่แข่งของเรา

- เปรียบเทียบกับตัวเองในระยะเวลาที่ต่างกัน

เมื่อเราวัดการเพิ่มผลผลิต ตัวที่จะเป็นตัวแทนของผลผลิต (output) ที่เหมาะสมก็คือ
มูลค่าเพิ่ม⁵ (value added) เพราะว่ามีมูลค่าเพิ่มเป็นผลที่เกิดจากการขายได้ ซึ่งแสดงให้เห็นถึง
ประสิทธิภาพและประสิทธิผลขององค์กร (ไม่ใช่กำไรหรือยอดขาย เพราะกำไรหรือยอดขายบาง
ตัว ไม่ได้แสดงให้เห็นถึงการเพิ่มผลผลิตขององค์กรเลย⁶ เช่นกำไรจากการขายทรัพย์สิน กำไรจาก
อัตราแลกเปลี่ยน เป็นต้น) ส่วนปัจจัยการผลิต ซึ่งได้แก่ ที่ดิน แรงงาน ทุน นั้นจะเลือกตัวใดเป็น
ตัวแทนของปัจจัยการผลิตก็ได้ แต่ปัจจัยการผลิตที่เหมาะสมและจำเป็นอย่างยิ่งสำหรับการวัด
การเพิ่มผลผลิต คือชั่วโมงทำงานของพนักงาน หรือลูกจ้างทั้งหมด

ดังนั้น

$$\text{การเพิ่มผลผลิต} = \frac{\text{มูลค่าเพิ่ม (ตลอดปี)}}{\text{จำนวนชั่วโมงทำงานทั้งหมด (ตลอดปี)}}$$

แต่เพื่อให้ง่ายขึ้น เราสามารถใช้จำนวนพนักงาน หรือปริมาณการจ้างงานเป็นตัว
ปัจจัยการผลิตแทนชั่วโมงทำงานทั้งหมด

ดังนั้น

$$\text{การเพิ่มผลผลิต} = \frac{\text{มูลค่าเพิ่ม (ตลอดปี)}}{\text{จำนวนพนักงาน (ตลอดปี)}}$$

จากค่าการเพิ่มผลผลิต (productivity) ที่คำนวณได้ จะสามารถวัดระดับการเพิ่มผลผลิตของกิจการว่า ปัจจัยการผลิต (คน – พนักงาน) ขององค์กรว่า สามารถสร้างมูลค่าเพิ่มให้แก่กิจการได้มากน้อยเพียงใด จากนั้นสามารถนำค่าที่หาได้นี้ไปใช้ในการหาอัตราส่วนการพัฒนาหรืออัตราส่วนการเพิ่มผลผลิตได้อีก

Dr. Ichiro Nakayama⁷ ถือว่าการที่การเพิ่มผลผลิตมีค่าเพิ่มขึ้น (productivity increase) เป็นสิ่งสำคัญในการพัฒนาเศรษฐกิจ และได้เขียนไว้ในหนังสือชื่อ "An Introduction to Productivity" ที่จัดพิมพ์โดยศูนย์เพิ่มผลผลิตแห่งภาคเอเชียเมื่อเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2506 ตอนหนึ่งว่า "ประวัติของความจำเริญเติบโตทางเศรษฐกิจเปรียบเสมือนกับการเก็บรายงานเกี่ยวกับการเพิ่มการพัฒนาเศรษฐกิจของประเทศ ซึ่งหมายความถึงการเพิ่มขึ้นในผลผลิต" และเขายังได้พิสูจน์ให้เห็นว่า อัตราส่วนการพัฒนา มีความสัมพันธ์กับอัตราส่วนการเพิ่มผลผลิตด้านแรงงาน หุ่น และวัตถุดิบดังสมการต่อไปนี้

$$\text{อัตราส่วนการพัฒนา} = \text{อัตราส่วนการเพิ่มแรงงาน} + \text{อัตราส่วนการเพิ่มผลผลิตด้านแรงงาน}$$

$$\text{อัตราส่วนการพัฒนา} = \text{อัตราส่วนการเพิ่มทุน} + \text{อัตราส่วนการเพิ่มผลผลิตด้านทุน}$$

$$\text{อัตราส่วนการพัฒนา} = \text{อัตราส่วนการเพิ่มวัตถุดิบ} + \text{อัตราส่วนการเพิ่มผลผลิตด้านวัตถุดิบ}$$

ความหมายของศัพท์ต่าง ๆ และวิธีพิสูจน์ เราสามารถพิสูจน์ได้ดังต่อไปนี้

ถ้า O = ผลผลิตหรือผลิตภัณฑ์ (Output of Production)

N = ปริมาณการจ้างงานหรือแรงงาน (Volume of Employment or Labour)

C = ปริมาณของทุน (Volume of Capital)

R = ปริมาณของจำนวนวัตถุดิบหรือทรัพยากรธรรมชาติ (Volume of raw materials or natural resource)

ดังนั้น $\frac{O}{N}$ = การเพิ่มผลผลิตของแรงงาน (Labour Productivity)

$$\frac{O}{C} = \text{การเพิ่มผลผลิตของทุน (Capital Productivity)}$$

$$\frac{O}{R} = \text{การเพิ่มผลผลิตของวัตถุดิบ (Material Productivity)}$$

และ $O = N \frac{O}{N}$

$$\therefore \frac{\Delta O}{O} = \frac{\Delta N}{N} + \frac{\Delta \frac{O}{N}}{\frac{O}{N}} \dots\dots\dots(1)$$

ในเมื่อ $\frac{\Delta O}{O} =$ อัตราส่วนการเพิ่มขึ้นของผลผลิตหรืออัตราส่วนการพัฒนา (Ratio of Increase of Output or Ratio of growth)

$$\frac{\Delta N}{N} = \text{อัตราส่วนการเพิ่มขึ้นในด้านแรงงาน (Ratio of Increase in}$$

Labour)

$$\frac{\Delta \frac{O}{N}}{\frac{O}{N}} = \text{อัตราส่วนการเพิ่มขึ้นของผลิตภาพด้านแรงงาน (Ratio of}$$

Increase in Labour Productivity)

ในทำนองเดียวกัน $O = C \frac{O}{C} = R \frac{O}{R}$

และ $\frac{\Delta O}{O} = \frac{\Delta C}{C} + \frac{\Delta \frac{O}{C}}{\frac{O}{C}} \dots\dots\dots(2)$

$$\frac{\Delta O}{O} = \frac{\Delta R}{R} + \frac{\Delta \frac{O}{R}}{\frac{O}{R}} \dots\dots\dots(3)$$

ในเมื่อ $\frac{\Delta C}{C}$ = อัตราส่วนการเพิ่มขึ้นของการเพิ่มผลผลิตด้านทุน (Ratio of Increase in Capital)

$\frac{\Delta \frac{O}{C}}{\frac{O}{C}}$ = อัตราส่วนการเพิ่มขึ้นของการเพิ่มผลผลิตด้านทุน (Ratio of Increase in Capital Productivity)

และ $\frac{\Delta R}{R}$ = อัตราส่วนการเพิ่มขึ้นของวัตถุดิบ (Ratio of Increase in Materials)

$\frac{\Delta \frac{O}{R}}{\frac{O}{R}}$ = อัตราส่วนการเพิ่มขึ้นของการเพิ่มผลผลิตด้านวัตถุดิบ (Ratio of Increase in Material Productivity)

จากสมการทั้ง 3 สมการ เราจะเห็นได้ว่า อัตราส่วนการเพิ่มผลผลิตไม่ว่าจะเป็นด้านแรงงาน ด้านทุน หรือด้านวัตถุดิบ ย่อมมีผลต่อการพัฒนา แต่การเพิ่มผลผลิตจะเพิ่มขึ้นได้ก็เนื่องมาจากการนำเทคโนโลยีมาใช้ในการผลิต ดังนั้นจึงอาจกล่าวได้ว่าเทคโนโลยีเป็นปัจจัยที่มีความสำคัญที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงในอัตราส่วนการพัฒนา (ratio of growth)

จากที่กล่าวมาทั้งหมดข้างต้นจะเห็นได้ว่า เราสามารถใช้การเพิ่มผลผลิต (productivity) อธิบายความสำคัญของเทคโนโลยีที่มีต่อการพัฒนาของเศรษฐกิจได้อีกทางหนึ่ง นอกเหนือไปจากวิธีที่อธิบายด้วยฟังก์ชันการผลิต



1. ระบบเศรษฐกิจแบบทวิลักษณ์ (dual economy) คือระบบเศรษฐกิจที่มี 2 ลักษณะประกอบกันโดยเกิดจากสาขาการผลิตต่าง ๆ มีความทันสมัยไม่เท่ากัน จึงทำให้ระบบเศรษฐกิจถูกแบ่งออกเป็น 2 ภาค คือ ภาคดั้งเดิม (traditional sector) เช่น ภาคเกษตรกรรม เป็นต้น และภาคทันสมัย (modern sector) เช่นภาคอุตสาหกรรม เป็นต้น เราจะพบโครงสร้างระบบเศรษฐกิจแบบนี้ในประเทศกำลังพัฒนาซึ่งก็มีโครงสร้างสถาบันของประเทศเป็นทวิลักษณ์เช่นกัน กล่าวคือ มีภาคเศรษฐกิจหนึ่งที่เป็นระบบอุปถัมภ์ ในขณะที่อีกภาคหนึ่ง ดำเนินการในระบบค่าจ้างหรือควบคุมโดยกลไกตลาด

2. ฟังก์ชันการผลิต เป็นฟังก์ชันที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณผลผลิตกับปัจจัยการผลิตต่าง ๆ ที่ใช้ในการผลิตสินค้าจำนวนนั้น โดยปัจจัยการผลิตได้แก่ ที่ดิน แรงงาน ทุน และผู้ประกอบการ หรืออาจกล่าวได้ว่าฟังก์ชันการผลิตจะแสดงถึงผลผลิตที่สามารถผลิตได้จากการผสมปัจจัยการผลิตต่าง ๆ ที่มีอยู่ ตัวอย่างเช่น $Q_x = f(K, L)$ ซึ่งหมายความว่าผลผลิตรวมของสินค้า A จะมีปริมาณเท่าใดนั้นขึ้นอยู่กับปัจจัยการผลิต K และ L ที่ถูกนำมาใช้ในการผลิตสินค้า A

3. พิสมัย บุญยเกียรติ, "ถามตอบเพื่อการเพิ่มผลผลิต." วารสารเพิ่มผลผลิต ปีที่ 28 เดือนมิถุนายน-กรกฎาคม 2532, หน้า 9-12.

4. กฤช ภูริสินสิทธิ์, เศรษฐศาสตร์ว่าด้วยเทคโนโลยี, กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์บริษัทประชาชน จำกัด, พ.ศ. 2535, หน้า 34.

5. ศึกษารายละเอียดได้ใน เอนก เรียรถาวร, เศรษฐศาสตร์มหภาค 1, กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยรามคำแหง, พ.ศ. 2541, หน้า 82.

6. กำไร (profit) ความหมายทั่วไปหมายถึงผลต่างระหว่างรายรับและรายจ่ายที่ใช้ในการดำเนินธุรกิจการค้าของหน่วยธุรกิจหน่วยหนึ่งหน่วยใดโดยเฉพาะ แต่ในวิชาเศรษฐศาสตร์ กำไรแบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ 1. กำไรปกติ (normal profit) ซึ่งเป็นผลตอบแทนในระดับที่ทำให้เจ้าของหน่วยผลิตคุ้มที่จะทำกิจการนั้น โดยกำไรปกติจะตรงกับระดับปริมาณผลผลิตที่ต้นทุน

เฉลี่ย (Average Cost : AC) เท่ากับรายได้เฉลี่ย (Average Revenue : AR) ซึ่งกำไรปกตินี้คือค่าตอบแทนที่จ่ายให้แก่ปัจจัยการผลิตประเภทที่ผู้ประกอบการเป็นเจ้าของและนำมาร่วมลงทุน

2. กำไรเกินปกติ (excess profit) จะเกิดขึ้นเมื่อหน่วยผลิตสามารถทำให้ราคาอยู่สูงกว่าต้นทุนเฉลี่ยได้ ซึ่งกำไรปกตินี้จะเป็นตัวที่ดึงดูดให้หน่วยผลิตรายใหม่ ๆ เข้ามาในตลาด แต่เมื่อมีปริมาณซื้อเพิ่มมากขึ้นเรื่อย ๆ กำไรส่วนเกินก็จะค่อย ๆ ลดลงจนในที่สุดก็จะเหลือเพียงกำไรปกติ ถ้าเป็นกรณีที่มีการผูกขาดผู้ผลิตจะสามารถรักษากำไรเกินปกติหรือกำไรส่วนเกินนี้ไว้ได้ แต่ตราบที่มีการผูกขาดเท่านั้น

7. Ichiro Nakayama, "An Introduction to Productivity. ", Asian Productivity Organization, June 1963, pp. 9-12.