

พัฒนาการของกระบวนการแก้ปัญหา: จากการใช้ตรรกะ
สู่การวิเคราะห์ระบบเชิงข้อจำกัด และการพัฒนาโมเดลเชิงโครงสร้าง
Development of Problem-Solving Processes: From Logical Thinking to
Systemic Analysis of Constraints and the Structural Advancement

ปัญญา เกิดมณี* บดินทร์ชาติ สุขบท** และ สมบัติ ที่มทรัพย์***

Bancha Kerdmanee* Bodinchat Sukbot** and Sombat Teekasap***

*, **คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยธนบุรี และ ***มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา

*, **Faculty of Science and Technology, Thonburi University and ***Bansomdejchaopraya Rajabhat
University

Corresponding Author: ปัญญา เกิดมณี

อีเมล: bodinchat@gmail.com

บทความวิชาการ

วันที่รับบทความ: 13 กุมภาพันธ์ 2568 วันที่แก้ไขบทความ: 31 มีนาคม 2568 วันที่ตอบรับบทความ: 2 เมษายน 2568

บทคัดย่อ

บทความวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์และสังเคราะห์กระบวนการพัฒนาการของแนวคิดการแก้ปัญหาของสามกระบวนการที่สำคัญ ได้แก่ แนวทางการคิดเชิงตรรกะของ Polya กระบวนการวิเคราะห์เชิงระบบตามทฤษฎีข้อจำกัดของ Goldratt และการพัฒนาโมเดลโครงสร้างเชิงระบบ IDEAL Model โดยมุ่งเน้นบทบาทของทักษะการให้เหตุผลในฐานะกลไกสำคัญที่ขับเคลื่อนการแก้ปัญหามีประสิทธิภาพ การศึกษาใช้เอกสารวิชาการที่เกี่ยวข้องมากกว่า 30 ฉบับ ผลการสังเคราะห์พบว่ากรอบคิดของ Polya มีความสำคัญในการปูพื้นฐานเชิงตรรกะและเชิงกลยุทธ์ ขณะที่แนวคิด TOC ของ Goldratt ขยายขอบเขตสู่การวิเคราะห์ระบบเชิงองค์กร และ IDEAL Model มีบทบาทในการจัดโครงสร้างการแก้ปัญหาในหลากหลายมิติ โดยมีความเชื่อมโยงกันในฐานะพัฒนาการเชิงประวัติศาสตร์และทฤษฎีที่ต่อเนื่อง การวิพากษ์เสนอว่าการบูรณาการทั้งสามแนวคิดจะช่วยยกระดับทักษะการให้เหตุผลของผู้รู้และผู้ปฏิบัติการได้อย่างมีนัยสำคัญ

คำสำคัญ: การแก้ปัญหา, การให้เหตุผล, Polya, Goldratt, IDEAL Model

Abstract

This research article aims to analyze and synthesize the development of problem-solving concepts across three significant paradigms: Polya's logical problem-solving approach, Goldratt's Theory of Constraints (TOC) as a systemic analytical framework, and the IDEAL Model as a structured problem-solving model. Particular emphasis is placed on the role of

reasoning skills as a key mechanism driving effective problem-solving. The study used more than 30 related academic documents. The synthesis reveals that Polya's framework is crucial in establishing a logical and strategic foundation, while Goldratt's TOC extends the scope toward organizational system analysis, and IDEAL Model provides a structured framework for addressing problems across multiple dimensions. These paradigms are interconnected as part of a continuous historical and theoretical development. The critique suggests that integrating these three perspectives can significantly enhance the reasoning skills of both learners and practitioners.

Keywords: Problem-solving, Reasoning skills, Polya, Goldratt, IDEAL Model

บทนำ

ในศตวรรษที่ 21 ทักษะการแก้ปัญหาเป็นหนึ่งในทักษะสำคัญที่บุคคลควรมี เพื่อเผชิญกับความท้าทายทั้งในเชิงวิชาการ อาชีพ และชีวิตประจำวัน (OECD, 2019) การแก้ปัญหาที่มีประสิทธิภาพไม่เพียงแต่ต้องอาศัยความรู้และข้อมูลเท่านั้น หากแต่ต้องการทักษะการให้เหตุผล ที่ช่วยให้ผู้แก้ปัญหาสามารถวิเคราะห์ตีความ และตัดสินใจได้อย่างมีตรรกะและเป็นระบบ

ความสำคัญของการวิจัยกระบวนการพัฒนาทฤษฎีอยู่ที่ว่า การทำความเข้าใจว่า “เหตุผล” ทำหน้าที่เป็นกลไกกลางในการเปลี่ยนความรู้ ไปสู่การปฏิบัติได้อย่างไร การเชื่อมโยงแนวคิดทั้งสาม (Polya, Goldratt และ IDEAL Model) จะช่วยเปิดประตูสู่การบูรณาการที่สามารถพัฒนารอบการแก้ปัญหาที่สมบูรณ์และทันสมัยยิ่งขึ้นสำหรับการศึกษาและการพัฒนาองค์กร

คำถามการวิจัย

พัฒนาการของกระบวนการแก้ปัญหาสามารถอธิบายเชิงทฤษฎีในฐานะเส้นทางการพัฒนาเชิงเหตุผลจากการคิดเชิงตรรกะสู่การวิเคราะห์เชิงระบบและการแก้ปัญหาเชิงโครงสร้างได้อย่างไร และบทบาทของทักษะการให้เหตุผลในฐานะกลไกกลางของการบูรณาการกรอบแนวคิดเหล่านี้คืออะไร

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาพัฒนาการของแนวคิดการแก้ปัญหาจากสามกระบวนการทัศนสำคัญ
2. เพื่อวิเคราะห์บทบาทของ “ทักษะการให้เหตุผล” ในฐานะกลไกกลางที่ขับเคลื่อนการแก้ปัญหาให้มีประสิทธิภาพในทั้งสามกรอบคิด
3. เพื่อสังเคราะห์ความเชื่อมโยงเชิงประวัติศาสตร์และเชิงทฤษฎีของทั้งสามแนวคิด ให้เห็นเป็น “เส้นทางพัฒนาเชิงเหตุผล” ที่ต่อเนื่อง

4. เพื่อวิพากษ์จุดแข็ง - จุดอ่อนของแต่ละแนวคิด และเสนอแนวทาง “กรอบบูรณาการ” สำหรับการศึกษาและการพัฒนาองค์กรในศตวรรษที่ 21

กระบวนการวิจัย

ใช้กระบวนการวิจัยแบบวิเคราะห์และสังเคราะห์เชิงอนุมาณ (Meta analysis and synthesis process) จากเอกสารวิชาการ มากกว่า 30 เรื่อง งานวิจัยนี้กำหนดเกณฑ์ในการคัดเลือกเอกสารที่นำมาศึกษา และวิเคราะห์ ดังต่อไปนี้ ความสอดคล้องเชิงเนื้อหา (Thematic Relevance) คุณภาพทางวิชาการ (Scholarly Quality) คุณค่าเชิงทฤษฎี (Theoretical Contribution) ความต่อเนื่องเชิงประวัติศาสตร์ของแนวคิด (Historical Continuity) ความเกี่ยวข้องกับบริบทศตวรรษที่ 21 (Contextual Relevance) ความชัดเจนของแนวคิดและภาษา (Conceptual Clarity)

ทฤษฎีและเนื้อหาที่เกี่ยวข้อง

พัฒนาการของกรอบแนวคิดด้านการแก้ปัญหาเกิดขึ้นในหลายยุคสมัย หนึ่งในรากฐานสำคัญคือแนวทางการคิดเชิงตรรกะของ George Polya (1945) ที่เสนอขั้นตอนการแก้ปัญหา 4 ขั้น ซึ่งกลายเป็นรากฐานของการเรียนการสอนคณิตศาสตร์เชิงปัญหา ต่อมา Eliyahu Goldratt (1984) ได้ขยายมิติการแก้ปัญหาไปสู่ระดับระบบและองค์กรด้วย *Theory of Constraints* (TOC) ที่เน้นการระบุและจัดการกับข้อจำกัด (Constraints) เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของระบบทั้งหมด และในเวลาต่อมา John Bransford และ Barry Stein (1984) ได้พัฒนา IDEAL Model ซึ่งเป็นกรอบคิดเชิงโครงสร้างสำหรับการแก้ปัญหาที่สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในหลากหลายบริบททั้งการศึกษาและการจัดการ

การพิจารณาทั้งสามกรอบคิดนี้จะแสดงให้เห็นเส้นทางวิวัฒนาการจากการแก้ปัญหาที่มุ่งเน้นเชิงปัจเจก (Polya) ไปสู่การแก้ปัญหาเชิงระบบ (Goldratt) และต่อยอดสู่กรอบโครงสร้างที่เป็นสหวิทยาการ (IDEAL) โดยมีทักษะการให้เหตุผลเป็นตัวขับเคลื่อนร่วมกันในทุกๆระดับ ดังนี้

1. การคิดเชิงตรรกะของ Polya: George Polya (1945) เป็นหนึ่งในนักคณิตศาสตร์ที่ทรงอิทธิพลที่สุดในศตวรรษที่ 20 ด้านการแก้ปัญหาเชิงคณิตศาสตร์ หนังสือ *How to Solve It* ได้รับการยกย่องว่าเป็นรากฐานสำคัญของ “ศาสตร์แห่งการแก้ปัญหา” โดยเฉพาะการใช้ การให้เหตุผลเชิงตรรกะ เป็นแกนกลาง Polya ได้นำเสนอ 4 ขั้นตอนการแก้ปัญหา ดังนี้ (1) การเข้าใจปัญหา (Understanding the problem) หมายความว่า การตีความโจทย์ แยกเงื่อนไขหลักออกจากข้อมูลรอง (2) การวางแผน (Devising a Plan) หมายความว่า การสร้างกลยุทธ์ในการแก้ เช่น การใช้สมการ การวาดภาพ หรือการหาตัวอย่าง (3) การดำเนินการตามแผน (Carrying out the plan) หมายความว่า การใช้เหตุผลและเครื่องมือทางคณิตศาสตร์เพื่อแก้ปัญหา และ (4) การตรวจสอบ (Looking Back) หมายความว่า การพิจารณาคำตอบ ทดสอบสมมติฐาน และสรุปเป็นองค์ความรู้ใหม่

มีการต่อยอดงานของ Polya อย่างหลากหลาย เช่น Schoenfeld (1985) วิพากษ์ว่า การแก้ปัญหาของนักเรียนไม่ควรจำกัดอยู่เพียงขั้นตอนเชิงกลไก แต่ต้องฝึกให้ตัดสินใจเชิงกลยุทธ์โดยใช้การให้เหตุผล

ส่วน Liljedahl (2016) ก็ชี้ให้เห็นว่า “ห้องเรียนแห่งการคิด” (Thinking Classrooms) ที่ใช้โจทย์ท้าทายเชิงปัญหาจะกระตุ้นการใช้เหตุผลได้ดีกว่าการสอนตามขั้นตอนปกติ

ดังนั้น Polya จึงเป็นผู้วางรากฐานการฝึกทักษะการให้เหตุผลเชิงตรรกะ (Logical Reasoning) ในการแก้ปัญหาเชิงปัจเจก ซึ่งต่อมาได้กลายเป็นจุดเริ่มต้นของการพัฒนารอบคิดที่ซับซ้อนยิ่งขึ้น

2. ทฤษฎีข้อจำกัดของ Goldratt ต่อมาความคิดเรื่องการแก้ปัญหาได้ขยายจากปัจเจกไปสู่ระดับระบบและองค์กร ผ่านแนวคิดของ Eliyahu M. Goldratt ผู้พัฒนา Theory of Constraints (TOC) ซึ่งนำเสนอครั้งแรกในหนังสือ The Goal (Goldratt & Cox, 1984) และพัฒนาต่อมาใน Theory of Constraints (Goldratt, 1990)

TOC ตั้งอยู่บนสมมติฐานว่า ทุกระบบมีข้อจำกัด (Constraints) ที่เป็นตัวกำหนดประสิทธิภาพโดยรวม การแก้ปัญหาที่แท้จริงจึงไม่ใช่การพยายามแก้ทุกจุด แต่คือการใช้ การให้เหตุผลเชิงระบบ (Systemic Reasoning) เพื่อค้นหาข้อจำกัดหลัก และปรับปรุงระบบรอบ ๆ ข้อจำกัดนั้น

Eliyahu M. Goldratt ในกรอบทฤษฎีข้อจำกัด (Theory of Constraints) ได้นำเสนอ "กระบวนการห้าขั้นตอนเพื่อมุ่งเน้น" (Five Focusing Steps) ซึ่งเป็นแนวทางเชิงปฏิบัติสำหรับการปรับปรุงประสิทธิภาพของระบบโดยรวม แนวคิดหลักคือการระบุและจัดการกับข้อจำกัด (Constraint) ที่จำกัดผลลัพธ์ของระบบ ขั้นตอนแรกคือการระบุข้อจำกัดของระบบ (Identify) เป็นการวิเคราะห์เพื่อค้นหาว่าองค์ประกอบใดเป็นคอขวดที่จำกัดการทำงานของระบบทั้งหมด ขั้นตอนที่สองคือการใช้ประโยชน์สูงสุดจากข้อจำกัดนั้น (Exploit) คือการปรับการทำงานรอบข้อจำกัดเพื่อให้สามารถผลิตผลได้มากที่สุดโดยไม่ต้องลงทุนเพิ่ม ขั้นตอนที่สามคือการปรับกระบวนการส่วนอื่น ๆ ให้สอดคล้องกับข้อจำกัด (Subordinate) เป็นขั้นที่ต้องมีการเปลี่ยนลำดับความสำคัญและทรัพยากรของกิจกรรมอื่น ๆ เพื่อสนับสนุนการทำงานที่จุดคอขวดโดยรวม ขั้นตอนที่สี่คือการขยายขีดความสามารถของข้อจำกัด (Elevate) หากมาตรการเบื้องต้นยังไม่เพียงพอ ให้พิจารณาการลงทุนหรือการออกแบบใหม่เพื่อเพิ่มความสามารถของข้อจำกัด และขั้นตอนสุดท้ายคือการกลับไปทำซ้ำเมื่อข้อจำกัดเปลี่ยน (Repeat) หลังจากข้อจำกัดได้รับการบรรเทาหรือเปลี่ยนแปลงแล้ว ต้องวนระบบย้อนกลับไปตรวจหาและจัดการกับข้อจำกัดใหม่อย่างต่อเนื่อง กระบวนการนี้จะสะท้อนหลักการของการปรับปรุงเชิงระบบที่เป็นวงจรและเน้นการลงทุนที่มีประสิทธิผลเพื่อให้ระบบโดยรวมก้าวหน้าอย่างต่อเนื่อง (Goldratt, ทฤษฎีข้อจำกัด).

Dettmer (1997, 2001) อธิบายว่า TOC เป็นมากกว่าทฤษฎีการจัดการ หมายถึงว่า TOC คือ “กระบวนการคิดเชิงระบบและตรรกะ” ที่สามารถใช้เป็น Common Language ในการอธิบายปัญหาซับซ้อน เครื่องมือวิเคราะห์และออกแบบการเปลี่ยนแปลง และกรอบกลยุทธ์เพื่อการพัฒนาองค์กรอย่างยั่งยืน หรืออาจเรียกรวม ๆ ว่า “กรอบการให้เหตุผล” (Reasoning framework) สำหรับการวิเคราะห์เชิงสาเหตุ (Cause-effect analysis) เพื่อลดความซับซ้อนของระบบ Mabin & Balderstone (2003) ได้ทำการสังเคราะห์งานวิจัยระดับนานาชาติ และพบว่า TOC ช่วยเพิ่มผลผลิตและการแก้ปัญหาเชิงกลยุทธ์ในหลากหลายอุตสาหกรรม

ดังนั้น TOC สามารถมองได้ว่าเป็น การพัฒนาการของการให้เหตุผลจากเชิงปัจเจก (Polya) สู่เชิงระบบ (Goldratt) ที่เน้นความสัมพันธ์เชิงข้อจำกัดและเครือข่ายการเชื่อมโยงของปัญหา

3. IDEAL Model ในปี 1984 John Bransford และ Barry Stein ได้เสนอ IDEAL Model ในหนังสือ The IDEAL Problem Solver ซึ่งถูกยกย่องว่าเป็นหนึ่งในโมเดลเชิงโครงสร้างที่สมบูรณ์ที่สุดในการแก้ปัญหา (Bransford & Stein, 1984) โดย IDEAL เป็นตัวย่อของขั้นตอนการแก้ปัญหาที่มีประสิทธิภาพที่ไม่ใช่เพียงการ “ตอบสนองต่ออาการ” ของปัญหา แต่คือการมองลึกลงไปถึง *ต้นเหตุ* และใช้กระบวนการคิดที่เป็นระบบ ซึ่ง IDEAL model ถือเป็นแนวทางสำคัญที่ช่วยให้ผู้ใฝ่รู้และผู้ปฏิบัติงานสามารถจัดการกับสถานการณ์ซับซ้อนได้อย่างมีโครงสร้าง ดังนี้

(1) **I = Identify problems and opportunities** (ระบุปัญหาและโอกาส) ขั้นตอนแรกคือการทำความเข้าใจให้ชัดว่าปัญหาที่แท้จริงคืออะไร ไม่ใช่เพียงสิ่งที่เห็นจากภายนอก เช่น หากนักเรียนสอบตก ปัญหาอาจไม่ใช่ “ไม่เก่ง” แต่คือ “ไม่มีทักษะการจัดการเวลาในการเรียน”

(2) **D = Define goals and represent the problem** (กำหนดเป้าหมายและกรอบปัญหา) หลังจากเข้าใจตัวปัญหาแล้ว ต้องระบุเป้าหมายและขอบเขตให้ชัดเจน เช่น ตั้งเป้าว่า “เพิ่มผลการเรียนให้ดีขึ้นใน 1 ภาคเรียน” พร้อมระบุเงื่อนไขที่เกี่ยวข้อง เพื่อไม่ให้มุมมองแคบเกินไปหรือกว้างจนเกินไป

(3) **E = Explore possible strategies** (ค้นหาแนวทางแก้ปัญหา) ขั้นนี้คือการคิดหาวิธีแก้หลายรูปแบบ อาจใช้การระดมสมอง (brainstorming) หรือการอ้างอิงประสบการณ์เดิม เช่น วางตารางเวลาใหม่ ใช้แอปช่วยทบทวน หรือขอคำปรึกษาจากอาจารย์

(4) **A = Act on strategies** (ลงมือปฏิบัติ) เมื่อตัดสินใจเลือกวิธีแล้ว ต้องลงมือทำจริง โดยอาจเริ่มจากวิธีที่มีโอกาสสำเร็จมากที่สุด เช่น เริ่มปรับตารางการอ่านก่อน แล้วค่อยเสริมด้วยการขอคำแนะนำเพิ่ม

(5) **L = Look back and evaluate results** (ประเมินและสะท้อนผลลัพธ์) สุดท้ายคือการประเมินผลว่า วิธีที่เลือกใช้ช่วยแก้ปัญหาได้จริงหรือไม่ และเรียนรู้จากกระบวนการเพื่อนำไปปรับปรุงในอนาคต เช่น หากผลการเรียนยังไม่ดีขึ้น อาจต้องปรับเปลี่ยนกลยุทธ์ใหม่หรือเสริมวิธีอื่นเพิ่มเติม

ดังนั้น IDEAL model จึงไม่ใช่เพียงแค่ “ลำดับขั้น” แต่คือการจัดระบบความคิดให้ผู้แก้ปัญหา *คิดอย่างลึกซึ้ง มีเป้าหมายชัด และเรียนรู้ต่อเนื่อง* ซึ่งได้ผสมผสานจุดแข็งของแนวคิดก่อนหน้าเข้าด้วยกัน กล่าวคือการมุ่งเน้นการเข้าใจโจทย์เชิงลึกแบบ Polya และการวิเคราะห์เชิงระบบแบบ Goldratt แต่พัฒนาให้เป็น โครงสร้างที่ยืดหยุ่นและปรับใช้ได้กว้าง ตั้งแต่การศึกษา (Jonassen, 2000) จนถึงการแก้ปัญหาเชิงซับซ้อนด้านวิศวกรรมและธุรกิจ (Dorner & Funke, 2017)

จุดเด่นของ IDEAL Model คือการสร้าง “วงจรเหตุผล” ที่ชัดเจนระหว่างการนิยามปัญหา การวิเคราะห์ทางเลือก และการสะท้อนผลลัพธ์ ซึ่งเอื้อต่อการใฝ่รู้และพัฒนาทักษะการให้เหตุผลในทุกกระบวนการศึกษาและการทำงาน ใช้ได้ทั้งการแก้ปัญหาส่วนปัจเจกและการทำงานเป็นทีม เหมาะกับการเรียนการสอน เพราะช่วยให้ผู้ใฝ่รู้ฝึกทักษะการคิดเชิงวิพากษ์ (Critical Thinking) และการคิดเชิงสร้างสรรค์ (Creative

thinking) และสามารถประยุกต์ได้กับหลากหลายสาขา เช่น การจัดการ การศึกษา จิตวิทยา วิศวกรรม หรือ การแก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน

ความสัมพันธ์และความเชื่อมโยงระหว่างทฤษฎีและบริบทของทักษะการให้เหตุผล

ถ้ามองการแก้ปัญหาจากมุมมองทางทฤษฎี จะเห็นเส้นทางการพัฒนาที่ค่อย ๆ เปลี่ยนแปลงและขยาย มุมมองจาก การคิดเชิงตรรกะเฉพาะกรณี ไปสู่การวิเคราะห์ระบบเชิงข้อจำกัด แล้วก็มีการสร้างกรอบปฏิบัติที่ สะท้อนผลและวางกลยุทธ์ กล่าวคือ เมื่อ Polya (ค.ศ. 1945) เริ่มการแก้ปัญหาเชิงคณิตศาสตร์/ตรรกะ ผ่าน ขั้นตอนที่เป็นระบบ ได้แก่ *เข้าใจปัญหา วางแผน ดำเนินการ ตรวจสอบ* ซึ่งเป็นวิธีคิดเชิงตรรกะที่มีการใช้การ ให้เหตุผลทั้ง นิรนัย (Deduction) และ อุปนัย (Induction) เพื่อสร้างและตรวจสอบคำตอบ เหมาะกับการ แก้ปัญหาที่ชัดเจน และมีโครงสร้างทางคณิตศาสตร์รองรับ (Polya, 1945) ต่อมา Goldratt (1984s) ขยาย การแก้ปัญหาสู่มุมมองเชิงระบบ (Systemic Reasoning) โดยพิจารณาว่าทุกระบบมี “ข้อจำกัด” (Constraint) หากสามารถระบุและแก้ข้อจำกัดได้ โดยใช้การให้เหตุผล (Causal Reasoning) และวิเคราะห์ ห่วงโซ่เหตุผล (Causal Chain) ซึ่งสามารถแปลงเป็นตัวแปรเชิงโครงสร้างในแบบจำลองเชิงปฏิบัติการหรือ SEM ได้ (เช่น เมื่อมีข้อจำกัดด้านความสามารถจะส่งผลกระทบต่ออัตราการผลิตของระบบ) สรุปก็คือ เน้นการค้นหา ความสัมพันธ์เชิงสาเหตุของข้อจำกัด จะเข้าสู่กระบวนการแก้ปัญหาเชิงกลยุทธ์ หรือ IDEAL Model (Bransford & Stein, 1984) การสร้าง IDEAL framework จะเน้นการคิดหาแนวทางและ*การให้เหตุผล* *เชิงสะท้อน* ของการเรียนรู้จากสิ่งที่ทำมาแล้ว ซึ่งเป็นการผสมผสานกับการวางกลยุทธ์เพื่อการเปลี่ยนแปลงที่ ยั่งยืนในระดับองค์กร

วิวัฒนาการดังกล่าวสะท้อนให้เห็นการขยายแนวคิดการแก้ปัญหาจาก *การคิดเชิงตรรกะเฉพาะกรณี* ไปสู่*การคิดเชิงระบบ* และสุดท้ายคือ*การสร้างกรอบงานที่บูรณาการทั้งการวิเคราะห์ การปฏิบัติ และการเรียนรู้* จึงเป็น “การบูรณาการเชิงวิวัฒนาการของแนวคิด (Theoretical Evolutionary Integration)” หรือ “การบูร ณาการตามแนวแกนเวลา (Diachronic Integration)” ตามแนวคิดและวิธีปฏิบัติของ Cooper (1984, 1998) (อ้างอิง พรทิพย์ มานะกิจ. (2561) เมื่อใช้ตารางวิเคราะห์ แสดงการเปรียบเทียบเพื่อพิจารณาความ ความสัมพันธ์และความเชื่อมโยงระหว่างทฤษฎีและบริบทของทักษะการให้เหตุผล ได้ดังตารางต่อไปนี้

หัวข้อเปรียบเทียบ	Polya	Goldratt (TOC)	IDEAL Model
แนวคิดหลัก	ขั้นตอนเชิงตรรกะในการ แก้ปัญหา (เข้าใจ → วางแผน → ทำ → ตรวจสอบ)	หาข้อขัดในระบบแล้วแก้ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของ ระบบทั้งหมด	กรอบการเปลี่ยนแปลง: Initiating → Diagnosing → Establishing → Acting → Learning
ประเภทเหตุผล	นิรนัย (Deductive) + อุปนัย (Inductive)	เหตุผลเชิงระบบ/เชิงสาเหตุ (Causal/Systemic)	เชิงสะท้อนและเชิงกลยุทธ์ (Reflective & Strategic)

หัวข้อเปรียบเทียบ	Polya	Goldratt (TOC)	IDEAL Model
ขอบเขตการใช้งาน	งานแก้ปัญหาเชิงคณิตศาสตร์/ตรรกะ และปัญหาเป็นกรณี ๆ	ปรับปรุงกระบวนการ/ระบบในองค์กรหรือการผลิต	การจัดการเปลี่ยนแปลง/โครงการเชิงกลยุทธ์ในองค์กร
จุดเด่น	ชัดเจนเป็นขั้นตอน ใช้ได้กับปัญหาที่นิยามชัด	โฟกัสที่ข้อจำกัดสำคัญ ให้ผลลัพธ์ต่อระบบโดยรวม	สนับสนุนการเรียนรู้หลังการลงมือ ทำให้เกิดการปรับปรุงต่อเนื่อง
วิธีการปฏิบัติ	คิดแบบเป็นขั้นตอน ทดลอง และพิสูจน์	วิเคราะห์ข้อจำกัด → จัดลำดับความสำคัญ → แก้ไขข้อขัด	ตั้งเป้า วิเคราะห์ ดำเนินการ ติดตาม และสะท้อนผล
ตัวอย่างสถานการณ์	แก้โจทย์คณิตศาสตร์หรือปัญหาเชิงตรรกะ	โรงงานการผลิตซ้ำจากเครื่องที่เป็นคอขวด → แก้ที่เครื่องนั้น	องค์กรต้องเปลี่ยนระบบบริหาร → วางแผน เปลี่ยนแล้วทบทวนผล

จากตารางหากพิจารณากรอบคิดทั้งสาม จะเห็นว่า Polya มุ่งเน้นที่การแก้ปัญหาเชิงตรรกะเป็นขั้นตอน เริ่มจากการทำความเข้าใจปัญหา วางแผน ดำเนินการ และตรวจสอบคำตอบ ลักษณะการให้เหตุผลจึงเป็นทั้งแบบนิรนัย และอุปนัย เหมาะกับโจทย์ที่มีขอบเขตชัด เช่น คณิตศาสตร์หรือปัญหาเชิงตรรกะ จุดเด่นของแนวทางนี้คือความเป็นระบบ เข้าใจได้ง่าย และสามารถฝึกฝนเป็นทักษะพื้นฐานได้ ซึ่งอยู่ในมุมมองเชิงปัจเจก

ส่วน Goldratt (TOC) มองการแก้ปัญหาในระดับระบบหรือองค์กร โดยใช้เหตุผลเชิงสาเหตุ (Causal reasoning) เพื่อค้นหาคอขวดของระบบ แล้วจัดลำดับความสำคัญและแก้ไขข้อจำกัดนั้น ผลลัพธ์ไม่ใช่แค่แก้ปัญหาเฉพาะหน้า แต่คือการเพิ่มประสิทธิภาพโดยรวมของทั้งระบบ ตัวอย่างเช่น โรงงานที่มีเครื่องจักรเครื่องหนึ่งเป็นคอขวด หากแก้ไขเครื่องจักรนั้นได้ จะส่งผลดีต่อกระบวนการทั้งหมด จุดแข็งของ TOC อยู่ที่การโฟกัสไปที่ปัจจัยที่ส่งผลมากที่สุด ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงที่มีนัยสำคัญ

และ IDEAL Model ได้ขยายมิติของการแก้ปัญหาไปสู่การจัดการเชิงกลยุทธ์และการเปลี่ยนแปลงในองค์กร โดยมีขั้นตอน Initiating, Diagnosing, Establishing, Acting และ Learning (McCaffery et al., 1994) การให้เหตุผลในโมเดลนี้มีลักษณะเชิงกลยุทธ์และเชิงสะท้อน (Reflective Reasoning) ซึ่งไม่เน้นการแก้ปัญหา แต่ยังมุ่งให้เกิดการเรียนรู้และการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง ตัวอย่างคือ องค์กรที่ต้องปรับโครงสร้างการบริหาร โมเดล IDEAL จะช่วยให้สามารถกำหนดเป้าหมาย วิเคราะห์ปัญหา วางกลยุทธ์ ดำเนินการ และเรียนรู้จากประสบการณ์เพื่อพัฒนาในรอบถัดไป

เมื่อเปรียบเทียบทั้งสาม จะเห็นว่า Polya เหมาะกับการฝึกฝนทักษะการคิดเชิงตรรกะในระดับปัจเจก Goldratt เหมาะกับการปรับปรุงประสิทธิภาพเชิงระบบในองค์กร และ IDEAL เหมาะกับการจัดการ

การเปลี่ยนแปลงที่ซับซ้อนและต่อเนื่อง จุดร่วมที่สำคัญคือทั้งสามต่างพึ่งพาการให้เหตุผลเป็นเครื่องมือหลักในการขับเคลื่อน แต่แตกต่างกันที่บริบทและขอบเขตของการนำไปใช้

พัฒนาการของการแก้ปัญหา จากตรรกะ ไปสู่ข้อจำกัด และโมเดลเชิงโครงสร้าง

ในประเทศไทย จากการพิจารณางานวิจัยอย่างน้อย 5 เรื่อง ต่อไปนี้ จะเห็นเส้นทางการพัฒนาที่ชัดเจนว่า กระบวนการแก้ปัญหาไม่ได้หยุดอยู่กับการคิดเชิงตรรกะเท่านั้น แต่ยังต้องเผชิญข้อจำกัดของระบบและพัฒนาไปสู่การสร้างโมเดลโครงสร้างที่ใช้จริงได้ โดยเริ่มต้นจากการคิดเชิงตรรกะ (Logical thinking) ทุกงานวิจัยต่างเน้นการใช้เหตุผลเชิงตรรกะเป็นจุดตั้งต้น เช่น กิตติพงศ์ (2565) พูดถึงการคิดเชิงระบบที่อาศัยการเชื่อมโยงเชิงเหตุผลในการเรียนรู้ ขณะที่ศิริพร (2564) มุ่งที่ใช้เหตุผลเชิงตรรกะในงานวิศวกรรม และ ปวีณา (2563) ใช้ตรรกะผนวกกับการคิดเชิงคำนวณในโจทย์คณิตศาสตร์ ส่วนอนันต์ (2562) และจิราพร (2561) ก็ใช้ตรรกะเป็นฐานในการคิดเชิงระบบและวิทยาศาสตร์ตามลำดับ จากนั้น *ก้าวเข้าสู่ข้อจำกัด* (Constraints analysis) ซึ่งทำให้เห็นว่าการคิดเพียงเชิงตรรกะยังไม่เพียงพอ เพราะปัญหาที่แท้จริงมักมีข้อจำกัดมากมาย เช่น เวลา บริบทจริง หรือความซับซ้อนของระบบ เช่น งานของศิริพร (2564) ชี้ชัดว่าการแก้ปัญหาวิศวกรรมต้องเผชิญข้อจำกัดทางเทคนิคและทรัพยากร ขณะที่อนันต์ (2562) วิเคราะห์ปัญหาซับซ้อนที่ประกอบด้วยหลายตัวแปร ส่วนปวีณา (2563) พบว่าข้อจำกัดอยู่ในระบบสัญลักษณ์และโจทย์คณิตศาสตร์ ซึ่งไม่สามารถแก้ด้วยเหตุผลเพียงอย่างเดียว ในทางเดียวกัน จิราพร (2561) เน้นข้อจำกัดจาก “หลักฐานเชิงวิทยาศาสตร์” ที่ไม่สามารถมองข้ามได้ ดังนั้น จึงมีการพัฒนาเป็นโมเดลเชิงโครงสร้าง (Structural modeling) ผุดขึ้น เมื่อมีผู้วิจัยได้เผชิญกับข้อจำกัด เขาเหล่านั้นจึงสร้างโมเดลเชิงโครงสร้างเพื่อตอบโจทย์จริง เช่น กิตติพงศ์ (2565) สร้างโมเดลการเรียนรู้แบบบูรณาการ ศิริพร (2564) พัฒนาแบบจำลองเชิงสถานการณ์ทางวิศวกรรม ปวีณา (2563) สร้างโครงสร้างทางคณิตศาสตร์ อนันต์ (2562) สร้างโมเดลการตัดสินใจเชิงซับซ้อน และจิราพร (2561) ออกแบบรูปแบบการเรียนรู้ที่พัฒนาการคิดเชิงโครงสร้างในวิทยาศาสตร์

จึงสามารถสรุปเป็นภาพรวมของเส้นทางจาก *ตรรกะ ไปสู่ ข้อจำกัด จนกระทั่ง โมเดลเชิงโครงสร้าง* ในงานวิจัยภาษาไทยนี้ แสดงให้เห็นว่า การแก้ปัญหาที่มีประสิทธิภาพต้องเดินทางจากเหตุผลเชิงตรรกะ ไปสู่การตระหนักถึงข้อจำกัดในระบบ และพัฒนาเครื่องมือเชิงโครงสร้างเพื่อแก้ปัญหาในระดับที่ซับซ้อนขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับแนวทางสากลด้าน Problem-Solving และ Systems Thinking ที่กำลังถูกนำมาใช้ในหลายสาขาวิชา ดังเช่น ในต่างประเทศ

ในต่างประเทศ การศึกษางานวิจัยมีอยู่ในหลายสาขา ซึ่งจะพบว่า แม้ปัญหาจะแตกต่างกัน (ตั้งแต่สถาปัตยกรรม การสื่อสารเครือข่าย ไปจนถึง AI แต่ทุกงานมี เส้นทางการพัฒนาความคิดแก้ปัญหาที่คล้ายกัน คือเริ่มจากการใช้ *ตรรกะ* (Logical Reasoning) ไปสู่วิเคราะห์และรับมือกับ *ข้อจำกัด* (Constraints) จนพัฒนาเป็น *โมเดลเชิงโครงสร้าง* (Structural Models) ดังเช่น

(1) การออกแบบสถาปัตยกรรม (Oprica, Voinea, & Graur, 2025) ผู้วิจัยเน้น “การคิดเชิงสร้างสรรค์เชิงตรรกะ” เพื่อออกแบบสิ่งก่อสร้าง โดยมีข้อจำกัดจาก วัสดุและโครงสร้างจริง ซึ่งทำให้ผู้เรียนพัฒนาความคิดเป็น โมเดลสถาปัตยกรรมเชิงโครงสร้าง ที่สอดคล้องกับโลกจริง

(2) การคิดเชิงคำนวณและระบบ (Eappen, Cela, & Vajjhala, 2025) งานนี้ใช้ ตรรกะเชิงขั้นตอน (Computational thinking) ร่วมกับ การวิเคราะห์ข้อจำกัดด้านทรัพยากรและเวลา แล้วสร้าง Mental Models เพื่อจัดกรอบและแก้ปัญหาในเชิงโครงสร้าง

(3) การจัดสรรทรัพยากรในเครือข่าย 6G (Pandikumar & Bostani, 2025) ผู้เขียนใช้ fuzzy logic เพื่อรับมือกับ ข้อจำกัดเชิงไม่เป็นเชิงเส้น (Nonlinear Constraints) แล้วสร้าง โมเดลคณิตศาสตร์เชิงโครงสร้าง ที่สามารถหาคำตอบที่เหมาะสมที่สุดได้

(4) การสร้างสมมติฐานด้วย Constraint Satisfaction (Zuenko & Zuenko, 2024) งานนี้อาศัย ตรรกะเชิงอนุมาน (Logical Inference) เพื่อรับมือกับ ข้อจำกัดเชิงตาราง (Table Constraints) และ พัฒนา โมเดลโครงสร้างสมมติฐาน (Structural Hypothesis Model) สำหรับ Reasoning ภายในระบบ JSM

(5) ระบบ Fuzzy + Deep Learning (Beke, 2025) ผู้วิจัยพัฒนาระบบที่ใช้ fuzzy logic ควบคู่กับ Deep Learning เพื่อจัดการ ข้อจำกัดของความไม่แน่นอนหลายมิติ และสร้าง โมเดลโครงสร้างที่สามารถวิเคราะห์ความไว (Sensitivity Analysis) ได้

(6) การคิดเชิงวิเคราะห์ทางธุรกิจ (Szturo, 2025) ที่นี้ตรรกะถูกยกระดับเป็น Analytical Logic เพื่อรับมือกับ ข้อมูลและระบบธุรกิจที่ซับซ้อน โดยผลลัพธ์คือ โมเดลเชิงโครงสร้างสำหรับการวิเคราะห์ และตัดสินใจทางธุรกิจ

(7) การประสานพลังมนุษย์ – AI (Varghese, Jose, Bindhumol, & Cleetus, 2025) งานนี้ใช้ ตรรกะเชิงโครงสร้าง (Structured Logic Reasoning) แต่ยอมรับข้อจำกัดของมนุษย์ในการประมวลผล ข้อมูลจำนวนมาก จึงอาศัย AI เพื่อสร้างโมเดลเชิงโครงสร้างที่แม่นยำและซับซ้อนกว่า

(8) Neurosymbolic AI (Pulicharla, 2025) ผู้เขียนผสาน ตรรกะเชิงสัญลักษณ์ (Symbolic Logic) เข้ากับ Neural Networks เพื่อแก้ข้อจำกัดของระบบ AI แบบเดี่ยว แล้วสร้างโมเดลเชิงโครงสร้าง Neuro Symbolic ที่สามารถ Reasoning ได้ทั้งเชิงสัญลักษณ์และเชิงเชื่อมโยง

กล่าวโดยภาพรวมของการศึกษาวิจัยในต่างประเทศ ได้ความว่า Polya style (ตรรกะ) เริ่มต้นด้วยการคิดเชิงตรรกะ (เชิงสร้างสรรค์ / Computational / Fuzzy / Analytical / Symbolic) เมื่อใช้แนวคิดในยุคของ Goldratt style (ข้อจำกัด) ที่ทุกกรณีต้องเผชิญข้อจำกัด ไม่ว่าจะเป็น วัสดุ ทรัพยากร Nonlinear Uncertainty ตลอดจน Human Limits แม้กระทั่งการพัฒนาเป็น IDEAL Style (โมเดลเชิงโครงสร้าง) ผลลัพธ์สุดท้ายคือการสร้าง “โมเดล” ที่สามารถสะท้อนความซับซ้อนจริงได้ ไม่ว่าจะเป็น โมเดลสถาปัตยกรรม Mental Model, Mathematical model, Hypothesis model, Business model ตลอดจน AI Hybrid model เป็นต้น จึงเห็นว่าการวิจัยที่ศึกษาในต่างประเทศทั้ง 8 งาน สะท้อนให้เห็นว่า เส้นทาง Logical ไปสู่ Constraints จนกระทั่งถึง Structural Models ไม่ได้อยู่ในคณิตศาสตร์หรือวิศวกรรมเท่านั้น แต่ขยายสู่หลายศาสตร์ได้อีก

ดังนั้นโดยรวมของการศึกษางานวิจัยทั้งในประเทศและต่างประเทศ สะท้อนพัฒนาการของกระบวนการแก้ปัญหาในลำดับขั้นจาก ตรรกะ สู่ ข้อจำกัด และต่อยอดเป็น โมเดลเชิงโครงสร้าง งานวิจัยภาษาไทยจำนวน 5 ชิ้น ชี้ให้เห็นว่าการแก้ปัญหาที่มีประสิทธิภาพต้องอาศัยทั้งเหตุผลเชิงตรรกะ และการ

ตระหนักถึงข้อจำกัดในระบบ ก่อนพัฒนาเครื่องมือเชิงโครงสร้างเพื่อจัดการกับความซับซ้อน ขณะทำงานวิจัยต่างประเทศจำนวน 8 ชิ้น อธิบายพัฒนาการดังกล่าวผ่านกรอบการใช้ตรรกะ การเผชิญข้อจำกัดทฤษฎี และการพัฒนาเป็นโมเดลเชิงโครงสร้าง ซึ่งนำไปสู่การสร้างแบบจำลองที่สะท้อนความเป็นจริงได้อย่างรอบด้าน ทั้ง Mental Model, Mathematical Model, Hypothesis Model, Business Model และ AI Hybrid Model ผลการศึกษาชี้ว่า เส้นทางดังกล่าวมิได้จำกัดอยู่เพียงในทางคณิตศาสตร์หรือวิศวกรรมศาสตร์ แต่สามารถขยายสู่ศาสตร์อื่น ๆ ได้

สรุปผลข้อค้นพบ

1. พัฒนาการของกระบวนการแก้ปัญหา มีความต่อเนื่องเชิงพัฒนาการ โดยทั้งสามแนวคิดเรียงกันเหมือนขั้นบันไดของการแก้ปัญหา เริ่มจาก “คิดเป็นขั้นตอน” ระดับโจทย์เฉพาะ (Polya) ขยับมามอง “ทั้งระบบ” หาและแก้ข้อจำกัดที่ส่งผลกระทบ (Goldratt) แล้วจึงยกระดับสู่ “การเปลี่ยนแปลงเชิงกลยุทธ์” ที่วนลูปรเรียนรู้ (IDEAL) ตัวอย่างการแก้ปัญหาล้างสินค้าล่าช้า (Polya ขั้นตอน วางแผน-ลงมือ-ตรวจสอบ) พบว่าติดคอขวดที่ขั้นตอนการรับสินค้า (Goldratt TOC แก่ที่คอขวด) แล้วทำโครงการเปลี่ยนกระบวนการทั้งคลังสินค้า และมีการติดตามผลอย่างเป็นระบบ (IDEAL Model)

2. “การให้เหตุผล” เป็นแกนกลางของทุกทฤษฎีการแก้ปัญหา ที่ใช้การให้เหตุผลที่เหมาะสมกับบริบทของแต่ละทฤษฎี โดยวางรากฐานการใช้ทั้งในเชิงนิรนัยและการอุปนัยร่วมกัน การนิรนัย ใช้เพื่อพิสูจน์และตรวจสอบความถูกต้องของวิธีแก้ ส่วนการอุปนัย ใช้จากการลองผิดลองถูก สังเกต และสรุปแนวโน้มเพื่อวางแผนแก้ปัญหา เป็นการฝึกให้ผู้เรียนคิดอย่างยืดหยุ่น ตรวจสอบได้ และพัฒนาแนวคิดต่อโดยการให้เหตุผลเชิงระบบ ผ่านโซ่เหตุผล (if...then...) เพื่ออธิบายความสัมพันธ์ของข้อจำกัดและผลลัพธ์ในระบบ การตัดสินใจจึงไม่ได้เน้นที่จุดเล็ก ๆ แต่เชื่อมโยงเป็นภาพรวมการแก้ตรงคอขวด ผลลัพธ์ที่เหลือในระบบจะเปลี่ยนไปอย่างไร ซึ่งเป็นการใช้เหตุผลเพื่อจัดการความซับซ้อนขององค์กร แนวคิดมีการปรับไปอีกขั้น คือเน้นการให้เหตุผลที่สะท้อนเชิงกลยุทธ์ เริ่มจากการวินิจฉัยเพื่อเข้าใจปัญหา กำหนดแนวทาง เลือกทางที่เหมาะสม ลงมือทำ และเรียนรู้จากผล วงจรนี้แสดงให้เห็นการใช้เหตุผลที่ไม่หยุดนิ่ง แต่สะท้อนกลับมาปรับปรุงอย่างต่อเนื่อง เพื่อให้การแก้ปัญหามีความถูกต้องและนำไปสู่การพัฒนาอย่างยั่งยืน (Gremba & Myers, 1997)

3. กรอบแนวคิดสำคัญทั้งสาม ไม่เป็นเพียงวิธีแก้ปัญหาเชิงทฤษฎี แต่ยังช่วยเสริมสร้างทักษะที่จำเป็นในศตวรรษที่ 21 โดยเฉพาะ “3R + 4C” (Reading, wRiting, aRithmetic + Critical thinking, Creativity, Collaboration, Communication) ซึ่งเป็นพื้นฐานให้คนรุ่นใหม่ที่ต้อง คิดเป็น ทำเป็น อยู่ร่วมกับผู้อื่นได้ ปรับตัวทันต่อโลกดิจิทัล มีเหตุผล และได้แย้งด้วยหลักฐาน ทุกกรอบแนวคิดเน้นการใช้เหตุผลอย่างมีหลักฐาน ไม่จะเป็นการพิสูจน์ทางคณิตศาสตร์ การวิเคราะห์โซ่เหตุผล หรือการวินิจฉัยเพื่อเรียนรู้ จะฝึกให้ผู้ใฝ่รู้ตรวจสอบ ตัดสินใจ และได้แย้งบนฐานข้อมูลจริง เช่น การแก้ปัญหาคือเป็นขั้นตอน การมุ่งที่ภาพรวมของระบบ เน้นค้นหาคอขวดและผลกระทบในเชิงเหตุผลของทักษะสำคัญในการคิดเชิงระบบ รวมถึงต้องเน้นในกรอบการปรับปรุงกระบวนการอย่างต่อเนื่องในรูปแบบโครงการ ซึ่งต้องใช้การทำงานเป็นทีมเพื่อให้การเปลี่ยนแปลงเกิดผลจริง จนถึงการวนลูปรเรียนรู้ ปรับตัวตามข้อมูลจริง ซึ่งไม่ได้หยุดแค่การลงมือทำ แต่ย้ำให้ เรียนรู้จาก

ผลลัพธ์ และปรับตัวในรอบถัดไป ซึ่งเป็นแกนกลางของทักษะการเรียนรู้ตลอดชีวิต และการอยู่รอดในยุคดิจิทัล ที่เต็มไปด้วยการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว โดยสรุป สามกรอบแนวคิดนี้ไม่เพียงตอบโจทย์การแก้ปัญหา แต่ยังเป็นเครื่องมือพัฒนาทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 ทั้งการคิด วิเคราะห์ ทำงานร่วมกัน และปรับตัวเพื่ออนาคต

4. ตารางเปรียบเทียบกรอบแนวคิดสำคัญทั้งสาม (แบบย่อ)

มิติ	Polya	Goldratt (TOC)	IDEAL
โฟกัส	ขั้นตอนแก้ปัญหา	คอขวดและผลกระทบทั้งระบบ	การเปลี่ยนแปลงเชิงกลยุทธ์แบบวนลูป
เหตุผลหลัก	นิรนัย + อุปนัย	เหตุ-ผลเชิงระบบ	สะท้อนคิด + วางกลยุทธ์
ผลลัพธ์เด่น	คำตอบถูกต้อง เป็นระบบ	ปรับปรุงประสิทธิภาพภาพรวม	การยกระดับและเรียนรู้ต่อเนื่อง
ใช้กับ	โจทย์เฉพาะ/เชิงเทคนิค	กระบวนการ/องค์กร	โครงการ/การบริหารการเปลี่ยนแปลง

จากตาราง กระบวนการแก้ปัญหามีสามแนวทางที่แตกต่างกันคือ Polya เน้นขั้นตอนการแก้โจทย์เชิงเหตุผลเพื่อให้คำตอบที่ถูกต้องและเป็นระบบ เหมาะกับปัญหาเชิงเทคนิค Goldratt (TOC) มุ่งวิเคราะห์คอขวดและผลกระทบเชิงระบบเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพ เหมาะกับกระบวนการและองค์กร และ IDEAL เน้นการเปลี่ยนแปลงเชิงกลยุทธ์แบบวนลูปเพื่อยกระดับการเรียนรู้และการพัฒนา เหมาะกับโครงการและการบริหารการเปลี่ยนแปลง โดยสรุป แนวทางทั้งสามต่างมีจุดเน้นและผลลัพธ์เฉพาะ ที่สามารถเลือกใช้ให้เหมาะสมกับลักษณะปัญหาและเป้าหมายในแต่ละบริบทของการให้เหตุผลหลักได้อย่างมีประสิทธิภาพ

5. จุดแข็ง – จุดอ่อนของกระบวนการแก้ปัญหา แสดงการเปรียบเทียบได้ดังตารางต่อไปนี้

แนวทาง	จุดแข็ง	จุดอ่อน
Polya	- โครงสร้างชัดเจน เข้าใจง่าย - เหมาะสำหรับการสอน - นำไปใช้ได้ทันที โดยเฉพาะด้านคณิตศาสตร์และเทคนิค	- พิจารณาเฉพาะโจทย์เดียว ไม่สะท้อนผลกระทบต่อระบบโดยรวม - มักถูกตีกรอบว่าเหมาะกับคณิตศาสตร์ แม้จริง ๆ ประยุกต์ได้กับปัญหาทั่วไป
Goldratt (TOC)	- เน้นสิ่งสำคัญที่สุด (คอขวด) - ใช้ทรัพยากรอย่างคุ้มค่า - มองเห็นผลกระทบเชิงระบบ	- ต้องสร้างแผนผังเหตุผลและเก็บข้อมูลเชิงกระบวนการ ซึ่งมีความซับซ้อน - ต้องการความร่วมมือและฉันทามติข้ามทีม
IDEAL	- ยืดหยุ่น ครอบคลุมตั้งแต่การเริ่มต้นปฏิบัติ จนถึงการเรียนรู้ - เหมาะสำหรับการเปลี่ยนแปลงองค์กร	- หากไม่ลงมือจริง อาจติดอยู่ที่ทฤษฎีหรือเอกสาร - ต้องใช้เวลาและการบริหารจัดการมาก

การอภิปรายผล

จากตารางเปรียบเทียบจุดแข็งและจุดอ่อน เมื่อพิจารณาตามแนวทางของ Polya กรอบการแก้ปัญหา มีโครงสร้างชัดเจนและเข้าใจง่าย เหมาะอย่างยิ่งสำหรับการสอนและการฝึกคิดเชิงตรรกะ ทำให้นำไปใช้ได้ทันทีโดยเฉพาะในบริบทของคณิตศาสตร์และงานเชิงเทคนิค อย่างไรก็ตาม เมื่อใช้กับโจทย์เชิงเดียวอาจไม่สะท้อนผลกระทบต่อบรรยากาศโดยรวม และมักถูกตีความว่าเป็นวิธีที่เหมาะสมเฉพาะกับคณิตศาสตร์ซึ่งที่แท้จริงแล้วสามารถประยุกต์ใช้กับปัญหาแบบกว้างได้ ส่วนแนวทางของ Goldratt (Theory of Constraints) TOC ให้ความสำคัญกับการค้นหาและจัดการจุดคอขวดของระบบ ทำให้การใช้ทรัพยากรมีประสิทธิภาพมากขึ้นและสามารถทราบผลกระทบเชิงระบบได้ชัดเจน วิธีการนี้มักช่วยชี้จุดที่ควรปรับปรุงเพื่อเพิ่มการใช้งาน อย่างไรก็ตาม การนำ TOC ไปใช้ต้องการการวางแผนผังเหตุผลและการเก็บข้อมูลเชิงกระบวนการซึ่งมีความซับซ้อน และจำเป็นต้องอาศัยความร่วมมือและฉันทามติจากหลายทีมภายในองค์กร และสำหรับแนวทางของ IDEAL Model ซึ่งเป็นแบบจำลอง IDEAL มีความยืดหยุ่นและครอบคลุมตั้งแต่การระบุปัญหา การออกแบบการทดลอง การลงมือปฏิบัติ ไปจนถึงการสะท้อนและเรียนรู้ จึงเหมาะสำหรับการขับเคลื่อนการเปลี่ยนแปลงในระดับองค์กร แต่หากขาดการนำไปใช้ปฏิบัติจริง กรอบนี้อาจคงอยู่เพียงในเชิงทฤษฎีหรือเอกสาร และการใช้งานให้เกิดผลต้องอาศัยเวลาและการบริหารจัดการที่เหมาะสม

เมื่อสรุปเชิงเปรียบเทียบ จะได้ว่า กรอบของ Polya เหมาะกับการสอนและการแก้โจทย์เฉพาะจุดอย่างรวดเร็ว TOC เหมาะกับการปรับปรุงประสิทธิภาพระดับระบบโดยการจัดการคอขวด ขณะที่ IDEAL เหมาะกับกระบวนการเปลี่ยนแปลงที่ต้องการการเรียนรู้และการสานต่อเชิงองค์กร การเลือกใช้กรอบใดกรอบหนึ่งควรพิจารณาจากลักษณะปัญหา ขอบเขตการเปลี่ยนแปลง และทรัพยากรที่มีอยู่

พัฒนาการของการแก้ปัญหาจากตรรกะไปสู่ข้อจำกัดและโมเดลเชิงโครงสร้าง โดยศึกษาจากงานวิจัยทั้งในประเทศไทยและต่างประเทศ

จากผลงานวิจัยทั้งในและต่างประเทศสะท้อนถึงพัฒนาการของการแก้ปัญหา โดยงานวิจัยในไทยเน้นการใช้เหตุผลร่วมกับการตระหนักถึงข้อจำกัด ก่อนพัฒนาเครื่องมือเชิงโครงสร้างเพื่อรับมือความซับซ้อน ส่วนงานวิจัยต่างประเทศชี้ให้เห็นกรอบ Polya – Goldratt – IDEAL ที่นำไปสู่การสร้างแบบจำลองหลากหลายรูปแบบ ทั้ง Mental, Mathematical, Hypothesis, Business และ AI Hybrid Models ผลการศึกษายืนยันว่า เส้นทางดังกล่าวก้าวข้ามขอบเขตคณิตศาสตร์และวิศวกรรมศาสตร์ ขยายสู่ศาสตร์อื่น ๆ ได้อย่างมากมาย

ข้อเสนอแนะเชิงปฏิบัติ

1. การบูรณาการแนวคิดของ Polya, Goldratt และ IDEAL

การบูรณาการแนวคิดของ Polya, Goldratt และ IDEAL ทำให้เกิด กรอบเชิงอภิมิติ (Meta-framework) คือ แนวคิดหรือตัวแบบเชิงแนวคิดที่อยู่ในระดับสูงกว่ากรอบแนวคิดทั่วไป (Framework) มีลักษณะเป็นโครงสร้างครอบ (Overarching Structure) ที่ทำหน้าที่เชื่อมโยง จัดระบบ หรือบูรณาการกรอบแนวคิด/ทฤษฎี/วิธีการย่อยต่าง ๆ ให้สามารถทำงานร่วมกันได้ โดยไม่จำกัดอยู่เพียงกรอบเดียว เพื่อใช้เป็น

แนวทางแก้ปัญหาและพัฒนากระบวนการอย่างเป็นระบบ โดยสามารถอธิบายได้เป็นสองส่วนสำคัญ คือ *วิธีการเชิงแนวคิดเอกฐาน (One-Framework Idea)* และ *เครื่องมือประกอบ (Complementary tools)*

1.1 วิธีการเชิงแนวคิดเอกฐาน (Single-Concept Approach) หมายถึง การเลือกใช้ กรอบคิดหลักเพียงกรอบเดียว มาเป็น “แกนกลาง” ในการแก้ปัญหา แล้วดำเนินการทุกขั้นตอนตามแนวคิดนั้น เช่น (1) เริ่มจาก Polya ที่เน้นการทำความเข้าใจโจทย์และเป้าหมายชัดเจน เป็นรากฐานของการวิเคราะห์ปัญหา ด้วยการนิยามปัญหา และระบุเกณฑ์ความสำเร็จ (ขั้น Define & Understand) (2) ต่อด้วย Goldratt ที่ชี้ให้เห็นโครงสร้างระบบ ใช้ผังเหตุผลเพื่อหาข้อขัด แล้วจัดลำดับความสำคัญของสิ่งที่ควรแก้ก่อน ด้วยการทำแผนภาพของระบบ และหา/จัดอันดับข้อขัด (ขั้น System Map & Constraint Focus) (3) เชื่อมกับ IDEAL ในการกำหนดเป้าหมายเชิงกลยุทธ์ พร้อมวางแผนเพื่อทดลอง และขยายผลเมื่อได้ผลลัพธ์จริง ด้วยการตั้งเป้าหมาย และวางแผนทดลอง/ขยายผล (ขั้น Strategy & Plan) (4) ผสานทั้ง Polya (ขั้นตอนตรวจสอบ) และ IDEAL (การติดตามตัวชี้วัด) เพื่อดูว่างานที่ทำตรงกับเป้าหมายหรือไม่ ด้วยการ (ลงมือ) ทำการวัดผล และทำตามตัวชี้วัด (ขั้น Execute & Monitor) และ (5) สุดท้ายใช้แนวทางของ IDEAL เพื่อสะท้อนบทเรียน (Reflection) และปรับเข้าสู่มาตรฐานใหม่ เพื่อเริ่มการพัฒนาอีกครั้ง ด้วยการสรุปบทเรียน และปรับมาตรฐาน วนลูปใหม่ (ขั้น Reflect & Learn)

1.2 เครื่องมือประกอบ (Complementary tools) เพื่อให้ใช้ได้จริง จำเป็นต้องใช้เครื่องมือเสริม เช่น 5W1H (สำหรับนิยามปัญหา) Causal Loop Diagram / CRT-FRT (สำหรับการคิดเชิงระบบ) KPI / OKR (เพื่อกำหนดตัวชี้วัดและติดตามผล) และ AAR (After Action Review) (เพื่อสะท้อนบทเรียนและปรับปรุงอย่างต่อเนื่อง) (Mayo, 1933; Senge, 1990; Parmenter, 2015; Doerr, 2018; U.S. Army Training and Doctrine Command, 2005)

ทั้งหมดนี้จะช่วยให้กรอบเชิงอภิมติเป็นทั้งแนวคิดและเครื่องมือปฏิบัติ สามารถนำไปใช้ ทั้งในงาน การศึกษา การบริหารจัดการ และการพัฒนาองค์กร

2. บูรณาการในการเรียนการสอนและฝึกอบรมองค์กร

2.1 ในห้องเรียน ประกอบด้วย (1) โจทย์ฐานปัญหา (PBL) ใช้ Polya ในการแตกโจทย์ แล้วให้ทีมทำแผนภาพระบบเพื่อหา “ข้อขัด” จึง ปิดท้ายด้วยรอบสะท้อนกลับคิดตามแบบ IDEAL และ (2) Rubric (ตารางเกณฑ์ที่บอกว่า จะวัดอะไร ระดับคะแนนหรือคุณภาพมีกี่ขั้น และแต่ละขั้นมีลักษณะอย่างไร การให้เหตุผล เพื่อตรวจ ความชัดเจนเหตุผล หลักฐาน และการสะท้อนกลับ

2.2 ในองค์กร ประกอบด้วย (1) Workshop 1 วัน ช่วงเช้า (Polya) จากกรณีจริงของบริษัท ช่วงบ่าย ช่วยกันค้นหาข้อขัดด้วย TOC และ ปิดท้ายด้วย การตั้ง/ดำเนินการตามแผน (IDEAL) 90 วัน และ (2) ชุมชนนักปฏิบัติ (CoP: Community of Practice) เช่น การแชร์ AAR รายเดือนและผล KPI (การรายงาน ทั้ง บทเรียนจากการทำงาน (AAR) และ ผลการวัดความสำเร็จตามเป้าหมาย (KPI) ทุกเดือน เพื่อให้ทุกคนในทีมรู้ภาพรวม นำไปสู่การปรับปรุงการทำงานต่อไป)

3. วิจัยเชิงทดลองเพื่อวัดทักษะการให้เหตุผล

3.1 การออกแบบวิจัยอย่างง่าย ประกอบด้วย (1) *กลุ่มทดลองใช้* Meta-framework vs กลุ่มควบคุม (วิธีการเดิม) (2) *ตัวชี้วัดก่อน-หลัง* คุณภาพการให้เหตุผล (ใช้ Rubric) เวลาแก้ปัญหา จำนวนข้อผิดพลาดผลลัพธ์ระบบ (เช่น Lead time, Throughput) (3) *วิธีเก็บข้อมูล* ทั้ง Pretest/Posttest บันทึกการตัดสินใจ แผนภาพเหตุผล AAR และ แบบสอบถาม Self-efficacy และ (4) *ระยะเวลาแนะนำ* 8 – 12 สัปดาห์ เพื่อเห็นแนวโน้มที่เชื่อถือได้

3.2 สถิติพื้นฐาน ได้แก่ T-test หรือ ANCOVA ควบคุมความต่างก่อนเรียน

4. ตัวอย่างการนำไปใช้แบบย่อ

กรณีที่ 1 ทีมบริการลูกค้า (1) Polya *เข้าใจปัญหา* ทราบว่าลูกค้าโกรธเรื่องเวลารอ > 10 นาที (2) Goldratt *พบคอขวด* ในขั้นตรวจสอบสิทธิ์เข้า (3) IDEAL *วางแผน* ทำสคริปต์ยืนยันตัวตนและระบบอัตโนมัติ (การเขียนโค้ด/โปรแกรมเล็ก ๆ เพื่อ ตรวจสอบว่า ผู้ใช้เป็นจริง (ปลอดภัย) ให้ บางงานทำเองอัตโนมัติ ไม่ต้องทำซ้ำ ๆ ด้วยมือ) (4) *ลงมือ-ติดตาม-วัดเวลารอรายวัน* (การเก็บข้อมูลหรือบันทึก ระยะเวลาที่ ผู้ใช้/ลูกค้า/ผู้รับบริการต้องรอ ในแต่ละวัน เพื่อนำมาวิเคราะห์และปรับปรุงกระบวนการทำงานให้มี ประสิทธิภาพมากขึ้น) (5) สะท้อน (ทบทวนสิ่งที่ทำไปแล้ว) ปรับสคริปต์ (แก้ไขระบบ/โค้ดให้ดีขึ้น) และ ฝึกอบรมเพิ่ม (พัฒนาคนให้ใช้ระบบใหม่ได้อย่างมั่นใจ) ผลคาดหวัง เวลารอเฉลี่ยลด 30 – 40% คะแนนความพึงพอใจเพิ่ม

กรณีที่ 2 เช็กलिستیใช้งานรวดเร็ว (Quick start) ประกอบด้วย (1) นิยามปัญหา และเกณฑ์ สำเร็จให้ชัด (Polya) (2) วาดแผนภาพระบบ ค้นหา “คอขวดหนึ่งเดียวที่สำคัญ” (Goldratt) (3) *ตั้งเป้าหมาย* 90 วัน และ จัดทำ/ดำเนินการ แผนทดลองเป็นรอบสั้น ๆ (IDEAL) และ (4) วัดผล-สะท้อนกลับ-มาตรฐาน ใหม่ แล้ววนลูป

สรุปข้อค้นพบ

(1) ในเชิงพัฒนาการ ทั้งสามแนวคิดมีความเชื่อมโยงกันอย่างต่อเนื่อง เริ่มจาก การแก้ไขเฉพาะ (Polya) ที่เน้นขั้นตอนการคิดทีละขั้น ขยายไปสู่ การแก้ปัญหาในระดับระบบ (Goldratt) ที่มองหาคอขวดและความเชื่อมโยงเชิงเหตุผล และยกระดับสู่ การเปลี่ยนแปลงพร้อมการเรียนรู้ (IDEAL) ที่ทำให้เกิดวงจรพัฒนา และปรับปรุงอย่างไม่สิ้นสุด

(2) แม้แนวคิดจะต่างรูปแบบกัน แต่แก่นร่วมที่ปรากฏชัดคือ “การให้เหตุผลอย่างมีหลักฐาน” ไม่ว่าจะเป็นการพิสูจน์คำตอบ (Polya) การสร้างสายโซ่เหตุผลในระบบ (Goldratt) หรือการใช้ข้อมูลเชิงสะท้อนและ กลยุทธ์ (IDEAL) ทุกแนวคิดล้วนเน้นให้ผู้ปฏิบัติคิดอย่างมีตรรกะ มีข้อมูลสนับสนุน และตรวจสอบย้อนกลับได้

(3) เมื่อบูรณาการทั้งสามเข้าด้วยกัน จะไม่เพียงทำให้การแก้ปัญหามีความครอบคลุมและเป็นระบบ แต่ยังส่งเสริมทักษะสำคัญแห่งศตวรรษที่ 21 ได้แก่ การคิดเชิงวิพากษ์ การแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ การทำงานร่วมกับผู้อื่น และการใฝ่รู้ตลอดชีวิต (3R + 4C) สิ่งเหล่านี้สามารถนำไปใช้ได้จริงทั้งในห้องเรียนเพื่อ พัฒนาผู้ใฝ่รู้ และในองค์กรเพื่อยกระดับคุณภาพและผลลัพธ์การทำงาน

จาก (1) (2) และ (3) จะเห็นว่าทั้งสามแนวคิดไม่ได้แยกขาดกัน แต่เป็น เส้นทางพัฒนาเชิงเหตุผล ที่เมื่อรวมกันแล้วจะกลายเป็นเครื่องมือทรงพลังในการสร้างการรับรู้และการเปลี่ยนแปลงอย่างแท้จริง

บทสรุปเชิงวิพากษ์ แม้ทั้งสามแนวคิดเกิดขึ้นต่างบริบท แต่มีเป้าหมายเดียวกันคือ *การยกระดับทักษะการให้เหตุผลเพื่อแก้ปัญหาอย่างมีประสิทธิภาพ* การสร้างกรอบบูรณาการจะเป็นก้าวสำคัญในการเตรียมผู้ใฝ่รู้และผู้ปฏิบัติงานในองค์กรให้พร้อมเผชิญปัญหาซับซ้อนในศตวรรษที่ 21

บรรณานุกรม

- กิตติพงศ์ พูนเกษร. (2565). การพัฒนาทักษะการคิดเชิงระบบเพื่อการแก้ปัญหาในบริบทการเรียนรู้แบบบูรณาการ. *วารสารครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร*, 19(2), 55–72.
- จิราพร บุญญานันต์. (2561). การพัฒนารูปแบบการเรียนรู้เพื่อเสริมสร้างการคิดเชิงโครงสร้างในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์. *วารสารวิทยาศาสตร์ศึกษา*, 39(2), 115–134.
- พรทิพย์ มานะกิจ. (2561). *การบูรณาการทางทฤษฎีเพื่อการวิจัยทางการศึกษา*. กรุงเทพฯ: คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ศิริพร ศรีสวัสดิ์. (2564). การใช้การคิดเชิงตรรกะและการจำลองสถานการณ์ในการแก้ปัญหาทางวิศวกรรม. *วารสารวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น*, 41(3), 201–219.
- ปวีณา แสงทวี. (2563). กระบวนการคิดเชิงคำนวณและตรรกะเพื่อการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์. *วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่*, 47(1), 89–108.
- อนันต์ ภูวิทย์พันธุ์. (2562). การพัฒนากระบวนการแก้ปัญหาเชิงซับซ้อนด้วยการคิดเชิงระบบและการวิเคราะห์ข้อจำกัด. *วารสารวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช*, 15(1), 33–50.
- Beke, A. (2025). Design and deployment of deep learning based fuzzy logic systems. ITU Repository.
- Bransford, J. D., & Stein, B. S. (1984). *The IDEAL problem solver*. Freeman.
- Bransford, J. D., & Stein, B. S. (1993). *The IDEAL problem solver: A guide for improving thinking, learning, and creativity* (2nd ed.). W. H. Freeman.
- Cooper, H. M. (1984). *The integrative research review: A systematic approach*. CA: Sage.
- Cooper, H. M. (1998). *Synthesizing research: A guide for literature reviews* (3rd ed.). CA: Sage.
- Dettmer, H. W. (1997). *Goldratt's Theory of Constraints: A systems approach to continuous improvement*. ASQ Quality Press.
- Dettmer, H. W. (2001). *Beyond Lean Manufacturing: Combining Lean and the Theory of Constraints for Higher Performance*. ASQ Quality Press.
- Doerr, J. (2018). *Measure What Matters: How Google, Bono, and the Gates Foundation Rock the World with OKRs*. Portfolio.

- Dorner, D., & Funke, J. (2017). Complex problem solving: What it is and what it is not. *Frontiers in Psychology*, 8, 1153. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2017.01153>
- Eappen, P., Çela, E., & Vajjhala, N. R. (2025). **Applied computational thinking and problem-solving in diverse academic fields**. INTED2025 Proceedings.
- Goldratt, E. M. (1990). **Theory of Constraints**. North River Press.
- Goldratt, E. M., & Cox, J. (1984). **The goal: A process of ongoing improvement**. North River Press.
- Gremba, J., & Myers, C. (1997). **The IDEAL model: A practical guide for improvement**. Software Engineering Institute, Carnegie Mellon University.
- Jonassen, D. H. (2000). Toward a design theory of problem solving. *Educational Technology Research and Development*, 48(4), 63–85. <https://doi.org/10.1007/BF02300500>
- Liljedahl, P. (2016). Building thinking classrooms. *Canadian Journal of Science, Mathematics and Technology Education*, 16(3), 197–207. <https://doi.org/10.1080/14926156.2016.1154104>
- Mabin, V. J., & Balderstone, S. J. (2003). **The World of the Theory of Constraints: A Review of the International Literature**. CRC Press.
- Mayo, E. (1933). **The Human Problems of an Industrial Civilization**. Macmillan.
- McCaffery, R., Humphrey, W., Hayes, W., & Kruchten, P. (1994). **IDEAL: A user's guide for software process improvement**. Carnegie Mellon University, Software Engineering Institute.
- OECD. (2019). **OECD future of education and skills 2030: OECD learning compass 2030**. OECD Publishing.
- Oprica, A. M., Voinea, A. E., & Graur, A. M. (2025). **Architectural education for creativity: The importance of constructive thinking**. INTED2025 Proceedings.
- Pandikumar, S., & Bostani, A. (2025). **Fuzzy logic-driven nonlinear optimization for resource allocation in 6G networks**. Nonlinear Analysis.
- Parmenter, D. (2015). **Key Performance Indicators: Developing, Implementing, and Using Winning KPIs** (3rd ed.). Wiley.
- Polya, G. (1945). **How to solve it: A new aspect of mathematical method**. Princeton University Press.
- Pulicharla, M. R. (2025). Neurosymbolic AI: Bridging neural networks and symbolic reasoning. *World Journal of Advanced Research and Reviews*, 20(3), 287–298.

- Senge, P. M. (1990). **The Fifth Discipline: The Art & Practice of The Learning Organization**. Doubleday.
- Schoenfeld, A. H. (1985). **Mathematical Problem Solving**. Academic Press.
- Szturo, K. (2025). Analytical thinking. In **Handbook of Business Management Tools** (Chapter 14). IET.
- U.S. Army Training and Doctrine Command**. (2005). After Action Review (AAR) Guide.
- Varghese, N. N., Jose, B., Bindhumol, T., & Cleetus, A. (2025). The power duo: Unleashing cognitive potential through human-AI synergy in STEM and non-STEM education. **Frontiers in Education**, 10, Article 1534582.