บทความวิชาการ

การคิดเชิงระบบ: ภาคปฏิบัติการ
Systems Thinking: Operation part

วิลาวัลย์ โพธิ์ทอง[1]
E-mail: phothongwilawan@gmail.com
มนตรี แย้มกสิกร[2]

บทคัดย่อ

การคิดเชิงระบบ: ภาคปฏิบัติการ เป็นการนำเสนอขั้นตอนการสร้างวงจรการคิดเชิงระบบ เริ่มตั้งแต่การวิเคราะห์สภาพปัญหา การสร้างแผนภาพวงจรสาเหตุ การวิเคราะห์ตัวแปรย่อย การเชื่อมโยงและวงจร ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร และประเภทของวงจร จนถึงขั้นตอนการเขียนแผนภาพวงจร (causal loop diagrams) นอกจากนี้ ยังนำเสนอความหมายของการคิดเชิงระบบ และประโยชน์ของการคิดเชิงระบบ พร้อมทั้งนำเสนอกรณีศึกษา และตัวอย่างผลงานการเขียนวงจร

คำสำคัญ: การคิดเชิงระบบ แผนภาพวงจร

Abstract

The systems thinking: an operation part introduce the process of creating causal loop diagrams which starting from analysis of the problems, building the causal loop diagrams, identifying variables, links and loops, relationships between variables, types of loops and the process of creating causal loop diagrams. Moreover, this article offered the definition of systems thinking and benefits of systems thinking. In addition, present case study and a showcase of diagrams.

Keyword: systems thinking, causal loop diagrams

[1]*อาจารย์ ดร., วิทยาลัยการศึกษา มหาวิทยาลัยพะเยา*
[2]*รองศาสตราจารย์ ดร., ภาควิชานวัตกรรมและเทคโนโลยีการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา*

บทนำ

การคิด เป็นทักษะพื้นฐานที่สำคัญในการเรียนรู้ด้านต่าง ๆ การแข่งขันกันในทุกวันนี้มักแข่งขันในเรื่อง “ความคิด” คนที่มีทักษะการคิดที่ดี ย่อมได้เปรียบคนอื่น ๆ ดังคำกล่าวที่ว่า “อันความคิดวิทยาเหมือนอาวุธ” หรือ “มีปัญญาเหมือนมีอาวุธ” ฉะนั้น คนที่มีปัญญา อาจกล่าวได้ว่า เป็นบุคคลที่มีทักษะการคิด โดยเฉพาะทักษะการแก้ปัญหา ที่มนุษย์ต้องเผชิญในทุกวัน การคิดเชิงระบบ (systems thinking) เป็นทักษะหนึ่งที่เน้นการแก้ปัญหาจากรากเหง้าของปัญหา เพื่อให้ปัญหานั้นหมดสิ้นไป และเป็นหนึ่งในวินัย 5 ประการ (the fifth discipline) ของ Peter Senge(1990) ที่กล่าวถึง องค์กรแห่งการเรียนรู้ ซึ่งเป็นหลักที่สมาชิกในองค์กรจะใช้เพื่อพัฒนาตนเอง และองค์กรสู่ความเป็นองค์กรที่สามารถก้าวตามการเปลี่ยนแปลงของโลกได้

ความหมาย

การคิดเชิงระบบ (system thinking) Senge(1990, p. 68-69) ได้ให้ความหมายไว้ว่า การคิดเชิงระบบเป็นกรอบในการมองเห็นความสัมพันธ์มากกว่าการมองเฉพาะเรื่อง เฉพาะประเด็น การมองเห็นถึงรูปแบบมากกว่ามองแบบภาพนิ่ง เป็นวินัยในการมองเห็น “โครงสร้าง” ภายใต้สถานการณ์ที่ซับซ้อน และมีวิสัยทัศน์ในการมองเห็นแนวโน้มการเปลี่ยนแปลง การคิดเชิงระบบจึงเป็นภาษาเริ่มต้นในการปรับโครงสร้างวิธีคิด สอดคล้องกับศูนย์เพื่อการจัดการเชิงกลยุทธ์ (Centre for Strategic Management. 1999: 18 อ้างถึงในมนตรี แย้มกสิกร, 2546) ได้ให้ความหมายของการคิดเชิงระบบ (systems thinking) ว่า หมายถึง รูปแบบการคิดอย่างหนึ่งของมนุษย์ที่สามารถมองปัญหา หรือสภาพการณ์บางอย่างด้วยการค้นหารูปแบบความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรที่เป็นปัจจัยต้นเหตุแห่งปัญหา และพยายามที่จะเรียนรู้เพื่อเสริมสร้าง หรือปรับเปลี่ยนรูปแบบและความสัมพันธ์นั้น เพื่อที่จะให้บรรลุตามวิสัยทัศน์ และภารกิจที่มุ่งหวัง

ทั้งนี้ ได้มีผู้ให้ความหมายของการคิดเชิงระบบ (สุภาวดี เจริญเศรษฐมห, 2550; พรพรรณ ภูมิภู, 2548; กฤษมันต์ วัฒนาณรงค์, 2541; เฉลียว บุญภักดี, 2540) ดังนี้

1. การคิดที่มีความเข้าใจ เชื่อมโยง แสดงให้เห็นโครงสร้างทั้งหมดที่เชื่อมสัมพันธ์กันภายใต้บริบทของสิ่งแวดล้อมที่เกิดปัญหานั้น ๆ

2. การคิดที่เห็นรูปแบบความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรที่เป็นปัจจัยต้นเหตุแห่งปัญหาและปัจจัยที่เป็นผลที่เกิดขึ้น

3. การคิดที่เห็นแนวโน้มรูปแบบของการเปลี่ยนแปลง และพยายามที่จะเปลี่ยนแปลงรูปแบบและความสัมพันธ์นั้นเพื่อให้ปัญหาหมดสิ้นไป

4. การคิดที่เชื่อมโยงปัจจัยที่เกี่ยวข้องทั้งหมด ทำให้ได้มุมมองใหม่ ๆ ความเป็นไปได้ใหม่ ๆ

ความสำคัญของการคิดเชิงระบบ

การคิดเชิงระบบสามารถควบคุมสถานการณ์ที่เกิดขึ้น และเตรียมรับมือเพื่อแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นได้โดยตรงอย่างมีประสิทธิภาพ และลบความคิดที่ก่อให้เกิดปัญหาออกไป ช่วยตรวจสอบการคิดที่มีอยู่เดิมเพื่อให้เข้าใจว่าความคิดของคนเรานั้นเป็นส่วนหนึ่งของปัญหาที่เราเผชิญ การคิดเชิงระบบเป็นพื้นฐานสำหรับความคิดและการสื่อสารที่จะทำให้เห็นและเข้าใจสิ่งต่างๆ ได้มากขึ้น จึงเกิดเป็นการกระทำ ซึ่งช่วยจัดการกับตนเอง และผู้อื่นได้อย่างมีประสิทธิภาพ เพราะเป็นรูปแบบที่เป็นกระบวนการมองเห็นข้อบกพร่องที่ต้องการพัฒนาได้ และทำให้การทำงานเป็นทีมมีประสิทธิภาพ (นพคุณ นิศามณี, 2548) ดังนั้นการทำงานในองค์กรที่ประกอบด้วยหน่วยงานต่างๆ มากมาย เมื่อเกิดปัญหาจึงมักแก้ปัญหาเป็นจุดๆ ตามเหตุการณ์ที่เกิดขึ้น ณ เวลานั้น ซึ่งเป็นการแก้ปัญหาแบบแยกส่วน โดยไม่ทำการศึกษาว่าทุกหน่วยงานมีส่วนสัมพันธ์กัน การคิดเชิงระบบจะช่วยขยายขอบเขตการคิดในเรื่องที่ต้องการแก้ปัญหา รวมทั้งเกิดมุมมองทางด้านการคิดในมุมมองใหม่ (สุภาวดี เจริญเศรษฐมห, 2550)

การสร้างวงจรสาเหตุแห่งปัญหา

การคิดเชิงระบบตามแนวคิดของ Anderson & Johnson (1997: p.37-76 อ้างถึงใน มนตรี แย้มกสิกร, 2546) ได้นำเสนอกระบวนการคิดเชิงระบบ ดังนี้

1. จัดระเบียบแก่นของปัญหาให้มีความชัดเจน
2. บรรยายเรื่องราวพฤติกรรมปัญหาที่เกิดขึ้น
3. เลือกตัวแปรที่เป็นปัจจัยหลักของปัญหา
4. กำหนดชื่อตัวแปรให้ชัดเจน โดยต้องไม่ลืมว่าใช้คำนามหรือกลุ่มของคำนามเป็นตัวแสดงตัวแปร
5. เขียนกราฟแสดงพฤติกรรมของตัวแปรภายใต้ช่วงเวลาหนึ่ง
6. ตั้งสมมติฐานเกี่ยวกับความสัมพันธ์ของตัวแปรที่อาจจะมีส่วนเกี่ยวพันกัน

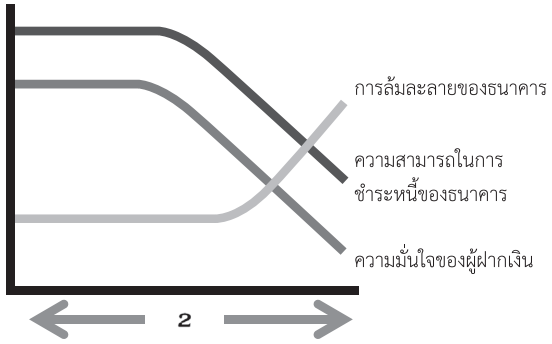
จากแนวคิดข้างต้น สามารถอธิบายการสร้างวงจรสาเหตุแห่งปัญหาอย่างละเอียดได้ดังนี้

ขั้นที่ 1 วิเคราะห์สถานการณ์ปัญหา

การวิเคราะห์ปัญหา เป็นการกระตุ้นให้ผู้เรียนใช้ความคิดพิจารณาสภาพปัญหาที่เกิดขึ้นว่าเป็นปัญหาที่เกิดขึ้นซ้ำซากหรือไม่ โดยเริ่มทำการวิเคราะห์ปัญหาตั้งแต่จุดเริ่มต้นของปัญหา จุดก่อนหน้าปัจจุบัน จุดปัจจุบัน และสิ่งที่คาดว่าจะเกิดขึ้นในอนาคต การมองข้อมูลตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบันและคาดหมายอนาคตนั้น เป็นลักษณะการมองแบบภาพใหญ่หรือเป็นการคิดแบบภาพรวม (forest thinking) ดังนี้

ภาพที่ 1 *เส้นเวลาจากอดีต ปัจจุบัน และอนาคต (ที่มา: มนตรี แย้มกสิกร, 2546)*

เพื่อให้เห็นสภาพการเปลี่ยนแปลงของปัญหาที่ชัดเจนยิ่งขึ้น ควรนำเสนอด้วยการเขียนกราฟเส้นแสดงพฤติกรรมภายใต้ช่วงเวลาหนึ่ง (drawing behavior over time graphs) ของปัญหาที่เกิดขึ้น เช่น



ภาพที่ 2 *กราฟพฤติกรรมตลอดช่วงเวลาในเรื่องราวของธนาคาร (ที่มา: วิทยา สุหฤทดำรง และศิรศักย เทพจิต, 2550)*

การเขียนกราฟ มีข้อเสนอแนะดังนี้

1) นำตัวแปรที่สำคัญที่ระบุมาเขียนกราฟ (กราฟเส้น) ลงในที่เดียวกัน และพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรว่ามีความสัมพันธ์ในลักษณะขนาน ตรงกันข้ามหรือเป็นตัวถ่วงผล

2) เขียนเส้นกราฟให้มีความชัดเจน โดยใช้ปากกาที่ให้สีแตกต่างกัน

3) บนเส้นแกนของเวลาจะต้องระบุช่วงเวลาให้ชัดเจน

4) ถ้าการเขียนกราฟออกมาแล้วทำให้มองเห็นความสัมพันธ์บางประการที่ชัดเจน อาจกำหนดตัวแปรใหม่ขึ้นมาเพิ่มเติมอีกได้

ขั้นที่ 2 การสร้างแผนภาพวงจรสาเหตุ

การสร้างแผนภาพวงจร (building causal loop diagrams) มีขั้นตอนย่อย ๆ ดังนี้

1. การระบุตัวแปร (identifying variables)

1) เขียนรายการตัวแปรที่มีความเป็นไปได้ในเบื้องต้นลงไปก่อน ซึ่งเป็นคำที่มีความเกี่ยวข้องกับปัญหาที่เกิดขึ้น การเขียนตัวแปรควรเป็นคำที่สามารถเปลี่ยนแปลงค่าได้ ซึ่งการแสดงออกจะแสดงด้วยเครื่องหมาย (+) และ (-) ในการเพิ่มหรือลดค่าตัวแปร เช่น

ความสุข$^{+}$	หมายถึง	ความสุขมากขึ้น
การลาออก$^{-}$	หมายถึง	การลาออกลดลง
ปริมาณขยะ$^{+}$	หมายถึง	ปริมาณขยะเพิ่มขึ้น
สุขภาพ$^{-}$	หมายถึง	สุขภาพแย่ลง

2) ตัวแปรสามารถเขียนได้ทั้งตัวแปรเชิงปริมาณ และตัวแปรเชิงคุณภาพ ดังนี้

ตัวแปรเชิงปริมาณ ได้แก่ คุณลักษณะหรือคุณสมบัติที่สามารถวัดออกมาเป็นตัวเลขได้

หรือสามารถบ่งบอกปริมาณได้ เช่น ปริมาณรถยนต์ จำนวนประชากร รายได้ ฯลฯ

ตัวแปรเชิงคุณภาพ ได้แก่ คุณลักษณะหรือคุณสมบัติที่ไม่สามารถวัดออกมาเป็นตัวเลขได้ เช่น ขวัญกำลังใจ ความรับผิดชอบ ความอ่อนล้า ฯลฯ

3) พิจารณารวมตัวแปรที่เกี่ยวข้องให้มีความสมเหตุสมผลรัดกุมมากขึ้น ถ้าพิจารณาแล้วเห็นว่าตัวแปรบางตัวไม่เกี่ยวข้อง ให้ตัดทิ้งไป หรืออาจเพิ่มตัวแปรอื่นเข้ามาระหว่างการพิจารณาได้

4) ลักษณะของตัวแปรที่จะระบุ ต้องเป็นชื่อที่มีความชัดเจนตรงไปตรงมา และต้องระบุตัวแปรเป็นคำนาม หรือกลุ่มของคำนาม หลีกเลี่ยงการใช้คำกริยา หรือกลุ่มของคำกริยา หรือวลีที่แสดงอาการ เพราะการเพิ่มหรือลดค่าของตัวแปรจะใช้เครื่องหมายเท่านั้น เช่น

ไม่มีการฝึกซ้อม$^{-}$ (ไม่ดี)	เป็นการระบุตัวแปรที่ไม่ดี เพราะการเพิ่มหรือลดค่าตัวแปรจะใช้เครื่องหมายแทน
การฝึกซ้อม$^{-}$ (ดีกว่า)	การระบุตัวแปรที่ดี คือ ระบุเป็นคำนาม

5) ตัวแปรควรเป็นคำที่มีลักษณะกลาง (neutral) หรือคำที่มีลักษณะเชิงบวก (positive term) มากกว่าคำที่ใช้ในเชิงนิเสธ เพื่อไม่ให้เกิดความสับสนในการเพิ่มหรือลดค่าตัวแปร เช่น

การไม่ตั้งใจเรียน$^{+}$ (ไม่ดี) X	*เป็นการระบุตัวแปรที่ไม่ดี ทำให้เกิดความสับสนในการเพิ่มหรือลดค่าตัวแปรควรปรับเป็น*	การตั้งใจเรียน$^{+}$ (ดีกว่า) √

2. การเชื่อมโยง และวงจร (links and loops)

นำตัวแปรที่ระบุในขั้นตอนที่ 2 มาพิจารณาว่า ตัวแปรใดเป็นสาเหตุ และส่งผลให้เกิดตัวแปรใด โดยใช้การเชื่อมโยง (links)

การเชื่อมโยงระหว่างตัวแปร จะแสดงออกด้วยเส้นลูกศร โดยตัวแปรตั้งต้นจะเป็นสาเหตุ และใช้เส้นลูกศรชี้ไปที่ตัวแปรที่เป็นผลที่เกิดขึ้นเสมอ เรียกว่าคู่สัมพันธ์ คือ การจับคู่ระหว่างสาเหตุ และผล เช่น

ปริมาณรถยนต์$^{+}$ (สาเหตุ) ⟶ ความหนาแน่น$^{+}$ ท้องถนน (ผล)

ความมีทิฐิ$^{+}$ (สาเหตุ) ⟶ ความเข้าใจ$^{-}$ (ผล)

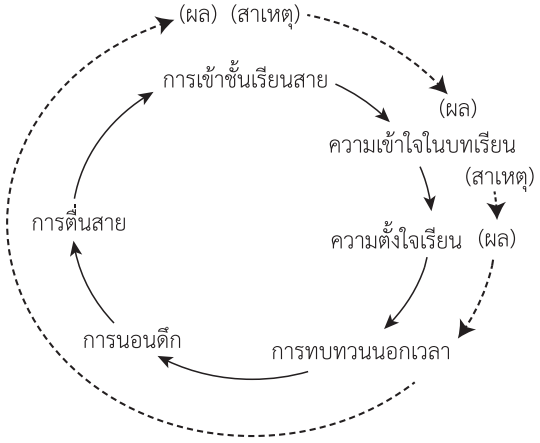
ถ้าคำสองคำที่นำมาเชื่อมโยง (link) กันนั้นต้องการคำอธิบายที่มากมาย แสดงว่าจะต้องมีคำอะไรบางอย่างมาช่วยให้ต้องอธิบายน้อยลง เช่น

ความต้องการ$^{+}$ ⟶ คุณภาพ$^{-}$

ความต้องการ$^{+}$ → แรงกดดันของการผลิต$^{+}$ → คุณภาพ$^{-}$

จากคู่สัมพันธ์บรรทัดแรก จะเห็นว่า การเขียนคู่สัมพันธ์แบบนี้จะทำให้ผู้อ่านรู้สึกว่าความต้องการมากขึ้น ส่งผลต่อคุณภาพที่ลดลงได้อย่างไร ฉะนั้น ถ้าเพิ่มตัวแปรแทรกระหว่าง “ความต้องการ” และ “คุณภาพ” จะให้ความหมายที่ชัดเจนมากขึ้น คือ ความต้องการมากขึ้นส่งผลให้แรงกดดันของการผลิตเพิ่มขึ้น (การทำงานแข่งกับเวลา) ส่งผลต่อคุณภาพที่ลดลง

ผลของตัวแปรหนึ่ง จะเป็นสาเหตุให้เกิดผลประการหนึ่งต่อเนื่องไปเรื่อย ๆ และเมื่อการเชื่อมโยงระหว่างตัวแปรเมื่อกระทำไปเรื่อย ๆ จนเส้นลูกศรวนกลับมาที่ตัวแปรใดตัวแปรหนึ่ง เรียกว่า วงจรปิด (closed circle) ซึ่งแสดงให้เห็นถึงวงจรปัญหาที่เกิดขึ้นซ้ำซาก ดังแสดงในภาพที่ 3



เส้นทึบ: แสดงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร
เส้นประ: ความสัมพันธ์ของตัวแปรแบบเหตุและผล ผลของตัวแปรหนึ่งจะเป็นสาเหตุให้เกิดผลประการหนึ่งต่อเนื่องไปเรื่อยๆ

ภาพที่ 3 *ปัญหาการเข้าชั้นเรียนสาย แสดงให้เห็นสาเหตุที่ทำให้เกิดผลประการหนึ่ง และกระทบต่อเนื่องไปเรื่อย ๆ*

3. ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร (relationships between variables)

ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร จะมีสัญลักษณ์ที่แสดงข้อมูลความสัมพันธ์ 3 ลักษณะ คือ

1) ความสัมพันธ์ที่สอดคล้องไปในทิศทางเดียวกัน จะใช้สัญลักษณ์ตัวอักษร “S” มาจากคำว่า same direction เช่น เมื่อฝนตกมากขึ้นปริมาณต้นหญ้าก็เจริญเติบโตเร็วมากขึ้น (S) ซึ่งการเขียนสัญลักษณ์ตัว “S” จะเขียนใกล้ ๆ ปลายลูกศร ดังนี้

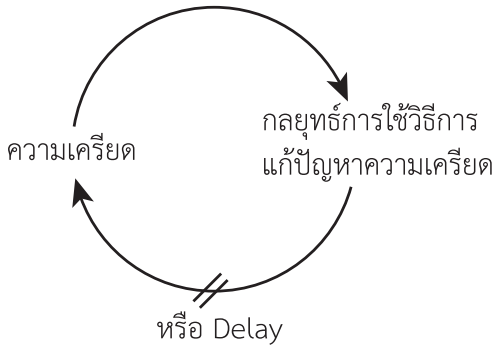
ปริมาณน้ำฝน$^{+}$ $\xrightarrow{S}$ การเจริญเติบโตของต้นหญ้า$^{+}$
(สาเหตุ) (ผล)

2) ความสัมพันธ์ที่มีความเปลี่ยนแปลงผกผันกลับทิศ จะใช้สัญลักษณ์ตัวอักษร “O” มาจากคำว่า opposite direction เช่น ระดับความเหนื่อยล้ามีมากขึ้นก็จะส่งผลให้ความมุ่งมั่นลดลง (O) ดังนี้

ความเหนื่อยล้า$^{+}$ $\xrightarrow{O}$ ความมุ่งมั่น$^{-}$
(สาเหตุ) (ผล)

3) ความสัมพันธ์ที่ยังระบุได้ไม่ชัดเจนหรือมีปัจจัยที่เกี่ยวโยงสลับซับซ้อนจนอาจจะยังอธิบายความเป็นเหตุเป็นผลได้ไม่ชัดเจน หรือเป็นสภาวะที่เกิดความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรที่มีปัจจัยบางประการซ่อนหรือเป็นเงื่อนไขสำคัญทำให้การเกิดของอีกตัวแปรหนึ่งล่าช้าออกไป ไม่สามารถคาดเดาได้ จึงใช้การแสดงความสัมพันธ์ด้วยการถ่วงเวลา (delay) จะใช้สัญลักษณ์เส้นคู่เอียง 2 เส้น (//) แสดงความสัมพันธ์การถ่วงเวลา หรือการเขียนคำว่า “delay” หรือคำว่า

"การถ่วงเวลา" บนเส้นลูกศร ดังแสดงในภาพที่ 4



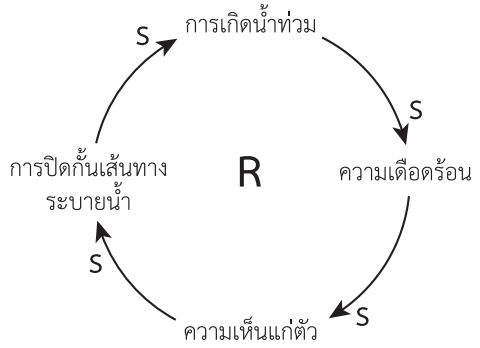
ภาพที่ 4 *วงจรความสัมพันธ์แบบสมดุลที่มีความสัมพันธ์แบบถ่วงเวลา (ที่มา: มนตรี แย้มกสิกร, 2546)*

4. ประเภทของวงจร (types of loops)

ประเภทวงจร (types of loops) จะมี 2 ประเภท โดยใช้สัญลักษณ์แสดงประเภทวงจร 2 ลักษณะ คือ

1) วงจรความสัมพันธ์แบบเสริม (reinforcing loops) จะใช้สัญลักษณ์ตัวอักษร "R" เขียนไว้กึ่งกลางวงจรที่เป็นวงจรปิด (closed cycle)

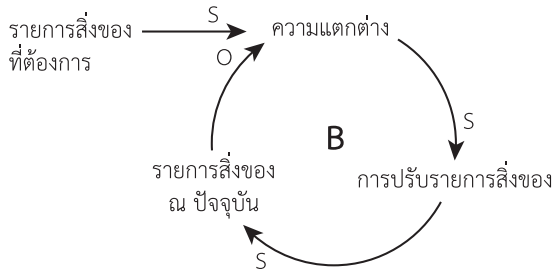
วงจรความสัมพันธ์แบบเสริม (reinforcing loops) เป็นวงจรความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรที่แสดงการเพิ่มหรือเจริญเติบโตของบางสิ่งบางอย่าง จนสุดท้ายนำไปสู่การทรุดตัวลง หรือดำรงสภาพอยู่ไม่ได้ (the engines of growth and collapse) ทั้งนี้เพราะว่าตัวแปรตัวหนึ่งหรือมากกว่าเกิดความเปลี่ยนแปลงแล้วส่งผลให้ตัวอื่น ๆเปลี่ยนแปลงแล้วส่งผลทวีคูณกลับมายังตัวแปรต้นเหตุ หากเกิดผลย้อนกลับจำนวนมากหลาย ๆ รอบ ผลสุดท้ายการดำรงอยู่แห่งวงจรนั้นก็จะดำรงอยู่ไม่ได้ ดังแสดงในภาพที่ 5



ภาพที่ 5 *วงจรความสัมพันธ์แบบเสริมแรง (R)*

2) วงจรความสัมพันธ์แบบสร้างสมดุล (balancing loops) จะใช้สัญลักษณ์ตัวอักษร "B" เขียนไว้กึ่งกลางวงจรที่เป็นวงจรปิด (closed cycle)

วงจรความสัมพันธ์แบบสร้างสมดุล (balancing loops) เป็นวงจรความสัมพันธ์ที่พยายามจะนำไปสู่สภาพการณ์ที่ปรารถนาและรักษาความสมดุลของความสัมพันธ์ไว้ เปรียบเสมือนกับระบบการปรับระดับความสมดุลของความร้อนในเตารีดหรือเครื่องทำน้ำอุ่น ลักษณะของการเกิดวงจรความสัมพันธ์แบบสร้างสมดุลจะเป็นกระบวนการปรับระหว่างเป้าหมาย (goal) (ทั้งที่มองเห็นได้หรือมองเห็นไม่ได้) กับสิ่งที่เป็นจริง (actual level) ซึ่งระดับของความแตกต่างของทั้ง 2 ประการนี้ จะมีกระบวนการที่เป็นพลวัตรที่ช่วยลดความแตกต่างระหว่างเป้าหมายกับความเป็นจริงลง และเมื่อถึงระดับที่ความแตกต่างลดต่ำลงมากจนสู่ระดับความสมดุลหรือใกล้เคียงความสมดุลแล้ว กระบวนการจะปรับตัวเองให้ตัวแปรบางตัวลดปริมาณลง ตัวอย่างดังแสดงในภาพที่ 6



ภาพที่ 6 *วงจรความสัมพันธ์แบบสมดุล (ที่มา: มนตรี แย้มกสิกร, 2546)*

การพิจารณาประเภทวงจร

การพิจารณาว่าวงจรใดเป็นวงจรแบบสมดุล (balancing) หรือวงจรแบบเสริมแรง (reinforcing) สามารถใช้วิธีการนับจำนวนลักษณะความสัมพันธ์แบบตรงข้าม (opposite หรือ O) ในวงจรเพื่อบอกลักษณะวงจรได้ ดังนี้

1) ถ้าวงจรที่ลักษณะความสัมพันธ์แบบตรงข้าม (O) เป็นจำนวนเลขคี่ แสดงว่าวงจรนั้นมีลักษณะเป็นวงจรแบบสมดุล (balancing loop)

2) ถ้าวงจรที่ลักษณะความสัมพันธ์แบบตรงข้าม (O) เป็นจำนวนเลขคู่ หรือไม่มีเลย แสดงว่า วงจรนั้นมีลักษณะเป็นวงจรเสริม (reinforcing loop)

ตัวอย่างวงจรการคิดเชิงระบบ

กรณีศึกษา "ปัญหาผลประกอบการลดลงของบริษัท ไมโครเซอร์กิต จำกัด" (ณฐาภพ สมคิด, 2557)

บริษัท ไมโครเซอร์กิต จำกัด เป็นบริษัทผลิตแผงวงจรอิเล็กทรอนิกส์ให้กับเครื่องใช้ไฟฟ้าหลายยี่ห้อ ตั้งอยู่ที่ นิคมอุตสาหกรรมอมตะนคร จ.ชลบุรี ดำเนินการผลิตตั้งแต่ปี 2545 มีจำนวนพนักงานทั้งหมด 1,050 คน โรงงานเดินเครื่องผลิตและประกอบชิ้นส่วนตลอด 24 ชั่วโมง โดยมีการทำงานแบ่งเป็น 3 ช่วงเวลา ได้แก่ เช้า เวลา 8.00-16.00 น. บ่าย เวลา 16.00-24.00 น. และดึก 24.00-8.00 น. บริษัทมีสวัสดิการให้กับพนักงานคือ ชุดยูนิฟอร์ม บริษัท กองทุนเลี้ยงชีพ ประกันสุขภาพ เบี้ยเลี้ยง โบนัส 4.6 ต่อปี เงินปันผลกำไรการประกอบการประจำปีซึ่งออกทุกสิ้นปี อาหารกลางวัน ศึกษาดูงานทั้งในและต่างประเทศ บริษัทเปิดดำเนินการเข้าสู่ปีที่ 10 และประสบปัญหาในหลาย ๆ ด้าน คือ การลาออกของพนักงาน การมาสายของพนักงาน และจำนวนผลผลิตที่ไม่ผ่านการควบคุมคุณภาพเพิ่มขึ้น ส่งผลให้ผลประกอบการลดลง

บันทึกเหตุการณ์ที่สำคัญของบริษัท ดังนี้

ปี 2547	1. เริ่มดำเนินการผลิต โดยใช้เครื่องหลัก 2 ตัว ภายในโรงงานโรงแรก 2. เริ่มจัดสวัสดิการอาหารกลางวันฟรีแก่พนักงาน
ปี 2548	1. ดำเนินโครงการ ISO 9002 และ ISO 14001 2. จัดตั้งห้องนันทนาการเพื่อพักผ่อนและศูนย์หนังสือ
ปี 2549	1. เริ่มจัดโครงการประชาสัมพันธ์เพื่อการมีปฏิสัมพันธ์กับชุมชน (CSR) 2. มีการปรับเปลี่ยนโครงสร้างการบริหารและเปลี่ยนผู้ถือหุ้น

บันทึกเหตุการณ์ที่สำคัญของบริษัท (ต่อ)

ปี 2550	1. เริ่มศึกษาดูงานต่างประเทศ ปีละ 5 ครั้ง 2. จัดตั้งแผนกฝึกอบรม และดำเนินการอบรมความปลอดภัยพนักงานหลักสูตรต่าง ๆ
ปี 2551	1. เปิดให้มีการทำงานล่วงเวลา (O.T.) ได้ ไม่เกิน 3 ชั่วโมง 2. ปรับเปลี่ยนทีมปฏิบัติงานของพนักงานสายผลิต
ปี 2552	1. ก่อสร้างโกดังสินค้า เพื่อพักสินค้าในการขนส่ง 2. บริษัทเข้าร่วมสมาคมผู้ประกอบการภาคอุตสาหกรรมแห่งภาคตะวันออก
ปี 2553	1. อนุญาตให้ทำงานควบกะได้เนื่องจากขาดแรงงานในการผลิต 2. ดำเนินโครงการ 5 ส.
ปี 2554	1. ลดโบนัส จาก 4.6 เหลือ 3.0 เนื่องจากผลประกอบการลดลง 2. ลดอัตรา เงินปันผลกำไรการประกอบการประจำปี จากเดิมลง 30% เพื่อสร้างสมดุลให้ผลประกอบการ
ปี 2555	ปรับค่าแรงขึ้นเป็นวันละ 300 บาท เพื่อสร้างขวัญกำลังใจพนักงานและจูงใจให้มีพนักงานมาสมัครงาน
ปี 2556	ซื้อเครื่องจักรเพิ่ม 1 ตัว เพื่อศักยภาพการผลิต

ข้อมูลเพิ่มเติม ดังนี้

ผลประกอบการ
บริษัท ไมโครเซอร์กิต จำกัด ปี 2547-2556

ปี พ.ศ.	ผลประกอบการ (บาท)
2547	10,780,000
2548	11,989,000
2549	13,645,000
2550	13,997,000
2551	14,254,000
2552	14,985,000
2553	14,458,000
2554	13,548,000
2555	13,048,000
2556	12,897,000

จำนวนผลผลิตที่ไม่ผ่านการควบคุมคุณภาพ
บริษัทไมโครเซอร์กิต จำกัด ปี 2547-2556

ปี พ.ศ.	จำนวน(ชิ้น)
2547	1,235
2548	890
2549	652
2550	551
2551	421
2552	350
2553	789
2554	859
2555	1,109
2556	1,145

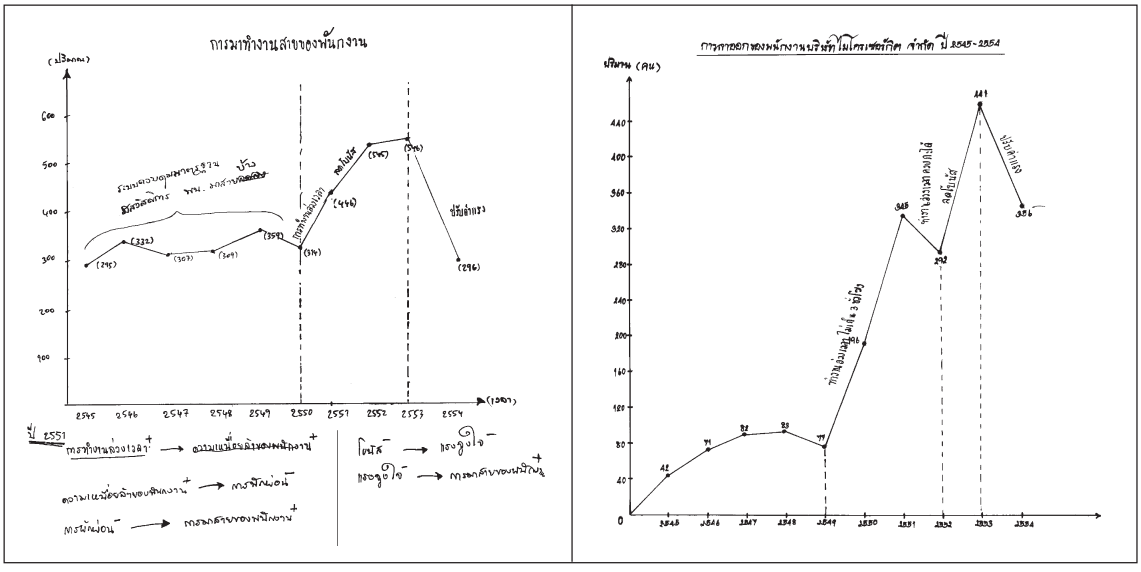
การลาออกของพนักงาน
บริษัท ไมโครเซอร์กิต จำกัด ปี 2547-2556

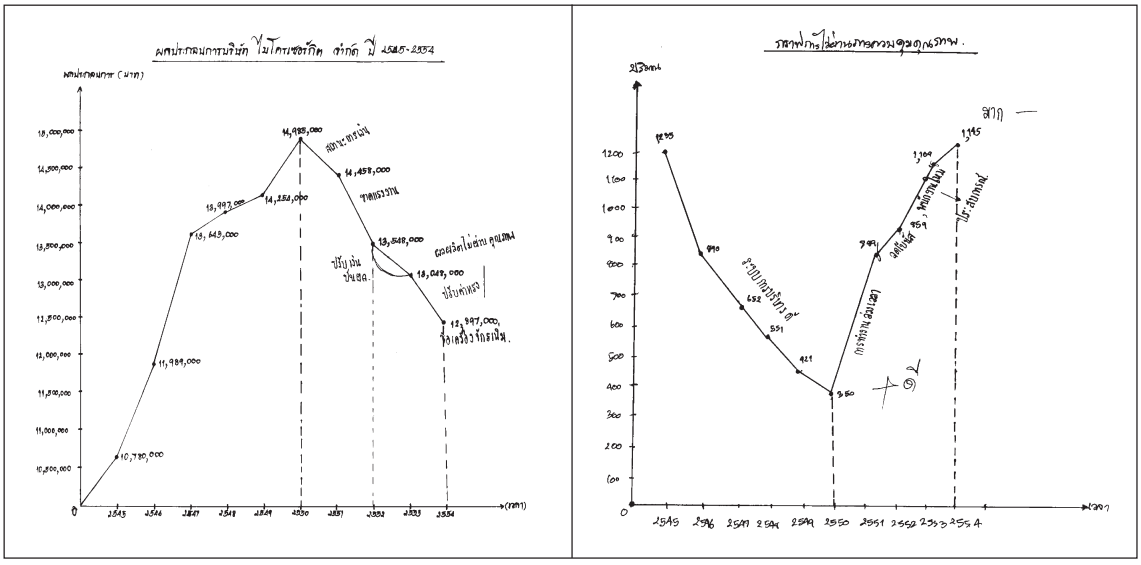
ปี/เดือน	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	รวม (คน)
2547	2	3	5	8	2	0	1	7	6	5	3	0	42
2548	12	15	7	1	3	3	8	5	4	8	2	3	71
2549	10	14	12	5	5	7	8	9	2	4	3	3	82
2550	18	15	8	9	3	7	5	6	7	1	2	2	83
2551	16	14	11	10	8	1	2	4	2	5	2	2	77
2552	14	13	10	11	5	7	9	5	4	33	54	31	196
2553	32	35	30	25	38	26	29	27	26	30	22	25	345
2554	21	28	27	20	27	29	22	20	28	29	23	18	292
2555	32	28	35	45	29	32	22	36	41	45	47	49	441
2556	44	49	52	55	45	58	53	56	55	58	59	55	639
รวม	201	214	197	189	165	170	159	175	175	219	216	188	2,268

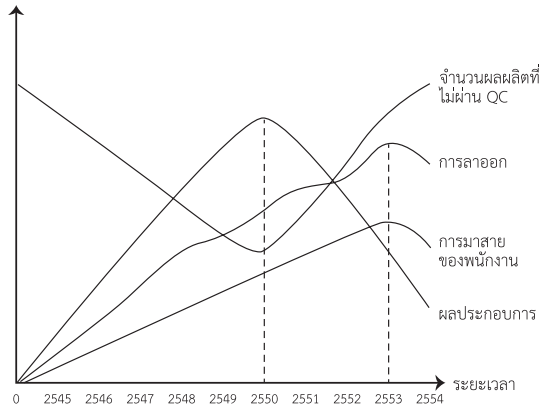
การมาทำงานสายของพนักงาน
บริษัท ไมโครเซอร์กิต จำกัด ปี 2547-2556

ปี/เดือน	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	รวม (คน)
2547	10	15	17	35	17	11	18	27	39	45	44	17	295
2548	12	15	11	41	22	18	12	36	43	55	47	20	332
2549	10	14	18	37	14	17	18	29	35	49	43	23	307
2550	14	12	14	28	19	17	15	26	37	51	52	24	309
2551	11	12	14	30	18	15	21	42	52	59	53	32	359
2552	11	15	11	35	15	17	12	35	41	53	48	21	314
2553	22	19	20	50	28	26	29	47	56	60	65	45	467
2554	24	28	27	60	27	39	42	60	68	69	53	48	545
2555	31	27	35	62	29	37	52	66	68	61	48	30	546
2556	24	39	42	55	35	38	63	67	63	61	52	69	608
รวม	169	196	209	433	224	235	282	435	502	563	505	329	4,082

กราฟพฤติกรรมตลอดช่วงเวลาในเรื่องราวของบริษัทไมโครเซอร์กิต จำกัด มีดังนี้







วิเคราะห์กราฟโดยภาพรวม

การวิเคราะห์กราฟพฤติกรรมตลอดช่วงเวลา (ช่วงก่อนเกิดปัญหา-ปัจจุบัน)

การวิเคราะห์กราฟพฤติกรรม โดยการนำตัวแปรที่ปรากฏข้อมูลสำคัญ (ข้อมูลเชิงปริมาณ) มาจัดทำกราฟเพื่อวิเคราะห์ภาพรวมระหว่างตัวแปรด้วยกันว่า ตัวแปรใดส่งผลต่อตัวแปรใดบ้าง การเขียนกราฟพฤติกรรมจะทำให้เห็นข้อมูลที่ส่งผลต่อกันชัดเจนยิ่งขึ้น

วิเคราะห์ตัวแปร ได้ดังนี้

การลาออกของพนักงาน	การมาทำงานสาย	โบนัส และเงินปันผล
ผลประกอบการ	สวัสดิการ	จำนวนผลผลิตที่ผ่านการควบคุม
จำนวนแรงงาน	การทำงานควบกะ	ประสิทธิภาพในการทำงาน
ความอ่อนล้า	ขวัญกำลังใจ	แรงจูงใจ
ผลผลิต	การซื้อเครื่องจักร	

คู่สัมพันธ์

คู่สัมพันธ์ มีดังนี้

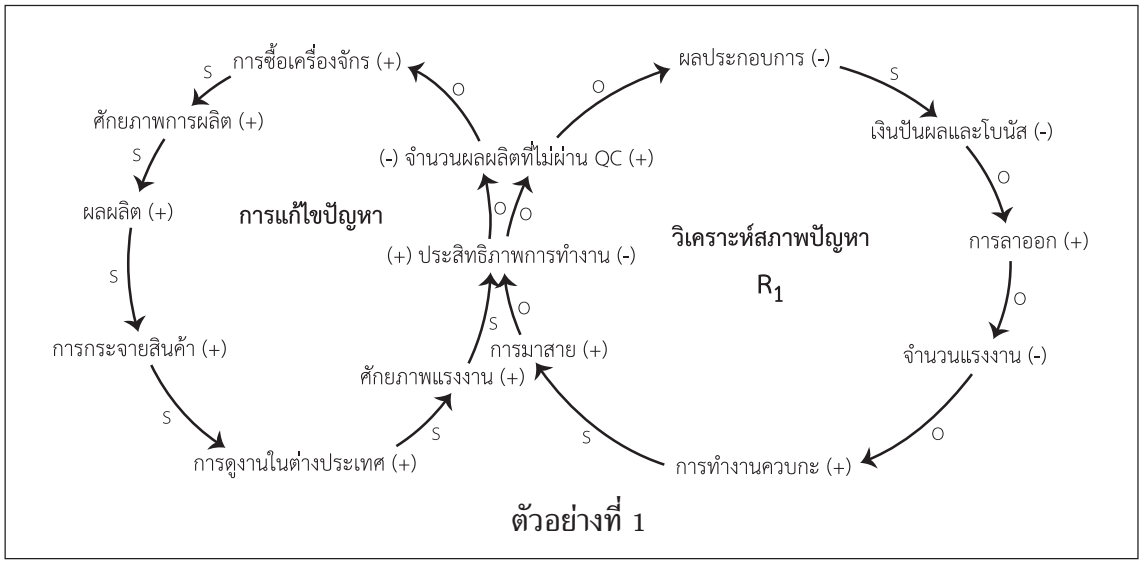
ผลประกอบการ (-) —S→ เงินปันผลและโบนัส (-)
เงินปันผลและโบนัส (-) —O→ การลาออก (+)
การลาออก (+) —O→ จำนวนแรงงาน (-)
จำนวนแรงงาน (-) —O→ การทำงานควบกะ (+)
การทำงานควบกะ (+) —S→ การมาสาย (+)
การมาสาย (+) —O→ ประสิทธิภาพการทำงาน (-)
ประสิทธิภาพการทำงาน (-) —O→ จำนวนผลผลิตที่ไม่ผ่าน QC (+X
จำนวนผลผลิตที่ไม่ผ่าน QC (+) —O→ ผลประกอบการ (-)

คู่สัมพันธ์ของสภาพปัญหา

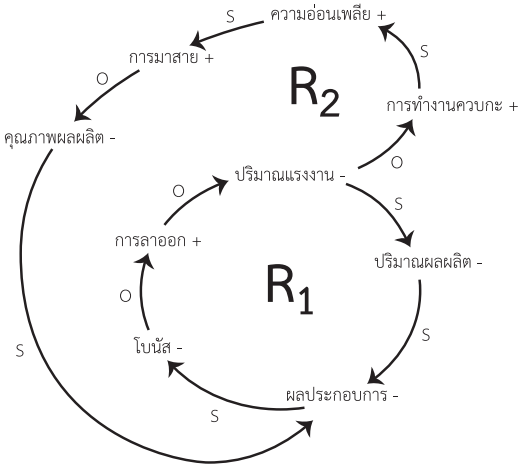
จำนวนผลผลิตที่ไม่ผ่าน QC (+) —S→ การซื้อเครื่องจักร (+)
การซื้อเครื่องจักร (+) —S→ ศักยภาพการผลิต (+)
ศักยภาพการผลิต (+) —S→ ผลผลิต (+)
ผลผลิต (+) —S→ การกระจายสินค้า (+)
การกระจายสินค้า (+) —S→ การดูงานในต่างประเทศ (+)
การดูงานในต่างประเทศ (+) —S→ ศักยภาพแรงงาน (+)
ศักยภาพแรงงาน (+) —S→ ประสิทธิภาพการทำงาน (+)

คู่สัมพันธ์ของการแก้ไขปัญหา

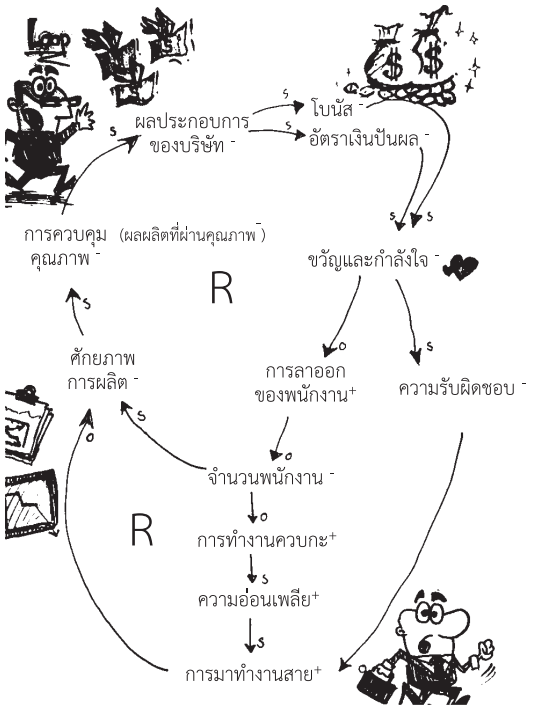
วงจรปัญหา (Causal Loop Diagrams) ของบริษัทไมโครเซอร์กิต จำกัด มีดังนี้



ตัวอย่างที่ 1



ตัวอย่างที่ 2



ตัวอย่างที่ 3

บทเรียนจากกรณีศึกษา "บริษัทไมโครเซอร์กิต จำกัด"

การพัฒนาทักษะการคิดเชิงระบบ ให้เกิดขึ้นแก่นิสิต นักศึกษา หรือแม้แต่นักเรียนรุ่นใหม่เป็นสิ่งที่ดีและมีประโยชน์มาก แต่ทำอย่างไรกระบวนการจัดการเรียนรู้อย่างเป็นระบบที่จะทำให้กลุ่มเป้าหมายเกิดการเรียนรู้และมีทักษะการคิดเชิงระบบอย่างมีประสิทธิภาพ จากกรณีศึกษาดังกล่าว จะเห็นได้ว่า ทักษะการคิดพื้นฐาน อันได้แก่ ทักษะการคิดวิเคราะห์ คิดสังเคราะห์ จะช่วยให้สามารถพิจารณาแยกแยะถึงที่มาของปัญหาได้ รวมทั้งหลักเหตุและผล อันเป็นพื้นฐานของการคิดเชิงระบบ

การคิดเชิงระบบ เป็นทักษะการคิดขั้นสูงที่จำเป็นต้องอาศัยทักษะการคิดย่อย ๆ (Richmond, 2004 อ้างถึงใน มนตรี แย้มกสิกร, 2546) คือ การคิดแบบพลวัต (dynamic thinking) การคิดแบบระบบแห่งสาเหตุ (system-as-cause thinking) การคิดมองแบบภาพรวม (forest thinking) การคิดแบบปฏิบัติการ (operational thinking) การคิดแบบวงจรสัมพันธ์ (closed-loop thinking) การคิดแบบเชิงปริมาณ (quantitative thinking) และการคิดกระบวนการเชิงวิทยาศาสตร์ (scientific thinking) ประกอบกับเป็นแขนงวิชา เป็นสหศาสตร์ที่จำเป็นต้องอาศัยพื้นฐานจากศาสตร์ต่าง ๆ ซึ่งสามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้กับทุกอาชีพ โดยเฉพาะการรู้อย่างลึกซึ้งในสายอาชีพของตนเอง วิเคราะห์ให้เห็นภาพทั้งระบบในสายอาชีพ เห็นปัญหาที่เกิดขึ้นแบบไม่แยกส่วน จะทำให้จัดการกับรากเหง้าของปัญหาในสายอาชีพได้อย่างแท้จริง

สรุป

การคิดเชิงระบบ จะช่วยให้สามารถแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นซ้ำซากได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยกระบวนการแก้ปัญหาในกระบวนการคิดเชิงระบบ เริ่มจากการพิจารณาสภาพปัญหาที่เกิดขึ้นตั้งแต่จุดเริ่มต้นของปัญหา จนถึงปัจจุบัน และพิจารณาสภาพปัญหานั้นว่าเปลี่ยนแปลงไปในลักษณะใด อะไรเป็นสาเหตุ อะไรเป็นผลที่เกิดขึ้น ผลที่เกิดจากสาเหตุหนึ่งอาจเป็นสาเหตุให้เกิดผลอีกประการหนึ่งได้ จากนั้นจึงนำปัจจัยของเหตุและผลมาสร้างเป็นภาษาเพื่อการสื่อสารแทนกระบวนการปัญหาทั้งหมด สิ่งที่สำคัญที่สุด คือ ถ้าจะพิจารณาตัดวงจรการเกิดปัญหาเหล่านั้นซึ่งเป็นต้นเหตุของปัญหาทั้งหมดจะสามารถพิจารณาตัดวงจรที่ปัจจัยตัวใด ดังนั้น การคิดเชิงระบบ จึงเป็นทักษะที่สำคัญและจำเป็นสำหรับผู้เรียนในศตวรรษที่ 21 เพราะเป็นการคิดเชิงเหตุและผล และคิดในภาพรวมทั้งระบบเป็นสำคัญ

เอกสารอ้างอิง

กฤษมันต์ วัฒนาณรงค์.(2541). การคิดเชิงระบบ (System Thinking). *เอกสารประกอบคำบรรยาย DVT Extension Officer Training on Planning and Monitoring of Training*. 15-26 June 1998. Agriculture Engineering Training Center (AETC), Bangpoon, Pathum Thani, Thailand.

ณฐาภพ สมคิด.(2557). กรณีศึกษาด้านบริหารธุรกิจ "ปัญหาผลประกอบการลดลง ของบริษัท ไมโครเซอร์กิต จำกัด". *กรณีศึกษารายวิชาพื้นฐานการคิดเชิงระบบ 423103 Fundamental systems thinking*. คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา.

นพคุณ นิศามณี.(2548/ กรกฎาคม-กันยายน). การคิดเชิงระบบ. *วารสารพัฒนาเทคนิคศึกษา, 17*(55), 36-42.

พรพรรณ ภูมิภู.(2548). *การคิดเชิงระบบ*. กรุงเทพฯ: สถาบันพัฒนาข้าราชการพลเรือน.

มกราพันธุ์ จูฑะรสก.(2550). *บทที่ 3 การฝึกทดลองการคิดอย่างเป็นระบบในชีวิตประจำวัน*. ค้นเมื่อ 23 ธันวาคม 2555. สืบค้นจาก http://www.bcnsurin.ac.th/e-teacher/data/PkPSPonFri91803.doc

มนตรี แย้มกสิกร.(2546). *การพัฒนารูปแบบการสอนเพื่อพัฒนาการคิดเชิงระบบของนิสิตระดับปริญญาตรี สาขาเทคโนโลยีทางการศึกษา*. ปริญญานิพนธ์การศึกษาดุษฎีบัณฑิต สาขาการวิจัยและพัฒนาหลักสูตรบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

มนตรี แย้มกสิกร. (ม.ป.ป.). *เอกสารการสอนวิชาการคิดเชิงระบบ*. คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา.

มานะ ศรีสุวรรณ.(2549). กระบวนการคิดเชิงระบบ...พบความสำเร็จแบบยากที่จะอธิบาย. *วารสารการพัฒนาทรัพยากรมนุษย์, 2*(1), 119-133.

วิทยา สุหฤทดำรง และศิรศักย เทพจิต.(2550). *การคิดเชิงระบบ (Systems Thinking): เครื่องมือจัดการความซับซ้อนในโลกธุรกิจ*. กรุงเทพฯ: อี.ไอ.สแควร์ สำนักพิมพ์.

สุภาวดี เจริญเศรษฐมห.(2550). การคิดเชิงระบบ (System thinking). *วารสารรามคำแหง, 24*(3), 214-226.

Senge, P. M.(1990). *The Fifth Discipline: The Art and Practice of the Learning Organization*. New York: Doubleday Currency.