บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลในการวิจัยเรื่องการพัฒนารูปแบบการฝึกทักษะการคิดเชิงตรรกะเพื่อก้าวไปสู่อาชีพนักพัฒนาซอฟต์แวร์ในประเทศไทย ผู้วิจัยได้วิเคราะห์ข้อมูลตามรายละเอียดดังต่อไปนี้

4.1 ผลการวิเคราะห์เนื้อหาการคิดเชิงตรรกะ

4.2 ผลการสังเคราะห์ขั้นตอนการฝึกทักษะการคิดเชิงตรรกะ

4.3 ผลการออกแบบรูปแบบการฝึกทักษะการคิดเชิงตรรกะ

4.4 ผลการพัฒนารูปแบบการฝึกทักษะการคิดเชิงตรรกะ

4.5 ผลการประเมินรูปแบบการฝึกทักษะการคิดเชิงตรรกะ

4.1 ผลการวิเคราะห์เนื้อหาการคิดเชิงตรรกะ

ผลการศึกษาในขั้นตอนนี้ประกอบด้วย 3 ส่วนดังนี้ 1) ผลการศึกษาสมรรถนะของนักพัฒนาซอฟต์แวร์ 2) ผลการจัดลำดับความสำคัญทักษะของนักพัฒนาซอฟต์แวร์ และ 3) ผลการศึกษาและพัฒนาเนื้อหาการคิดเชิงตรรกะ

4.1.1 ผลการศึกษาสมรรถนะนักพัฒนาซอฟต์แวร์ในประเทศไทย

ผู้วิจัยเก็บข้อมูลด้วยแบบสัมภาษณ์ Behavioral Event Interview (BEI) จากกลุ่มเป้าหมาย จำนวน 20 ท่าน แล้ววิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้การสร้างทฤษฎีจากข้อมูล (Grounded Theory) ได้ผลลัพธ์สมรรถนะของนักพัฒนาซอฟต์แวร์ในประเทศไทย จำนวนทั้งสิ้น 18 รายการ ประกอบด้วย 5 ทักษะ และ 7 คุณลักษณะทั่วไป และ 6 คุณลักษณะเฉพาะ ซึ่ง 5 ทักษะประกอบด้วย 1) ความเชี่ยวชาญในอาชีพ 2) การคิดเชิงตรรกะ 3) การคิดเชิงระบบ 4) การคิดเชิงสร้างสรรค์ และ 5) การคิดเชิงอนาคต และ 7 คุณลักษณะทั่วไปได้แก่ 1) การทำงานเป็นทีม 2) ความสัมพันธ์และการสื่อสาร 3) การมุ่งผลสัมฤทธิ์ 4) การมีวุฒิภาวะทางอารมณ์และจริยธรรม 5) การยืดหยุ่นผ่อนปรน 6) การบริการที่ดี 7) การเป็นผู้นำและจูงใจผู้อื่น และ 6 คุณลักษณะเฉพาะ ได้แก่ 1) เมตตากรุณาเอื้อเฟื้อเผื่อแผ่ 2) ใจเย็น 3) สนุกสนาน 4) เกรงใจผู้อื่น 5) ซื่อสัตย์ และ 6) เข้าใจผู้อื่น โดยมีรายละเอียดดังนี้

4.1.1.1 ทักษะของนักพัฒนาซอฟต์แวร์ในประเทศไทย 5 ทักษะ

ทักษะที่ 1: ความเชี่ยวชาญในอาชีพ (Expertise)

นักพัฒนาซอฟต์แวร์จะต้องมีความรู้ด้านภาษาสำหรับเขียนโปรแกรมภาษา (Programming Language) การเขียนโปรแกรม รวมถึงการออกแบบอัลกอริทึม การเขียนโปรแกรมจำเป็นต้องมีความรู้เรื่อง

เครื่องมือสำหรับใช้ในการพัฒนาซอฟต์แวร์ การทำงานของนักพัฒนาซอฟต์แวร์มักเกี่ยวข้องกับหลายองค์กร เมื่อต้องพัฒนาซอฟต์แวร์ให้กับองค์กรใด จะต้องมีองค์ความรู้ในเรื่องกระบวนการทางธุรกิจขององค์กรนั้นๆ และที่สำคัญเทคโนโลยีมีการเปลี่ยนแปลงที่รวดเร็วมาก นักพัฒนาซอฟต์แวร์จะต้องมีการพัฒนาองค์ความรู้ของตนเองอย่างต่อเนื่อง เพื่อให้สามารถนำมาประยุกต์ใช้ในการพัฒนาซอฟต์แวร์ได้ โดยเฉพาะมาตรฐานหรือ Standard ที่เกี่ยวข้องโดยตรงกับการพัฒนาซอฟต์แวร์ เช่น วงจรการพัฒนาซอฟต์แวร์ (Software development life Cycle: SDLC) แบบจำลองวัดวุฒิภาวะการทำงานในการพัฒนาซอฟต์แวร์ (Capability Maturity Model: CMM) หรือสถาปัตยกรรมการพัฒนาซอฟต์แวร์ เช่น Model-View-Controller (MVC) เป็นต้น

ทักษะความเชี่ยวชาญในอาชีพ ต้องมีพฤติกรรม คือ
มีความรู้ ความสามารถ และมีทักษะที่จะสามารถประยุกต์ใช้ในการปฏิบัติงานได้ การขวนขวายหาความรู้ เพื่อพัฒนาศักยภาพของตนเอง โดยเฉพาะด้านเทคโนโลยี มาตรฐานการพัฒนาซอฟต์แวร์ มีความเข้าใจกระบวนการทางธุรกิจที่เกี่ยวข้อง เข้าใจความต้องการของลูกค้าเพื่อนำมาพัฒนาซอฟต์แวร์ให้ตรงกับความต้องการ รวมถึงการถ่ายทอดองค์ความรู้ไปยังผู้ใต้บังคับบัญชาหรือเพื่อนร่วมงาน และสามารถจัดลำดับความสำคัญของงานได้

ทักษะที่ 2: การคิดเชิงตรรกะ (Logical thinking skill)
นักพัฒนาซอฟต์แวร์จะต้องมีการวางแผนการแก้ปัญหา และการออกแบบอัลกอริทึม เพื่อใช้ในการพัฒนาซอฟต์แวร์ จะต้องมีการกำหนดเป้าหมายที่ชัดเจน วางแผนการแก้ปัญหาอย่างเป็นขั้นตอน กระบวนการต่างๆ สามารถเชื่อมโยงกันได้ และสามารถหลีกเลี่ยงอุปสรรคต่างๆ การพัฒนาซอฟต์แวร์เป็นการกำหนดขั้นตอนการทำงานที่ชัดเจน ระบุเงื่อนไขต่างๆ ที่คาดว่าจะเกิดขึ้นทั้งหมด รวมทั้งสามารถมองภาพรวมของทั้งระบบที่เกี่ยวข้องได้

ทักษะการคิดเชิงตรรกะ ต้องมีพฤติกรรม คือ
วางแผนการแก้ปัญหาอย่างเป็นขั้นตอนและมีเหตุผล โดยอยู่บนพื้นฐานของความเป็นจริงหรือข้อมูลที่มีอยู่ สามารถระบุเงื่อนไขต่างๆ ที่จะเกิดขึ้น เพื่อนำไปสู่เป้าหมายที่วางไว้ และสามารถหลีกเลี่ยงอุปสรรคต่างๆได้

ทักษะที่ 3: การคิดเชิงระบบ (System Thinking)
นักพัฒนาซอฟต์แวร์จะต้องมีองค์ความรู้ในภาพรวมของระบบทั้งหมดที่เกี่ยวข้อง เมื่อมีการดำเนินการใดๆ แล้วจะส่งผลกระทบต่อระบบย่อยอื่นๆ อย่างไร โดยจะต้องใช้มุมมองภาพกว้างในการแก้ปัญหา เมื่อแก้ปัญหาอย่างหนึ่งแล้วจะไม่ส่งผลกระทบต่อระบบอื่น

ทักษะการคิดเชิงระบบ ต้องมีพฤติกรรม คือ
สามารถมองภาพรวมของระบบทั้งหมดที่เกี่ยวข้อง สามารถวางแผนการแก้ปัญหา แล้วไม่ส่งผลกระทบต่อระบบอื่นๆที่เกี่ยวข้อง สามารถอธิบาย ถ่ายทอดองค์ความรู้ในเชิงระบบให้ผู้อื่นเข้าใจได้

ทักษะที่ 4: การคิดเชิงสร้างสรรค์ (Creative Thinking)
นักพัฒนาซอฟต์แวร์คือบุคคลซึ่งใช้ความรู้สามารถเพื่อนำมาวิเคราะห์ วางแผนการแก้ปัญหาโดยใช้ความสามารถของเทคโนโลยีเข้ามาเป็นองค์ประกอบหลัก กระบวนการวางแผนการแก้ปัญหาจะต้องทำให้เกิดประสิทธิภาพที่ดีขึ้น ลดระยะเวลา หรือลดต้นทุนได้ ฉะนั้นอาจจะเป็นขั้นตอนหรือกระบวนการที่ไม่เคยปฏิบัติมาก่อน โดยอาศัยความคิดสร้างสรรค์ที่แปลกใหม่เข้ามาประยุกต์ใช้ และสามารถอธิบายให้ผู้ที่เกี่ยวข้องสามารถมองเห็นภาพได้ และพร้อมที่จะร่วมมือร่วมกันไปตามเป้าหมายที่วางไว้

ทักษะการคิดเชิงสร้างสรรค์ ต้องมีพฤติกรรม คือ
สามารถสร้างกระบวนการแก้ปัญหาต่างๆ ด้วยแนวทางที่แตกต่างไปจากเดิม เพื่อให้เกิดผลลัพธ์ที่ดีขึ้น และสามารถอธิบายและถ่ายทอดแนวคิดไปสู่บุคคลที่ต่างๆ ที่เกี่ยวข้องให้สามารถเข้าใจ และนำไปสู่การปฏิบัติที่เป็นรูปธรรม

ทักษะที่ 5: การคิดเชิงอนาคต (Future thinking)
นักพัฒนาซอฟต์แวร์จะต้องดำเนินการวางแผนการดำเนินการ หรือแก้ปัญหาต่างๆ โดยจะมุ่งประเด็นการแก้ปัญหาเฉพาะหน้าอาจจะไม่เพียงพอ จะต้องมีการวางแผนเผื่ออนาคตว่าจะมีแนวทางรองรับอย่างไรบ้าง โดยผนวกเข้ากับการแก้ปัญหาปัจจุบัน แต่จะต้องอยู่บนหลักพื้นฐานของความเหมาะสมคืองบประมาณและความเป็นไปได้ของการดำเนินการ รวมถึงแนวนโยบายขององค์กร

ทักษะการคิดเชิงอนาคต ต้องมีพฤติกรรม คือ
สามารถสร้างกระบวนการแก้ปัญหาต่างๆ โดยสามารถแก้ปัญหาเฉพาะหน้า และสามารถป้องกันการเกิดปัญหาที่เกี่ยวข้องในอนาคต โดยอาศัยหลักพื้นฐานของความเหมาะสมด้านงบประมาณ ด้านนโยบาย และสามารถอธิบายและถ่ายทอดแนวคิดไปสู่บุคคลที่ต่างๆ ที่เกี่ยวข้องให้สามารถเข้าใจ และนำไปสู่การปฏิบัติที่เป็นรูปธรรม

4.1.1.2 คุณลักษณะทั่วไปของนักพัฒนาซอฟต์แวร์ในประเทศไทย 7 คุณลักษณะ

คุณลักษณะทั่วไปที่ 1: การทำงานเป็นทีม (Teamwork)
นักพัฒนาซอฟต์แวร์คือบุคลากรซึ่งต้องทำงานร่วมกันเป็นทีม ดังนั้นความร่วมมือ หรือร่วมแรงร่วมใจเป็นสิ่งสำคัญที่จะทำให้งานของทีมสำเร็จได้ เมื่ออยู่ในฐานะผู้ร่วมทีมจะต้องปฏิบัติตามแนวทางของหัวหน้าทีม นอกจากนี้นักพัฒนาซอฟต์แวร์จะต้องทำงานร่วมกับผู้ใช้งานระบบ จะต้องติดต่อประสานงานในการเก็บข้อมูลต่างๆ จึงจำเป็นต้องสามารถทำให้ผู้ใช้ระบบร่วมมือในการปฏิบัติงานเพื่อให้ได้งานที่ตรงกับความต้องการของลูกค้า

คุณลักษณะการทำงานเป็นทีม ต้องมีพฤติกรรม คือ
ทำงานร่วมกับผู้อื่นได้ รับผิดชอบงานหน้าที่ของตนเองในฐานะทีมงาน โดยให้ความร่วมมือ และความช่วยเหลือเพื่อนร่วมงาน หรือผู้ใต้บังคับบัญชา เพื่อให้งานสำเร็จลุล่วง ปฏิบัติตามกฎ กติตาต่างๆ ยอมรับความคิดเห็นของบุคคลอื่น และปฏิบัติตามมติของทีม

คุณลักษณะทั่วไปที่ 2: ความสัมพันธ์และการสื่อสาร (Relation and Communication)
นักพัฒนาซอฟต์แวร์จะต้องติดต่อประสานงานกับบุคคลหลากหลายกลุ่ม ได้แก่ ผู้ใช้ระบบ นักวิเคราะห์ระบบ ผู้จัดการโครงการ ซึ่งจะต้องมีการสื่อสารและการสร้างความสัมพันธ์อันดีกับบุคคลดังกล่าว ซึ่งในบริบทของสังคมไทย ความสัมพันธ์และการสื่อสารเป็นประเด็นที่มีความสำคัญต่อความสำเร็จของงาน ซึ่งจะช่วยให้การทำงานเป็นไปอย่างราบรื่นและมีประสิทธิภาพ นอกจากนี้ประเด็นเรื่องการให้ความเคารพแก่ผู้อาวุโส โดยผู้เยาว์จะให้ความเคารพ และเชื่อฟังผู้อาวุโสกว่าหรือผู้มีประสบการณ์สูงกว่า

คุณลักษณะความสัมพันธ์และการสื่อสาร ต้องมีพฤติกรรม คือ
สามารถติดต่อสื่อสารกับผู้อื่น ทั้งภายในทีมงานและผู้ที่เกี่ยวข้อง เช่น ผู้ใช้ระบบงาน สามารถสื่อสารได้ตรงตามวัตถุประสงค์ เพื่อให้เกิดความเข้าใจตรงกันระหว่างทีมงานพัฒนาซอฟต์แวร์และผู้ใช้ระบบหรือยูสเซอร์ นอกจากนี้จะต้องสร้างความสัมพันธ์อันดีกับบุคคลที่เกี่ยวข้อง เพื่อให้การดำเนินการต่างๆ สามารถดำเนินไปได้อย่างราบรื่น

คุณลักษณะทั่วไปที่ 3: การบริการที่ดี (Service Mind)
นักพัฒนาซอฟต์แวร์ต้องให้บริการลูกค้าซึ่งอยู่ในระดับต่างๆ ตั้งแต่ผู้ใช้ระบบ ผู้จัดการ หรือเจ้าของกิจการที่ต้องพัฒนาระบบ ซึ่งนักพัฒนาซอฟต์แวร์จะต้องให้บริการบุคคลเหล่านั้น นักพัฒนาซอฟต์แวร์จะต้องเป็นผู้ที่มีจิตบริการ และยินดีให้ความช่วยเหลือลูกค้าด้วยความเต็มใจ

คุณลักษณะการบริการที่ดี ต้องมีพฤติกรรม คือ
มีความตั้งใจในการให้บริการลูกค้า บริการลูกค้าด้วยความเต็มใจ ให้คำแนะนำที่เป็นประโยชน์ และเสนอทางเลือกต่างๆให้ลูกค้า ตอบสนองต่อความต้องการของลูกค้าด้วยความรวดเร็วและตรงกับความต้องการของลูกค้า

คุณลักษณะทั่วไปที่ 4: การมุ่งผลสัมฤทธิ์ (Achievement)
นักพัฒนาซอฟต์แวร์คือบุคลากรที่ต้องปฏิบัติงานให้สำเร็จตามเป้าหมาย และระยะเวลาที่กำหนด โดยจะต้องปฏิบัติงานตามบทบาทหน้าที่ของตนเองตามรายละเอียดของมาตรฐานงาน หรือคู่มือปฏิบัติงาน นอกจากนี้จะต้องมีการพัฒนาตนเองอย่างต่อเนื่อง เพื่อนำมาปรับปรุงผลงานให้ดีขึ้น

คุณลักษณะการ์มุ่งผลสัมฤทธิ์ ต้องมีพฤติกรรม คือ
มีความมุ่งมั่นที่จะปฏิบัติหน้าที่ของตนให้สำเร็จตามเป้าหมาย และระยะเวลาที่กำหนดโดยปฏิบัติตามข้อกำหนด หรือมาตรฐาน โดยมีความกระตือรือล้น ขยันมั่นเพียร อดทน รอบคอบ รับผิดชอบ เพื่อปรับปรุงผลงานให้ดีขึ้นกว่าเดิม หรือดีกว่ามาตรฐานที่กำหนด

คุณลักษณะทั่วไปที่ 5: การยืดหยุ่นผ่อนปรน (Flexibility)
ในการพัฒนาซอฟต์แวร์ประเด็นสำคัญคือความต้องการของลูกค้า (Requirement) ในระหว่างการวิเคราะห์ ออกแบบ หรือพัฒนาระบบสารสนเทศ อาจจะมีความต้องการที่เพิ่มขึ้น หรือเปลี่ยนแปลง ทำให้ส่งผลกระทบต่อระบบฯ ที่กำลังดำเนินการ นักพัฒนาซอฟต์แวร์จะต้องมีความยืดหยุ่นในการปฏิบัติงาน เพื่อให้งานสำเร็จตามและตรงกับความต้องการของลูกค้า นอกจากนี้ นักพัฒนาซอฟต์แวร์จะต้องมีการทำงานร่วมกับลูกค้าที่หลากหลายกลุ่ม จะต้องมีการปฏิบัติหน้าที่ด้วยความยืดหยุ่น สามารถปรับตัวให้เข้ากับบริบท หรือสถานการณ์ที่เปลี่ยนไป

คุณลักษณะการยืดหยุ่นผ่อนปรน ต้องมีพฤติกรรม คือ
สามารถในการปฏิบัติงานได้แม้ว่าสภาพแวดล้อมและสถานการณ์เปลี่ยนไป สามารถปรับเปลี่ยนกระบวนการปฏิบัติงานให้เหมาะสมกับแต่ละสถานการณ์ โดยมุ่งเน้นให้งานสำเร็จ มีการนำกฎ กติกามาใช้ด้วยความยืดหยุ่นและรอบคอบ

คุณลักษณะทั่วไปที่ 6: การเป็นผู้นำและจูงใจผู้อื่น (Leadership and Influence)
นักพัฒนาซอฟต์แวร์คือบุคคลซึ่งนำความรู้ทางด้านเทคโนโลยีมาประยุกต์ใช้ในการทำงานของหน่วยงานต่างๆ จะต้องมีการทำงานร่วมกับบุคคลที่หลากหลาย จำเป็นต้องมีความรู้ในการดำเนินงาน

ของหน่วยงานต่างๆ และสามารถชี้นำในการนำความรู้ด้านเทคโนโลยีมาผสานการทำงาน เพื่อให้เกิดประสิทธิภาพ

คุณลักษณะการเป็นผู้นำและจูงใจผู้อื่น ต้องมีพฤติกรรม คือ
สามารถเป็นผู้นำของกลุ่ม กำหนดเป้าหมาย วิธีการทำงาน เพื่อให้การปฏิบัติงานราบรื่น โน้มน้าวผู้อื่นๆที่อยู่ในระดับที่แตกต่างกันได้ โดยทางตรงหรือทางอ้อม และเข้าใจถึงปฏิกริยาของผู้อื่นที่เกี่ยวข้องอย่างแท้จริง

คุณลักษณะทั่วไปที่ 7: การมีวุฒิภาวะทางอารมณ์และจริยธรรม (Emotion and ethic)
การทำงานร่วมกับบุคคลที่หลากหลายจะก่อให้เกิดความขัดแย้งขึ้น นักพัฒนาซอฟต์แวร์จะต้องมีวุฒิภาวะทางอารมณ์ในการควบคุมตนเองและสถานการณ์ที่เกิดขึ้น ในบางครั้งความขัดแย้งเกิดขึ้นระหว่างลูกค้า แต่นักพัฒนาซอฟต์แวร์ซึ่งมีส่วนร่วมในเหตุการณ์นั้น จะต้องควบคุมสถานการณ์ไม่ให้บานปลาย และปฏิบัติตนเป็นกลางและมีจริยธรรม โดยเฉพาะในสังคมไทยลักษณะของบุคคลที่สามารถทำงานร่วมกับบุคคลอื่นได้นั้นควรจะเป็นคนสนุกสนาน ใจเย็น ควบคุมอารมรณ์ได้แม้จะโดนยั่วยุ และจะต้องปฏิบัติตนอยู่แนวทางที่ถูกต้อง ซื่อตรงและเป็นธรรม

คุณลักษณะการมีวุฒิภาวะทางอารมณ์และจริยธรรม ต้องมีพฤติกรรม คือ
สามารถควบคุมอารมณ์ตนเอง และสถานการณ์ได้ ไกล่เกลี่ยข้อพิพาทระหว่างฝ่ายต่างๆ ด้วยความเป็นธรรม และตรงไปตรงมา โดยไม่เข้าข้างฝ่ายหนึ่งฝ่ายใด โดยยึดเป้าหมายขององค์กรเป็นหลัก ไม่เห็นแก่ประโยชน์ส่วนตน มีการแสดงออกทางพฤติกรรมที่เหมาะสม

4.1.1.3 คุณลักษณะเฉพาะของนักพัฒนาซอฟต์แวร์ในประเทศไทย 6 คุณลักษณะ

คุณลักษณะเฉพาะที่ 1: เมตตากรุณาเอื้อเฟื้อเผื่อแผ่ (Kind and Willingly Helpful)
เมตตากรุณา หมายถึง ความเอื้อเฟื้อเผื่อแผ่ ช่วยเหลือเกื้อกูล โอบอ้อมอารีแก่ผู้อื่นๆ โดยเฉพาะบุคคลที่อยู่ในระดับที่ระดับต่ำกว่า เช่น ลูกน้อง รุ่นน้อง รวมถึงช่วยเหลือเอื้อเฟื้อเผื่อแผ่ หมายถึง การให้ความช่วยเหลือผู้อื่นทั้งทางตรงและอ้อม โดยผู้อื่นอาจจะขอความช่วยเหลือหรือไม่ก็ตาม รวมถึงอำนวยความสะดวกต่างๆ ที่ตนเองสามารถทำได้

คุณลักษณะเฉพาะที่ 2: ใจเย็น (Calm-Hearted)
ใจเย็น หมายถึง การคิดหรือทำอะไรโดยใช้สติ และเหตุผล ไม่ใช้อารมณ์ความรู้สึกเป็นหลัก แม้ว่าเหตุการณ์นั้นจะยั่วยุให้เกิดความโมโห ก็จะสามารถควบคุมไม่เหตุการณ์แย่ลงไปกว่าเดิม

คุณลักษณะเฉพาะที่ 3: สนุกสนาน (Fun-loving)
สนุกสนาน หมายถึง เป็นบุคคลอารมณ์ดี ไม่เครียด เข้ากับผู้อื่นได้ สามารถบริหารจัดการอารมณ์ของตนเองโดยไม่ทำให้ผู้อื่นรู้สึกเครียดไปด้วย

คุณลักษณะเฉพาะที่ 4: เกรงใจผู้อื่น (Considerate)
เกรงใจผู้อื่น หมายถึง การไม่บังคับให้ผู้อื่นทำในสิ่งที่ตัวเองต้องการ หรือแม้แต่การพูดหรือการกระทำที่จะส่งผลให้ผู้อื่นรู้สึกไม่สบายใจ รวมถึงการไม่แสดงความคิดที่จะทำให้ผู้อื่นเสียหน้า

คุณลักษณะเฉพาะที่ 5: ซื่อสัตย์ (Honest)
ซื่อสัตย์ หมายถึง การประพฤติปฏิบัติตนอย่างตรงไปตรงมา ถูกต้องตามกฎหมาย ขนบธรรมเนียมประเพณี ไม่เอารัดเอาเปรียบผู้อื่นแม้จะมีโอกาสก็ตาม

คุณลักษณะเฉพาะที่ 6: เข้าใจผู้อื่น (Empathy)
เข้าใจผู้อื่น หมายถึง เข้าใจความรู้สึกของผู้อื่นว่ารู้สึกอย่างไร และทำไมบุคคลอื่นถึงมีพฤติกรรม หรือแสดงพฤติกรรมเหล่านั้นออกมา สามารถวิเคราะห์ถึงสาเหตุที่ได้ และสามารถสื่อสารให้บุคคลเหล่านั้นเข้าใจได้

4.1.2 ผลการจัดลำดับความสำคัญทักษะของนักพัฒนาซอฟต์แวร์

ผู้วิจัยเก็บข้อมูลด้วยแบบสอบถามเพื่อจัดลำดับทักษะของนักพัฒนาซอฟต์แวร์ จากกลุ่มตัวอย่างจำนวน 350 ท่าน แล้ววิเคราะห์ข้อมูลส่วนที่ 1 โดยใช้สถิติเชิงพรรณา ได้แก่ ความถี่ และร้อยละ และวิเคราะห์ข้อมูลส่วนที่ 2 โดยใช้การกำหนดน้ำหนักของการจัดลำดับความสำคัญ จากนั้นหาค่าผลรวมของน้ำหนัก โดยมีผลสรุปดังนี้

1) ข้อมูลทั่วไปของกลุ่มตัวอย่างที่ตอบแบบสอบถาม ประกอบด้วยข้อมูล ตำแหน่ง อายุ เพศ ประสบการณ์การทำงาน จากการส่งแบบสอบถามไปยังกลุ่มตัวอย่างจำนวน 350 ราย ผู้วิจัยได้รับแบบสอบถามกลับจำนวน 282 ราย คิดเป็นร้อยละ 80.57 ส่วนใหญ่พบว่าเป็นเพศหญิง ร้อยละ53.9 มีอายุระหว่าง 25-29 ปี ร้อยละ30.8 ดำรงตำแหน่งอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องกับด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ (ICT) ร้อยละ 49.6 และมีประสบการณ์การทำงานในช่วงระหว่าง 1 ถึง 3 ปี ร้อยละ 34 ดังแสดงรายละเอียดในตารางที่ 4.1

2) ผลการจัดลำดับความสำคัญทักษะของนักพัฒนาซอฟต์แวร์ในประเทศไทย แบบสอบถามการจัดลำดับความสำคัญทักษะของนักพัฒนาซอฟต์แวร์ในประเทศไทย จำนวน 5 ทักษะ ซึ่งจัดเรียงตามลำดับความสำคัญดังตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.1 แสดงข้อมูลของกลุ่มตัวอย่างเพื่อจัดลำดับความสำคัญทักษะของนักพัฒนาซอฟต์แวร์

คุณลักษณะ		ความถี่	ร้อยละ
เพศ	ชาย	130	46.1
	หญิง	152	53.9
อายุ (ปี)	20-24	47	16.6
	25-29	87	30.8
	30-34	71	25.1
	35-39	37	13.1
	40-44	20	7
	45-49	10	3.5
	> 49	10	3.5
ตำแหน่ง	นักพัฒนาซอฟต์แวร์	72	25.5
	นักวิเคราะห์ระบบ	42	14.9
	อาจารย์ด้าน ICT	14	5
	ผู้บริหารด้าน ICT	14	5
	อื่นๆ (ที่เกี่ยวข้องด้าน ICT)	140	49.6
ประสบการณ์ทำงาน (ปี)	1-3	96	34
	4-6	58	20.6
	7-9	37	13.1
	10-12	36	12.8
	13-15	20	7.1
	> 15	35	12.4

ตารางที่ 4.2 แสดงผลการจัดลำดับความสำคัญทักษะของนักพัฒนาซอฟต์แวร์

ลำดับ	ทักษะ
1	ความเชี่ยวชาญในอาชีพ
2	การคิดเชิงตรรกะ
3	การคิดเชิงระบบ
4	การคิดเชิงสร้างสรรค์
5	การคิดเชิงอนาคต

4.1.3 ผลการพัฒนาเนื้อหาการคิดเชิงตรรกะ

ผู้วิจัยเก็บข้อมูลด้วยแบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้างเพื่อศึกษาและพัฒนาเนื้อหาการคิดเชิงตรรกะจากกลุ่มเป้าหมาย จำนวน 20 ท่าน แล้ววิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพตามแนวทางของ Creswell (2008) ได้ผลการวิจัยเนื้อหาการคิดเชิงตรรกะสำหรับนักพัฒนาซอฟต์แวร์ในประเทศไทยแบ่งออกเป็น 4 กลุ่ม ดังนี้

กลุ่มที่ 1 : กลุ่มการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ทั่วไป

ในกลุ่มนี้ผู้ถูกสัมภาษณ์ได้เน้นถึงการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ทั่วไป ได้แก่ เรื่องอัตราส่วน สัดส่วน เปอร์เซ็นต์ อัตราดอกเบี้ย ซึ่งปัญหาเหล่านี้บุคคลทั่วไปสามารถพบเจอได้ในชีวิตประจำวัน ผู้ถูกสัมภาษณ์ยังกล่าวเพิ่มอีกว่า ถ้านักพัฒนาซอฟต์แวร์มีความเข้าใจปัญหาต่างๆ เหล่านี้ เป็นอย่างดีแล้วและสามารถแก้ปัญหาได้ด้วยนั้น เมื่อถึงเวลาในการออกแบบอัลกอริทึมเพื่อพัฒนาเป็นโปรแกรมจะมีความง่าย

ความคิดเห็นบางส่วนจากการสัมภาษณ์

- ตอนที่สอนการเขียนโปรแกรม นักศึกษาส่วนใหญ่ไม่สามารถแก้ปัญหาที่เราคิดว่าง่ายๆ ได้ เช่นไม่สามารถคำนวณอัตราดอกเบี้ย การคิดค่าแรงพนักงาน หรือแม้แต่เรื่องอัตราส่วน

- เมื่อตอนที่สั่งให้นักศึกษาทำการแยกว่าตัวเลขใดเป็น จำนวนคี่ หรือ จำนวนคู่ นักศึกษาเหล่านั้นสามารถแยกได้ถูกต้อง แต่เมื่อให้อธิบายหรือเขียนวิธีคิด หรือสร้างอัลกอริทึม นักศึกษาจะไม่สามารถทำได้ ฉันคิดว่าคณิตศาสตร์พื้นฐานทั่วไปมีความสำคัญมาก เพราะจะทำช่วยให้การคิดเป็นระบบ

- ตอนที่สอนการเขียนโปรแกรม นักศึกษาส่วนใหญ่ไม่สามารถแก้ปัญหาที่เราคิดว่าง่ายๆ ได้ เช่นไม่สามารถคำนวณอัตราดอกเบี้ย การคิดค่าแรงพนักงาน หรือแม้แต่เรื่องอัตราส่วน

- เมื่อบริษัทของเรารับพนักงานใหม่ หรือนักศึกษาฝึกงานที่มีหน้าที่รับผิดชอบด้านการพัฒนาโปรแกรม ก่อนเริ่มต้นการทำงาน เราจะมอบหมายงานชิ้นเล็กๆ เช่น โปรแกรมสำรหับคำนวณรายได้ หรือคำนวณค่าคอมมิสชั่น น่าแปลกใจมากที่เราพบว่านักศึกษาหรือพนักงานบางส่วนวิเคราะห์งาน หรือคำนวณค่าต่างๆ ไม่ถูกต้อง หรือแม้แต่บางคนไม่รู้ว่าจะต้องเริ่มต้นแก้ไขปัญหาอย่างไร เราคิดว่าขั้นตอนเริ่มต้นแบบนี้แหละ ที่มีความสำคัญมาก หลังจากที่มอบหมายให้หลายคนทำงานลักษณะเดียวกันแล้ว ก็ให้ทำการตรวจสอบความถูกต้องด้วยกันเองก่อน ว่าใครคิดอย่างไร ถ้าได้วิธีการหรือคำตอบที่ไม่เหมือนกัน เป็นเพราะอะไร ให้วิเคราะห์หาสาเหตุ จากนั้นเราจะมอบหมายให้พัฒนาโปรแกรมเล็กๆ ที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน เช่น การคำนวณธนบัตร เมื่อมีการถอนเงินจากเครื่องเอทีเอ็ม หรือการคิดราคาสินค้าจากร้านสะดวกซื้อ หรือห้างสรรพสินค้า

เนื้อหาในกลุ่มนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อให้ผู้เรียนเข้าใจ และสามารถประยุกต์ใช้ความรู้ที่ได้ในการแก้ปัญหาทั่วไปที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน เพื่อให้สามารถนำมาใช้ในการวิเคราะห์และออกแบบอัลกอริทึม นอกจากนี้ผู้เรียนยังสามารถประยุกต์ใช้ความรู้ในการแก้ไขปัญหาโปรแกรมอื่นๆ ได้

กลุ่มที่ 2: กลุ่มการประยุกต์ใช้ความน่าจะเป็น
ในกลุ่มนี้กลุ่มเป้าหมายได้เน้นความน่าจะเป็นของการเกิดเหตุการณ์ต่างๆ ซึ่งความน่าจะเป็นนี้สามารถแสดงในรูปของเศษส่วน หรือเปอร์เซ็น กลุ่มเป้าหมายเน้นว่าถ้าผู้เรียนสามารถวิเคราะห์ว่าในสถานการณ์ใดๆ นั้นจะมีแนวทางที่เป็นไปได้ทั้งหมดเท่าไหร่แล้ว จะสามารถทำให้ผู้เรียนวิเคราะห์แนวทางได้คลอบคลุมทุกกรณีที่เป็นไปได้ ทั้งนี้รวมถึงพีชคณิตที่เกี่ยวข้องได้แก่ การจัดหมู่ การเรียงลำดับ

ความคิดเห็นบางส่วนจากการสัมภาษณ์

- นักเรียนบางส่วนไม่สามารถวิเคราะห์ว่าในเหตุการณ์นั้น จะมีแนวทางที่เกิดขึ้นได้ทั้งหมดกี่แนวทาง ตัวอย่าง ถ้าในกล่องมีลูกบอลสีแดง สีขาว และเหลือง ความเป็นไปได้ที่จะหยิบลูกบอลสีแดงหรือ ถ้ามีลูกเต๋าหนึ่งลูก ในการโยนลูกเต๋าหนึ่งครั้ง จะออกเลข 3 เป็นเท่าใด

- สิ่งหนึ่งที่เราเน้นย้ำเสมอคือ เมื่อมีพนักงานใหม่เข้ามา และมอบหมายงานให้พัฒนาโปรแกรมแล้ว ก่อนลงมือโค้ดดิ้ง ให้ทำการวิเคราะห์แนวทางที่อาจจะเกิดขึ้นทั้งหมดก่อนที่จะลงมือจริง ตัวอย่าง เมื่อคนทั่วไปถอนเงินสดจากตู้เอทีเอ็ม โปรแกรมที่พัฒนาขึ้นจะต้องตรวจสอบความเป็นไปได้ทุกๆ เงื่อนไข ได้แก่ 1) คนๆ นั้นถอนเงินน้อยกว่าเงินที่มีอยู่ในบัญชีหรือไม่ 2) คนๆ นั้นถอนเงินเท่ากับจำนวนเงินที่มีอยู่ในบัญชี หรือ 3) คนๆ นั้น ถอนเงินมากกว่าเงินที่มีอยู่ในบัญชี ซึ่งเงื่อนไขต่างๆ เหล่านี้จะต้องวิเคราะห์ออกมาให้หมด จากนั้นจึงทำการวิเคราะห์ต่อไปว่า เงื่อนไขใดบ้างที่ยอมให้ถอนเงิน เช่น เงื่อนไขที่ 1 เท่านั้น เงื่อนไขอื่นๆ ไม่สามารถถอนเงินได้ เป็นต้น

- ฉันคิดว่าเรื่องความน่าจะเป็นมีความสำคัญมาก เมื่อนักศึกษาวิเคราะห์ ออกแบบอัลกอริทึมแล้ว พวกเขาต้องระบุเงื่อนไขทั้งหมดให้ได้เสียก่อน ถ้านักศึกษาไม่สามารถวิเคราะห์ตรงจุดนี้ได้ จะส่งผลให้การออกแบบอัลกอริทึมมีความผิดพลาด หรือไม่ครอบคลุม ทำให้โปรแกรมมีช่องโหว่ได้

เนื้อหาในกลุ่มนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อให้ผู้เรียนมีความรู้ ความเข้าใจเรื่องความน่าจะเป็น และสามารถประยุกต์ใช้ความรู้ที่ได้ในการระบุถึงความเป็นไปได้ทั้งหมด พร้อมทั้งสามารถนำความรู้เรื่องความน่าจะเป็นมาประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาต่างๆ และประยุกต์ใช้ตอนวิเคราะห์และออกแบบอัลกอริทึม

กลุ่มที่ 3: กลุ่มการสร้างและประมวลผลนิพจน์
ในกลุ่มนี้ผู้ถูกสัมภาษณ์ได้เน้นถึงการแปลงปัญหาต่างๆ ซึ่งอยู่ในรูปประโยคข้อความไปสู่รูปแบบของนิพจน์ทางคณิตศาสตร์ เนื่องจากปัญหาต่างๆ ที่เราต้องแก้ปัญหานั้นจะอยู่ในรูปประโยคข้อความ ทำให้เมื่อแก้ปัญหาก็ทำในรูปของประโยค ซึ่งทำให้เกิดความสับสน และยุ่งยากในการแก้ปัญหา ในกลุ่มนี้ผู้ถูกสัมภาษณ์ยังเน้นถึงการแปลงประโยคต่างๆ ให้อยู่ในรูปนิพจน์คณิตศาสตร์ แล้วทำการแก้ปัญหาจะทำให้แก้ปัญหาได้ง่ายและรวดเร็วขึ้น

ความคิดเห็นบางส่วนจากการสัมภาษณ์

- นักศึกษาบางส่วนไม่รู้ว่าจะทำการแปลงประโยคข้อความให้เป็นนิพจน์คณิตศาสตร์ได้อย่างไร ตัวอย่าง X เป็นตัวเลขซึ่งเมื่อบวกด้วย 10 แล้วจะเท่ากับ 45 นักศึกษเหล่านั้นไม่สามารถแปลงประโยคข้อความข้างต้นให้เป็นนิพจน์คณิตศาสตร์ได้
- เมื่อบอกให้นักศึกษาหาผลลัพธ์จากนิพจน์คณิตศาสตร์ X=20-2*3^2 นักศึกษาจำนวนเกินกว่าครึ่งห้องที่ได้คำตอบไม่ถูกต้อง ซึ่งหมายความว่า นักศึกษาดังกล่าวไม่รู้ถึงความลำดับความสำคัญของการประมวลผลคณิตศาสตร์ เป็นต้น
- นักศึกษาจะต้องรู้ถึงวิธีการในการแปลงจากประโยคข้อความไปเป็นนิพจน์คณิตศาสตร์ เพราะปัญหาต่างๆ ที่ต้องแก้ไขหรือต้องพัฒนาโปรแกรมอยู่ในรูปของประโยคข้อความ นอกจากนี้ยังต้องรู้เรื่องลำดับความสำคัญของเครื่องหมายทางคณิตศาสตร์
- ตัวอย่าง จงสร้างนิพจน์คณิตศาสตร์จากประโยคข้อความต่อไปนี้ จงหาพื้นที่สี่เหลี่ยม โดยมีความกว้างเท่ากับ X และความยาวเท่ากับ Y แต่น่าแปลกใจที่ครึ่งหนึ่งของนักศึกษาไม่สามารถแปลงเป็นนิพจน์คณิตศาสตร์ได้
- พนักงานใหม่ของเราบางคน ไม่สามารถแปลงกระบวนการหรือขั้นตอนการทำงานไปสู่อัลกอริทึม หรือโปรแกรมได้ ฉะนั้นก่อนมอบหมายงานใดๆ ให้ปฏิบัตินั้น เราจะให้พนักงานเหล่านั้นเข้าใจถึงกระบวนการทางธุรกิจของเราให้ชัดเจนเสียก่อน รวมถึงกฎ กติกาต่างๆ ที่เกี่ยวข้องทั้งทางตรงและทางอ้อม โดยเฉพาะกระบวนการใดที่จะนำไปสู่การพัฒนาโปรแกรมแล้ว จะต้องทำความเข้าใจ

กันให้ชัดเจน สิ่งหนึ่งที่สำคัญก็คือ กระบวนการทางธุรกิจ หรือปัจจัยที่มีผลกระทบต่อการดำเนินการทางธุรกิจมีการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา ซึ่งเป็นปัจจัยภายนอกที่เราไม่สามารถควบคุม ฉะนั้นการปรับเปลี่ยนกระบวนการ รวมไปถึงโปรแกรมระบบงานต่างๆ ก็ต้องเปลี่ยนตามแน่นอน ฉะนั้นตรงนี้พนักงานจะต้องพร้อมที่เปลี่ยนแปลง โปรแกรมต่างๆ หรือระบบงานสารสนเทศต่างๆ ก็ต้องปรับเปลี่ยนตาม ทำอย่างไรที่จะให้โปรแกรมที่ได้พัฒนาและใช้งานแล้ว สามารถแก้ไขปรับปรุงได้ง่ายและไม่ส่งผลกระทบต่อการทำงานของกระบวนการอื่นๆ

นอกจากนี้กลุ่มเป้าหมายยังเน้นว่าเนื้อหาในส่วนนี้มีความสำคัญเป็นอย่างมาก เพราะเป็นพื้นฐานที่สำคัญของการพัฒนาโปรแกรม หรือการเรียนในวิชาการพัฒนาโปรแกรม นอกจากนี้กลุ่มเป้าหมายยังแนะนำอีกว่า เนื้อหาส่วนนี้ควรจะสอนให้ผู้เรียนหรือนักศึกษาเป็นลำดับต้นๆ ก่อนที่ไปเรียนวิชาการเขียนโปรแกรมอื่นๆ ต่อไป

เนื้อหาในกลุ่มนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อให้ผู้เรียนมีความรู้ ความเข้าใจ และสามารถประยุกต์ใช้ความรู้ที่ได้ในการแปลงปัญหาต่างๆ ไปเป็นนิพจน์คณิตศาสตร์ มีความเข้าใจในการลำดับความสำคัญของการประมวลผลทางคณิตศาสตร์ การประยุกต์ใช้ตัวดำเนินการทางคณิตศาสตร์ และแก้ไขปัญหาที่เกี่ยวข้องได้

กลุ่มที่ 4: กลุ่มการเปรียบเทียบทางคณิตศาสตร์และการเปรียบเทียบเชิงตรรกะ
ในกลุ่มนี้กลุ่มเป้าหมายได้เน้นถึงการตั้งเงื่อนไขของอัลกอริทึม หรือเงื่อนไขของการแก้ปัญหา เมื่อต้องการการตัดสินใจ หรือการวนลูป เงื่อนไขเบื้องต้นประกอบด้วยหนึ่งการเปรียบเทียบ เช่น มากกว่า น้อยกว่า เท่ากับ มากกว่าเท่ากับ น้อยกว่าเท่ากับ ไม่เท่ากับ หรือประกอบด้วยเงื่อนไขที่ซับซ้อน คือมีมากกว่าหนึ่งเงื่อนไข ซึ่งถ้าเป็นเงื่อนไขที่ซับซ้อน จะต้องมีการนำตัวเปรียบเทียบเชิงตรรกะเข้ามาช่วย เช่น AND, OR, NOT

ความคิดเห็นบางส่วนจากการสัมภาษณ์

- นักศึกษาบางส่วนมีความสับสนระหว่างตัวเปรียบเทียบทางคณิตศาสตร์ เช่น มากกว่า น้อยกว่า เท่ากับ มากกว่าเท่ากับ น้อยกว่าเท่า และไม่เท่ากับ กับตัวเปรียบเทียบทางตรรกะ เช่น และ หรือ โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อมีการใช้ตัวเปรียบเทียบทั้งสองแบบพร้อมๆ กัน
- การเปรียบเทียบแบบมากกว่า น้อยกว่า กับการเปรียบเทียบแบบ และ หรือ จะสับสนมากสำหรับคนเริ่มเรียนการเขียนโปรแกรม ว่ามีเอาไว้ใช้ประโยชน์อะไร จะนำมาใช้ก็สับสน

- ตอนที่สอนนักศึกษาในวิชาเกี่ยวกับการเขียนโปรแกรมเบื้องต้น เนื้อหาส่วนที่ต้องเน้น และใช้เวลามาก คือ ส่วนของการตั้งเงื่อนไขเพื่อตัดสินใจว่าจะทำอะไร หรือตั้งเงื่อนไขเพื่อวนลูป เมื่อวนลูปแล้วทำอย่างไรให้ติดลูปและที่สำคัญทำอย่างไรที่จะไม่ค้างอยู่ในลูป

- ปัญหาของนักพัฒนาโปรแกรมมือใหม่ก็คือ เมื่อมีการตั้งเงื่อนไข มีการตั้งเงื่อนไขที่ซับซ้อน ซึ่งเมื่อตอนพัฒนาใหม่จะเข้าใจ และเมื่อเวลาผ่านไป แล้วจำเป็นจะต้องแก้ไข หรือปรับปรุงโปรแกรม ทำให้ผู้พัฒนามีความสับสนเอง ซึ่งจะส่งผลให้โปรแกรมทำงานผิดพลาดได้เช่นกัน

โดยส่วนใหญ่แล้ว ผู้กลุ่มเป้าหมายจะให้ความสำคัญว่า ผู้เรียนหรือพนักงานจะต้องมีความเข้าใจเรื่องของการเปรียบเทียบทางคณิตศาสตร์ และการเปรียบเทียบเชิงตรรกะ ซึ่งจะเป็นส่วนที่สำคัญสำหรับการออกแบบอัลกอริทึมต่อไป

เนื้อหาในกลุ่มนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อให้ผู้เรียนเข้าใจ การเปรียบเทียบทางคณิตศาสตร์ การเปรียบเทียบเชิงตรรกะ และสามารถประยุกต์ ใช้ความรู้ที่ได้ในการตั้งเงื่อนไขสำหรับการตัดสินใจ หรือเงื่อนไขสำหรับการวนลูป

4.2 ผลการสังเคราะห์ขั้นตอนการฝึกทักษะการคิดเชิงตรรกะ

ในการศึกษาและพัฒนาขั้นตอนการฝึกทักษะการคิดเชิงตรรกะเพื่อก้าวไปสู่อาชีพนักพัฒนาซอฟต์แวร์ ผู้วิจัยได้นำ 3 ทฤษฎีคือ 1) ขั้นตอนของการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของ Polya (1957) 2) ขั้นตอนของการแก้ปัญหาของ Verschaffel et al. (1999) และ 3) ขั้นตอนของการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของ Mayer (2008) มาพัฒนาเป็นขั้นตอนการฝึกทักษะการคิดเชิงตรรกะสำหรับนักพัฒนาซอฟต์แวร์ในประเทศไทย ประกอบด้วย 4 ขั้นตอนดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 : เข้าใจได้ (Understanding)

ในขั้นตอนนี้คือการเข้าใจปัญหา ว่าปัญหาคืออะไร มีองค์ประกอบอะไรบ้าง บางประโยคในปัญหานั้นจะต้องมีการตีความหรือไม่ จุดสำคัญหรือจุดเน้นอยู่ตรงที่ใด การวิเคราะห์ว่าปัญหานี้ต้องการอะไรเป็นคำตอบ ประโยคหรือส่วนใดของปัญหาที่ไม่สำคัญ สามารถตัดออกไปได้หรือไม่ นอกจากนี้จะต้องกระตุ้นให้ผู้เรียนแก้ปัญหา การนำเทคนิคต่างๆ เข้ามาช่วยเพื่อให้ผู้เรียนมีความเข้าใจมากยิ่งขึ้น โดยการนำเทคนิคการวาดรูป การสร้างรายการ การสร้างตาราง เพื่อช่วยให้ผู้เรียนมีความเข้าใจยากยิ่งขึ้น

ขั้นตอนที่ 2 : ใช้วิเคราะห์ (Analysis)
ในขั้นตอนนี้จะทำการวางแผนการแก้ปัญหา โดยวิเคราะห์ว่าปัญหาที่กำลังดำเนินการนั้น มีความใกล้เคียงกับปัญหาใดที่ผู้เรียนเคยมีประสบการณ์มาแล้ว และในเรื่องนั้นมีวิธีการขั้นตอนการแก้ปัญหาอย่างไร โดยการเชื่อมโยงข้อมูลที่มีความจำเป็นต้องใช้ในการแก้ปัญหา และตัดข้อมูลที่ไม่มีความเชื่อมโยงหรือจำเป็นต่อการแก้ปัญหาออก โดยแบ่งปัญหาใหญ่ออกเป็นปัญหาย่อย แล้วแก้แต่ละปัญหาย่อยนั้น โดยการนำแผนผังงานเข้าช่วย หรือใช้วิธีการเดาคำตอบ พร้อมหาแนวทางในการแก้ปัญหาต่อไป

ขั้นตอนที่ 3 : เจาะปัญหา (Executing)
ในขั้นตอนนี้ผู้สอนจะสอนให้ผู้เรียนแก้ปัญหาตามแนวทางที่ได้มีการวางแผนไว้แล้วในขั้นตอนที่ 2 โดยก่อนการลงมือแก้ปัญหานั้น จะต้องตรวจสอบว่าขั้นตอนที่ได้มีการวางแผนไว้มีความชัดเจน และตรงกับความต้องการของโจทย์ นอกจากนี้ผู้แก้ปัญหามีความเข้าใจแผนการแต่ละขั้นตอนเป็นอย่างดี หลังจากนั้นจึงทำการแก้ปัญหาตามขั้นตอน โดยประยุกต์ใช้ความรู้ที่เกี่ยวข้อง โดยการแก้ปัญหาทีละส่วน จากนั้นนำมาประมวลผลทั้งหมดรวมกัน เพื่อให้ได้คำตอบที่ต้องการ

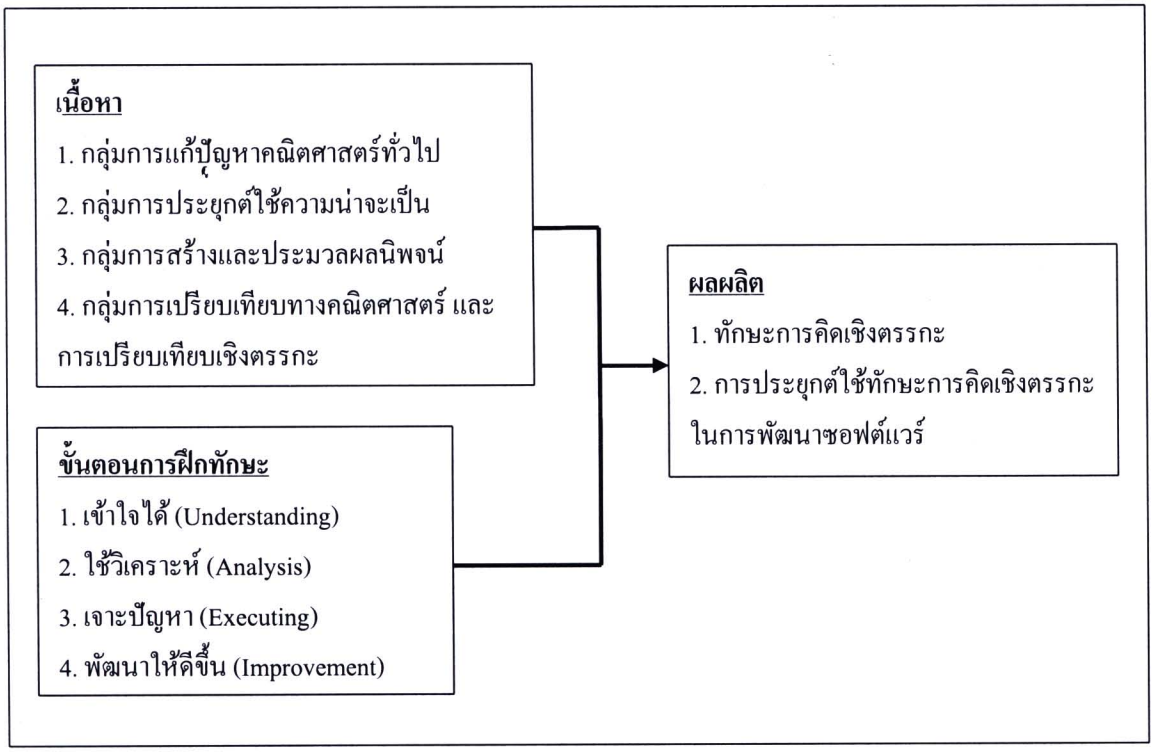
ขั้นตอนที่ 4 : พัฒนาให้ดีขึ้น (Improvement)
ในขั้นตอนนี้จะเป็นการตรวจสอบผลลัพธ์ที่ได้ว่ามีความถูกต้องหรือไม่ ซึ่งถ้ามีความถูกต้องจะได้มีการสรุปเป็นแนวทางเพื่อนำไปใช้ในการแก้ปัญหาในอนาคต นอกจากนี้วิธีการนี้ สามารถปรับปรุงหรือพัฒนาให้ดีกว่าเดิมได้หรือไม่ พร้อมทั้งวิเคราะห์หาว่ามีแนวทางอื่นที่จะแก้ปัญหาแบบเดียวกันได้แล้วเปรียบเทียบว่าแต่ละแนวทางเป็นอย่างไร มีข้อดีข้อเสียอย่างไร

4.3 ผลการออกแบบรูปแบบการฝึกทักษะการคิดเชิงตรรกะเพื่อก้าวไปสู่อาชีพนักพัฒนาซอฟต์แวร์ในประเทศไทย

ในขั้นตอนนี้ผู้วิจัยได้ดำเนินการออกแบบรูปแบบการฝึกทักษะการคิดเชิงตรรกะเพื่อก้าวไปสู่อาชีพนักพัฒนาซอฟต์แวร์ในประเทศไทย โดยนำผลการวิจัยที่ได้ 2 ส่วนคือ 1) ผลการวิเคราะห์เนื้อหาการคิดเชิงตรรกะจากข้อที่ 4.1 และ 2) ผลการสังเคราะห์ขั้นตอนการฝึกทักษะการคิดเชิงตรรกะ ที่ได้ในหัวข้อ 4.2 จากนั้นนำทั้งสองส่วนมาออกแบบเป็นรูปแบบการฝึกทักษะการคิดเชิงตรรกะ

รูปแบบการฝึกทักษะการคิดเชิงตรรกะ มี 3 องค์ประกอบ คือ องค์ประกอบที่ 1 มี 4 กลุ่มเนื้อหา องค์ประกอบที่ 2 มี 4 ขั้นตอนการฝึกทักษะ และองค์ประกอบที่ 3 มี 2 ผลผลิต โดยมีความสัมพันธ์การทำงานที่เชื่อมโยงกัน คือ เนื้อหาการคิดเชิงตรรกะเพื่อก้าวไปสู่อาชีพนักพัฒนาซอฟต์แวร์ประกอบด้วย 4 กลุ่มเนื้อหา ได้แก่ กลุ่มการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ทั่วไป กลุ่มการประยุกต์ใช้ความ

น่าจะเป็น กลุ่มการสร้างและประมวลนิพจน์ และกลุ่มการเปรียบเทียบทางคณิตศาสตร์และการเปรียบเทียบเชิงตรรกะ โดยเนื้อหาแต่ละส่วนจะต้องเรียนรู้ตามขั้นตอนการฝึก จำนวน 4 ขั้นตอน คือ ขั้นตอน เข้าใจได้ ขั้นตอนใช้วิเคราะห์ ขั้นตอนเจาะปัญหา และขั้นตอนพัฒนาให้ดีขึ้น เมื่อผู้เรียนได้ผ่านการเรียนรู้ทั้ง 4 กลุ่มเนื้อหาตาม 4 ขั้นตอนการฝึกทักาะจะทำให้เกิดผลผลิต คือ ทำให้ผู้เรียนเกิดทักษะด้านการคิดเชิงตรรกะ และสามารถประยุกต์ใช้ทักษะการคิดเชิงตรรกะในการพัฒนาซอฟต์แวร์ต่อไป



รูปที่ 4.1 แสดงรูปแบบการฝึกทักษะการคิดเชิงตรรกะเพื่อก้าวไปสู่อาชีพนักพัฒนาซอฟต์แวร์ในประเทศไทย

ขั้นตอนการฝึกทักษะการคิดเชิงตรรกะ ซึ่งได้มาจากการสังเคราะห์จาก 3 ทฤษฎี คือ ขั้นตอนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของ Polya (1957) แบบจำลองการแก้ปัญหาของ Verschaffel et al. (1999) และขั้นตอนของการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของ Mayer (2008) โดยมีรายละเอียดการสังเคราะห์ดังนี้

ขั้นตอนเข้าใจได้ เกิดจากการสังเคราะห์ขั้นตอนที่ 1 จากทั้งสามทฤษฎี ซึ่งได้แก่ การเข้าใจโจทย์ การสร้างแบบจำลองการแก้ปัญหา และการแปลความ/ตีความปัญหา ซึ่งหลังจากที่ได้สังเคราะห์ขั้นตอนการฝึกทักษะขั้นตอนที่ 1 แล้ว มีรายละเอียดดังนี้

ขั้นตอนเข้าใจได้ คือ การเข้าใจปัญหา ว่าปัญหาคืออะไร มีองค์ประกอบอะไรบ้าง บางประโยคในปัญหานั้น จะต้องมีการตีความหรือไม่ จุดสำคัญหรือจุดเน้นอยู่ตรงที่ใด การวิเคราะห์ว่าปัญหานี้ต้องการอะไรเป็นคำตอบ ประโยคหรือส่วนใดของปัญหาที่ไม่สำคัญ สามารถตัดออกไปได้หรือไม่ นอกจากนี้ จะต้องกระตุ้นให้ผู้เรียนแก้ปัญหา การนำเทคนิคต่างๆ เข้ามาช่วยเพื่อให้ผู้เรียนมีความเข้าใจมากยิ่งขึ้น โดยการนำเทคนิคการวาดรูป การสร้างรายการ การสร้างตาราง เพื่อช่วยให้ผู้เรียนมีความเข้าใจยากยิ่งขึ้น

ขั้นตอนใช้วิเคราะห์ ซึ่งเกิดจากการสังเคราะห์ขั้นตอนที่ 2 จากทั้งสามทฤษฎี ซึ่งได้แก่ การวางแผนการแก้ปัญหา และการรวบรวมองค์ความรู้เพื่อแก้ปัญหา ซึ่งหลังจากที่ได้สังเคราะห์ขั้นตอนการฝึกทักษะขั้นตอนที่ 2 แล้ว มีรายละเอียดดังนี้

ขั้นตอนใช้วิเคราะห์ จะทำการวางแผนการแก้ปัญหา โดยวิเคราะห์ว่าปัญหาที่กำลังดำเนินการนั้น มีความใกล้เคียงกับปัญหาใดที่ผู้เรียนเคยมีประสบการณ์มาแล้ว และในเรื่องนั้นมีวิธีการขั้นตอนการแก้ปัญหาอย่างไร โดยการเชื่อมโยงข้อมูลที่มีความจำเป็นต้องใช้ในการแก้ปัญหา และตัดข้อมูลที่ไม่มีความเชื่อมโยงหรือจำเป็นต่อการแก้ปัญหาออก โดยแบ่งปัญหาใหญ่ออกเป็นปัญหาย่อย แล้วแก้แต่ละปัญหาย่อยนั้น โดยการนำแผนผังงานเข้าช่วย หรือใช้วิธีการเดาคำตอบ พร้อมหาแนวทางในการแก้ปัญหาต่อไป

ขั้นตอนเจาะปัญหา ซึ่งเกิดจากขั้นตอนที่ 3 จากทั้งสามทฤษฎี ได้แก่ แก้ปัญหาตามแผน การเลือกประมวลผลเท่าที่จำเป็น และการวางแผนแก้ปัญหาและตรวจสอบแนวทางแก้ปัญหา ซึ่งหลังจากที่ได้สังเคราะห์ขั้นตอนการฝึกทักษะขั้นตอนที่ 3 แล้ว มีรายละเอียดดังนี้

ขั้นตอนการเจาะปัญหา คือ แก้ปัญหาตามแนวทางที่ได้มีการวางแผนไว้แล้วในขั้นตอนที่ 2 โดยก่อนการลงมือแก้ปัญหานั้น จะต้องตรวจสอบว่าขั้นตอนที่ได้มีการวางแผนไว้มีความชัดเจน และตรงกับความต้องการของโจทย์ นอกจากนี้ผู้แก้ปัญหามีความเข้าใจแผนการแต่ละขั้นตอนเป็นอย่างดี หลังจากนั้นจึงทำการแก้ปัญหาตามขั้นตอน โดยประยุกต์ใช้ความรู้ที่เกี่ยวข้อง โดยการแก้ปัญหาทีละส่วน จากนั้นนำมาประมวลผลทั้งหมดรวมกัน เพื่อให้ได้คำตอบที่ต้องการ

ขั้นตอนพัฒนาให้ดีขึ้น ซึ่งเกิดจากขั้นตอนที่ 4 จากทั้งสามทฤษฎี ได้แก่ การตรวจสอบผลลัพธ์ การตีความผลลัพธ์และการประมวลผล การดำเนินการแก้ปัญหา และขั้นตอนที่ 5 ของ Verschaffel et al. การประเมินผลวิธีการแก้ปัญหา ซึ่งหลังจากที่ได้สังเคราะห์ขั้นตอนการฝึกทักษะขั้นตอนที่ 4 แล้ว มีรายละเอียดดังนี้

ในขั้นตอนนี้จะเป็นการตรวจสอบผลลัพธ์ที่ได้ว่ามีความถูกต้องหรือไม่ ซึ่งถ้ามีความถูกต้องจะได้มีการสรุปเป็นแนวทางเพื่อนำไปใช้ในการแก้ปัญหาในอนาคต นอกจากนี้วิธีการนี้ สามารถปรับปรุงหรือพัฒนาให้ดีกว่าเดิมได้หรือไม่ พร้อมทั้งวิเคราะห์หาว่ามีแนวทางอื่นที่จะแก้ปัญหาแบบเดียวกันได้แล้วเปรียบเทียบว่าแต่ละแนวทางเป็นอย่างไร มีข้อดีข้อเสียอย่างไร

4.4 ผลการพัฒนารูปแบบการฝึกทักษะการคิดเชิงตรรกะเพื่อก้าวไปสู่อาชีพนักพัฒนาซอฟต์แวร์ในประเทศไทย

ในขั้นตอนนี้ผู้วิจัยได้ดำเนินการพัฒนารูปแบบการฝึกทักษะการคิดเชิงตรรกะเพื่อก้าวไปสู่อาชีพนักพัฒนาซอฟต์แวร์ในประเทศไทย โดยนำผลการออกแบบที่ได้ในข้อ 4.3 นำพัฒนาเป็นรูปแบบการฝึกทักษะการคิดเชิงตรรกะ

รูปแบบการฝึกทักษะการคิดเชิงตรรกะประกอบด้วย 4 กลุ่มเนื้อหา ได้แก่ 1) กลุ่มการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ทั่วไป 2) กลุ่มการประยุกต์ใช้ความน่าจะเป็น 3) กลุ่มการสร้างและประมวลผลนิพจน์ และ 4) การเปรียบเทียบทางคณิตศาสตร์และการเปรียบเทียบเชิงตรรกะ แต่ละกลุ่มเนื้อหาประกอบด้วย วัตถุประสงค์ ตัวอย่างปัญหา และขั้นตอนการดำเนินการแก้ปัญหา 4 ขั้นตอน ได้แก่ 1) ขั้นตอนเข้าใจได้ 2) ขั้นตอนใช้วิเคราะห์ 3) ขั้นตอนเจาะปัญหา และ 4) ขั้นตอนพัฒนาให้ดีขึ้น โดยมีตัวอย่างรายละเอียดของการพัฒนารูปแบบการฝึกทักษะการคิดเชิงตรรกะของเนื้อหากลุ่มที่ 1 และรายละเอียดของรูปแบบการฝึกทักษะการคิดเชิงตรรกะ จะแสดงในภาคผนวก ฉ.

- ชื่อกลุ่มเนื้อหา
- วัตถุประสงค์
- ตัวอย่างปัญหา
- ขั้นตอนการแก้ปัญหาประกอบด้วยขั้นตอนการดำเนินทั้งหมด ซึ่งจะแยกตามขั้นตอนการฝึกทักษะการคิดเชิงตรรกะ

1) ขั้นตอนเข้าใจได้
2) ขั้นตอนใช้วิเคราะห์
3) ขั้นตอนเจาะปัญหา
4) ขั้นตอนพัฒนาให้ดีขึ้น

เนื้อหากลุ่มที่ 1: กลุ่มการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ทั่วไป

วัตถุประสงค์

เพื่อให้ผู้เรียนมีความรู้ ความเข้าใจ และสามารถประยุกต์ใช้ความรู้ที่ได้ในการแก้ปัญหาทั่วไปที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน และสามารถนำมาใช้ในการวิเคราะห์และออกแบบอัลกอริทึม และสามารถประยุกต์ใช้ความรู้ในการแก้ไขปัญหาโปรแกรมอื่นๆ ได้

ตัวอย่างปัญหา

- แตงโม 6 ลูก สามารถทำเป็นน้ำแตงโมได้ 10 แก้ว ถ้าต้องการทำน้ำแตงโม 30 แก้วจะต้องใช้แตงโมกี่ลูก

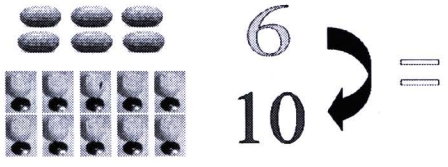
ขั้นตอนการแก้ปัญหา

ขั้นตอนที่ 1 : เข้าใจได้ (Understanding)

ในขั้นตอนนี้คือการเข้าใจปัญหา ว่าปัญหาคืออะไร มีองค์ประกอบอะไรบ้าง บางประโยคในปัญหานั้นจะต้องมีการตีความหรือไม่ จุดสำคัญหรือจุดเน้นอยู่ตรงที่ใด การวิเคราะห์ว่าปัญหานี้ต้องการอะไรเป็นคำตอบ ประโยคหรือส่วนใดของปัญหาที่ไม่สำคัญ สามารถตัดออกไปได้หรือไม่ นอกจากนี้จะต้องกระตุ้นให้ผู้เรียนแก้ปัญหา การนำเทคนิคต่างๆ เข้ามาช่วยเพื่อให้ผู้เรียนมีความเข้าใจมากยิ่งขึ้น โดยการนำเทคนิคการวาดรูป การสร้างรายการ การสร้างตาราง เพื่อช่วยให้ผู้เรียนมีความเข้าใจยากยิ่งขึ้น

ขั้นตอนการดำเนินการ

- จากตัวอย่างปัญหา สิ่งที่โจทย์ต้องการคือจำนวนของแตงโม ที่จะทำน้ำแตงโมได้ 30 แก้ว
- สิ่งที่โจทย์กำหนดมาให้คือ แตงโม 6 ลูก ทำเป็นน้ำแตงโมได้ 10 แก้ว
- จากตัวอย่างปัญหา ไม่มีข้อมูลใดที่ไม่สำคัญ โดยทั้งหมดนำมาใช้ในการแก้ปัญหาได้
- จากตัวอย่างปัญหาสามารถวาดรูปได้ดังนี้



ขั้นตอนที่ 2 : ใช้วิเคราะห์ (Analysis)

ในขั้นตอนนี้จะทำการวางแผนการแก้ปัญหา โดยวิเคราะห์ว่าปัญหาที่กำลังดำเนินการนั้น มีความใกล้เคียงกับปัญหาใดที่ผู้เรียนเคยมีประสบการณ์มาแล้ว และในเรื่องนั้นมีวิธีการขั้นตอนการแก้ปัญหาอย่างไร โดยการเชื่อมโยงข้อมูลที่มีความจำเป็นต้องใช้ในการแก้ปัญหา และตัดข้อมูลที่ไม่มีความเชื่อมโยงหรือจำเป็นต่อการแก้ปัญหาออก โดยแบ่งปัญหาใหญ่ออกเป็นปัญหาย่อย แล้วแก้แต่ละปัญหาย่อยนั้น โดยการนำแผนผังงานเข้าช่วย หรือใช้วิธีการเดาคำตอบ พร้อมหาแนวทางในการแก้ปัญหาต่อไป

ขั้นตอนการดำเนินการ

- จากตัวอย่างปัญหา องค์ความรู้ที่เกี่ยวข้องได้แก่ 1) เรื่องอัตราส่วน พร้อมทั้งการทำเป็นเศษส่วนอย่างต่ำ และ 2) เรื่องสัดส่วน ซึ่งแสดงถึงการเท่ากันของอัตราส่วนสองอัตราส่วน

- ขั้นตอนเริ่มต้นของการแก้ปัญหาผู้สอนจะเชื่อมโยงการแก้ปัญหากับองค์ความรู้เดิมคือเรื่องอัตราส่วนและสัดส่วน ตามขั้นตอนดังนี้

1. โดยนำสิ่งที่โจทย์กำหนดมา นำจำนวนแตงโมกับน้ำแตงโมมาเขียนในรูปของอัตราส่วนเป็น 6:10 หรือเป็นรูปเศษส่วนคือ 6/10 โดยแสดงความสัมพันธ์ดังรูป

$$\frac{6}{10}$$ 6 ← จำนวนแตงโม; 10 ← จำนวนน้ำแตงโม

2. แต่จากโจทย์เราทราบจำนวนน้ำแตงโม แต่เราต้องการทราบจำนวนแตงโม เราก็นำมาเขียนในรูปอัตราส่วนเช่นเดียวกัน

$$\frac{?}{30}$$? ← จำนวนแตงโมที่ต้องการหา; 30 ← จำนวนน้ำแตงโม

3. นำอัตราส่วนทั้งสองมาเปรียบเทียบกัน เพื่อเตรียมหาคำตอบต่อไป

$$\frac{6}{10} = \frac{?}{30}$$

ขั้นตอนที่ 3 : เจาะปัญหา (Executing)

ในขั้นตอนนี้ผู้สอนจะสอนให้ผู้เรียนแก้ปัญหาตามแนวทางที่ได้มีการวางแผนไว้แล้วในขั้นตอนที่ 2 โดยก่อนการลงมือแก้ปัญหานั้น จะต้องตรวจสอบว่าขั้นตอนที่ได้มีการวางแผนไว้มีความชัดเจน และตรงกับความต้องการของโจทย์ นอกจากนี้ผู้แก้ปัญหามีความเข้าใจแผนการแต่ละขั้นตอนเป็นอย่างดี หลังจากนั้นจึงทำการแก้ปัญหาตามขั้นตอน โดยประยุกต์ใช้ความรู้ที่เกี่ยวข้อง มีโดยการแก้ปัญหาทีละส่วน จากนั้นนำมาประมวลผลทั้งหมดรวมกัน เพื่อให้ได้คำตอบที่ต้องการ

ขั้นตอนการดำเนินการ

ในขั้นตอนนี้จะเริ่มต้นการแก้ปัญหาตามที่ได้วางแผนไว้ในขั้นตอนที่ 2 ดังนี้

1. จากการเปรียบเทียบอัตราส่วนระหว่างสิ่งที่โจทย์กำหนดมาให้กับสิ่งที่ต้องการหาคำตอบ ดังรูป

$$\frac{6}{10} = \frac{?}{30}$$

2. เริ่มต้นการแก้ปัญหา โดยการประยุกต์ใช้ความรู้เรื่องอัตราส่วนและสัดส่วน คือการคูณไขว้กันระหว่างเศษของชุดแรกกับส่วนของชุดที่สอง

$$\frac{6}{10} \nwarrow \frac{?}{30}$$

3. แล้วสร้างสมการเพื่อหาคำตอบที่ต้องการ

$$\frac{6 \times 30}{10} = ?$$

4. หาคำตอบที่ต้องการซึ่งจะได้คำตอบ

$$18 = ?$$

ขั้นตอนที่ 4 : พัฒนาให้ดีขึ้น (Improvement)

ในขั้นตอนนี้จะเป็นการตรวจสอบผลลัพธ์ที่ได้ว่ามีความถูกต้องหรือไม่ ซึ่งถ้ามีความถูกต้องจะได้มีการสรุปเป็นแนวทางเพื่อนำไปใช้ในการแก้ปัญหาในอนาคต นอกจากนี้วิธีการนี้ สามารถปรับปรุง

หรือพัฒนาให้ดีกว่าเดิมได้หรือไม่ พร้อมทั้งวิเคราะห์หาว่ามีแนวทางอื่นที่จะแก้ปัญหาแบบเดียวกันได้แล้วเปรียบเทียบว่าแต่ละแนวทางเป็นอย่างไร มีข้อดีข้อเสียอย่างไร

ขั้นตอนการดำเนินการ

1) ในขั้นตอนนี้ทำการตรวจสอบคำตอบที่ได้ว่าถูกต้องหรือไม่ โดยผู้สอนจะทำการตรวจสอบคำตอบที่ผู้เรียนได้แก้ปัญหาว่าถูกต้องหรือไม่

2) วิเคราะห์หาแนวทางอื่น ว่าสามารถแก้ปัญหานี้ได้หรือไม่ และองค์ความรู้อื่นๆ ที่เกี่ยวข้องซึ่งจะพบว่ามีอัตราส่วนอย่างต่ำที่เข้ามาเกี่ยวข้อง

ในการหาอัตราส่วนอย่างต่ำนั้น เราจะต้องหาตัวเลขที่สามารถหารได้ทั้งเศษและส่วนจากตัวอย่าง

$$\frac{6}{10}$$

3) หาตัวเลขที่สามารถหารทั้ง 6 และ 10 ได้ ซึ่งก็คือ 2 ที่สามารถหาร 6 และ 10 ลงตัว จะได้ผลลัพธ์คือ

$$\frac{3}{5}$$

4) เพราะฉะนั้นจะได้ว่าอัตราส่วนอย่างต่ำของ 6/10 คือ 3/5

$$\frac{6}{10} = \frac{3}{5}$$

5) และเปรียบเทียบอัตราส่วนอย่างต่ำของ18/30 ก็เท่ากับ 3/5 เช่นกัน

$$\frac{18}{30} = \frac{3}{5}$$

และเมื่อเปรียบเทียบอัตราส่วนของทั้งสองคือ 6/10และ 18/30 ต่างก็มีอัตราส่วนอย่างต่ำเท่ากับ 3/5ซึ่งแสดงว่ามีอัตราส่วนที่เท่ากัน

4.5 ผลการประเมินรูปแบบการฝึกทักษะการคิดเชิงตรรกะเพื่อก้าวไปสู่อาชีพนักพัฒนาซอฟต์แวร์ในประเทศไทย

ผู้วิจัยเก็บข้อมูลโดยแบบประเมินรูปแบบการฝึกทักษะการคิดเชิงตรรกะ จากกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 18 ท่าน แล้ววิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติเชิงพรรณา เพื่อหาค่าเฉลี่ย ประกอบด้วย 2 ส่วนคือ ผลการประเมิน 4 กลุ่มเนื้อหา และ 4 ขั้นตอนการฝึก โดยมีผลการประเมินดังนี้

4.5.1 ผลการประเมินเนื้อหาการคิดเชิงตรรกะ

จากการประเมินผลเนื้อหาการคิดเชิงตรรกะในภาพรวมอยู่ในระดับดี มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 4.21 โดยการประเมินแต่ละกลุ่มเนื้อหาอยู่ในระดับดี และ ระดับดีมาก

ผลการประเมินเนื้อหาการคิดเชิงตรรกะกลุ่มที่ 3 การสร้างและประมวลผลนิพจน์ และกลุ่มที่ 4 การเปรียบเทียบทางคณิตศาสตร์ และการเปรียบเทียบเชิงตรรกะ ผลการประเมินอยู่ในระดับดีมาก คือ 4.50 และ 4.67 แต่ในกลุ่มที่ 1 กลุ่มการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ทั่วไป และกลุ่มที่ 2 การประยุกต์ใช้ความน่าจะเป็น อยู่ในระดับดี คือ 3.72 และ 3.94 เท่านั้น ดังรายละเอียดในตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 แสดงการประเมินกลุ่มเนื้อการคิดเชิงตรรกะ

กลุ่มเนื้อหา	ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$)	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D)	ระดับการประเมิน
กลุ่มที่ 1 กลุ่มการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ทั่วไป	3.72	0.66	ดี
กลุ่มที่ 2 กลุ่มการประยุกต์ใช้ความน่าจะเป็น	3.94	0.72	ดี
กลุ่มที่ 3 กลุ่มการสร้างและประมวลผลนิพจน์	4.50	0.61	ดีมาก
กลุ่มที่ 4 กลุ่มการเปรียบเทียบทางคณิตศาสตร์และการเปรียบเทียบเชิงตรรกะ	4.67	0.48	ดีมาก
ค่าเฉลี่ยรวม	**4.21**	**0.45**	**ดี**

4.5.2 ผลการประเมินขั้นตอนการฝึกทักษะการคิดเชิงตรรกะ

จากการประเมินผลขั้นตอนการฝึกทักษะการคิดเชิงตรรกะในภาพรวมอยู่ในระดับดี มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 4.3 โดยการประเมินแต่ละขั้นตอนการฝึกทักษะอยู่ในระดับ ดี และ ระดับดีมาก

ผลการประเมินผลขั้นตอนการฝึกทักษะการคิดเชิงตรรกะขั้นตอนที่หนึ่งคือ เข้าใจได้ (Understanding) และขั้นตอนที่สองคือ ใช้วิเคราะห์ (Analysis) ผลการประเมินอยู่ในระดับดีมาก คือ 4.50 และ 4.61 แต่ในขั้นตอนที่สามคือ เจาะปัญหา (Execution) และขั้นตอนที่สี่ คือพัฒนาให้ดีขึ้น (Evaluation) อยู่ในระดับดี คือ 4.28 และ 4.06 เท่านั้น ดังรายละเอียดในตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.4 แสดงการประเมินขั้นตอนการฝึกทักษะการคิดเชิงตรรกะ

ขั้นตอนการฝึก	ค่าเฉลี่ย $(\bar{X})$	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D)	ระดับการประเมิน
1. เข้าใจได้ (Understanding)	4.50	0.61	ดีมาก
2. ใช้วิเคราะห์ (Analysis)	4.61	0.50	ดีมาก
3. เจาะปัญหา (Executing)	4.28	0.75	ดี
4. พัฒนาให้ดีขึ้น (Evaluation)	4.06	0.99	ดี
ค่าเฉลี่ยรวม	**4.36**	**0.24**	**ดี**