



MathStandard

เอกสารประกอบการเรียน

เทคโนโลยีและวิทยาการคำนวณ

เรื่อง เทคโนโลยี
และการออกแบบเชิงวิศวกรรม

เตรียมสอบเข้า ม.4

โครงการห้องเรียนวิทยาศาสตร์ วมว. รอบ 2

www.mathstandard.com

คำชี้แจง

เทคโนโลยีและการออกแบบเชิงวิศวกรรม

จัดทำโดย MathStandard

ฉบับ 2.0

เทคโนโลยีเป็นการนำความรู้และทรัพยากรมาใช้แก้ปัญหาและสนองความต้องการ การพัฒนาชิ้นงาน วิธี การหรือบริการต้องพิจารณาหน้าที่ของระบบ ผู้ใช้ ข้อกำหนด หลักฐาน และผลกระทบ การออกแบบจึง เกี่ยวข้องกับทั้งการสร้างทางเลือก การทดลอง และการให้เหตุผลภายใต้ข้อจำกัด

เนื้อหาครอบคลุม ระบบ ทางเทคโนโลยีและการเปลี่ยนแปลง การกำหนดปัญหาและรวบรวมข้อมูล การ ออกแบบและเลือกแนวทาง การวางแผนทรัพยากร การทดสอบและปรับปรุง ตลอดจนวงจรชีวิต การเพิ่ม มูลค่า และการรายงานผล เริ่มจากความหมายและความสัมพันธ์พื้นฐาน ไปสู่การวิเคราะห์ลำดับงาน เงื่อนไขระหว่างทาง และทางเลือกหลายเกณฑ์

ความรู้พื้นฐานที่ใช้ ได้แก่ การอ่านตาราง อัตราส่วน ร้อยละ สมการ อสมการ และการคำนวณเวลา ทุก ปริมาณต้องมีความหมายและหน่วยเดียวกันก่อนนำมาเปรียบเทียบ คำว่าไม่เกินและไม่น้อยกว่ารวมค่าที่ เท่ากับเกณฑ์ ส่วนคำว่าต่ำกว่าอย่างเคร่งครัดไม่รวมกรณีเท่ากัน

สถานการณ์ ตัวเลข ดัชนี และคะแนนทรัพยากรในตัวอย่างกับแบบฝึกหัดเป็นแบบจำลองเพื่อการวิเคราะห์ ใช้กฎตามที่ระบุ ไม่ใช่ยืนยันสมบัติของวัสดุ คุณภาพน้ำ ความปลอดภัยของอุปกรณ์ หรือผลกระทบ สิ่งแวดล้อมจริงทุกด้าน อัตราคงที่ การไม่มีเวลาเตรียม และการไม่มีสูญเสียมีผลเฉพาะข้อที่กำหนด สมมติฐานนั้น

การหาค่าต่ำสุดหรือเวลาที่เร็วที่สุดต้องแสดงทั้งทางเลือกที่ทำได้และเหตุผลว่าค่าที่ดีกว่านั้นไม่เป็นไปตาม เงื่อนไข เมื่อโจทย์ขอเหตุผลให้เชื่อมข้อมูลกับข้อสรุป และยอมรับวิธีที่เทียบเท่าโดยรักษาเงื่อนไขครบ

กิจกรรมแทนวงบัตรใช้กระดาษและบัตรน้ำหนักรูปแบนโต้ะ พร้อมนาฬิกาหรือเครื่องจับเวลาสำเร็จรูป การ สร้างและทดสอบตัวแทนไม่ใช่ของมีคม แหล่งจ่ายไฟ สารเคมี หรือวัสดุร้อน การใช้อุปกรณ์จับเวลาตาม ปกติไม่รวมอยู่ในข้อจำกัดนี้ และไม่ต้องต่อวงจรหรือดัดแปลงอุปกรณ์ ผลทดสอบจำกัดตามวัสดุและสภาพ ที่ศึกษา ไม่ใช่เป็นข้อมูลรับรองโครงสร้างที่รองรับคนหรือของหนัก

สารบัญ

เนื้อหาและแบบฝึกหัด

ตอนที่ 1 เทคโนโลยี ระบบ และการเปลี่ยนแปลง	4
แบบฝึกหัดตอนที่ 1	8
ตอนที่ 2 การวิเคราะห์ปัญหาและรวบรวมหลักฐาน	10
แบบฝึกหัดตอนที่ 2	14
ตอนที่ 3 การออกแบบและเลือกแนวทางแก้ปัญหา	16
แบบฝึกหัดตอนที่ 3	21
ตอนที่ 4 การวางแผน ทดสอบ และปรับปรุง	23
แบบฝึกหัดตอนที่ 4	30
ตอนที่ 5 ผลกระทบ การเพิ่มมูลค่า และการสื่อสาร	33
แบบฝึกหัดตอนที่ 5	38
สรุปสาระสำคัญ	41
แบบฝึกหัดบูรณาการ	43
เฉลยเฉพาะคำตอบ	47
เฉลยวิธีคิดและเกณฑ์ตรวจ	49
คำศัพท์และเอกสารอ้างอิง	61

ตอนที่ 1

เทคโนโลยี ระบบ และการเปลี่ยนแปลง

เทคโนโลยีเกี่ยวข้องกับการนำความรู้ ทักษะ และทรัพยากรมาสร้างหรือปรับสิ่งที่ช่วยแก้ปัญหาและสนองความต้องการ สิ่งที่พัฒนาขึ้นอาจเป็นเครื่องมือ ชิ้นงาน วิธีดำเนินงาน หรือระบบบริการ การจัดคิวด้วยบัตรหมายเลขจึงเป็นเทคโนโลยีได้เช่นเดียวกับเครื่องเรียกคิวอัตโนมัติ การศึกษาต้องพิจารณาว่าสิ่งนั้นทำหน้าที่ใด ใครเป็นผู้ใช้ และใช้ได้ภายใต้บริบทใด

1.1 ชิ้นงาน วิธีการ และหน้าที่ของระบบ

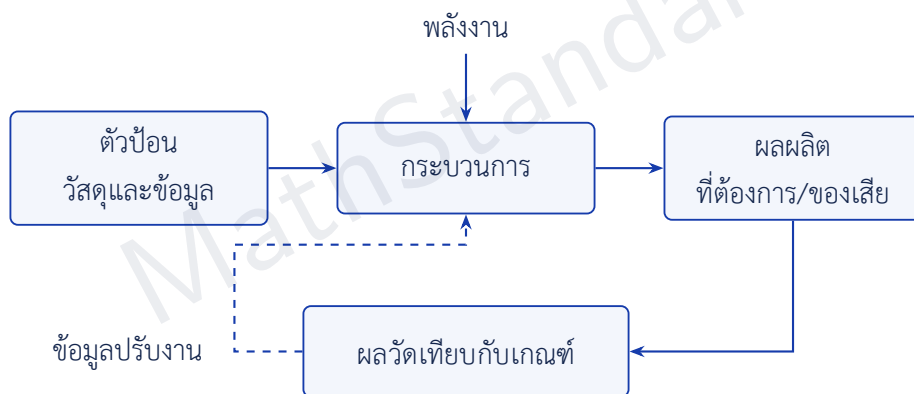
ชิ้นงานคือสิ่งที่มีรูปร่างให้ใช้ทำงาน ส่วนวิธีการคือลำดับการดำเนินงานที่จัดขึ้นเพื่อให้เกิดผล ทั้งสองอาจใช้ร่วมกัน เช่น ชิ้นเก็บอุปกรณ์เป็นชิ้นงาน วิธีติดรหัสตำแหน่งและบันทึกการคืนเป็นวิธีการ หากออกแบบชิ้นใหม่โดยไม่จัดวิธีคืน อุปกรณ์อาจยังหายากแม้ชิ้นมีความจุมากขึ้น

การระบุหน้าที่ควรบอกผลที่ต้องการมากกว่าระบุวิธีแก้ล่วงหน้า คำว่า “ทำให้ค้นหาอุปกรณ์ได้ภายในเวลาที่กำหนด” เปิดให้เปรียบเทียบการจัดตำแหน่ง ป้าย และระบบค้นหา ขณะที่ “ติดตั้งจอเพิ่ม” เป็นเพียงทางเลือกหนึ่ง ซึ่งต้องพิสูจน์ว่าช่วยแก้ปัญหาได้ การประเมินเทคโนโลยีจึงอาศัยผลการทำงานร่วมกับต้นทุน ความเหมาะสม และผลกระทบ

1.2 ขอบเขตและองค์ประกอบของระบบ

ระบบประกอบด้วยส่วนที่สัมพันธ์และทำงานร่วมกัน ขอบเขตระบบกำหนดว่าส่วนใดอยู่ในการศึกษา สิ่งภายนอกยังส่งวัสดุ พลังงาน หรือข้อมูลเข้ามาได้ ขอบเขตไม่จำเป็นต้องตรงกับตัวเครื่อง เช่น การศึกษาระบบจัดส่งหนังสืออาจรวมการรับคำขอ การจัดหนังสือ และการส่งมอบ แต่ไม่รวมการผลิตกระดาษ

ตัวป้อนคือสิ่งที่เข้าสู่ขอบเขต กระบวนการคือการดำเนินการกับตัวป้อน และผลผลิตคือสิ่งที่ออกจากขอบเขต ผลผลิตอาจมีทั้งสิ่งที่ต้องการและสิ่งที่ไม่ต้องการ เช่น ชิ้นงานที่ผ่านกับเศษวัสดุ การอธิบายเฉพาะผลที่ต้องการอาจทำให้ไม่เห็นความสูญเสียของระบบ



ภาพที่ 1 แยกเส้นทางวัสดุและพลังงานออกจากข้อมูลที่ใช้ปรับการทำงาน

ข้อมูลย้อนกลับ

ข้อมูลเกี่ยวกับผลที่เกิดขึ้นเป็นข้อมูลย้อนกลับเมื่อถูกนำไปใช้ปรับการทำงานให้สัมพันธ์กับเกณฑ์ การติดเครื่องวัดหรือจดค่าอย่างเดียวยังไม่แสดงว่าระบบปรับการทำงานตามผลนั้น

เมื่อเลือกขอบเขตย่อย ผลผลิตของส่วนหนึ่งอาจกลายเป็นตัวป้อนของอีกส่วน เช่น ผลตรวจรายการส่งไปเป็นข้อมูลเข้าของส่วนจัดชุด ความถูกต้องจึงขึ้นกับทั้งแต่ละส่วนและการส่งต่อรหัส จำนวน และหน่วยที่ตรงกัน

ตัวอย่างที่ 1 ขอบเขตระบบจัดส่งเอกสาร

ศูนย์การเรียนรู้รับคำขอ และ กระดาษ ใช้เครื่องพิมพ์ และ แรงงาน จัดชุด แล้วส่งเอกสารให้ผู้รับ เก็บจำนวนชุดที่ขาดเพื่อนำไปปรับขึ้นตรวจ กำหนดขอบเขตตั้งแต่รับคำขอถึงส่งมอบ จงจำแนกองค์ประกอบและระบุผลผลิตที่ไม่ต้องการหนึ่งรายการ

วิธีคิด คำขอ และ กระดาษเป็นตัวป้อน การพิมพ์ ตรวจ และ จัดชุดเป็นกระบวนการ เอกสารที่ส่งเป็นผลผลิต ส่วนเศษกระดาษเป็นผลที่ไม่ต้องการ จำนวนชุดที่ขาดถูกใช้ปรับขึ้นตรวจจึงเป็นข้อมูลย้อนกลับ หากเพียงเก็บจำนวนไว้โดยไม่ใช้ปรับ ยังไม่อธิบายวงจรย้อนกลับครบ

ตอบ ตัวป้อน: คำขอและกระดาษ กระบวนการ: พิมพ์ ตรวจ จัดชุด ผลผลิต: เอกสารและเศษกระดาษ ข้อมูลย้อนกลับ: จำนวนชุดขาดที่ใช้ปรับการตรวจ

1.3 ระบบย่อยและข้อจำกัดร่วม

การแบ่งระบบย่อยควรแบ่งตามหน้าที่ พร้อมระบุสิ่งที่รับและส่ง การนับจำนวนเครื่องอย่างเดียวยังไม่บอกความสามารถรวม หากเครื่องทุกเครื่องต้องรับวัสดุจากสายป้อนเดียวกัน การเพิ่มเครื่องอาจไม่เพิ่มผลผลิตเมื่อสายป้อนถึงความสามารถสูงสุดแล้ว การปรับระบบจึงต้องหาส่วนที่จำกัดผลภายใต้สภาพใช้งาน

สำหรับปริมาณที่สะสมอยู่ในขอบเขต การเปลี่ยนแปลงเกิดจากสิ่งที่เพิ่มและออก ต้องกำหนดให้ชัดว่ากำลังนับของทั้งหมด ของในคลัง หรือของพร้อมใช้งาน สิ่งที่น่าไปซ่อมอาจยังเป็นทรัพย์สินแต่ไม่อยู่ในกลุ่มพร้อมใช้งาน

บัญชีปริมาณภายใต้ขอบเขตเดียวกัน

ให้ S เป็นปริมาณเริ่มต้น I เป็นปริมาณที่เพิ่ม และ O เป็นปริมาณที่ออก หากใช้หน่วยเดียวกันและไม่มี การเปลี่ยนแปลงอื่น จะได้

$$S_{\text{หลัง}} = S + I - O$$

ต้องตรวจสอบสถานะระหว่างทางด้วย หากกำหนดว่าปริมาณติดลบไม่ได้หรือมีความจุสูงสุด

ตัวอย่างที่ 2 จำนวนชุดพร้อมใช้

มีชุดอุปกรณ์พร้อมใช้ 36 ชุด ส่งออก 12 ชุด รับคืนสภาพปกติ 7 ชุด และนำชุดที่อยู่ในคลังออกซ่อม 4 ชุด รายการไม่ซ้ำกัน จงหาจำนวนพร้อมใช้และอธิบายเหตุที่นับของซ่อมต่างจากทรัพย์สินทั้งหมด

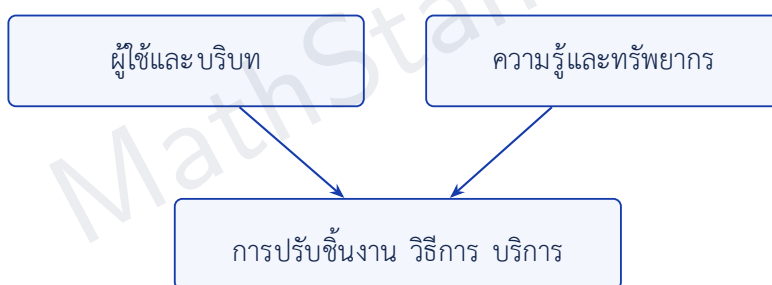
วิธีคิด ขอบเขตคือชุดพร้อมใช้ จึงเพิ่มเฉพาะของคืนที่สภาพปกติ และลดทั้งของส่งออกกับของที่แยกซ่อม ได้ $36 - 12 + 7 - 4 = 27$ ชุด ของซ่อมยังเป็นทรัพย์สินแต่ไม่พร้อมใช้

ตอบ พร้อมใช้ 27 ชุด เพราะชุดที่แยกซ่อมอยู่นอกกลุ่มที่นับ

1.4 ปัจจัยที่ทำให้เทคโนโลยีเปลี่ยนแปลง

ความต้องการและพฤติกรรมผู้ใช้ ความรู้ใหม่ ทรัพยากรและราคา สภาพแวดล้อม และข้อกำหนดของสังคม ล้วนส่งผลให้เทคโนโลยีเปลี่ยน การเปลี่ยนแปลงอาจเป็นการปรับวิธีบริการแทนการเปลี่ยนอุปกรณ์ และอาจเกิดจากหลายปัจจัยร่วมกัน เช่น คิวเพิ่มอาจมาจากผู้ใช้งานมากขึ้น ขั้นตอนตรวจสอบ หรือเวลาทำงานลดลง

การวิเคราะห์ต้องแยกอาการ สาเหตุที่คาด และหลักฐาน การพบว่ารอนานเป็นอาการ ส่วนข้อเสนอให้เพิ่มเครื่องเป็นทางเลือกแก้ไข ยังต้องเก็บเวลาแต่ละชั้น ปริมาณงาน และเวลาที่ทรัพยากรว่าง เพื่อประเมินว่าส่วนใดเป็นข้อจำกัดจริง



ตรวจสอบผลที่ต้องการและผลกระทบ

ภาพที่ 2 ปัจจัยหลายด้านสัมพันธ์กับการปรับขึ้นงาน วิธีการ และบริการ

ตัวอย่างที่ 3 วิเคราะห์เหตุของการปรับบริการ

จุดรับคืนอุปกรณ์รองรับได้ 80 รายการต่อชั่วโมง ความต้องการเพิ่มจาก 65 เป็น 96 รายการต่อชั่วโมง โดยเวลาเปิดเท่าเดิม จงหาส่วนที่เกินกำลัง และเสนอข้อมูลสองอย่างที่ควรเก็บก่อนเลือกเพิ่มเครื่อง

วิธีคิด ส่วนเกินคือ $96 - 80 = 16$ รายการต่อชั่วโมง ควรเก็บเวลาและเวลารอของแต่ละชั้น รวมทั้งอัตราที่เครื่องกับผู้ปฏิบัติงานว่า ข้อมูลนี้ช่วยแยกว่าปัญหาอยู่ที่ตรวจรหัส รับของ หรือจัดเก็บ การเกินกำลังยังไม่ระบุว่าสาเหตุแก้ด้วยเครื่องได้เพียงอย่างเดียว

ตอบ เกิน 16 รายการต่อชั่วโมง เก็บเวลาของแต่ละชั้นและการใช้ทรัพยากรเพื่อเลือกแนวทาง

1.5 การคาดการณ์และขอบเขตของแบบจำลอง

การคาดการณ์ใช้รูปแบบจากข้อมูลร่วมกับสมมติฐานเกี่ยวกับอนาคต ต้องระบุช่วงเวลาและสิ่งที่ถือว่าคงเดิม การเพิ่มเท่ากันในข้อมูลไม่กี่ครั้งอาจเสนอแบบจำลองเชิงเส้นได้ แต่ไม่รับรองว่าทุกช่วงจะเพิ่มเท่าเดิม เมื่อมีความจุ ราคา หรือเงื่อนไขเปลี่ยน ต้องพิจารณาแบบจำลองใหม่

ข้อสรุปจากแบบจำลองจึงควรแสดงทั้งค่าที่คาดและข้อจำกัด หากใช้เพื่อวางแผน อาจเปรียบเทียบกรณีเพิ่มน้อย เพิ่มตามแนวเดิม และเพิ่มมาก โดยบอกว่าแต่ละกรณีใช้สมมติฐานใด ไม่เรียกช่วงสมมติว่าเป็นช่วงที่รับรองว่าจะเกิด

ตัวอย่างที่ 4 แนวโน้มกับความจุ

ยอดใช้บริการสามสัปดาห์เป็น 40,48,56 รายการ หากสมมติว่าเพิ่มสัปดาห์ละเท่าเดิมและความจุ 68 รายการต่อสัปดาห์ จงคาดสัปดาห์ที่สี่และห้า พร้อมระบุความหมายของส่วนเกิน

วิธีคิด ผลต่างสัปดาห์ละ 8 จึงคาดความต้องการเป็น 64 และ 72 รายการ สัปดาห์ที่สี่อยู่ในความจุ ส่วนสัปดาห์ที่ห้าเกิน $72 - 68 = 4$ รายการ ตัวเลข 72 เป็นความต้องการตามสมมติฐาน ไม่ใช่ปริมาณที่บริการได้จริง และยังต้องตรวจฤดูกาลหรือเหตุอื่นที่ทำให้แนวโน้มเปลี่ยน

ตอบ คาด 64 และ 72 รายการ สัปดาห์ที่ห้าต้องวางแผนรองรับส่วนเกิน 4 รายการ

แบบฝึกหัดตอนที่ 1

การวิเคราะห์และการให้เหตุผล

ให้ตอบตามเงื่อนไขและแสดงเหตุผลหรือการคำนวณตามที่ถาม ทุกข้อใช้ข้อมูลสมมติ

ข้อ 1 ห้องสมุดปรับชั้นให้มีช่องว่างตามหมวด และกำหนดชั้นหนังสือโดยตรรกะที่สก่อนวาง จงระบุส่วนที่เป็นชิ้นงาน ส่วนที่เป็นวิธีการ และอธิบายว่าเหตุใดต้องประเมินสองส่วนร่วมกัน

ตอบ

ข้อ 2 โรงเรือนรับน้ำและไฟฟ้าเพื่อให้น้ำแก่ต้นไม้ มีเครื่องวัดความชื้น กรณี A แสดงค่าอย่างเดียว กรณี B ใช้ค่าเทียบเกณฑ์แล้วปรับเวลาให้น้ำ กำหนดขอบเขตเป็นระบบให้น้ำ จงระบุตัวป้อน ผลผลิต และกรณีที่แสดงข้อมูลย้อนกลับครบพร้อมเหตุผล

ตอบ

ข้อ 3 ส่วนรับคำขอส่งข้อมูลให้ส่วนหยิบสินค้าเป็นเพียงข้อความ “ต้องการ 4 ชิ้น” ทั้งที่มีสินค้าหลายชนิดและผู้ขอหลายคน จงระบุข้อมูลที่ขาดอย่างน้อยสองรายการและอธิบายผลต่อระบบ พร้อมเสนอวิธีส่งต่อ

ตอบ

ข้อ 4 มีชุดพร้อมใช้ 45 ชุด ส่งออก 16 ชุด รับคืนสภาพปกติ 9 ชุด และแยกของที่ยังอยู่ไปซ่อม 6 ชุด รายการไม่ซ้ำกัน จงหาจำนวนพร้อมใช้ แล้วอธิบายว่าชุดซ่อมยังนับในทรัพย์สินทั้งหมดได้หรือไม่

ตอบ

ข้อ 5 จำนวนผู้ใช้สามเดือนเป็น 54,63,72 คน สมมติว่าเพิ่มเท่าเดิมต่อเดือน ความจุ 85 คนต่อเดือน จง คาดเดือนที่สี่และห้า หาส่วนที่เกินความจุในแต่ละเดือน และระบุข้อจำกัดหนึ่งอย่างของข้อสรุป

ตอบ

ข้อ 6 เครื่องจัดชุดแต่ละเครื่องทำได้ 7 ชุดต่อนาที เครื่องทำพร้อมกันได้ สายป้อนส่งรวมไม่เกิน 25 ชุด ต่อนาที งานต้องผ่านสายป้อน มีที่พักพอ ไม่มีสูญเสียและไม่คิดช่วงเริ่มต้น จงหาอัตราสูงสุดเมื่อมี 3 และ 4 เครื่อง และประเมินข้อเสนอว่าซื้อเครื่องที่ห้าจะเพิ่มอัตราอีก 7 ชุดต่อนาที

ตอบ

เฉลยวิธีคิดและเกณฑ์ตรวจ

การวิเคราะห์และการให้เหตุผล

ข้อ 1

วิธีคิด ชั้นแบ่งช่องเป็นชิ้นงาน ส่วนลำดับตรวจรหัสและคืนเป็นวิธีการ หากตรวจไม่ถูกหรือวางผิด ช่องที่ออกแบบไว้ไม่ทำให้ค้นหาได้ตามเป้าหมาย จึงต้องทดสอบการทำงานร่วมกัน

ตอบ ชั้นเป็นชิ้นงาน ชั้นคืนเป็นวิธีการ ต้องสัมพันธ์กันเพื่อจัดเก็บและค้นหาได้

กลับไปโจทย์ข้อ 1

เกณฑ์ตรวจ (4 คะแนน): ชิ้นงาน 1 วิธีการ 1 หน้าที่ยื่น 1 และเหตุผลผลของส่วนหนึ่งต่ออีกส่วน 1 คะแนน

ข้อ 2

วิธีคิด น้ำและพลังงานไฟฟ้าเป็นตัวป้อน ผลผลิตคือการจ่ายน้ำ กรณี B นำผลวัดกลับไปปรับเวลา จึงอธิบายข้อมูลย้อนกลับครบ กรณี A มีการวัดแต่ยังไม่ระบุการใช้ปรับ

ตอบ ตัวป้อนคือน้ำและไฟฟ้า ผลผลิตคือการจ่ายน้ำ B แสดงข้อมูลย้อนกลับครบ

กลับไปโจทย์ข้อ 2

เกณฑ์ตรวจ (4 คะแนน): ตัวป้อน 1 ผลผลิต 1 เลือก B 1 และเหตุผลการนำผลวัดกลับไปปรับ 1 คะแนน

ข้อ 3

วิธีคิด ขาดรหัสสินค้าและรหัสคำขอหรือผู้รับ จึงอาจหยาบผิดชนิดหรือส่งผิดคน ควรส่งระเบียบที่มีรหัสคำขอ รหัสสินค้า จำนวนและหน่วย พร้อมตรวจว่ารหัสและหน่วยเป็นข้อตกลงเดียวกัน

ตอบ เพิ่มรหัสสินค้าและคำขอ/ผู้รับ พร้อมจำนวนและหน่วยในระเบียบเดียวกัน

กลับไปโจทย์ข้อ 3

เกณฑ์ตรวจ (4 คะแนน): ข้อมูลขาดสองรายการ 2 คะแนน ผลที่เกิด 1 และวิธีส่งต่อที่รักษาความสัมพันธ์ 1 คะแนน

ข้อ 4

วิธีคิด พร้อมใช้ $45 - 16 + 9 - 6 = 32$ ชุด ของซ่อมยังเป็นทรัพย์สินหากไม่ได้จำหน่ายทิ้ง แต่ไม่อยู่ในกลุ่มพร้อมใช้ การนับขึ้นกับขอบเขต

ตอบ พร้อมใช้ 32 ชุด ของซ่อมยังเป็นทรัพย์สินแต่ไม่พร้อมใช้

กลับไปโจทย์ข้อ 4

เกณฑ์ตรวจ (4 คะแนน): ตั้งขอบเขตพร้อมใช้ 1 บัญชีเพิ่มลด 1 คำนวณ 1 และแยกทรัพย์สิน 1 คะแนน